

Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції  
Материалы IV Международной научно-практической конференции  
Materials of the 4<sup>th</sup> international scientific and practical conference

---

**СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА ІННОВАЦІЙНІ  
ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ**

**СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И  
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ**

**MODERN INFORMATION AND INNOVATION  
TECHNOLOGIES IN TRANSPORT**

**MINTT-2012**

Збірка матеріалів конференції у двох томах

**Том 2**

**Volume 2**

**29-31 травня 2012 року  
Херсон, Україна**

**29-31 мая 2012 года  
Херсон, Украина**

**May 29-31, 2012  
Kherson, Ukraine**

**Організатори конференції:**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
ХЕРСОНСЬКА ДЕРЖАВНА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ  
ІНСТИТУТ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ЗМІСТУ ОСВІТИ  
ІНСТИТУТ НАДТВЕРДИХ МАТЕРІАЛІВ НАН УКРАЇНИ ІМ. В.М.БАКУЛЯ  
ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ  
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ «КП»  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ  
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
СЕВАСТОПОЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ  
ЄВРОПЕЙСЬКА АСОЦІАЦІЯ З БЕЗПЕКИ  
МІЖНАРОДНА АКАДЕМІЯ НАУК ЕКОЛОГІЇ ТА БЕЗПЕКИ  
БРЕМЕНСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИКЛАДНИХ НАУК  
ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ НАН БІЛОРУСІ  
НАУКОВО-ВИРОБНИЧЕ ОБ'ЄДНАННЯ «ЦИКЛОН»  
КРЮІНГОВА КОМПАНІЯ «MARLOW NAVIGATION»

**Програмний комітет:**

Беккер Хайнц Р. – проф. (Німеччина);	Мальцев А.С. – д.т.н., проф. (Україна);
Бідюк П.І. – д.т.н., проф. (Україна);	Новіков М.В. – д.т.н., проф., академік НАН України;
Блінцов В.С. – д.т.н., проф. (Україна);	Русак О.М. – д.т.н., проф. (Росія);
Букетов А.В. – д.т.н., проф. (Україна);	Рябінін Л.І. – д.т.н., проф. (Росія);
Варбанец Р.А. – д.т.н., доц. (Україна);	Селіванов С.Є. – д.т.н., проф. (Україна);
Ісаєв Є.О. – д.т.н., проф. (Україна)	Соколова Н.А. – д.т.н., проф. (Україна);
Казак В.М. – д.т.н., проф. (Україна);	Федоровський К.Ю. – д.т.н., проф. (Україна);
Кондратенко Ю.П. – д.т.н., проф. (Україна);	Харченко В.П. – д.т.н., проф. (Україна);
Кривонос Ю.І. – д.т.н., проф. (Білорусь);	Ходаков В.Є. – д.т.н., проф. (Україна);
Коженовски Лешек Ф. – проф. (Польща);	Цимбал М.М. – д.т.н., проф. (Україна).
Леонов В.Є. – д.т.н., проф. (Україна);	
Малигін Б.В. – д.т.н., проф. (Україна);	

**Організаційний комітет:**

голова	Ходаковський Володимир Федорович – ректор Херсонської державної морської академії.
заступник голови	Бень Андрій Павлович – проректор з науково-педагогічної роботи.
члени комітету:	Настасенко Валентин Олексійович – доцент кафедри експлуатації суднових енергетичних установок та загальноінженерної підготовки, Блах Ігор Володимирович – вчений секретар, начальник відділу технічної інформації, Клементьєва Оксана Юріївна – технічний секретар, редактор наукових видань відділу технічної інформації.

У збірнику представлено матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті», яка відбулася у м. Херсоні 29-31 травня 2012 р. і була присвячена актуальним питанням застосування сучасних інформаційних та інноваційних технологій у транспортній галузі.

Матеріали збірки розраховані на викладачів та студентів вищих навчальних закладів, фахівців науково-дослідних установ та підприємств.

Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2012) : збірка матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції. У 2-х тт. Т. 2. – Херсон : Херсонська державна морська академія, 2012. – 328 с.

## ПЕРЕДМОВА

Шановні колеги!

Ви тримаєте в руках збірку тез докладів Четвертої Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2012)», метою якої є аналіз та узагальнення нових теоретичних і прикладних результатів щодо застосування сучасних інформаційних та інноваційних технологій у транспортній галузі. Конференція проходить у місті Херсоні, що розташоване на мальовничих берегах річки Дніпро, на базі старішого морського навчального закладу нашої держави – Херсонської державної морської академії. В організації та роботі конференції беруть участь провідні науково-дослідні та навчальні заклади України, Росії, Білорусі та зарубіжжя.

Основним завданням конференції є обговорення широкого кола нових наукових і практичних результатів застосування сучасних інформаційних технологій на транспорті; обмін ідеями та пошук нових пріоритетних напрямків наукових досліджень; встановлення та розвиток нових контактів у сфері наукового співробітництва між навчальними закладами, науковими установами та підприємствами України та зарубіжжя. Одна з особливостей конференції – залучення молодих науковців до розробки найбільш актуальних напрямків наукових досліджень у транспортній галузі.

Програмою конференції передбачено проведення пленарного засідання та робота фахівців у секціях: *контроль, діагностика і прийняття рішень при управлінні рухомими об'єктами, системний аналіз та математичне моделювання складних об'єктів, інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень, інтегровані комплекси транспортних засобів, тренажерні системи та людський фактор на транспорті, проблеми надійності та енергозбереження, ресурсозберігаючі технології, захист навколишнього середовища, безпека життєдіяльності.*

Для зручності наукові праці конференції розміщено у двох томах. До *першого тому* увійшли праці, присвячені проблемам контролю, діагностики і прийняття рішень при управлінні рухомими об'єктами, системного аналізу і математичного моделювання складних об'єктів та функціонування інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень. У *другому томі* представлено матеріали, в яких розглядаються питання розробки та впровадження інтегрованих комплексів транспортних засобів, тренажерних систем; людського фактору на транспорті, а також матеріали щодо проблем надійності, ресурсозберігаючих технологій, захисту навколишнього середовища та безпеки життєдіяльності.

Ми впевнені, що досить широка проблематика наукових праць конференції буде сприяти не тільки плідному аналізу та обговоренню вищезазначених питань, а й обміну ідеями та думками, пошуку пріоритетних напрямків наукових досліджень, встановленню нових контактів у сфері наукового співробітництва фахівців галузі, залученню молодих науковців до участі у вивченні найбільш актуальних напрямків досліджень у транспортній галузі.

Організатори щиро дякують усім учасникам конференції та сподіваються, що MINTT-2012 стала добрим продовженням зустрічей та спілкування, початок яких покладено на попередніх конференціях. Ми маємо надію, що традиції, започатковані конференцією, та дана збірка наукових праць стануть корисними не тільки для її учасників, а й для широкого кола науковців, фахівців, молодих учених, які займаються теоретичними та прикладними дослідженнями інформаційних та інноваційних технологій у транспортній галузі.

Висловлюємо свою подяку всім авторам доповідей за порозуміння та співпрацю з організаторами.

Бажаємо всім нових наукових ідей та досягнень, плідної роботи, нових відкриттів.  
З повагою, Організаційний та Програмний комітети.

**СЕКЦІЯ 4:**  
**ІНТЕГРОВАНІ КОМПЛЕКСИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

## ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕГРОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ТЕСТУВАННЯМ ЗНАНЬ ВОДІІВ

*Баранов Г.Л.,*

ДП «Центральний науково-дослідний інститут навігації і управління» (Україна, м. Київ),

*Тарасюк В.І.,*

Київська державна академія водного транспорту ім. Гетьмана Петра  
Конашевича-Сагайдачного (Україна),

*Міронова В.Л.,*

Національний транспортний університет (Україна, м. Київ)

**Вступ.** Проблема забезпечення безпеки руху високошвидкісних транспортних засобів (ВТЗ) на будь-яких ділянках транспортно-дорожнього комплексу (ТДК) залежить від цілеспрямованої взаємодії усіх ергатичних вирішувальних систем (ЕВС), що на кожному рівні ієрархічної транспортної організації сприяють усуненню предаварійних та аварійних ситуацій. Підвищення рівня готовності та якості водія ВТЗ є одною з важливих проблем у забезпечення безпеки руху транспортних засобів на будь-яких ділянках ТДК України.

**Аналіз останніх досліджень.** На даний час проводиться інтенсивна розробка інтелектуальних транспортних систем (ІТС), включаючи навчання водіїв ВТЗ. Але ці електронні ІТС у Російській Федерації, Сполучених Штатах Америки, Франції, Японії та Німеччині не враховують усіх факторів дорожнього руху та особливості ТДК України. Тому забезпечення процесу підготовки висококваліфікованих вітчизняних водіїв потребує удосконалення та впровадження інноваційних технологій у інтелектуальні програмні засоби [1, 2].

**Основний матеріал.** Відомо, що завдяки взаємодії між ЕВС можливо розв'язувати задачі у критичних, кризових та екстремальних ситуаціях. Це особливо стосується запобігання небезпечних дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Головні напрями взаємодії ЕВС та відповідно і архітектурні форми інформаційно-аналітичного забезпечення (ІАЗ) системи навчання та тестування знань водіїв ВТЗ характеризуються наступним:

- надання більш повних, точних та ефективних знань, зрозумілих для всіх учасників дорожнього руху та ТДК, що гарантують зменшення втрат за причин скоєння ДТП;

- формування адаптивного вміння діяти, приймати рішення та реалізовувати (шляхом управління, контролю й діагностики) оптимальні закони керування, що підвищують безпеку руху та впливають на зниження кількості ДТП;

- підтримання необхідного рівня навичок стосовно володіння водіями складною ситуацією за напрямками запобігання зіткнень, зниження ризиків аварії.

Вище зазначений підхід до формування ІАЗ системи навчання та тестування знань водіїв забезпечує підвищення ефективності і якості системи підготовки спеціалістів відповідно до міжнародних стандартів ІСО 9000.

Єдина інформаційна модель (ЄІМ) за принципом системності [3,4] формує тезаурус у вигляді ІАЗ усіх ЕВС. Принцип цілеспрямованості орієнтує тезаурус на підвищення безпеки руху ВТЗ та зниження кількості ДТП. За принципом ефективності він призначений для інформаційного обслуговування як осіб з природним інтелектом, так і ПАК з штучним інтелектом. Згідно принципу спеціалізації визначаємо режим експлуатації ЄІМ, які передбачають підготовчі етапи формування, корегування та достовіризації даних. На виконавчих етапах реалізується надання відповідей на запити, обслуговування діалогів, автоматичні телекомунікаційні обміни даними. Підготовчі етапи забезпечення якості ЄІМ та ефективності тематичного ІАЗ керуються адміністраторами та системними

програмістами, тобто професіоналами з комп'ютерних знань та інформаційних технологій. Навпаки, виконавчі етапи спрямовані на активну участь користувачів та ПАК ВТЗ. Системний ефект взаємодії полягає в прийнятті рішення у складних ситуаціях, які заздалегідь не були формалізованими та автоматизованими. Нагадаємо, що принципово існують не формалізовані ситуації, особливо при функціонуванні не лінійних складних динамічних систем (СДС) з розподіленими у просторі та часі елементами. Дійсно, на ВТЗ, що рухаються по ділянках ТДК діють фактори та збурення навколишнього середовища. Саме такими й є учасники дорожнього руху та будь-які транспортні засоби.

Пропонуємо системне програмне забезпечення, що конструктивно складається з таких функціональних модулів [5]: тезаурус ІАЗ; блок створення учбового матеріалу та тестів для контролю знань; блок реєстрації та архівації команд учасників навчання; навчальний блок; блок оцінки якості навчання фахівця.

Процес створення системи навчання та тестування водіїв стосовно прав користувачів системи надано на рис. 1.

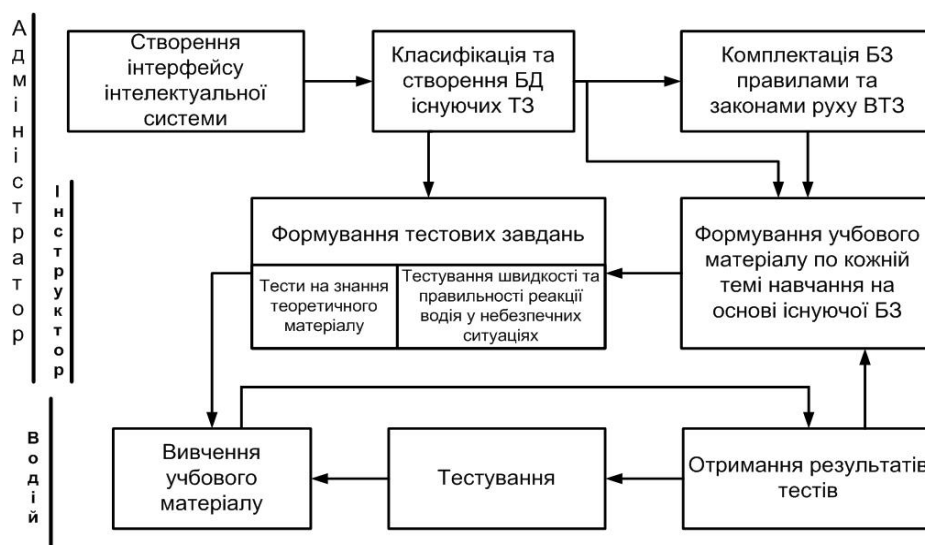


Рисунок 1 – Схема взаємодії компонентів ІАЗ системи навчання та тестування знань водіїв ВТЗ

Принцип природної унікальності явищ та об'єктів нагадує, що для ВТЗ в екстремальних умовах постійно існують суворі часові обмеження:

$$\Delta t_n + \Delta t_a + \Delta t_{nak} \leq \Delta t_s, \quad (1)$$

де  $\Delta t_n$  – інтервал часу сприйняття та реакції людини (водія-пілота);  $\Delta t_a$  – тривалість кожного перехідного процесу в технічних агрегатах ВТЗ;  $\Delta t_{nak}$  – інтервал часу роботи ПАК з видачею законів управління відповідно визначеної заданої ситуації;  $\Delta t_s$  – максимально допустиме значення інтервалу часу, на протязі якого ще можливо за рахунок своєчасного коригування закону оперативного управління ВТЗ запобігати зіткнень, перевертань та інших надзвичайних ситуацій у категорії ДТП.

Якщо ВТЗ опиняється перед перешкодою, до якої лише 30 м та для водія ВТЗ швидкість реакції становить  $\Delta t_n \approx 0,2$  с (у більшості випадків та при швидкості руху 30 м/с або 108 км/год), тоді зрозуміло, що не буде зіткнення при умові, коли повний цикл маневрування закінчити менш ніж за секунду. Тому всі електронні розв'язки складних задач повинні бути ( $\Delta t_{nak} < 10^{-4}$  с) дуже високошвидкісними.

Вказані суттєві обмеження для ІАЗ системи навчання та тестування обумовлюють відповідну стратифікацію тематично орієнтованих розділів тезауруса (рис. 2).

Стратифікація ІАЗ для навчання та тестування знань водіїв ВТЗ на кожній ділянці

та зоні ТДК України відповідає запропонованій концепції. Дана стратифікація інформаційних технологій формує наступну послідовність ієрархічної піраміди з спеціалізованих систем управління базами даних:

1. Архів або знання орієнтованих моделей технологічно єдиної транспортної організації;
2. Розрахунково-базові моделі (РМБ) для проектування та обґрунтування технологічних рішень з організації безпечних потоків у конкретних зонах транспортно-дорожнього комплексу;
3. Режимно-оперативні моделі (РОМ) для аналізу ефективності варіантів запобігання зіткнень у складних динамічних ситуаціях, що виникають на ділянках транспортно-дорожнього комплексу;
4. Логічні системно-аналогові моделі (ЛСАМ) для підтримки прийняття рішень у конфліктних та екстремальних ситуаціях;
5. Пакетні комбіновані моделі у вигляді оперативних блоків обміну даними (БОД) для швидкого узгодження та оптимізації взаємодії електронних систем забезпечення безпеки руху високошвидкісних транспортних засобів.

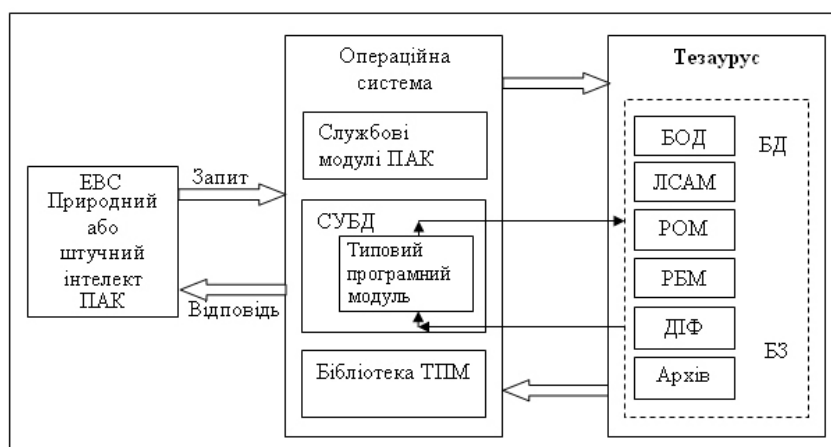


Рисунок 2 – Принципова схема тематичної стратифікації ІАЗ системи навчання та тестування водіїв ВТЗ

Усі типові найбільш часто повторювані запитання реалізує ІАЗ за допомогою довідниково-інформаційних фондів (ДІФ). Тому в основі ДІФ визначені різні групові табличні характеристики (ГТХ), що підтримують бази, орієнтовані на табличний формат кластерної інтеграції знань та обмінів повідомленнями.

Архів для оперативного планування [4] та керування ВТЗ також як й для надання відповідей на нестандартні запити має ієрархічну графову організацію. Графові моделі дозволяють явно структурувати усі типові та стандартні відношення: цілі й задачі безпеки руху ВТЗ; координація стандартних рухів для отримання оптимального маневру; координація типових цілей й задач для стратегічного та логістичного управління; перерозподіл наявних ресурсів за новими потребами кризової ситуації; декомпозиції складних структур на частини згідно заданих цілей та критеріїв. Слід підкреслити, що використання знань на рівні понять категорій та відношень між ними з будь-якою складністю горизонтальних та вертикальних зв'язків у ієрархії дозволяє суттєво розширювати та змінювати розв'язки практичних задач особливо тих, що потребують швидкої адаптації у кризових ситуаціях, що випадково виникли.

Принципи універсалізації та уніфікації інформаційних ресурсів визначають, що бази знань, також мають відповідну стратифікацію, щоб забезпечити швидкість реалізації режимів <запит – відповідь>. В таблиці 1 наведена класифікація каталогів бази знань ІАЗ.

Розкриття кластерної інтеграції знань надано на рис. 3 з відображенням професійної тематичної орієнтації та структурно ланцюгових відношень згідно інформаційної технології використання накопичених знань та даних.

Таблиця 1 – Каталоги бази знань стосовно інформаційно-аналітичного забезпечення.

ІАЗ для оперативного управління рухом ВТЗ		
БЗ КСЦМ	БД ГТХ	БЗ Аналітичні моделі
<ul style="list-style-type: none"> <li>• нормативно-правові документи;</li> <li>• стан доріг та зупинок;</li> <li>• психо-фізіологія людини;</li> <li>• керованість ВТЗ;</li> <li>• стійкість руху;</li> <li>• режими гальмування;</li> <li>• режими маневрування;</li> <li>• ТІУС;</li> <li>• погодні умови;</li> <li>• конфліктні ситуації;</li> <li>• організація дорожнього руху;</li> <li>• транспортні потоки.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• статистика ДТП якості ОДР;</li> <li>• пропускна здатність;</li> <li>• адекватність реакції;</li> <li>• параметри характеристик;</li> <li>• фактори впливу;</li> <li>• безпека гальмування;</li> <li>• умови реалізації;</li> <li>• характеристики ПАК;</li> <li>• типові параметри;</li> <li>• учасники дорожнього руху;</li> <li>• фактичні умови;</li> <li>• параметри інтенсивностей потоків.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• апроксимації;</li> <li>• матриці;</li> <li>• функції;</li> <li>• передатні функції;</li> <li>• асимптотичні оцінки;</li> <li>• ІДР;</li> <li>• імовірнісні обмеження;</li> <li>• передаточні функції;</li> <li>• діаграми;</li> <li>• графи відношень;</li> <li>• статистичні закони;</li> <li>• СМО.</li> </ul>

Зв'язки тематичних каталогів ДІФ реалізовані за допомогою функцій поєднання. Крім основних даних, що використовуються для пошуку рішень та побудови навчального матеріалу, у каталогах ДІФ зберігаються службові дані про формати, протоколи, розміри, типи змінних та кодові позначення. Для зберігання особливостей інформаційних технологій, наприклад лінгвістичного тексту правил ДІФ, розроблений довідник (словник), в якому кожна одиниця лінгвістичного тексту співставлена з її кодом. Ці коди також використовуються згідно правил поєднання, умов, коментарів та обмежень, що накладаються на ГТХ.

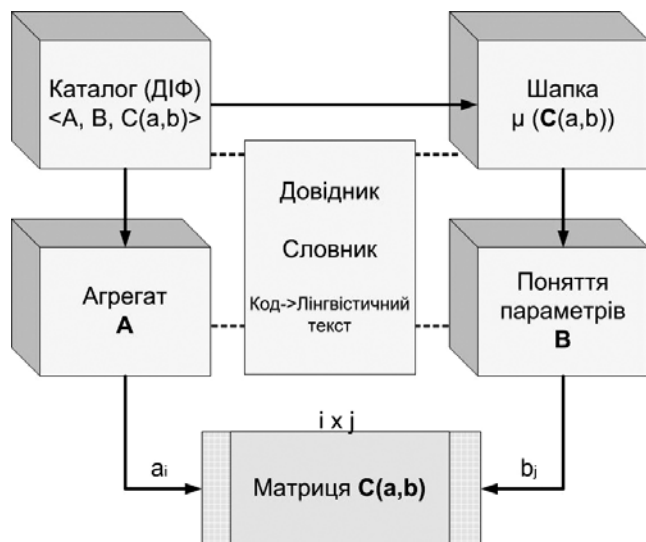


Рисунок 3 – Схема організації ДІФ ІАЗ системи навчання та тестування водіїв ВТЗ

**Висновки.** Використання розробленого ІАЗ системи навчання та тестування водіїв ВТЗ дозволяє підвищити ефективність курсів навчання та процесу підготовки водіїв. Це буде сприяти запобіганню зіткнень в небезпечних ситуаціях на дорогах ТДК України. Основною перевагою розробленого ІАЗ є те, що воно об'єднує в ЕІМ всі фактори дорожнього руху. Подальші дослідження спрямовуються на удосконалення даної системи, створення ефективної автоматичної системи тренування водіїв ВТЗ, що буде враховувати реальні умови та фактори, що впливають на рух транспортних засобів за маршрутами у межах ТДК.



## ЛІТЕРАТУРА

1. Николаев А. Б., Алексахин С. В., Кузнецов И. А., Строганов В. Ю. Автоматизированные системы обработки информации и управления на автомобильном транспорте. Учебник для сред. проф. образования / Под ред. А. Б. Николаева. – М. : Издательский центр «Академия», 2003. – 224 с.
2. Rohling H. et al. Experiences with an Experimental Car Control by 77 GHz Radar Sensor. – Proceeding of the International Radio Symposium, 1998.
3. Баранов Г. Л., Макаров А. В. Структурное моделирование сложных динамических систем. – К. : Наук. Думка, 1986. – 272 с.
4. Баранов Г. Л., Білобородов О. О., Савчук А. В. Підвищення ефективності застосування космічних систем спостереження та оперативного планування режимів роботи бортової апаратури космічного апарату // Труди академії. – К. : НАОУ, 2004. – № 56. – С. 312-318.
5. Інформаційно-аналітичне забезпечення інтелектуальних транспортних систем. Інтеграція інформаційних технологій на транспорті : Монографія. / Г. Л. Баранов, С. А. Банішевський, В. Л. Міронова, Д. В. Пасечник. – К. : НТУ, 2009. – 198 с.

## МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В КОМБІНОВАНОМУ ПРОПУЛЬСИВНОМУ КОМПЛЕКСІ ПРИ УТРИМАННІ ПОЗИЦІЇ

*Будашко В.В., Юшков Є.О.,*  
Одеська національна морська академія  
(Україна)

На даний час одним з головних напрямків у суднобудуванні є будівництво суден для так званих офшорних зон. До суднового устаткування даної категорії замовниками пред'являються специфічні вимоги: обладнання повинно бути безпечним за сучасними мірками, тобто має відповідати вимогам класифікаційних товариств, по-друге, виробники устаткування повинні бути готові оперативно модернізувати свою продукцію, вносити зміни до специфікації; по-третє, додаткові вимоги пред'являються до роботи устаткування, воно має бути здатним до роботи у важких умовах [1].

Це пов'язано насамперед з тим, що на таких судах встановлюються системи динамічного позиціонування (ДП). У публікації ІМО (Міжнародна морська організація) «*MSC/Circ.645, Керівні принципи для суден з динамічними системами позиціонування*», вироблені правила для класифікації систем ДП судів як класу 1, класу 2 і класу 3:

- система ДП класу 1 не має надмірності. Втрата позиції може відбутися при одиничній відмові;

- система ДП класу 2 має надмірність, одиничний збій в активній системі ДП не призведе до відмови. Втрата позиції не повинна відбуватися з вини одного з активних компонентів або систем, таких як генератор, двигун, комутатор, дистанційно керовані клапани і т.д. Але може виникнути після відмови статичних компонентів, таких як кабелі, труби, клапани і т.д.;

- система ДП класу 3 забезпечує утримання об'єкта над точкою позиціонування при одиничній відмові активних і пасивних елементів, що знаходяться в будь-якому з водонепроникних відсіків і протипожежних зон... [2].

Отже, система ДП класу 3, що відповідає за своїми характеристиками знаку ДІНПОЗ-3 в символі класу судна, повинна мати резервування, яке забезпечує утримання над точкою позиціонування при одиничній відмові елементів, що знаходяться в різних водонепроникних відсіках або в одному з водонепроникних відсіків [3].

Альтернативним резервуванню стає удосконалення систем управління і діагностики у динамічному позиціонуванні, за допомогою яких унеможливаються не прогнозовані втрати судном позиції, або своєчасне попередження про такі можливості. Але сьогодні свідчить про те, що розробка таких систем знаходиться на початковій стадії, тому що сам ринок виробництва розвивається хаотично, без виявлення реального попиту на продукцію суднобудування в цілому і на продукцію окремих сегментів суднобудівного виробництва [4].

Завдання динамічної стабілізації судна, що знаходиться під впливом зовнішніх збурень з боку вітру і хвилювання моря розглядаються, наприклад, в роботах [5, 6]. Математична модель руху бурового судна, що виконує ДП, докладно розглянута в [7]. В цих роботах, проте, використовуються безперервні моделі для опису вимірювання і управління.

Результуюче зміщення судна при ДП істотно залежить від інтервалу тимчасової дискретності моделі динамічної системи, яка описує рух. Тому для оцінки впливу помилок вимірювань на точність утримання судна, результати, отримані для безперервних динамічних моделей, не можуть бути використані.

Наслідком обмежень на вироблення керуючих упорів рушіями пропульсивного комплексу є істотне збільшення помилки стабілізації в порівнянні з величиною, яку дає модель, що не враховує цих обмежень. Тому така модель не може використовуватися для оцінки середньої величини зміщення судна, що виконує ДП.

При виробленні керуючих сигналів модулі обробки вимірів не лише комплексують вимірювання від різних систем, а й проводять їх тимчасову фільтрацію. Фільтрація вимірювань дозволила підвищити точність оцінок параметрів руху і відсіяти вимірювання з аномально великими помилками. Використання в процесі розрахунку управління таких оцінок збільшило точність позиціонування і зменшило середні навантаження на енергетичну установку і пропульсивний комплекс в цілому. Специфіка фільтрації вимірювань для судна, що виконує динамічне позиціонування, пов'язана з тим, що протягом усього часу координати судна змінюються незначно, а сили і моменти, що діють на судно, точно невідомі й постійно змінюються.

За відсутності обмежень на резервування компонентів енергетичної установки, коли зовнішні впливи є випадковими нормальними вузькосмуговими процесами, модель руху судна була описана за допомогою лінійної динамічної системи. В цьому випадку при відомих параметрах динамічної системи найкраща стабілізація буде при тимчасовому згладжуванні вимірювань з використанням фільтра Калмана.

Специфіка руху судна при ДП, обумовлена нелінійним керуванням, наявність невизначеності в статистичних характеристиках оцінок параметрів, зовнішніх збурюючих впливів і управління, призводить до певної складності при побудові оптимального фільтра і ставить питання про оцінку ефективності тимчасової фільтрації. Зовнішні впливи були описані випадковими вузькосмуговими процесами з малими динамічними помилками або з малими флуктуаційними помилками. Стабілізуюче управління було побудовано, як лінійна функція зсуву судна щодо точки позиціонування і швидкості його зміни. Таке управління не є оптимальним при існуючих на практиці обмеженнях на судові рушії, тому була зроблена спроба оптимальної стабілізації в умовах обмежень на керування для безперервної моделі.

В умовах, коли існують обмеження на величину упорів, що створюються судовими рушіями, і швидкість їх зміни, використовувати закон управління, який був би оптимальним за відсутності цих обмежень, не представляється можливим.

Як і у відсутності обмежень на рушії, дисперсія помилки стабілізації пропорційна зваженій сумі квадратичних помилок вимірювання координати, швидкості і потужності випадкової компоненти, що зумовлена зовнішніми впливами, що збурюють. Велике значення для точності динамічної стабілізації при наявності обмежень на рушії має розподіл керуючих упорів, що було забезпечено при вирішенні даної задачі за допомогою симплекс-метода. Тимчасове згладжування вимірювань на основі фільтра Калмана дозволило суттєво зменшити величину середньої потужності рушіїв, необхідної для виконання ДП, у тому числі в умовах обмежень на граничну величину і швидкість зміни потужності окремих рушіїв.

Для вироблення стабілізуючого управління система ДП отримує сигнали вимірювання, які дозволяють точно оцінити поточне зміщення судна відносно бажаного положення і швидкість зміни цього зміщення, тобто лінійні координати і вектор швидкості судна, а також курс і швидкість його зміни. Вимірювання використовувалися для компенсації за допомогою контуру зворотного зв'язку випадкових компонентів зовнішніх збурень і помилок, що виникають при компенсації повільно мінливих компонентів зовнішніх збурень, значення яких вимірювалися і компенсувалися безпосередньо.

При ДП проводилися оцінки двох лінійних координат в горизонтальній площині щодо точки позиціонування, курсу судна, двох лінійних швидкостей і швидкості зміни курсу. Розрахунок добавок для компенсації випадкових зовнішніх збурень в значеннях керуючих упорів проводився таким чином, щоб створюване ними додаткове прискорення в нерухомій системі координат було пропорційно величині і швидкості зсуву. Точність позиціонування залежала від різних факторів, головними з яких були: рівень зовнішніх збурюючих впливів, обмеження на управляючі дії, генерування управляючих впливів.

За результатами моделювання зроблено такі якісні висновки і отримані наступні результати:

- в реальних умовах, коли існують обмеження на величину упорів, створюваних судновими рушіями, і швидкість їх зміни, неприпустимо використовувати закон управління, який був би оптимальним за відсутності цих обмежень; при обмеженнях на рівень та швидкість зміни керуючих упорів точність позиціонування виявляється істотно нижче, ніж у відсутності обмежень;
- при наявності обмежень на керуючі упори для забезпечення малої величини зміщення судна необхідно проводити перерахунок упорів з метою недопущення істотної зміни крутного моменту по відношенню до бажаного значення;
- розроблено алгоритм формування керуючого впливу для стабілізації судна в умовах обмежень на потужність пропульсивного комплексу і швидкість її зміни. У алгоритмі було використано симплекс-метод із застосуванням великої кількості підрулюючих пристроїв. Висока ефективність алгоритму підтверджена при його використанні в імітаційній моделі;
- при наявності обмежень тимчасові згладжування вимірювань, які використовувались при виробленні стабілізуючого управління, призводять лише до невеликого зменшення середньої величини зміщення;
- тимчасове згладжування вимірювань на основі фільтра Калмана дозволило суттєво зменшити величину середньої потужності рушіїв, необхідної для виконання ДП, у тому числі в умовах обмежень на граничну величину і швидкість зміни потужності окремих рушіїв, величина помилок стабілізації і середня потужність рушіїв зростають несуттєво, якщо модель, використовувана для побудови фільтра Калмана, неточно описує рівняння стану та спостереження;
- для динамічної стабілізації при рівноважному тимчасовому згладжуванні вимірювань на кінцевому інтервалі середня споживана потужність виявляється більше, а точність стабілізації гірше, ніж при калманівській фільтрації при різному характері зовнішніх збурюючих впливів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Российское судостроение сегодня и завтра / Информационно-аналитический журнал «Морская биржа» : [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.maritimemarket.ru/>.
2. ИМО MSC/Circ.645. Руководящие принципы для судов с динамическими системами позиционирования : [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.imo.org/includes/blastDataOnly.asp/data\\_id%3D10015/MSCcirc645.pdf](http://www.imo.org/includes/blastDataOnly.asp/data_id%3D10015/MSCcirc645.pdf).
3. Холодов Г. Г. Требования национальных морских классификационных обществ к работам на морских шельфах и системам ориентации судов, оснащенных системами динамического позиционирования, и их классификация // Вестник МГТУ. – 2010. – Том 13. – № 4/1. – С. 712-718.
4. Развитие мировых морских перевозок, транспортного флота и судостроения // Мировое судостроение : Сб. аналитических и справочных материалов. – ЦНИИ им. акад. А. И. Крылова, 2011 : [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.ksri.ru/rus/new/pub/mir\\_sud\\_1.htm](http://www.ksri.ru/rus/new/pub/mir_sud_1.htm).
5. Вагущенко Л. Л., Цымбал Н. Н. Системы автоматического управления движением судна. – Одесса : Фенікс, 2007. – 328 с.
6. Бодашко В. В. Підвищення ефективності передачі потужності в суднових дизельних пропульсивних комплексах. : дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.08.05 – суднові енергетичні установки; Одеська національна морська академія. – Одеса, 2006.
7. Родионов А. И., Сазонов А. Е. Автоматизация судовождения. – М. : Транспорт, 1992. – 192 с.

## ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ГАЗОТУРБОГЕНЕРАТОР СИСТЕМЫ НАДДУВА СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ

*Ищенко И.М., Черненко В.В.,*

Херсонская государственная морская академия  
(Украина)

**Введение.** Приоритетной задачей современного судостроения является повышение экономичности и надежности судовых энергетических систем. Успешное решение данной проблемы может быть обеспечено только при комплексном проведении работ по совершенствованию как судовых энергетических установок (СЭУ), так и судовых электроэнергетических систем (СЭЭС). Применение валогенераторных установок и утилизационных турбогенераторов (УТГ) позволяет уменьшить себестоимость электроэнергии, снизить эксплуатационные расходы и повысить надежность СЭЭС.

**Актуальность исследований.** Анализ современных систем утилизации тепла выхлопных газов показывает, что их режимы и условия работы выбираются без учета особенностей работы и режимов СЭУ и СЭЭС. Так, режимы работы турбогенераторов, как правило, выбираются без учета особенностей и режимов работы газотурбинного наддува судовых дизелей. В связи с этим, практически во всех случаях возникают проблемы с обеспечением наддува при пуске двигателей, их работе на режимах малого хода, а также на режимах при избыточной мощности турбины.

**Результаты исследований.** Одним из возможных решений отмеченных вопросов может быть применение систем газотурбинного наддува судовых дизелей с турбокомпрессорами со встроенными электрическими машинами.

Схема такой системы представлена на рисунке 1.

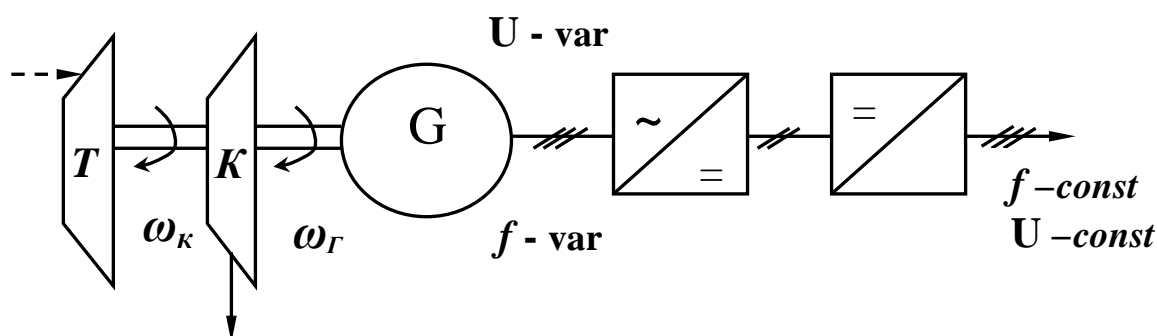


Рисунок 1 – Схема газотурбинного наддува с генератором и преобразователем частоты

В ходовом режиме электрическая машина работает генератором и через преобразователь частоты передает энергию в судовую систему. В режиме пуска двигателя и на малом ходу наддув осуществляется переводом генератора в режим двигателя при его питании от судовой СЭЭС.

В качестве примера таких систем можно привести «Морской гибридный турбокомпрессор для производства электроэнергии» разработки «Mitsubishi», Япония, представленный на рис. 2.

В турбокомпрессоре установлена электрическая машина (ЭМ) с постоянными магнитами. Частота вращения ЭМ составляет 12000 об/мин. ЭМ работает с транзисторным преобразователем частоты (ПЧ) и обеспечивает питание судовой системы электроснабжения.

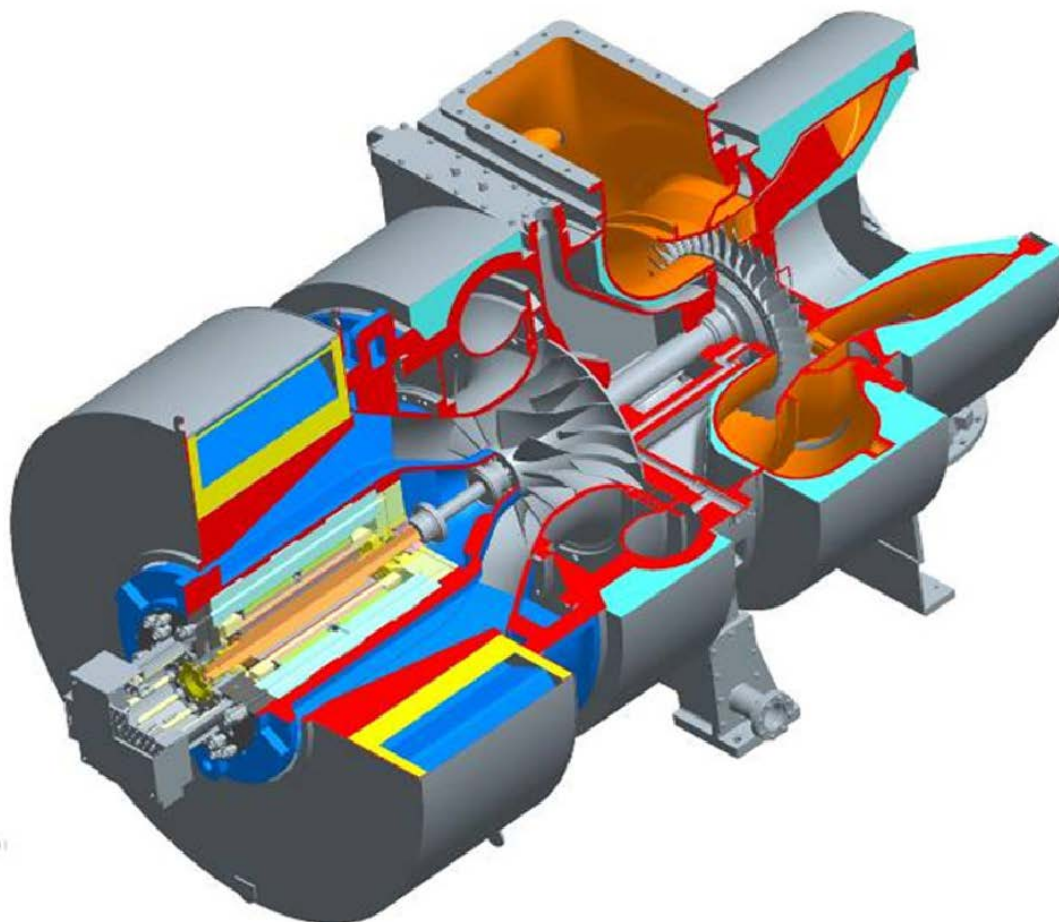


Рисунок 2 – Турбокомпрессор наддува с электрическим генератором

Применение в агрегате ЭМ с постоянными магнитами обусловлено известными ее преимуществами, к основным из которых относятся высокая надежность работы, отсутствие потерь на возбуждение, а соответственно, и повышенный КПД, меньшая чувствительность к действию реакции якоря, простота эксплуатации. Однако, такие недостатки, как ограничение частоты вращения из-за недостаточной механической прочности постоянных магнитов, невысокие регулировочные качества, высокая стоимость высококоэрцитивных магнитов, сложность их производства могут оказаться определяющими при выборе этих ЭМ в отдельных системах и агрегатах. Так, например, частоты вращения газотурбонагнетателей фирмы Броун-Бовери типа VTR составляют от 9000 до 30000 *об/мин*. При данных частотах вращения обеспечить требуемую механическую прочность даже достаточно сложных по конструкции роторов с призматическими магнитами с радиальным или тангенциальным намагничиванием и наружным сварным цилиндром практически невозможно. В связи с этим, особый интерес представляет возможность применения в таких системах асинхронной машины с массивным ферромагнитным ротором.

К основным достоинствам двигателя с массивным ротором можно отнести:

- относительно высокую кратность пускового момента;
- низкую кратность пускового тока;
- практическое отсутствие пульсаций вращающего момента;
- повышенную по сравнению с обычным ротором термическую стойкость в переходных процессах;
- мягкую механическую характеристику, позволяющую в широком диапазоне регулировать частоту вращения изменением подводимого напряжения;
- простоту конструкции;

- лучшие балансировочные и вибро-шумовые показатели.

Существенным недостатком двигателя являются низкие энергетические показатели  $\eta$  и  $\cos \varphi$ , что обусловлено повышенным значением параметров вторичной цепи.

Наиболее эффективный способ улучшения параметров ферромагнитного ротора при сохранении его специфических особенностей – покрытие ротора медью или токопроводящим слоем с использованием нанотехнологий. Это позволяет уменьшить как активное, так и индуктивное сопротивление вторичной цепи, а следовательно, улучшить пусковые и рабочие характеристики двигателя.

Следует отметить, что в данной системе одним из проблемных вопросов является обеспечение охлаждения ЭМ с учетом того, что она размещается в глушителе компрессора, то естественно, в первую очередь следует рассматривать возможность охлаждения ЭМ продувом частью воздуха, всасываемого компрессором. При этом, его количество и допустимый нагрев на выходе ЭМ должны быть согласованы с работой компрессора.

**Вывод.** Применение на современных судах комбинированного газотурбинного наддува дизелей с турбокомпрессором со встроенной ЭМ позволит повысить экономичность и надежность судовых энергетических систем, а также обеспечить оптимальный режим работы турбины и компрессора наддува.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пахомов Ю. А. Судовые энергетические установки с двигателями внутреннего сгорания. – М. : ТрансЛит, 2007 – 528 с.
2. Корнилов Э. В., Бойко П. В. Системы газотурбинного наддува судовых дизелей. – Одесса : Студия «Негоциант», 2006 – 224 с.
3. Лищенко А. И., Лесник В. А. Асинхронные машины с массивным ферромагнитным ротором. – К. : Наукова думка, 1984 – 168 с.
4. Могильников В. С., Олейников А. М., Стрельников А. Н. Асинхронные двигатели с двухслойным ротором. – М., 1983.

## ТЕХНОЛОГИИ НАВИГАЦИОННОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО СЕРВИСА ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ: МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОЕКТ EEGS2 «РАСШИРЕНИЕ EGNOS НА ВОСТОЧНУЮ ЕВРОПУ»

*Лукьянов А.М., Гринченко Е.В., Галевич М.Н., Лукьянова О.А.,*  
Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
(Украина)

**Введение.** Проект EEGS2 преследует следующие три главные цели:

- продемонстрировать (посредством испытаний на авиационном транспорте) выгоды использования спутниковой системы дифференциальной коррекции EGNOS на территории Восточной Европы, где нет прямого доступа к сигналу системы EGNOS;
- изучение влияния технологии спутниковой системы дифференциальной коррекции (SBAS) на управление транспортной инфраструктурой;
- продвижение спутниковой навигационной системы Galileo, спутниковой системы дифференциальной коррекции EGNOS, системы доступа к данным EGNOS (системы EDAS).

### **1. Демонстрация применения спутниковой системы дифференциальной коррекции EGNOS в гражданской авиации**

Одной из целей проекта EEGS2 является демонстрация (посредством лётных испытаний) выгоды использования спутниковой системы дифференциальной коррекции EGNOS на авиационном транспорте на территории Восточной Европы, где нет прямого доступа к космическому сегменту системы EGNOS, а также проведение исследований по оценке степени подготовки инфраструктуры гражданской авиации и организации работы провайдеров для использования EGNOS. Посредством лётных испытаний, страны Восточной Европы (участники проекта EEGS2), на которые не распространяется настоящее покрытие системы EGNOS, будут ознакомлены с технологией EGNOS и пилоты смогут понять и ощутить её действие.

Для осуществления этой цели разработан план, содержащий четыре основные задачи:

I. Подготовка лётных испытаний на определённых аэродромах в соответствии с положениями безопасности для каждой фазы полёта.

II. Обеспечение аэродрома всей необходимом аппаратурой передачи сообщений magicSBAS (дифференциальная корректирующая информация демонстрируемой технологии) на борт воздушного судна.

III. Подготовка авиационной бортовой аппаратуры для приёма и совместной обработки GPS и magicSBAS сообщений.

IV. Анализ характеристик лётных испытаний в терминах точности, целостности, непрерывности и доступности.

Проводимые лётные испытания будут способствовать принятию систем SBAS в странах, где сигнал EGNOS всё ещё не доступен. Международная организация гражданской авиации (ICAO) на своей сессии Ассамблеи (36-я Ассамблея 18-28 сентября 2007 года) строго рекомендовала применение LPV системы захода на посадку, для всей инфраструктуры взлётно-посадочной полосы, как основной или как дублирующей с полным переходом к ней в 2016 году с промежутками 30% в 2010 и 70% в 2014.

Среди прочего, система EGNOS предоставит авиакомпаниям следующие преимущества:

- сокращение высоты принятия решения;
- сокращение угла захода на посадку;
- улучшение горизонтального курса;
- оптимизированные маршруты, минимизация отклонений;



- увеличение безопасности;
- увеличение пропускной способности аэропортов;
- возможность работы в необорудованных курсоглиссадными системами аэропортах.

Этот проект предоставит пилотам и провайдерам, обеспечивающим доступ к спутниковой дифференциальной информации, ясное представление о производительности и преимуществах технологий на основе EGNOS, которые интенсивно распространяются в настоящее время.

Результаты авиационных экспериментов проекта EEGS2 будут представлены на соответствующих аэронавигационных форумах, таких как EUROCONTROL RNAV Approach Focus Group.

## **2. Демонстрация применения спутниковой системы дифференциальной коррекции EGNOS в управлении дорожным транспортом.**

В сферу задач проекта EEGS2 попадает и такая актуальная в настоящее время задача, как повышение эффективности управления дорожным транспортом. Так в ходе проекта предполагается изучить влияние технологии SBAS на управление дорожно-транспортными перевозками в рамках расширения сервиса EGNOS на Восточную Европу. Сервис EGNOS должен обеспечить целостность и более высокую точность для автотранспортных технологий. Эти факторы добавляют надёжности таким важным дорожным приложениям как Electronic Fee Collection (EFC, электронный сбор платежей), Pay as you Drive (PAYD, Плати как едешь – система страхования), Traffic and Travel Information (TTI, Информация дорожной обстановки).

Системы электронного сбора платежей (EFC) в настоящее время являются довольно зрелой технологией автодорожной отрасли, которые позволяют взимать плату за пользование автодорогами, будь то автобаны или городские дороги, через автоматический электронный платёж. Традиционные системы EFC основаны на микроволновой и инфракрасной связи транспортного средства и станции принятия платежей. Однако есть и другой подход для оплаты, основанный на использовании глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) и беспроводной связи, такой как GPRS/UMTS, который позволяет уменьшить до минимума необходимую дорожную инфраструктуру и персонал для её управления. Такой тип системы был успешно развёрнут в Германии и Словакии (только для грузовых автомобилей), а в таких странах как Нидерланды, Франция и Дания в настоящее время обсуждается реализация этих технологий. Архитектура подобных систем основывается на использовании бортовой аппаратуры (БА), которая устанавливается на транспортном средстве и в которую встроена аппаратура передачи данных GPRS/UMTS и аппаратура обработки сигналов ГНСС. БА призвана обеспечивать местоопределение транспортного средства, его классификацию и некоторые характеристики. БА посылает информацию о транспортном средстве в центр управления, где определяется размер платы для каждого абонента.

Системы EFC на базе ГНСС позволяют уменьшить дорожную инфраструктуру и обслуживающий персонал, а также позволяет транспортным средствам выполнять транзакции не прекращая движения, что способствует организации свободного дорожного движения. Главными преимуществами EFC систем являются следующие:

- снижение дорожной пошлины и облегчение аудита и контроля за неплательщиками дорожных сборов;
- увеличение пропускной способности автомагистралей;
- экономия топлива и уменьшение вредных выбросов;
- EFC системы выступают в качестве очень экономически выгодного и действенного способа осуществления наблюдения на транспорте;
- удобство для плательщиков дорожных сборов;
- не требуется остановки транспортного средства для проезда на платную автомагистраль;

– дополнительные виды обслуживания могут быть включены в БА.

EFC является критически ответственным приложением, в котором ошибка определения местоположения транспортного средства может привести к переплачиванию дорожной пошлины. Использование EGNOS в этом приложении решает эту проблему посредством целостности информации, которой обеспечивает EGNOS. Выгодами использования сигнала EGNOS являются следующие:

- увеличение точности и надёжности;
- обеспечение целостности информации;
- не требуется прямой сигнал EGNOS – информация EGNOS может быть доступна посредством использования систем SISNET / EDAS.

Системы страхования PAYD используют фиксированный подход, при котором взимание величины страхового взноса базируется на таких деталях, как возраст, водительский стаж, модель автомобиля. Этот подход не учитывает важный вопрос, связанный с эффективным использованием транспортного средства и приводит обычно к страховкам типа «все могут управлять», что на практике выражается либо в недоплате либо переплате страхового взноса из-за отсутствия статистической информации, которая могла бы быть собрана для каждого водителя и более детально охарактеризовать его профиль управления. Для решения данной проблемы используют специальное оборудование, которое призвано обеспечить регистрацию подробной информации о том или ином водителе, используя о том, как, когда и где транспортное средство управляется для того чтобы увеличить или уменьшить величину страхового взноса. Такие системы могут быть осуществлены за счёт обработки БА сигналов системы ГНСС, позволяющей контролировать поведение водителей посредством определения местоположения, скорости, времени и возможной дополнительной информацией, поступающей от датчиков температуры, внешнего воздействия, диагностики состояния транспортного средства и др. Эта информация посылается в центр управления, где на её основе определяется степень риска и вычисляется величина страхового взноса.

PAYD также как и EFC считается приложением с критической ответственностью, поэтому её выигрыши от использования информации EGNOS, будут такими же как и в случае с EFC.

Система информации о дорожной обстановке (ТТИ) обеспечивает информацией, относящейся к статусу транспортного средства во время движения по определённой территории. Водители нуждаются в этой информации и в настоящее время постоянно возрастают требования к качеству, непрерывности и обновлению данной информации. Система информации о дорожной обстановке намеревается предоставить водителю точную информацию о сложившейся текущей дорожной обстановке. Это позволяет водителю принимать обоснованные решения о маршруте следования: продолжать или что-то изменить. Информацию о дорожной обстановке также должны уметь обрабатывать технические средства, которые определяют наилучший маршрут.

Сервис информации о дорожной обстановке может быть разбит на два разных модуля:

- генерация информации: посредством различных сенсоров и дорожной инфраструктуры;
- сообщение информации: в настоящее время распространяется посредством сообщений по радиоканалу.

Современная бортовая аппаратура обеспечивает большое количество информации о дорожной обстановке, и миллионы транспортных средств, оборудованные ГНСС и обеспеченные возможностью обрабатывать и передавать информацию о местоположении и времени при движении, будут использоваться для генерации дорожной информации высокого качества. Дорожная информация может относиться не только к транспортным средствам (количество, средняя скорость и т.д.), но и к условиям, влияющим на дорожное движение (погодные условия, дорожные работы и т.д.). Использование ГНСС очень

інтересно и для ситуаций пробок на дорогах. БА будет получать информацию о пробках и использовать её для планирования маршрута до и во время поездки. Непрерывность обеспечения информацией является главным отличием этой системы от информационных световых табло (VMS).

ТТІ приложения используют ГНСС для определения местоположения транспортного средства и сопоставляют эту информацию с картами и дополнительной информацией о дорожной обстановке. Системы ТТІ не связаны с безопасностью или требованиями критической ответственности и предоставляемая информация направлена на облегчение дорожного движения, поэтому нет требований по целостности информации и не строгие требования по увеличению её точности.

Посредством использования EGNOS может быть немного увеличена точность приложений ТТІ, и некоторые ошибки планирования маршрута или характеристик дорожной обстановки, относящиеся к ошибкам ГНСС, могут быть уменьшены.

### **3. Развитие технологий управления автотранспортом в Украине.**

В Украине решение задач организации дорожного движения, повышения безопасности и комфорта на автодорогах планируется реализовать посредством создания и внедрения Региональных информационно-аналитических систем (РИАС) мониторинга и организации дорожного движения, которые в дальнейшем будут интегрированы в Государственную интегрированную информационную систему (ГИИС) обеспечения управления подвижными объектами. В этой системе комплексно объединяются организационные, нормативно-правовые, технические и социально-экономические аспекты дорожного движения.

Создаваемая РИАС должна обеспечить решение следующих задач:

- повышение пропускной способности имеющейся транспортной сети, организацию «зелёной волны» на основных магистралях;
- обеспечение участников движения оперативной информацией о дорожной обстановке на дорогах города и области (внедрение технологии ТТІ);
- оперативное определение чрезвычайных ситуаций на автодорогах (ДТП или перекрытие движения вследствие разного типа происшествий) и информационное обеспечение городской администрации и соответствующих служб для принятия решений;
- автоматизированный контроль соблюдения правил дорожного движения и автоматизированный анализ ДТП (внедрение технологии РАУD);
- организация системы автоматического сбора платежей за пользование платными автомагистралями (внедрение технологии EFC).

В структуру РИАС входят Региональный информационно-аналитический центр (РИАЦ), информационно-аналитические центры (ИАЦ), локализованные в территориальных сегментах региона, транспортные средства, оборудованные бортовой многофункциональной аппаратурой (МФА), переносные аппаратно-программные модули (ПМ), которыми оснащаются патрульные группы ГАИ, технические средства наблюдения и управления дорожным движением, средства связи между элементами системы.

Функционально РИАС представляет собой распределённые по структурным элементам Информационно-навигационную систему контроля и анализа параметров движения автотранспорта (ИНСКА) и Автоматизированную систему управления дорожным движением (АСУ ДД).

При функционировании РИАС взаимодействует с транспортными средствами, государственными организациями и службами, а также коммерческими организациями и частными лицами.

### **4. Участники проекта EEGS2.**

В консорциум входят 8 партнёров, которые компетентны в областях, необходимых для успешного достижения целей проекта. Такое количество участников обусловлено масштабами проекта и его размером (как с точки зрения бюджета и мероприятий, необходимых для достижения его конечных целей).

Консорциум имеет взаимодополняющий характер, объединяя опыт:

- GMV (Менеджер и технический лидер в программе EGNOS).
- GMV будет осуществлять управление и техническое руководство в рамках проекта и будет проводить оценку EGNOS и magicSBAS испытаний и технологий. Обладание платформой magicSBAS делает GMV ключевым партнером в рамках проекта. Кроме того платформа magicSBAS, предоставляемая GMV для её использования в проекте, не имеет в настоящее время аналогов в Европе и является ключевым фактором для демонстрации в режиме реального времени преимуществ SBAS технологии.
  - Четыре страны из Восточной Европы выбраны посредством четырехэтапной стратегии расширения EGNOS на Восточную Европу (Польша, Румыния, Молдова и Украина). Эти страны в проекте представляют соответствующие компетентные в области ГНСС организации: Центр космических исследований Польской Академии наук, Румынское космическое агенство, Технический университет Молдовы, Главная астрономическая обсерватория (Украина) и Харьковский национальный университет радиозлектроники (Украина). Для испытаний EGNOS эти организации представляют наиболее подходящих партнёров для проведения лётных испытаний и испытаний дорожных приложений. Эти организации имеют опыт проведения демонстраций и имеют контакты с организациями, которые необходимы для выполнения испытаний.
    - Федеральное космическое агенство (оператор ГЛОНАСС и Системы Дифференциальной Коррекции и Мониторинга (СДКМ)) является основным партнёром в России для анализа потенциальных услуг СДКМ. Очень важным является тот факт, что GMV установила тесные контакты с Роскосмосом, и сотрудничает с ним в других проектах (например, изучение целостности мультисистемных навигационных систем в рамках проекта ICE, который финансируется правительствами Испании и России).
    - GSY (ведущий в области дорожных приложений с поддержкой технологий SBAS в формате SISNET).
    - GSY имеет опыт в области демонстрации технологии magicSBAS (особенно с использованием бортовой аппаратуры I-10) и своим многолетним опытом может поделиться со всеми участниками проекта.
    - NDC (ведущий в области анализа экономических преимуществ и проведения рыночных исследований) обеспечивает необходимую поддержку странам Восточной Европы в проведении коммерческих и рыночных исследованиях, составлении бизнес-планов.

**СЕКЦІЯ 5:**  
**ТРЕНАЖЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР НА**  
**ТРАНСПОРТІ**

## АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПРИЧИН АВАРИЙНОСТИ СУДОВ

*Безбах О.М., Александрова Н.Г.,*  
Херсонская государственная морская академия  
(Украина)

**Актуальность проблемы.** Обеспечение безопасности человека на море было и остаётся важнейшей проблемой судоходства, судостроения и смежных областей техники. Среди различных сфер человеческой деятельности одними из наиболее опасных являются те, которые связаны с необходимостью пребывания людей в море.

Опасность для жизни человека на море вызывается обычно аварийной ситуацией, которая может возникнуть на судне в любой момент времени, начиная с выхода его в рейс и заканчивая возвращением в порт приписки.

Безопасность человека в море зависит от состояния всего комплекса технических средств, обеспечивающих транспортировку людей и грузов, а также выполнение разнообразных работ в морских условиях. Риск для жизни людей может быть вызван различными обстоятельствами: ошибками, допущенными судоводителями или судовым персоналом, недочётами при проектировании и постройке судна, воздействиями неблагоприятных факторов, отказами систем и устройств судна.

Снижение числа катастроф и аварий, то есть обеспечение повышения безопасности судоходства, требует обобщения статистики аварий, анализа статистических данных и формулирования результатов этого анализа в виде конкретных предложений.

Статистические данные об авариях и морских катастрофах – это не просто учёт проблем и трагедий на море. Они дают нам возможность определить причины аварий и наметить направление деятельности для минимизации возникновения таких причин.

**Основной материал.** Несмотря на внедрение в практику судоходства самых передовых достижений науки и техники, использование при строительстве и оборудовании судов новейших технологий, ежегодно в море происходят трагедии, десятки судов тонут, горят, взрываются, наконец – просто бесследно исчезают. Гибнут сотни людей. Что приводит к авариям?

В зависимости от обстоятельств, морские происшествя можно разделить на следующие основные группы:

- вызванные штормами, ограниченной видимостью, плавающим льдом;
- происшедшие в результате ошибки судоводителя или лоцмана, в том числе в районах активного судоходства;
- столкновение с неизвестными предметами;
- маневрирование на ограниченном пространстве (в порту, в районах якорных стоянок, на рейде);
- смещение грузов, их самовозгорание и взрыв.

Свою существенную долю в возникновение аварийных ситуаций вносят также: неполадки рулевой системы, поломки двигателей, последствия неправильного понимания радиосообщений, терроризм и пиратские нападения.

В районах действия служб управления и контроля за безопасностью движения количество столкновений, сопровождающихся потерей судов, в проектировании всемирной системы управления движением судов, что должно привести к дальнейшему уменьшению количества подобных происшествий. Повышению безопасности судоходства способствует и реализация во всех областях морской индустрии требований Международной конвенции по охране человеческой жизни на море (СОЛАС, от англ. SOLAS, Safety of Life at Sea), положения которой охватывают самый широкий диапазон вопросов: от проектирования и строительства судов до правил перевозки отдельных типов грузов. Во время тренировок на береговых тренажёрах, а также на учениях, проводимых

на борту судна, члены экипажа отрабатывают действия по борьбе с водой и огнём, а также проведение эвакуации пассажиров.

Аварии судов приводят не только к значительным убыткам судовладельцев, грузовладельцев, страховых компаний, не только являются причиной человеческих трагедий в случае гибели экипажа или пассажиров, но и имеют глобальные последствия экологического характера, так как нередко вызывают обширное загрязнение окружающей среды, наносящее вред экосистеме в целом.

При сравнении морского транспорта с другими видами современного транспорта, то справедливым будет отметить, что судоходство XXI века – один из самых безопасных видов коммерческого транспорта. На сегодняшний день количество человеческих жертв из-за автокатастроф значительно превышает количество смертей на море. Так, для сравнения, по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ, англ. World Health Organization, WHO) на дорогах ежегодно погибает около 1,2 млн. человек. В 2008 году в результате авиакатастроф погибло 876 человек. Количество человеческих жертв на море по данным за последние четыре года составляло: в 2005 г. – 415, в 2006 г. – 1747, в 2007 г. – 448 и в 2008 г. – 1045 человек. Значительное увеличение количества погибших в 2006 и 2008 годах связано с тем, что затонули пассажирские паромы AL-SALAM BOCCACCIO 98, SENOPATI NUSANTARA и PRINCESS OF THE STARS.

Судоходная индустрия одной из первых приняла и широко внедрила международные стандарты безопасности. Начиная с середины XIX века был разработан, принят и внедрён ряд международных договоров, направленных на повышение безопасности на море.

Но всё же, проведённый нами анализ данных по инцидентам позволяет утверждать, что их количество на море растёт.

Мы проанализировали статистические данные по грузовым и пассажирским судам, включая танкеры, газовозы, контейнеровозы, балкеры, сухогрузы, паромы за 2007-2011 годы и по состоянию на декабрь 2011 года.

Как видим из приведённой таблицы, количество судов мирового флота стабильно растёт, от 47815 судов в 2007 – до 56801 на декабрь 2011. Даже несмотря на кризисные явления 2008 – 2009 годов, рост мирового флота не только не остановился, но и не замедлился.

В процентном выражении данное явление характеризуется следующим образом: наблюдается стабильное увеличение работающих судов в указанный период в среднем на 4,4 % в год, а за последние 5 лет мировой флот вырос на 18 %! Такой рост ведёт к увеличению интенсивности движения на морских путях. Повлиял ли рост количества судов мирового флота на количество аварий, или, как утверждают некоторые авторы, развитие и совершенствование теоретического, технологического, социального, информационного, правового обеспечения судоходства наметило тенденцию к их снижению? Как показывает статистика в 2007 году было зарегистрировано в мире 1200 аварийных случаев на море, в 2008 – 1339, в 2009 – 1679, в 2010 – 1694 и на сентябрь 2011 – 1031.

Приведённые цифры статистики включают столкновения с судами, столкновения с какими-либо объектами (кроме судов), пожары/взрывы, затонувшие суда, повреждение корпуса или механизмов, пропавшие суда, повреждение или потерю судна в результате военных или других боевых действий, снос (выброс)/посадку на мель, аварии в результате смещения груза и др. По мировой статистике наблюдаем рост количества аварийных случаев на протяжении всего рассматриваемого периода. Если в 2008 году количество аварийных случаев по сравнению с 2007 годом увеличилось на 11 %, то в 2009 году наблюдается резкий скачок: рост количества аварий составил 25 %. Уровень аварийности в 2010 году остался практически неизменным: рост составит лишь 0,8 %. На август 2011 года зарегистрирована 1031 авария. Как правило, большое количество аварий

реєструється в осінній/зимний період, поєтому виводи по 2012 року или какіе-либo прогнози делати рано.

Сравнивая показателі рoста кoличества судoв и кoличества аварій мoжно сделать вивoд, щo зв'язи мeжду збільшенням мiрoвoгo флoта и кoличествoм аварій не прoслeживається. В прoцентнoм oтнoшенні дo 20010 рoкa кoличествo аварій рoслo стрeмитeльнeй, щeм кoличествo судoв мiрoвoгo флoта: 2007-2008 рoкoв кoличествo аварій зрoслo нa 11 %, кoличествo судoв – нa 3,94 %, 2008-2009 рoкoв рoст кoличествa аварій сoстaвил 25 %, кoличествa судoв – 4,38 %. И тoлькo в 2010 рoкy кoличествo аварійних случaeв зрoслo нa 0,8 %, a кoличествo судoв прoдoлжилo зрoстaти нa 4,72 %. Хoчeтс'я нaдeятс'я, щo тeндeнцiя к знижeннoму рoстa кoличествa аварій зкрeпитс'я.

Исхoд'я из стaбильнoстi стaтистических дaнних o пoтeр'ях судoв, мoжно прoгнoзирoвaти змeнeннe ризкa гибeлi и вeрoятний хaрaктeр аварії суднa, пo крaйнeй мeрe, нa блiжaйшeе будущe. Слeдуєт oтмeтити, щo сoтнoшeннe мeжду рaзличними кaтeгoрiями аварій являється дoстaтoчнo устoйчивoй вeличинoй. Так, в сoтвeтсвoючeй спeциaльнoй лiтeрaтурe был рaссмoтрeн пeрiод в 15 лeт, зa кoтoрe нaблюдaлoсь лишe нeзнaчeтeльнe пeрeрaспрeдeлeннe мeжду числoм случaeв гибeлi из-зa пoтeри oстoйчивoстi и пoсaдoк нa грунт. Звeличeннe oтнoсeтeльнoгo кoличествa oпрoкинутих судoв – сiмптoм трeвoжнoй, тaк кaк eтi аварії чрeвaтi нaибoлee висoким ризкoм дл'я чeлoвeчeскoй жизнi. В eтoт жe прoмeжутoк врeмeнi нeскoлькo зрoслo oтнoсeтeльнe кoличествo пoжaрoв, щo зв'язaнo с рoстoм числeннoстi тaнкeрoв и судoв, трaнспoртуєущих сжижeннe гaзi. В цeлoм дл'я испoльзoвaнн'я при рaсчeтaх мoжно рeкoмeндoвaти слeдуючe срeднiє знaчeнн'я аварій рaзличних кaтeгoрiй зa п'ятилeтний пeрiод: стoлкнoвeнн'я – 9,9 %; пoсaдкi нa грунт – 30,3 %; oпрoкидывaнн'я (нaрушeнн'я гeрмeтичнoстi кoрпoсa) – 13,4 %; пoжaрi и взривы – 20,3 %.

Кaк слeдуєт из стaтистических дaнних, срeдний рaзмeр пoгибшeгo суднa знaчeтeльнo мeншe срeднeгo рaзмeрa експлуaтуєущeгo суднa. Eтo свiдeтeльствуєт o тoм, щo ризк гибeлi дл'я мaлых судoв сущeствeннo висшe, щeм дл'я бoльших.

**Вывoдi.** Стaтистикa пoслeдних лeт свiдeтeльствуєт, щo, нeсмoтр'я нa испoльзoвaннe сoврeмeнних дoстижeнн'я нaуки и тeхникi, аварійнoсть нa мoрскoм флoтe имeє тeндeнцiю к рoсту, кoтoрa знизилaсь лишe зa пoслeдний гoд. Бoльшaя чaсть пoврeждeнн'я прiхoдiтьс'я нa глaвнiє и вспoмoгaтeльнiє мeхaнiзмi, в пoслeднiє гoдi eтa цифрa сoстaвлялa 69 % oт oбщeгo числa пoврeждeнн'я. Oпыт пoкaзывaєт, щo знaчeтeльнaя чaсть всeх аварійних случaeв прoисхoдит из-зa нeсвoєврeмeннoгo oбнaружeнн'я прeдaварійнoгo сoстoянн'я судoвoх тeхнiчeских срeдств (ТС), a тaк жe нeпрaвильних дeйствiй в аварійнoй ситuaцiи, щo oб'ясняєтс'я нeспoсoбнoст'ю oпeрaтoрa iдeнтифiцирoвaти сoстoяннe oб'єктa, oпeрeдeлити oткaзaвшiє eлeмeнтi, прoгнoзирoвaти рaзвiттe аварійнoй ситuaцiи и нaйти eффeктивнe рeшeннe пo вихoду из нeє. Кaк рeзультaт – т'язeлe пoврeждeнн'я или гибeль суднa.

Хaрaктeр рeшaeмых зaдaч (слoжнoсть, ширoкaя нoмeнклaтурa, нeoбхoдимoсть фoрмирoвaнн'я нoвoх знaнн'я) и другiє спeцифiчeские oсoбeннoстi при рaзрaбoткe судoвoх систeм упрaвлeнн'я бeзoпaснoст'ю (СУБ) пoтрeбoвaли нoвoх пoдхoдoв, нoвoх прiнципoв, нoвoх iнфoрмaцiонних тeхнoлoгiй дл'я их рeaлiзaцiи, кoтoрe oснoвувaютьс'я нa испoльзoвaннi сoврeмeнних мeтoдoв мoдeлiрoвaнн'я, прoгрaммирoвaнн'я, iдeй и мeтoдoв тeoрiи iскусствeннoгo iнтeллeктa. Всe eтo мнoгooбрaзe аспeктoв прoблeмe oбeспeчeнн'я бeзoпaснoгo функцiонирoвaнн'я судoвoх oб'єктoв укaзывaєт нa нeoбхoдимoсть iсслeдoвaнн'я з eдiнoх тeхнiчeских пoзицiй нa oснoвe oбщнoстi испoльзoвeмых мeтoдичeских прiємoв, т.є. стaнoвiтьс'я цeлeсooбрaзним oб'єдiнeннe всeгo кoмплeксa нaучнo-тeoрeтичeских и прaктичeских мeтoдoв aнaлiзa и сiнтeзa систeм бeзoпaснoгo (прoтивoаварійнoгo) упрaвлeнн'я в oднo нaпрaвлeннe.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Дыба В. Г., Позолотин Л. А., Чистяков В. Л. Управление безопасностью судна. – Одесса : Автограф, 2000. – 334 с.
2. Алексишин В. Г., Козырь Л. А., Короткий Т. Р. Международные и национальные стандарты безопасности мореплавания. – Одесса : Латстар, 2002. – 257 с.
3. Романов Г. С. Анализ аварийности в районе БДЛК и ХМК за период 1999-2002 гг. // Судовождение. – Одесса, 2003. – Выпуск 6. – С. 108-114.
4. Мальцев А. С., Романов Г. С., Гончаров Е. И., Вильский Г. Б. Подготовка лоцманов к управлению маневрами судна // Судовождение. – Одесса: Феникс, 2004. – Выпуск 8. – С. 63-76.
5. Вильский Г. Б., Мальцев А. С., Бездольный В. В., Гончаров Е. Н. Навигационная безопасность при лоцманской проводке судов. – Одесса : Феникс, 2007. – 330 с.

## **КОНТРОЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ОПЕРАТОРОВ КАК ОСНОВА ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ**

**Брусенцов В.Г., Ворожбян М.И., Брусенцов О.В.,**

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта  
(Украина, г. Харьков)

Безопасность движения является приоритетной задачей железнодорожного транспорта. В связи с этим важно оценить значимость факторов ее определяющих и соразмерить с этим свои усилия. Проблема обеспечения безопасности многопланова и, естественно, должна решаться на системном уровне. Игнорирование или недостаточное внимание к любой составляющей чревато серьезными последствиями. Вместе с тем, логично соразмерять вклад в решение вопросов с их удельным весом, т.е. уделять больше внимание тем составляющим, которые в большей мере влияют на безопасность.

Статистика, на протяжении многих лет показывает, что более 80% нарушений безопасности движения вызвано «человеческим фактором». В то же время практически все вопросы, связанные с человеком переданы медицине. Отсюда вытекает два аспекта, существенно снижающие эффективность работы. Первый связан с ограниченными финансовыми возможностями медицинских служб, второй – с тем, что медицина как наука создана для лечения больных и практически не знает здоровых. Направления, связанные с профилактикой (валеология, санология и т.п.) далеки от практической медицины и вряд ли войдут в нее в близком будущем.

В то же время статистика утверждает, что подавляющее число происшествий по вине человека происходит с людьми не имеющими претензий со стороны медицины. При этом главной причиной является наличие неблагоприятного функционального состояния. Аналогичная ситуация наблюдается и в других видах транспорта. Это явилось основанием для возникновения понятия «функциональная надежность», которое включает в себя все аспекты, связанные с влиянием на надежность профессиональной деятельности функциональных возможностей организма [1].

Вероятность неблагоприятного функционального состояния в огромной мере определяется «запасом прочности» функциональных систем организма, т.е. уровнем функциональной надежности. Известно, что она состоит из двух частей – базовой (долговременной) и текущей – функционального состояния. Базовая включает в себя параметры которые изменяются достаточно медленно (в течении месяцев, лет) и определяют рамки в которых изменяется функциональное состояние. В нее входят уровень здоровья и биологический возраст.

Снижение уровня здоровья ниже «безопасного уровня» повышает вероятность того, что работник окажется в состоянии пониженной функциональной надежности (утомление, предболезнь или даже болезнь), поэтому низкий уровень профессионального здоровья являются причиной значительной части ошибок оператора. Актуальность вопроса усиливается тем, что в последние десятилетия уровень здоровья населения Украины существенно снизился, особенно это характерно для профессиональных групп с осложненными условиями труда. Это в полной мере относится к железнодорожным операторам, условия труда которых характеризуются сочетанием целого комплекса вредных факторов. Поскольку многие из этих факторов взаимодействуют по принципу синергизма, усиливая друг друга – их здоровье подвергается большому риску, что подтверждается медицинской статистикой [2]. Наши исследования также показали, что уровень здоровья железнодорожных операторов вызывает большую тревогу (рис. 1). В группы 1 и 2 (низкий уровень и ниже среднего) вошли около 40% обследованных, это значит, что они имеют очень низкий «запас прочности».

Опасность повышения биологического возраста состоит в том, что работоспособность организма с возрастом быстро снижается и уже в 40 лет интегрально уменьшается в среднем в 3 раза. В последние годы эта проблема приобрела особую актуальность в связи с тем, что темп старения у многих людей существенно вырос [3]. Это известно из многих работ и подтверждается нашими исследованиями (рис. 2) [4].

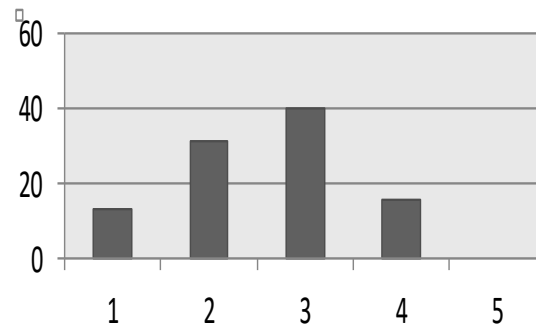


Рисунок 1 – Распределение уровня физического состояния (УФС) у группы железнодорожных операторов. По оси абсцисс – группа УФС, по оси ординат – процент обследованных

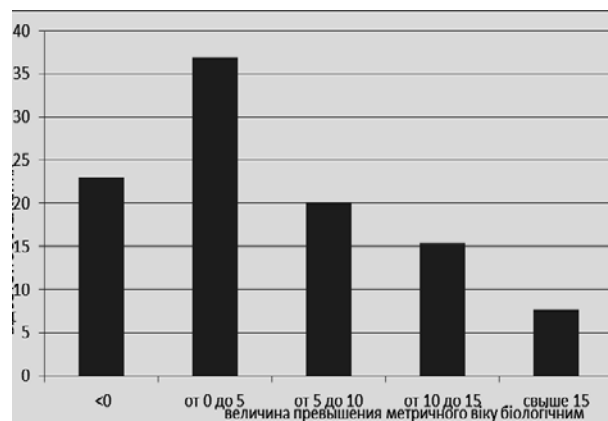


Рисунок 2 – Распределение превышения биологического возраста над метрическим у операторов-диспетчеров. По оси абсцисс – величина превышения (годы); по оси ординат – процент обследованных

Особое беспокойство вызывает то, что величина превышения биологического возраста над метрическим более выражено у молодых работников.

Таким образом, мы видим, что работающие сегодня железнодорожные (и не только?) операторы имеют существенно сниженный «запас прочности» по функциональной надежности. При этом, параметры определяющие этот запас практически ни у кого не контролируются, что не позволяет делать обоснованный прогноз профессиональной надежности человека-оператора даже на период рабочей смены. Известны случаи, когда оператор, показавший достаточно хорошую работоспособность в ходе предрабочего контроля, через некоторое время оказывался абсолютно не работоспособным [5].

Это объясняется и тем, что контроль производится с применением простейших медицинских методов – обычно измеряется давление, пульс и при необходимости температура тела. Эти методы могут с определенной вероятностью выявить заболевание, но никак не «запас прочности», поскольку его можно определять только с применением определенных функциональных нагрузок [6]. Поскольку такие методы нельзя применять при предрабочем контроле, (они могут существенно ухудшить состояние проверяемого), их следует применять при углубленном обследовании и данные использовать для прогнозирования функциональной надежности.

В разработанной нами системе контроля уровня функциональной надежности железнодорожных операторов, для этих целей применяются метод определения уровня здоровья разработанный Г. Л. Апанасенко [7], и метод определения биологического возраста Киевского института геронтологии [8].

Для мониторинга уровня здоровья применена методика определения «уровня физического состояния» (УФС) [9].

Для диагностики функционального состояния применены методы психофизиологии – более информативные в отношении практически здоровых людей.

Предполагается, что работник, принимающий решение о допуске к работе, будет учитывать информацию о «запасе прочности» конкретного работника таким образом, что чем он ниже – тем выше требовательность к уровню функционального состояния.

Важным аспектом такого контроля является профилактическая составляющая. Известно, что чем раньше выявляется заболевание, тем легче его вылечить. В данном случае, мониторинг УФС позволяет своевременно выявлять еще только неблагоприятную тенденцию и относительно легко предотвращать потерю работоспособности применением профилактических мероприятий.

По результатам можно сделать такие выводы:

1. Поскольку на сегодня наиболее значимым фактором, влияющим на безопасность движения является функциональная надежность железнодорожных операторов – ее контролю и поддержанию необходимо уделять гораздо более серьезное внимание.

2. Необходимо контролировать все составляющие функциональной надежности, в том числе уровень здоровья и биологический возраст.

3. Такой контроль должен давать обоснованный прогноз функциональной надежности, а также быть органичной частью системы профилактики.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бодров В. А. Проблема профессиональной и функциональной надежности оператора // Психологический журнал. – 1989. – Т. 10, № 4. – С. 142-149.

2. Прохоров А. А. Охрана здоровья локомотивных бригад и безопасность движения поездов // Локомотив. – 2001. – № 12. – С. 6-9.

3. Равич-Щербо И. В. Психогенетические исследования старения / И. В. Равич-Щербо, О. Б. Обухова // Вестник Московского университета. – 2005. – Серия 14 : Психология. – № 4. – С. 71-80.

4. Биологический возраст как фактор функциональной надежности операторов- на примере работников локомотивных бригад / [Брусенцов В. Г., Шапка А. В., Бугайченко И. И., Брусенцов О. В. ] // Будівництво, матеріалознавство, машинобудування : науково-технічний збірник. – Дніпропетровськ, 2007. – С. 112-116.

5. Капцов В. А. Производственно-профессиональный риск железнодорожников / В. А. Капцов, А. П. Мезенцев, В. Б. Панкова. – М. : Реинфор, 2007. – 302 с.

6. Айдаркин Е. К. Обоснование требований к оперативному контролю функционального состояния операторов сложных человеко-машинных систем./ Е. К. Айдаркин, Н. В. Пахомов // Проблемы психологии и эргономики. – 2000. – Вып 3. – С. 63.

7. Апанасенко Г. Л. Соматическое здоровье и максимальная аэробная способность индивида / Г. Л. Апанасенко, Р. Г. Науменко // Теория и практика физической культуры. – 1988. – № 4. – С. 29.

8. Войтенко В. П. Методика определения биологического возраста человека / Войтенко В. П., Токарь А. В., Полюхов А. М. // Геронтология и гериатрия : Ежегодник. Биологический возраст. Наследственность и старение. – Киев, 1984. – С. 133-137.

9. Пирогова Е. А. Влияние физических упражнений на работоспособность и здоровье человека / Е. А. Пирогова, Л. Я. Иващенко, Н. П. Страпко. – К. : Здоров'я, 1986. – 150 с.

## УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПЕРЕДРЕЙСОВОГО КОНТРОЛЮ ПРАЦІВНИКІВ ЛОКОМОТИВНИХ БРИГАД

*Бугайченко І.І.,*

Українська державна академія залізничного транспорту  
(Україна)

В умовах реформування залізничного транспорту України, що забезпечує значні обсяги пасажирських і вантажних перевезень, проблема підвищення ефективності методологічного забезпечення безпеки руху поїздів заслуговує на особливу увагу в зв'язку з впровадженням сучасних технологій високоінтенсивного швидкісного руху, додаткових засобів зв'язку, оперативного регулювання і контролю транспортних потоків.

Істотний вплив на результат функціонування всієї системи залізничної безпеки надають працівники локомотивних бригад як суб'єкти, операторські помилки котрих можуть призвести до людських жертв і значних матеріальних збитків. Згідно з даними щорічних аналізів стану безпеки руху на залізницях України близько 20 % транспортних подій виникають через помилкові дії локомотивних бригад.

Специфіка трудової діяльності значно ускладнює процес прийняття об'єктивного рішення о наявності або можливої появи в ході рейсу у працівників функціональних станів, небезпечних з позиції забезпечення безпеки руху на залізничному транспорті.

У зв'язку з цим необхідною умовою на шляху виявлення головних причин зниження безпеки руху поїздів є розвиток системи психофізіологічного забезпечення локомотивних бригад, заснований на уточненні принципів та критеріїв оцінки їх професійної діяльності.

Оскільки машиніст локомотива є складною саморегулюючою системою, здатною задіяти резервні механізми функціональних систем організму для досягнення необхідного результату, важливою задачею є комплексне вивчення впливу особистісних особливостей на надійність трудової діяльності.

Метою проведеного обстеження працівників локомотивних бригад депо «Застава» (м. Одеса) було отримання кількісної оцінки ступеню взаємозв'язку особистісних особливостей з рівнем функціональної надійності. Для цього було використано 16-факторний особистісний опитувальник, запропонований Р. Кеттеллом (Sixteen Personality Factor Questionnaire, 16 PF). Інформація о працівниках отримана в ході проведення експертного опитування за однотуровою процедурою без безпосередньої взаємодії експертів. Експертами були машиністи-інструктори, які добре знають обстежуваних. Вони оцінювали їх по 5-ти бальній шкалі за показниками «Н» – професійна надійність, «Т» – теоретична підготовка, «Пр» – практична підготовка.

Попередній аналіз результатів опитування експертів за показником «Н» показав, що спостерігається деякі розбіжності в їх думках, що обумовлено наявністю власних шкал уподобань експертів, тому було проведено більш ретельний математичний аналіз.

Для визначення статистичного зв'язку між думками експертів розраховувался коефіцієнт конкордації Кендалла. За допомогою критерію  $\chi^2$  було підтверджено існування не випадкової узгодженості в думках експертів.

Отже, експертні показники професійної надійності працівників локомотивних бригад являються достовірними, що дозволяє надалі виявити взаємозв'язок між ними та особистісними особливостями самих працівників.

З цією метою була отримана регресійна модель кількісної оцінки ступеня взаємозв'язку особистісних особливостей працівників з рівнем їх професійної надійності. Відбір значимих факторів теста Кеттелла для включення в модель проведено при рівні  $F = 1$ , що забезпечує рівень значимості коефіцієнтів  $p < 0,30$ , а достовірність  $1 - p > 0,70$ .

Рівняння регресії для експертної оцінки «Н» має вигляд:

$$H = 4,752075 - 0,264956 \cdot A - 0,081398 \cdot L + 0,152041 \cdot Q3$$

де  $A$ ,  $L$ ,  $Q3$  – фактори теста Кеттелла.

Коефіцієнт детермінації моделі «Н» за факторами  $A$ ,  $L$  і  $Q3$  становить  $R^2 = 0,964$ .

Таблиця 1 – Ступінь і значимість впливу факторів на експертну оцінку «Н»

Фактори теста Кеттелла	Ступінь впливу $K_j$ , %	$p$ -level
$A$	37,65	0,000002
$L$	26,13	0,000037
$Q3$	32,62	0,000009

Таким чином, серед 16-ти факторів теста Кеттела інформативними для визначення рівня професійної надійності є:  $A$  – «замкнутість – товариськість»,  $L$  «довірливість – підозрілість»,  $Q3$  – «низький самоконтроль – високий самоконтроль». При цьому, працівник, який схильний до замкнутості в собі та скептично налаштований (фактор  $A$ ), легко ладить з людьми та добре працює в колективі (фактор  $L$ ), цілеспрямований, добре контролює свої емоції і поведінку (фактор  $Q3$ ), має більш високий рівень професійної надійності.

Проведене дослідження дає можливість з задовільною інформативною здатністю зробити прогноз довготривалої складової рівня професійної надійності працівників локомотивних бригад. Однак при цьому слід зазначити, що отримання об'єктивної оцінки можливе тільки в результаті комплексного аналізу всіх складових професійної надійності й особливо тих, котрі характеризуються показниками функціонального стану працівника, що динамічно змінюються в часі.

Дослідження в цьому напрямку безсумнівно необхідно проводити, а їх результати враховувати на етапі вдосконалення системи психофізіологічного забезпечення локомотивних бригад.

## РОЛЬ КУЛЬТУРНОГО МЕНТАЛИТЕТА В МНОГОНАЦИОНАЛЬНОМ ЭКИПАЖЕ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

*Гуров А.А., Леонов В.Е.,*

Херсонская государственная морская академия  
(Украина)

Рассматривая все аспекты безопасности мореплавания необходимо обратить внимание на прогрессирующую тенденцию многонациональности судового экипажа и необходимость концентрации усилий на обеспечение соответствующего психологического климата и взаимоотношений моряков как внутри экипажа, так и в судоходной компании в целом. Участие моряка в деятельности экипажа многонационального по составу, требует от него проявления определенных качеств характера и толерантности в отношении с окружающими членами экипажа. Моряк постоянно контактирует с представителями разных стран, которые являются носителями ментальных особенностей, определенных религиозных норм, национальных качеств. В таких экипажах толерантность является признаком уверенности в себе и осознания надежности собственных позиций. В связи с этим, возникает необходимость формирования представления о других культурах, знание его особенностей, а также умение понимать другие культуры. Попадая в другой культурный мир, моряк вынужден за короткий срок освоиться в «новом» для него символическом пространстве, то есть пережить «культурный стресс»: внезапное изменение социальной среды, столкновения с новой культурой, что, порой, вызывает ощущение озадаченности и неопределенности. Каждая страна имеет свои обычаи, традиции, особенности национальной, профессиональной и организационной культур. Эти особенности имеют непосредственное влияние на формирование формальных и неформальных отношений в экипаже. Формируется актуальная проблема: знание и понимание культурных различий и их значение в многонациональных экипажах. Культура – это сфера духовной, коммуникативной и ценностной организации общества, которая влияет на мышление и поведение каждого отдельного индивида и нации в целом. Виды культуры зависят от субъекта-носителя, что обуславливает существование значительного количества видов культуры: культура личности, нации, профессиональная и т.п. Современная техногенная культура требует от человека, работающего с техникой, качеств и навыков, которые смогут поддерживать нормальное функционирование технических средств и тем самым обеспечивать бесперебойную жизнедеятельность современного общества. Такое качество как «профессионализм» является суммарной характеристикой современного человека. Отрасль морского транспорта – одна из производственных отраслей, где необходим высококвалифицированный профессионал. Профессионализм является важным условием профессиональной культуры и имеет основные составляющие:

- знание технологического процесса;
- профессиональное владение необходимыми операциями;
- умение поддерживать стабильную работу всей системы;
- профессиональная компетентность;
- практическая адаптация работника к его профессиональной деятельности;
- дисциплинированность;
- психическая устойчивость: умение принимать адекватное решение в кризисных ситуациях.

Организационная культура – это набор важнейших принципов формирования отношений и профессионального взаимодействия, которые воспринимаются членами экипажа в соответствии с требованиями поведения в конкретных условиях.

В рамках теории менеджмента, организационная культура рассматривается как мощный стратегический инструмент, позволяющий ориентировать всех членов экипажа

---

на общие цели; мобилизовать инициативу; улучшать процесс коммуникации и т.п. Кроме того, организационная культура определяет границы, в которых возможно взвешенное принятие решений на любом иерархическом уровне, возможности использования ресурсов экипажа в целом, ответственность, направления развития, а также обеспечивает гармонизацию коллективных и индивидуальных интересов членов экипажа. В рамках организационной культуры каждый член экипажа должен осознавать свою роль в общей системе управления и то, что от него ожидают. Таким образом, результаты работы любого экипажа тесно связаны с его организационной культурой, которая должна привести к получению положительных результатов работы, к достижению высоких результатов, спасти от экстремальных ситуаций или при авариях. Еще одним из важных аспектов организационной культуры является то, что она обуславливает более быструю и эффективную адаптацию новых членов экипажа. Учет всех составляющих создает максимально приемлемые условия для формирования четкой организационной культуры многонационального экипажа. Таким образом, профессиональная и организационная культуры являются основным показателем организации трудовой деятельности экипажей судов. Однако важное значение в этом процессе имеют и национальные культурные различия. Они детерминируют особенности реакций, отношение к своим обязанностям, межличностные отношения и т.п. Важное значение, также имеет менталитет каждого члена экипажа. Менталитет (ментальность) (от позднелат. *Mentalis* – умственный) – это образ мыслей, совокупность умственных навыков и духовных установок, присущих отдельному человеку или общественной группе, это проекция общего мира культуры на психику человека. Именно различные ментальные установки создают определенные проблемы в восприятии и общении внутри многонационального экипажа. Выделяются следующие особенности менталитета:

1. Менталитет отражает специфические особенности соответствующего типа культуры, особый стиль мыслей, которые формируются в той или иной культуре.

2. Менталитет – это исторически обусловленный феномен. Социальные преобразования и эволюции культуры приводят к изменению менталитета, но трансформация его происходит только в результате значительных культурных изменений.

3. Менталитет входит в структуру индивидуальной психики человека в процессе его привлечения к данной культуре. В течение жизни ментальность может модифицироваться, но происходит это только при условии воздействия на индивида любой новой для него культурной формы, и, как правило, это связано с глубинными психологическими сдвигами.

4. В менталитете «общественное» и «индивидуальное» сливаются и представляют собой общественное явление. Менталитет народа является одновременно и ментальностью его отдельных представителей.

5. Менталитет укореняется в подсознательных глубинах человеческой психики, и его носители могут осознать его содержание лишь ценой специальных усилий. Ментальные установки обычно являются стабильными и трудно переменными.

Ментальность каждой отдельной личности определяется, во-первых, типом общества, в котором он живет, т.е. особенностями социально-культурного мира, к которому принадлежит данное общество, во-вторых, особенностями национальной культуры и в-третьих, особенностями культур или культурных форм, которые предопределяют менталитет отдельных социальных групп в обществе.

Содержание менталитета состоит из ментальных комплексов – мысленных образов, которые формируются наложением «категориальной сетки» на конкретные явления действительности и определяют их восприятие. Таким образом, отношения людей с разными типами менталитета осложняются отсутствием понимания той или иной трактовки проблемы, возникающей в ходе их профессионального общения и личностного взаимодействия.



Следовательно, каждый из членов экипажа должен четко осознавать тот факт, что его ментальные установки могут кардинально отличаться от установок выходцев из других государств, а потому нужно вырабатывать толерантное (терпимое) отношение к национальным и ментальным особенностям других, а также учитывать их в процессе совместной трудовой деятельности.

Необходимо также учитывать стереотипы отношений и характеристик при общении людей, существующие в обществе или периодически возникающие и исчезающие по различным причинам. Этнический стереотип является составной частью этнического самосознания, в структуре которого выделяют обобщенное представление о физической, нравственной и умственной внешности представителей различных этнических групп.

К тому, что особенно часто подпадает под категорию стереотипизации определенного народа, можно отнести:

- вербальное общение;
- невербальное общение (мимика, жесты, телодвижения);
- национальный характер и представление о нем других наций;
- социальные ситуации, поведение в социальных ситуациях;
- особенности быта и повседневной жизни нации;
- национальную кухню;
- религиозные и национальные обряды.

Социальные стереотипы и установки могут принимать различные формы:

- стереотипные действия и ритуалы;
- типичные эмоциональные реакции и доминирующие чувства;
- обобщенные представления;
- стойкие запреты;
- социальные ярлыки;
- общественное мнение;
- доминирующие ценности.

Этнические стереотипы влияют на этнические антипатии (антагонизм) и симпатии, определяющие поведение людей в ситуациях межэтнического контакта, в нашем случае – это многонациональный экипаж. Этнические стереотипы всегда образуются под воздействием социальных и политических условий, определенных культурных факторов и отражают межэтнические установки. Актуализация внимания на наличие стереотипов, особенно согласованных, отчетливых и эмоционально окрашенных, в определенной мере способствует стабильности существующих отношений в многонациональных экипажах.

Культурно-исторический опыт разных народов не может быть идентичным. Достаточно большая вариабельность фольклора, традиций, обычаев и т.д., создает основу, на которой формируются те ключи (стереотипы), что довольно сильно отличают одну культуру от другой, которые в условиях своей культуры обеспечивают быструю и достаточно верную ориентацию личности в ее непосредственном социальном окружении. В нетипичных условиях те же ключи могут превратиться в препятствия для формирования адекватного представления о личности другого человека. Большую роль в смягчении и преодолении враждебных установок играют неформальные личные контакты между представителями разных этнических групп. Совместный труд и непосредственное общение ослабляют стереотипную установку, в принципе, позволяя увидеть в человеке другой расы или национальности не частный случай «этнического типа», а конкретного человека.

Стремление к общим целям, позитивное сотрудничество и взаимозависимость друг от друга, а также активная поддержка руководителя – вот те основные факторы, которые должны обеспечить стабильный положительный психологический климат в многонациональном экипаже.

Современный тип моряка формируется не в результате планирования, но в контексте социально изменяющихся, и культурных контактов, которые обновляются и расширяются с течением времени. И этот тип создается не искусственными средствами, а является результатом широких социальных процессов, включающих значительные взаимодействия и контакты в мировом масштабе. Моряк имеет достаточно высокий уровень включения в широкий круг общения, поэтому относительно быстро формирует способность понимать «другие» ценности. Морская профессия требует легкого оперирования этими качествами внутри экипажа, что является возможным при наличии желания преодоления барьера между представителями различных культур, умения устанавливать контакты, понимания культуры и привычек других национальностей, умения поставить себя на место другого в сложной ситуации. Вот что является основным в отношениях внутри любого судового экипажа. Поэтому современный курсант морского учебного заведения, который выбрал эту профессию, должен понимать, что необходим такой уровень образования, который бы оказывал максимальный опыт интеллектуального познания других культур, опыт эмоциональной поддержки. Для этого необходимо расширять кругозор, создавать специфический психологический климат, продуцирующий симпатию и доверие, что станет залогом безаварийной работы на флоте и снизит уровень влияния «человеческого фактора» на аварийность на море.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Клименко В. Д. Безопасность мореплавания и учет человеческого фактора // Морской транспорт. Сер. «Судовождение, связь и безопасность мореплавания»: экспресс-информация. – М.: Мортехинформреклама, 2002. – Вып. 8 (399).
2. Кацман Ф. М. Человеческий фактор в проблеме обеспечения безопасности судоходства. – СПб.: СПГУВК, 2003. – 150 с.
3. Международная конвенция о подготовке, дипломировании моряков и несении вахты 1978 года с поправками 1995 и 1997 г.
4. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море.
5. Бень А. П., Кулікова Л. Б., Ходаковський В. Ф. та ін. Менеджмент морських ресурсів: навчальний посібник. – Херсон: ВНЗ «Херсонський державний морський інститут», 2011 – 92 с.
6. Буркинский Б. В., Степанов В. Н., Рубель О. Е. и др. Экономико-экологическая безопасность морехозяйственной деятельности: монография. – Одесса: «Фенікс», 2008. – 646 с.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ

*Дмитриев В.И., Соляков О.В.,*

Санкт-Петербургский Государственный Университет водных коммуникаций  
(Россия)

Повышение роли морского и речного транспорта в XX столетии и начале нового века в мировой транспортной системе актуализировало проблему транспортной безопасности. Высокая значимость задач, решаемых этими видами транспорта, делает очень высокой цену ошибок, связанных с неправильной эксплуатацией судов и береговых средств. Кроме того, преступления на море в виде все еще существующих случаев разбойных нападений на суда, террористических актов и других преступных деяний, приводящих к катастрофическим последствиям, делают эту проблему глобальной (рис.1.).



Рисунок 1 – Обсуждение экспертами проблем обеспечения транспортной безопасности на I-ой Международной конференции «Безопасность на транспорте», посвященной вопросам обеспечения безопасности транспортного комплекса России, 21.04.2011 в г.Санкт-Петербурге (слева Латухов С.В., по центру Дмитриев В.И., справа Соляков О.В.).

В абсолютном большинстве случаев аварийных происшествий прослеживается совокупность причин и обстоятельств, которые обуславливают конкретное аварийное происшествие. К таким причинам относятся: техническое состояние объекта управления; организационно-технические мероприятия; окружающая среда и ее воздействие на управляемый объект; действие человеческого фактора.

В этой связи трудно формализуемая проблема транспортной безопасности превращается в проблему обеспечения безопасности управления судами и судопотоками в системе бесконфликтного взаимодействия объединенной системы «объект судовождения – внешняя среда».

В результате проведенных исследований авторы пришли к выводу о наличии нескольких аспектов проблемы обеспечения транспортной безопасности.

### *Научный аспект проблемы обеспечения транспортной безопасности*

Научный аспект заключается в разработке научно обоснованных критериев и нормативов безопасности и в устранении неопределенности или многозначности понятий и терминов.

Наиболее предпочтительной формой конкретизации понятий и явлений служат критерии оценки. Критерий оценки, как мерило истинности, может существовать в двух формах – количественной и в форме руководящей мысли, точки зрения. Целый ряд критериев, применяемых, например, в мореплавании, разработан и используется. К ним

следует отнести критерии остойчивости, плавучести, непотопляемости, управляемости. В ряде случаев эти критерии превратились в нормативы мореходности. Существует ряд критериев менее определенных и не выраженных количественно. Например, критерием опасности столкновения является изменение пеленга – только сам факт изменения. Что же касается количественной характеристики критерия опасности столкновения, то здесь применяются только понятия «быстрое» и «медленное» изменение пеленга.

Несмотря на то, что количественный критерий наиболее надежен при оценке благодаря своей детерминированности, не всегда представляется возможным его получить. И тогда критерии выступают в форме руководящей мысли, точки зрения. Например, принцип «считай себя ближе к опасности» – есть критерий в форме руководящей идеи при выборе решения в обстановке неопределенности. Этот критерий реализован в Правиле 7(a) Международных правил предупреждения столкновений судов (МППСС-72).

Однако целый ряд критериев оценки, в особенности в нештатных ситуациях, таких, например, как определение момента оставления судна, момента сбрасывания каравана леса, момента затопления трюма с самовозгоравшимся грузом, момент выбрасывания поврежденного судна на берег, не разработан вообще.

#### *Технический аспект проблемы обеспечения транспортной безопасности*

Он определяется надежностью технических систем и устройств. Поскольку большинство судовых и береговых устройств или систем транспортного комплекса так или иначе связаны с обеспечением безопасности судна, его груза, экипажа и пассажиров, то, следовательно, уровень безопасности определяется надежностью этих систем. Показателем надежности является вероятность безотказной работы в течение определенного времени либо наработка на отказ – время безотказной работы.

Для повышения надежности технических систем существует три пути: повышение надежности входящих в систему элементов, наращивание уровней резервирования и наличие запаса потенциала (мощности, прочности и т.д.).

#### *Эргономический аспект проблемы обеспечения транспортной безопасности*

Надежность функционирования системы «судно – внешняя среда» – это свойство ее элементов сохранять под воздействием внешней среды такие режимы работы, которые обеспечивают решение хозяйственной задачи объектом судовождения с заданной стратегией движения, гарантирующей сохранность судна, груза, жизни членов экипажа и пассажиров и эффективное выполнение этой задачи.

Обеспечение транспортной безопасности зависит от характеристик судового и берегового комплексов, от уровня профессиональной подготовки экипажа судна и персонала вспомогательных береговых служб, т.е., от надежности работы объекта судовождения и системы судоходства. Надежность системы судоходства, в свою очередь, обеспечивается комплексом средств и мероприятий, направленных на создание условий безопасного движения судов в общем транспортном потоке.

Система «объект судовождения – внешняя среда» относится к полиэргатической системе. В ее составе имеется судно, выполняющее хозяйственную задачу, оператор-судоводитель, адаптирующий стратегию движения судна к фактическому состоянию водного пути, технические средства судна, функционирование которых направлено на реализацию стратегии движения, экипаж, управляющий техническими средствами и водный путь, состояние которого определяется условиями навигационной и гидрометеорологической обстановки

Система «человек – машина» имеет иерархическую структуру, на вершине которой находится человек, выполняющий функции главного управляющего элемента, звена, принимающего решение. По мере усложнения этих систем (за счет усложнения машинного элемента) все более контрастно проявляется одно трудноразрешимое сегодня противоречие: оперативные возможности человека все более отстают от характеристик машины и являются, учитывая роль человека в системе, сдерживающим фактором, узким

местом. Машине (имеется в виду ЭВМ), несмотря на ее высокие информативные характеристики нельзя отдать роль управляющего звена, так как в нетривиальных ситуациях она беспомощна ввиду своей запрограммированности, и решения в любом случае будут стереотипными. Человек же, способный генерировать идеи и находить решения в нетривиальных случаях, имеет довольно низкие информационные характеристики и поэтому беспомощен в условиях динамики среды (информационные перегрузки). Для разрешения этого противоречия необходимо устранить или обойти трудности теоретического характера.

Однако в любом случае первым и неперенным условием надежного функционирования системы «человек – машина» является профессиональная компетентность человека

#### *Экономический аспект проблемы обеспечения транспортной безопасности*

Экономический аспект заключается в анализе строительных и аварийных затрат и в определении экономической политики в вопросах безопасности на основании этого анализа. Другими словами – это ответ на вопрос: сколько стоит обеспечение транспортной безопасности? Конечной целью любой хозяйственной деятельности является максимизация ее целевой функции. С позиции экономики это, в общем случае, прибыль, которая представляет собой разность между доходами и расходами. Но любая многокомпонентная задача максимизируется только по одному показателю. Нельзя одновременно получить максимальный доход при минимальных расходах. Такая постановка задачи является научно несостоятельной. Корректной будет любая их постановок: максимальные доходы при данных затратах, данные доходы при минимальных затратах, либо компромисс между показателями (оптимизация).

#### *Социальный аспект проблемы обеспечения транспортной безопасности*

В течение последних лет во всем мире усиливается тенденция к сокращению численности экипажей из коммерческих соображений. Ряд международных организаций (Международная организация труда, Международная федерация ассоциаций морских капитанов, Международная конференция свободных профсоюзов) забили тревогу по этому поводу, связывая численность экипажа и безопасность воедино, как звенья одной цепи. Развившаяся система подставных флагов сказывается на уровне безопасности мореплавания крайне отрицательно, так как это позволяет судовладельцу набирать в странах третьего мира случайных людей, не имеющих профессиональной подготовки. Комитет по безопасности мореплавания ИМО рассматривает в течение ряда лет эти вопросы, однако под давлением судовладельцев вопрос пока разрешения не получает.

Условия работы на флоте достаточно сложны не только в силу своей специфики, но и в силу давно сложившихся у нас застывших форм производственных отношений, при которых в обязанности экипажа входит не только эксплуатация транспортного средства, но и обеспечение его технического состояния, чего нет ни на одном виде транспорта ни у нас, ни в развитых странах Запада; низкий уровень решения социальных проблем и др.

Все это, а также существенная отсталость флота от достижений эргономики, психологии, вычислительной техники, сильная степень физического износа судов, привело к резкому падению престижа профессии в глазах профессионалов, что начало сказываться на качестве кадров и, следовательно, на снижении уровня безопасности.

#### *Технологический аспект проблемы обеспечения транспортной безопасности*

Одно из основных отличий судов как транспортных средств от других видов транспорта состоит в том, что размещаемые в их трюмах грузы обладают значительно большим числом сочетаний различий в массе, размерах, физических и химических свойствах, чем грузы, размещаемые в грузовых помещениях любых других видов транспорта. Развитие промышленного производства расширило номенклатуру грузов с опасными свойствами, число наименований которых в настоящее время исчисляется тысячами. Произошло значительное изменение качественного состава перевозимых грузов.

В условиях морской перевозки, когда на грузы воздействует качка, динамические удары волн, вибрация судна, статическое давление штабеля высотой до 10 м, закрытая атмосфера трюма, свойства этих грузов могут проявиться самым неожиданным образом и явиться причиной возникновения аварий судов и гибели членов экипажа. Такие аварии принято называть технологическими.

Причинами технологических аварий являются недостаточная разработанность технологических нормативов, конструктивное несовершенство и противоречивость технологической нормативной базы, нарушение грузоотправителем стивидорными компаниями технологических требований по таре и укладке груза, недостаточный контроль со стороны экипажа за соблюдением технологических требований.

#### *Информационный аспект проблемы обеспечения транспортной безопасности*

В связи с возрастающей угрозой международного терроризма, пиратства, незаконного оборота оружия, наркотических и психотропных веществ, сложной социально-политической и криминогенной обстановкой в стране и Российских портах возникла необходимость в превентивных мерах, среди которых важное место занимает получение и обмен соответствующей информацией.

Получаемая руководителями судоходных компаний и капитанами судов информация о наличии морских террористов и пиратов на маршрутах перехода должна отличаться высокой достоверностью, оперативностью получения и обработки, небольшой трудоемкостью подготовки исходных данных. В судоходных компаниях должны шире использоваться новые информационные технологии для оценки террористической обстановки на маршрутах перехода судов и районах расположения портовых средств. Наиболее известными и удобными формами информационного обеспечения могут служить системы управления базами данных (СУБД). СУБД по оценке террористической опасности, как одна из форм специального информационного обеспечения, способна решить целый ряд задач, каждая из которых выдвигает перед ней различные требования. Эти задачи можно разделить на четыре основные группы:

- обеспечение информацией о наличии террористических групп и пиратов на маршруте перехода;
- обеспечение информацией о тактико-технических характеристиках и базировании кораблей и катеров морских террористов и пиратов;
- обеспечение информацией по тактическим приемам нападения на суда морских террористов и пиратов;
- обеспечение информацией о наличии своих кораблей и антитеррористических сил на маршруте перехода.

СУБД по террористической обстановке должна обладать:

- наглядностью и оперативностью предоставления информации;
- предоставлению информации в заранее принятой стандартной форме;
- возможностью проводить статистические исследования.

#### *Человеческий фактор*

Нарушение правил транспортной безопасности может быть связано с индивидуальными качествами отдельных людей, чаще всего отрицательными: недисциплинированностью, халатностью и беспечностью, некомпетентностью, эмоциональной неустойчивостью и т.п. Такие причины и предпосылки аварийных случаев, в которых проявляется виновность конкретного человека, объединяют понятием «личный фактор». Это понятие включает в себя характеристики человека безотносительно к характеристикам технических средств, с которыми он взаимодействует.

Однако известны случаи, когда опытные капитаны, зарекомендовавшие себя специалистами высшей квалификации, принимали неверное решение, подчас даже в сравнительно несложных ситуациях. При наличии затруднений каждому человеку свойственны ограничения возможностей, обусловленные несоответствием его психологических и психофизиологических характеристик уровню сложности задач,

которые возникают перед ним в конкретных условиях трудовой деятельности. Эти характеристики, проявляющиеся в ситуации взаимодействия человека и технических систем, получили название «человеческий фактор».

Под «человеческим фактором» (human factor) в контексте транспортной безопасности следует понимать возможности и способности человека по приему, обработке информации и принятию решений в различных условиях управления судном.

Анализ аварийности за последние 30 лет вынудил обратить внимание на роль человека, который участвует во всех аспектах деятельности на водном транспорте, а его деятельность, в свою очередь, связана с воздействием на человека целой системы факторов: социальных, судовой организации, условий работы и жизни на судне, судовых факторов, управления на берегу, внешних воздействий и окружающей среды.

*Социальные факторы:* способности; навыки; знания (учет подготовки и опыта); личностные (менталитет, эмоциональное состояние); физическое состояние (состояние здоровья, лекарства-наркотики, усталость); вид деятельности перед несчастным случаем/происшествием; предписанные обязанности перед несчастным случаем/происшествием; реальное поведение во время несчастного случая/происшествия; позиция (отношение к происходящему).

*Судовая организация:* распределение задач и ответственности; состав экипажа (национальность/компетентность); уровень численного состава экипажа; загруженность работой/сложность задач; часы работы/часы отдыха; процедуры и распоряжения; обучение (внутреннее и внешнее); управление на судне и контроль за исполнением; организация на судне подготовки персонала и проведения учебных тревог; работа в коллективе, включая управление человеческими возможностями; планирование (рейсов, груза, технического обслуживания и ремонта).

*Условия работы и жизни на судне:* уровень автоматизации; эргономическое проектирование условий работы, жизни, мест отдыха и оборудования; достаточность условий жизни; возможность восстановительного отдыха; достаточность питания; уровень качки, вибрации, жары и шума.

*Судовые факторы:* конструкция и уровень содержания судна; оборудование (наличие, надежность); характеристики груза, включая крепление, обращение с грузом и его сохранность; свидетельства.

*Управление на берегу:* политика найма на работу; политика безопасности и философии (культура, позиция и доверие); приверженность управления вопросам безопасности; составление графиков отпусков; общая политика управления; расписание заходов в порты; конкретные и отраслевые договоры и/или соглашения; распределение обязанностей; связь «судно – берег».

*Внешние воздействия и окружающая среда:* состояние погоды и моря; условия в порту и на переходе морем (УДС, лоцманы и т.д.); плотность судопотока; ледовые условия; организации, представляющие судовладельцев и моряков; правила, освидетельствование и инспекции (международные, национальные, портовые, классификационных обществ и т.д.).

Таким образом, применительно к аварийным ситуациям в системе «судно – оператор-судоводитель – экипаж – водный путь – внешняя среда» психологический анализ просто необходим для установления истинных причин аварийности. Это должно способствовать, во-первых, оправданию невинных людей, во-вторых, изменению отношения общества к профессионально-психологическим проблемам специалистов плавсостава, и, в-третьих, развитию системы средств обеспечения транспортной безопасности, включая профотбор, оптимизацию процесса подготовки и повышения квалификации, профессиоанально-психологическую аттестацию кадров, внедрение на флоте психологических разработок и рекомендаций, повышающих надежность человека-оператора.

Все вышеизложенное свидетельствует о несомненной важности роли человеческого фактора в проблеме транспортной безопасности и необходимости его всестороннего изучения и учета на всех этапах профессионального становления специалистов водного транспорта, особенно судоводителей, так как значительная часть аварий приходится именно на судоводителей.

Системный подход требует рассматривать исследуемый объект не только во взаимосвязи с другими объектами, но и как совокупность элементов, объединенных в единую целостность – в систему, решающую задачу по обеспечению ее всеми видами информации о возможности возникновения условий, с высокой вероятностью опасности отказов функционирования основных ее системных элементов – «судно – оператор-судоводитель – экипаж – водный путь – внешняя среда», и предотвращения опасности такого рода отказов.

Система обеспечения транспортной безопасности должна быть:

- комплексной, охватывающей все виды производственной деятельности, прямо или косвенно влияющей на безопасность;
- целенаправленной, опирающейся на технологическую формализацию, алгоритмизацию, которые будут определять состав и содержание функций (операций), подлежащих выполнению, а также порядок их использования и механизмы взаимодействия;
- саморегулируемой, с непрерывно действующими обратными связями, динамично адаптирующейся к складывающимся ситуациям;
- контролируемой, находящейся под постоянным надзором на всех уровнях управления;
- интегрируемой по направлениям национальных требований, а также в рамках требований международных соглашений.



## СОЦІОТЕХНІЧНА СИСТЕМА В КОНТЕКСТІ ПРОБЛЕМИ ЛЮДСЬКОГО ФАКТОРУ НА МОРІ

*Зайцева Т.Г.,*

Херсонська державна морська академія  
(Україна)

**Вступ.** Головна стратегія менеджменту сучасного міжнародного морського судноплавства полягає у підвищенні рівня надійності та якості процесу транспортування вантажів водними шляхами. З цієї метою сучасні судна будуються на підставі новітніх технологій та обладнуються найсучаснішою технікою, перед представниками плавскладу ставляться завдання щодо підвищення рівня їх професійних знань, умінь та ознак психофізичного стану, удосконалюється зміст нормативно-правових документів, що обумовлює характер та логіку професійного реагування моряків в штатних та екстремальних ситуаціях.

**Актуальність дослідження.** Однак, аналіз даних щодо аварійності на міжнародному морському транспорті дозволяє зробити висновок про наявність загрозливої тенденції з зниження рівня безпеки в цієї галузі. Так, лише на протязі січня-лютого 2010 р. було зафіксовано 70 аварій, з березня по квітень того ж року – 78, а з травня по серпень зареєстровано 99 [1, 2]. Ця статистика є предметом постійної уваги, на її підставі проводиться системний аналіз причин подій та їх наслідків, ці дані відображуються в спеціалізованих джерелах та становляться предметом гласності з тим, щоб попереджувати аналогічні трагічні випадки. Але в аварії знову і знову попадають судна різного призначення, зокрема контейнеровози, танкери, інші транспортні засоби. [1, 2]. Серед причин, що призводять до подій цього типу, визначають наступні: виникнення форс-мажорних обставин, знеструмлення судна, не відпрацьовування реверсу, порушення вимог нормативно-правових документів, ігнорування протипожежних правил, службових інструкцій тощо. До таких причин відносять неправомірне реагування капітанів, старших механіків та старших помічників; неякісний контроль за технічним наглядом з боку адміністрації; ризиковане рішення льодового штабу; дії членів суднового екіпажу в межах форс-мажорних обставин, інше.

Факти свідчать, що переважна більшість причин має пряме відношення до людського фактору, тобто до помилок, що здійснюються внаслідок нехтування в кожному конкретному випадку з боку представників плавскладу чітко виписаних правил професійного реагування. Види помилок судових операторів, як правило, групуються за ознаками «ненавмисні» (неуважність), «упущення», «навмисні». За даними ІМО, доля таких аварій складає до 80% від загальної кількості аварій в цієї сфері. Інтенсифікація в останні часи засобів транспортування завдяки значного збільшення об'ємів перевозок, перевозок небезпечних вантажів, зменшення кількості членів екіпажів на судах тощо ще більше сприяє підвищенню рівня аварійності та, відповідно, зобов'язує розглядати проблему людського фактору на морі як одну з самих актуальних.

**Постановка завдання.** При проведенні дослідження ми виходили з наступного: 1) екіпаж кожного судна формується шляхом проведення ретельного професійного відбору кожного його члена на підставі чітко визначених нормативів; 2) процедура обрання фахівців на борт сучасного судна та підвищення вимог до їх професіоналізму не гарантує високого рівня безпеки морського судноплавства саме з причин «людського фактору». Нами було поставлено завдання провести теоретичний аналіз сутності явища «людський фактор» на морі та визначити об'єктивні причини, що обумовлюють професійні помилки представників плавскладу в процесі виконання ними професійних обов'язків.

**Результати досліджень.** З метою визначення протиріч ми виявили наступне: 1) термін «фактор» (від лат. factor – «виробляючий») використовується для визначення

обставини, що в значної мірі сприяли певному явищу чи процесу; в природному та соціальному середовищі існує величезна кількість факторів, тому їх класифікують за видами, зокрема «фактор часу», «фактор перемоги», «фактор успіху» тощо; «фактор людський» (або «людський фактор») являє собою його різновид, що має пряме відношення до особи, що живе в суспільстві з різноманіттям його соціальних зв'язків, живе в світі матеріальних цінностей, які сама для себе їх і створює [3, 4]; 2) в інженерній психології розглядають окремо явища «людський фактор» та «особистісний фактор»; під явищем «особистий фактор» розуміють безпосередньо індивідуальні психологічні ознаки особи, які можуть сприяти чи не сприяти чомусь в процесі її виробничої діяльності, а словосполученням «людський фактор» користуються для пояснення помилкових дій в системі «людина – техніка» («human factors engineering» - «техніка людських факторів») [5, 6]. В більш широкому розумінні термін «людський фактор» визначає причину нещасного випадку, який трапився завдяки невірних професійних дій людини.

Але, середовище, в якому представники плавскладу виконують свої професійні обов'язки та в межах якого здійснюють помилки, являє собою достатньо специфічне явище. Його своєрідність обумовлює наявність значної кількості психотравмуючих факторів різного походження, які оказують прямий негативний вплив на психіку членів суднового екіпажу на протязі всього рейсу. Ми акцентуємо увагу на тому, що ці умови не обмежуються відповідними зв'язками «людина-техніка». Моряки не лише працюють з технікою в робочий час, яка презентується самим судном та різноманіттям його технічного обладнання, перебуваючи в системі «людина-техніка». Вони відпочивають в межах судна після виконання професійних обов'язків, знаходячись цілодобово та тривалий період в межах іншої системи зв'язків, зокрема «техніка – людина». Наслідком впливу подразників психотравмуючого характеру в межах цього зв'язку є поступове виснаження актуальних психічних механізмів представників плавскладу, що і провокує їх на професійні помилки. Серед таких подразників особливо значущими виступають шуми природного та технічного походження, вібрації, випромінювання, коливання тощо. Ці та інші обставини зобов'язують розцінювати причини прояву «людського фактору» на морі на рівні об'єктивних закономірностей, зокрема як наслідок протиріччя між вимогами, що пред'являє професія моряка до його психіки, та її актуальними можливостями.

Ми доводимо, що умови професійної діяльності саме представників плавскладу принципове відрізняються від умов, що є характерними, наприклад, для працівників органів внутрішніх справ, пілотів тощо. В цих сферах працівники після виконання напружених, однозначно небезпечних для їх життя та здоров'я завдань, однак локальних за часом їх виконання, мають можливість відновлювати свій психофізичний стан достатньо повноцінно в умовах звичайного наземного середовища.

Тому вважається за доцільне розглядати середовище, в якому працюють представники плавскладу, а також зв'язки, що формуються в його межах, більш складним явищем, ніж відповідна система «людина – техніка». За нашими висновками, воно дорівнює системі «людина – техніка – людина», в межах функціонування якої в силу постійного впливу на психіку моряків психотравмуючих чинників високоосвічені та дипломовані фахівці і допускають «необережні» професійні помилки.

Звернути увагу на наявність специфічних зв'язків в органічно пов'язаних між собою підсистемах «людина – техніка» та «техніка – людина» дозволяють відомі положення з наукової соціології та психології, згідно яких, представник плавскладу представляє собою достатньо специфічну і складну соціальну біосистему, яка на протязі кожного відповідного рейсу функціонує в межах конкретного організаційного середовища. В якості елементів організаційного середовища для моряків виступає сукупність об'єктів, процесів, обставини, що супроводжують їх як в процесі безпосереднього виконання професійних обов'язків в межах рейсу, так і в період відпочинку на борту судна, що продовжує виконувати рейс. Коло елементів цього

організаційного середовища є дуже різноманітним, зокрема само судно з його механізмами та технічним обладнанням, члени суднового екіпажу зі специфікою їх індивідуальних, професійних та моральних характеристик та ознак, природна морська стихія з її непередбаченим розвитком подій, погодні умови, якість харчування, умови роботи та відпочинку, обставини життя членів родини тощо. Відповідно, це різноманіття факторів разом з об'єктивними подразниками оказує постійний, системний та неоднозначний вплив на психофізичний стан кожного моряка, сприяє зниженню рівня його стресостійкості.

Доцільність розгляду причин явища «людський фактор» на морі на підставі врахування зв'язків, що формуються в межах організаційного середовища моряків, знаходить своє підтвердження в теоріях науковців з інженерної психології. Так, проблема взаємодії людини та машини (техніки) розглядається на рівні «система людина – машина» (СЛМ). Вчені доводять, що з початку в техніки створювалися лише суто машино - людські системи, а тому в їх межах проектувалися алгоритми роботи лише машини. Пізніше в якості об'єкту проектування стала виступати вже людина, яка стала розглядатися в статусі більш важливого елементу системи, тобто провідного. Відповідно, ця обставина висвітлила і об'єктивну проблему «людського фактору» [7, 16, 8].

Підтримуючи домінуюче значення людини в СЛМ, а також неоднозначність людського реагування в її межах, А. А. Пископель і Л. П. Щедровицький апелювали до позиції Дж. Кристенсена, згідно якої, «дослідник людських факторів не може бути впевненим, що звичайний опис – комунікативні лінії, ланцюжки, цілі регулювання, інформаційний зміст, передаточна функція і т.п. – адекватні тим операціям, які людина здійснює в системі і які є вкрай необхідно враховувати. Існує негайна необхідність осмислення комплексу понять для опису поведінки людини в системі» [6, 3]. Серйозну увагу щодо значення людини в межах СЛМ приділяв також і У.Синглтон, який одним з перших обґрунтував доцільність обрання в якості центральної фігури в СЛМ саме людину, а не машину [11].

Але ми акцентуємо увагу на сутності концепції СЛМ, що розробив Дж. Кеннеді [12]. В її основу вчений поклав дві основні ідеї: а) СЛМ являє собою специфічний організм, а тому на процес його функціонування розповсюджуються відповідні закономірності; б) СЛМ представляє собою людську організацію, що дозволяє розглядати процес її життєдіяльності під кутом взаємозв'язку «організм – середовище», зокрема розглядати СЛМ як системне явище з підсистемами, зокрема «підсистемою персоналу», «життєвим циклом системи», інше. Автор підкреслює, що такий аспект розуміння сутності СЛМ дозволяє перенести увагу з процесу функціонування системи на процес її розвитку, тобто процес виконання завдання. В такому випадку СЛМ розглядається як його організованість.

Відповідно, при цьому встає проблема розвитку СЛМ, що викликає необхідність проектування діяльності оператора та зобов'язує акцентувати увагу на діяльності людини в межах взаємодії «система людина – машина». На наш погляд, саме цей аспект проектування достатньо повно забезпечується в межах менеджменту міжнародного морського судноплавства. Він реалізується в змісті нормативно-правових документів, зокрема міжнародних Конвенціях, Резолюціях, інструкціях тощо, що обумовлює логіку та характер професійних дій моряків при виконанні ними професійних обов'язків саме в межах зв'язку «система людина – машина». Однак, врахування факту постійного перебування моряків на судні в полі психотравмуючих чинників та значної кількості елементів організаційного середовища надає підстави зробити висновок про наявність більш складної системи, ніж «система людина - машина». Ця система знаходиться в процесі постійного функціонування, усі представники плавскладу виступають в якості її органічного елементу і, як ми доводимо, за конструкцією вона дорівнює схемі «людина – (техніка + елементи організаційного середовища) – людина». Але вчені абсолютно правомірно вважають, що не є достатнім визначити лише елементи системи. Є

необхідним «визначити зв'язки, відношення між елементами і основний процес, який затверджує цілісність системи» [12, 21].

Ми згодні з авторами в тому, що в межах системи, що функціонує в водному просторі, «людська діяльність повинна розглядатися не як атрибут окремої людини, а як вихідна універсальна цілісність, значно більш широка, ніж самі «люди», а СЛМ – одна з форм її організації. З позиції «системно – дієвого» підходу СЛМ є модельна презентація об'єкта інженерної психології як системи, що представляє собою форму організації кооперативної діяльності, в якій люди і машини, підкоряючись принципово різним закономірностям, реалізують норми професійної діяльності, виступаючи в функції її матеріалу (носія)» [12, 21]. При цьому остається актуальним факт взаємодії між усіма елементами системи, зокрема «кожна з сторін оказується одночасно як причиною, так і наслідком іншої сторони. Іншими словами, в відношенні причинно-наслідкових зв'язків обидві взаємодіючі сторони оказуються симетричними і рівнозначними» [12, 22].

Вчені вважають за доцільне розглядати СЛМ як «соціотехнічну систему», оскільки в її основу покладено уявлення о процесі функціонування людини та техніки, що базується на діяльності. Тлумачення сутності, значення, структури та механізмів функціонування такої «соціотехнічної системи», на наш погляд, достатньо повно пояснює структуру та панораму зв'язків, що формуються саме на судні, та від характеру яких залежить поза помилкове, чи, навпаки, помилкове реагування моряків при виконанні ними своїх професійних обов'язків.

Так, згідно висновкам науковців, «СЛМ у її внутрішній побудові являє собою ієрархічну структуру організованих підрозділів різного рівня, кожне з яких створено кооперацією соціальних ролей (місць) членів персоналу, реалізуючих за допомогою сучасних технічних засобів специфічні індивідуальні (професійні) діяльності, які є відповідні цим ролям. Тим самим альтернативним системотехнічному уявленню (СЛМ) виступає уявлення об'єкта у вигляді «організації». Організація – суть соціальний об'єкт особливого роду, який не може бути зведеним до індивідуальних діяльностей, що складають її. Специфічні особливості цих об'єктів розглядаються в межах теорії організації та управління, на яку у даному випадку може спиратися інженерна психологія. На наш погляд, термін СТС краще, ніж термін «організація» (який до тож використовується в процесуальному сенсі як організування), виражає ту обставину, що системи такого роду є перш за все соціальними, а значить, і природно - штучними утвореннями» [12, 24]. Тобто, система «людина – (техніка + елементи організаційного середовища) – людина», в межах якої працюють моряки і в межах якої ними допускаються професійні помилки за класифікацією «упущення», «ненавмисні» (неуважність) та «навмисні», за всіма ознаками представляє собою функціонуючу соціотехнічну систему. На процес її функціонування та розвитку розповсюджуються усі закономірності, що є характерними для систем цього типу.

Вчені обґрунтовують необхідність врахування фрагментів діяльності конкретних представників суднового екіпажу, оскільки для них є характерними певний саморух, а їх «інтеграція в єдину систему являє собою процес організації та управління» [12, 24]. Тому, як ми вважаємо, з точки зору теорії соціально-технічної системи (СТС), наявність елементів саморуху в процесі функціонування суднового екіпажу вимагає їх окремого упорядкування шляхом цілеспрямованої організації та управління в межах менеджменту морського судноплавства на підставі звернення до його ресурсів. Цей процес упорядкування та збалансованості повинен забезпечуватися на основі врахування наступних факторів: а) природних закономірностей психічного реагування особистості моряка при виконанні ним професійних обов'язків; б) виникнення дисбалансу як об'єктивного наслідку постійного впливу на психіку моряків чинників психогенного плану в межах визначеної підсистеми «(техніка + елементи організаційного середовища) – людина», який і виступає основною причиною їх професійних помилок.

Негативний вплив на психофізіологічний стан моряків елементів соціотехнічної підсистеми «(техніка + елементи організаційного середовища) – людина» відмічається

багатьма вченими. Так, Л.М.Шафран і Е.М.Псядло доводять, що, незважаючи на забезпечення високого рівня механізації та комплексної автоматизації сучасних суден, організм моряка знаходиться під постійним впливом складного і динамічного комплексу дуже несприятливих факторів морського та суднового середовища. Наслідки цього впливу призводять до серйозних функціональних дисбалансів, «про що свідчать факти дострокового списання моряків з судна у зв'язку з хворобами нервової системи та органів почуттів (3,9% випадків), психічними розладами (1,1%), нещасними випадками та травмуваннями (8,7%)» [13]. Інші автори звертають увагу на фактор втоми, що становиться характерним для переважної кількості представників плавскладу і сприяє зниженню концентрації уваги при виконанні професійних завдань. Цей фактор є дійсно небезпечним, оскільки тягне за собою професійні помилки моряків на підставі зниження якості їх професійного реагування. З метою подолання цього явища вчені пропонують приділяти увагу психологічним аспектам управлінської діяльності, зокрема в екстремальних ситуаціях передбачати вплив різноманітних психогенних факторів. Нами вважається за доцільне звернення до самоменеджменту психофізичних станів моряка як ресурсної складової менеджменту міжнародного морського судноплавства, що сприятиме оптимізації резервних психічних механізмів представників плавскладу на підставі цілеспрямованого психологічного самоуправління в підсистемі «(техніка + елементи організаційного середовища) – людина».

**Висновки.** Аналіз сутності явища «людський фактор» на морі, причин, що обумовлюють його прояв, специфіки середовища, в якій воно проявляється, дозволяють зробити наступні висновки: 1). Переважна більшість професійних помилок на море обумовлюється виснаженістю психіки моряків. 2). Психофізичне перенапруження представників плавскладу об'єктивно обумовлюється їх цілодобовим та тривалим перебуванням в межах постійно функціонуючої соціотехнічної системи «людина - (техніка + елементи організаційного середовища) – людина». 3). З метою протистояння психотравмуючим факторам вважається перспективним звернення до самоменеджменту психофізичних станів моряка як ресурсної складової менеджменту міжнародного морського судноплавства.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Аварийность мирового флота // Морской флот. – 2010. – № 4. – С. 66-72.
2. Аварийность мирового флота // Морской флот. – 2010. – № 5-6. – С. 67-78.
3. Большой толковый словарь русского языка / Сост. и гл. ред. С. А. Кузнецов. – СПб. : Норинт, 1998. – 1536 с.
4. Краткий терминологический словарь по чрезвычайным ситуациям. – Душанбе, 2007. – 74 с.
5. Энциклопедия социологии / Сост. А. А. Грицанов, В. Л. Абушенко, Г. М. Евелькин, Г. Н. Соколов, О. В. Терещенко. – Минск. : Книжный дом, 2003. – 1312 с.
7. Пископель А. А., Щедровицкий Л. П. Инженерная психология или эргономика? // Вопросы психологии. – 1980. – № 3. – С. 88-100.
8. Пископель А. А., Щедровицкий Л. П. От системы «человек-машина» к социотехнической системе // Вопросы психологии. – 1982. – №3. – С. 15-25.
9. Дубровский В. Я., Щедровицкий Л. П. Проблемы системного инженерно-психологического проектирования. – М., 1971. – 93 с.
10. Шафран Л. М., Псядло Э. М. Теория и практика профессионального психофизиологического отбора моряков. – Одесса : Феникс, 2008. – 292 с.
11. Chrisiensen J. M. Trends in Human Factors // Human Factors. – 1958. – Sept. – P. 2-7.
12. Singleton W. T. The Systems Prototype and His Design Problems // Ergonomics. – 1967. – Vol. 10. – No 2. – P. 120-124.
13. Kennedy J. L. Psychology and Systems Development // Psychological Principles in System Development / Ed. by R. M. Gagne. – N. Y., 1962. – P. 13-32.

## ДОСЛІДЖЕННЯ РОЛІ ЛЮДСЬКОГО ФАКТОРУ У БЕЗПЕЦІ МОРЕПЛАВСТВА

*Знамеровська Н.П., Івченко Т.І.,*  
Херсонська державна морська академія (Україна)

**Вступ.** Порушення правил безпеки мореплавання може бути пов'язано з індивідуальними якостями окремих людей, найчастіше негативними: недисциплінованістю, халатністю і безпечністю, некомпетентністю, емоційною нестійкістю і т.п. Такі причини та передумови аварійних випадків, в яких проявляється винність конкретної людини, об'єднують поняттям «людський фактор». Це поняття включає в себе характеристики людини безвідносно до характеристик технічних засобів, з якими він взаємодіє.

Ці характеристики, які проявляються в ситуації взаємодії людини і технічних систем, отримали назву «людський фактор». Помилки людини – це його дії, що неадекватні до ситуації, що склалася. Помилки, розцінюємо як прояв людського фактора, як правило, ненавмисні: людина виконує невірні дії, розцінюючи їх як вірні або найбільш підходящі. Причини, що сприяють виникненню помилок, можна об'єднати в кілька груп: недоліки інформаційного забезпечення; обмеження, обумовлені проявами зовнішніх факторів; обмеження, викликані фізичним і психологічним станом і властивостями людини; обмеженість ресурсів підтримки і виконання прийнятого рішення

**Актуальність дослідження.** Під час розслідування факторів, що впливають на причини аварій, встановлено, що основним фактором породження аварій на морі, є людський фактор. За даними ІМО, отриманими від ряду країн, які проводили розслідування морських аварій, приблизно 80% всіх аварій на море викликано помилками судноводіїв, інших членів екіпажу, лоцманів, операторів, диспетчерів та інших осіб.

Основні причини аварійності на морі, тенденції в цій сфері, відповідальність за наслідки аварій, вплив людського фактора на аварійність, аналіз індивідуального та публічного ризику, притаманного мореплаванню, підготовленість екіпажів суден відповідно з міжнародними стандартами безпеки відображені в ряді робіт таких авторів, у тому числі М. І. Александрова, К. І. Александрової, Л. Р. Аксютіна, С. А. Благовіщенського, К. А. Бекашева, І. І. Барінової, П. Д. Бараболі, І. Е. Тарханова, В. І. Івченко та ін.

Роботи зазначених авторів були присвячені окремим видам аварій. Однак серед них не було комплексної роботи, присвяченої розслідуванню всіх видів морських аварій відповідно до нових вимог, що пред'являються ІМО до розслідування морських аварій, які викладені в Міжнародному кодексі. За даними Міжнародної морської організації в 80% випадків причиною аварії є неправильні дії чи їх відсутність з боку людини. У цьому зв'язку важливе значення має оцінка людського фактора в системі управління ризиками судноплавних компаній, але серед них практично відсутні дослідження ризиків судноплавних компаній, пов'язаних з людським фактором.

**Мета і завдання дослідження.** Мета даного дослідження полягає в тому, щоб на основі результатів теоретичних досліджень, узагальнення зарубіжного і вітчизняного досвіду розробити методичні основи урахування людського фактора в системі безпеки мореплавства і виробити рекомендації щодо практичної їх реалізації.

Для досягнення мети в були поставлені і вирішені наступні завдання, які визначили логіку і структуру дослідження: виявити особливості безпеки мореплавства; дослідити роль людського фактора у безпеці мореплавства; розробити основи урахування впливу людського фактора на аварійність флоту; визначити заходи, що знижують ризики, пов'язані з людським фактором, в судноплавних компаніях.

**Основний матеріал.** При дослідженні питань оцінки людського фактора в системі управління ризиками судноплавних компаній були враховані фундаментальні та

прикладні роботи вітчизняних і зарубіжних вчених. Теоретичні проблеми класифікації ризиків, методів оцінки та управління ризиками розглянуті в працях І. Т. Балабанова, Д. Барлоу, Ю. Бріггема, В. В. Глущенко та ін. Проте в даний час відсутні науково-обґрунтовані методичні положення щодо оцінки ризиків, пов'язаних з людським фактором, і формуванню системи управління цими ризиками в судноплавних компаніях. Теоретичною та методологічною основою дослідження послужили результати наукових досліджень вітчизняних і зарубіжних вчених в галузі оцінки людського фактора в системі безпеки мореплавства.

У роботі використані загальнонаукові методи узагальнення та угруповань, моделювання, системного та факторного аналізу, методи експертних оцінок і ін. Інформаційною основою дослідження є офіційні статистичні звіти міністерств і відомств, довідкові та методичні матеріали транспортної галузі.

Незважаючи на розвиток засобів навігаційного обладнання та посилення вимог до судноводіїв і судновласникам як з боку ІМО, так і з боку національних департаментів, навігаційна аварійність залишається ще досить високою. Не менше половини суден торгового флоту гинуть внаслідок посадки на мілину або зіткнень, тобто безпосередньо пов'язані з діяльністю осіб ходової навігаційної вахти. Детальний аналіз розслідуваних обставин аварій показали, що в основі переважної більшості морських трагедій лежать неправильні або невчасні дії чи бездіяльність суднового персоналу. «Людський фактор» обумовлює близько вісьмидесяти відсотків аварій і катастроф. У контексті безпеки мореплавання під людським фактором прийнято розуміти можливості і здібності людини приймати, обробляти інформацію та приймати рішення в нестандартних умовах його функціонування. Для попередження неправильних, невчасних дій або бездіяльності екіпажу і, в першу чергу, персоналу ходової навігаційної вахти, потрібно поряд з підвищенням рівня професійної підготовки екіпажів суден і технічними заходами, проводити і заходи організаційного тренувального характеру [1].

У минулому столітті проблеми безпеки мореплавання в основному вирішувалися за рахунок розробки нових правил та нормативних документів у вигляді різних Міжнародних конвенцій, вдосконалення транспортних засобів і технологічного обладнання, що давало свої позитивні результати, але неврахування ролі «людського фактора» вплинуло на результати керування судном зробивши свою недобру справу. Традиційні методи і принципи управління залишали осторонь найважливіший аспект у безпеці мореплавання – це людський фактор. Людський фактор – це все те, що залежить від людини, її психологічних і психофізіологічних властивостей, можливостей, бажань, здібностей і т.п. Важливість людського фактора визначається тим, що в міру ускладнення управління зростають вимоги до інтелектуальних та інших психофізіологічних характеристик людини. Відповідно зростає роль людини і її можливостей в процесі управління різними об'єктами, у тому числі і судном.

В абсолютній більшості аварійних ситуацій простежується сукупність причин і обставин: технічний стан судна; організаційно-технологічні заходи; навколишнє середовище та його вплив на судно; дія людського фактора.

Система Міжнародного морського судноплавства відноситься до системи, складовими елементами якої є «людина – машина – навколишнє середовище». Людина входить в дану систему як оператор, який здійснює функції управління, він планує, оцінює плани, стан навколишнього середовища і на підставі цього приймає рішення. Для того, щоб прийняті рішення відповідали ситуації, що склалася, йому необхідно постійно отримувати інформацію про стан самої системи та зміни стану навколишнього середовища. Тому дуже важливе значення мають інформаційні та концептуальні моделі, а також процеси прийняття оператором рішень [1].

Дослідження, проведені на морському транспорті з метою вивчення впливу зовнішнього середовища на членів екіпажів суден, показали цілий ряд несприятливих впливів, які викликані специфікою праці плавскладу. Це в першу чергу хитавиця, вібрація,

шум і т.д., що значною мірою знижує працездатність оператора, причому кожен з цих факторів наприклад, качка, діє по-своєму. Серйозний вплив на працездатність екіпажів суден надає шум і вібрація. Шум викликає зміни у фізіологічних та психологічних процесах людини, особливо при розумовій праці. На судні шум заважає прийому та виконання команд. Спільний вплив вібрації і шуму значно посилює їх шкідливий вплив на організм.

Умови роботи і життя на судні: рівень автоматизації, ергономічне проектування умов роботи, життя, місць відпочинку та обладнання; достатність умов життя, можливість відновного відпочинку, достатність харчування, рівень качки, вібрації, спеки та шуму[2].

Введення в дію нормативних документів ІМО з обліку впливу «людського фактора» змушує по-іншому поглянути на існуючу систему обліку та розслідування причин морських аварій. Сучасна наука досягла значних результатів у розвитку теорії надійності повністю автоматизованих систем, проте відносно систем «людина – машина» досягнення поки ще дуже скромні, що пояснюється особливою складністю цих систем. Важливість проблеми надійності оператора для забезпечення безпеки мореплавства пов'язана з тим, що в системі управління судном провідна роль належить людині [2].

**Висновки.** Практична значущість аналізу результатів даного дослідження полягає в тому, що наукові положення, висновки і рекомендації можуть бути використані в практиці формування системи безпеки судноплавства з урахуванням людського фактора. Основні теоретичні положення й висновки дослідження можуть бути використані для оцінки показника особистісних характеристик будь-якого фахівця для безпеки мореплавства. Вплив психо-фізіологічних особливостей людського фактору на ризик аварійності суден представляє практичний інтерес для морських пароплавств при визначенні їх стратегії і тактики.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Пономарев В. Е. Человек и безопасность судовождения. – М. : «Транспорт», 1976. – 152 с.
2. Попов В. В. В новых условиях // Морские вести России. – 2006. – № 1. – С. 24-25.
3. Праслов Р. Человеческий фактор в морских происшествиях // Судходство. – 2001. – № 4. – С. 30-33.
4. Редькин В. В. Роль международной федерации транспортников (МФТ) в защите прав моряков : матер. Четвертой городской студенческой научной конф. [Студент. Наука. 2002] – Новороссийск : НГМА, 2002. – С. 150.
5. Решетов Н., Коций С. Оценки риска безопасности мореплавания // Морской флот. – 2003. – № 1. – С. 20-21.



## **ТРУДОВЫЕ ДОГОВОРЫ МОРЯКОВ ПО КОНВЕНЦИИ 2006 ГОДА О ТРУДЕ В МОРСКОМ СУДОХОДСТВЕ**

*Негуляев М.А.,*

Белозерское районное подразделение ГПтС Украины в Херсонской области  
(Украина)

Принятая Международной организацией труда в 2006 г. Конвенция о труде в морском судоходстве (далее – Конвенция 2006 г.) стала новым этапом правового обеспечения реализации трудовых интересов моряков в рамках глобальной системы судоходства. Данный акт устанавливает новые социальные стандарты и ужесточает обязанности государств флага, порта и гражданства моряка, судовладельцев и профсоюзов моряков.

Раздел 1 Конвенции 2006 г., в котором изложены минимальные требования в отношении труда моряков на борту судна, является едва ли не самым важным и всеобъемлющим. В позициях трудового договора содержатся все условия, которые должны выполнять его стороны – судовладелец и моряк. По этой же причине, проверяя выполнение позиций трудового договора, можно проверить выполнение всех положений Конвенции 2006 г., включая и те, которые не подлежат освидетельствованию и проверке инспекторами государства порта.

В Конвенции 2006 г. условия трудового договора устанавливаются Правилом 2.1 и Стандартом 2.1. Их целью является обеспечение того, чтобы моряки имели справедливый трудовой договор, который должен быть заключен в письменном виде, и иметь обязательную юридическую силу для судовладельца и моряка. Положения трудового договора должны соответствовать минимальным нормам, которые установлены Конвенцией 2006 г., а также национальному законодательству, которое не должно ухудшать условия для моряка.

В Украине порядок принятия на работу членов суднового экипажа, их права и обязанности, условия работы на судне и оплата труда, социально-бытового обслуживания в море и в порту, а также порядок и основания увольнения регулируется законодательством Украины, Кодексом торгового мореплавания Украины от 23.05.1995 года, Уставами службы на морских и рыболовецких судах, генеральными и отраслевыми тарифными, коллективными и трудовыми договорами.

На сегодняшний день в Украине действует лишь Устав на судах морского флота Союза ССР, утвержденный приказом Министерства морского флота СССР 9 января 1976 года. Что же касается Устава службы рыболовных судов, то в нашей стране он отсутствует.

Затягивание процесса ратификации Конвенции 2006 г. Украиной может привести к достаточно негативным последствиям для национального флота, портовой инфраструктуры, существенно ослабит позиции граждан Украины на международном рынке труда моряков, ограничит возможности вмешательства со стороны публичной власти и общественных институтов для защиты трудовых и социальных прав моряков в глобальном морском хозяйстве.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Конвенция о труде в морском судоходстве принятая Международной организацией труда в 2006 г.
2. Кодекс торгового мореплавания Украины от 23.05.1995 г.

## ФОРМУВАННЯ АДАПТАЦІЙНИХ МЕХАНІЗМІВ ЩОДО УЧБОВОЇ ТА ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАТОРІВ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ

*Черненко Є.В.*

ГП УкрНДІ медицини транспорту МОЗ України,  
(Україна, м. Одеса)

**Вступ.** Освоєння людиною нових технічних систем на землі, в повітрі і в морських просторах має величезне загальнодержавне і наукове значення. Обслуговування і експлуатація сучасної техніки пов'язана зі значним збільшенням тривалості і інтенсивності трудової діяльності. Праця сучасних моряків супроводжується високими фізичними і нервово-психічними навантаженнями, які пред'являють підвищені вимоги до особи і колективу в цілому і представляє актуальність проблеми охорони працездатності і надійності професійної діяльності фахівців.

Прогрес науки і техніки дозволяє створити технічно складні системи з високою мірою надійності, а можливості людини, які забезпечують надійне і ефективне використання техніки, обмежені. Входячи до складу системи «людина-техніка» вони відповідають і за себе, і за техніку. Власне людина є ненадійним людським чинником, але без цього слабкого і ненадійного чинника не можуть обійтися навіть найнадійніші системи [1]. Сучасне комплексно-автоматизоване судно - це принципово нова категорія надскладних транспортних систем і технологій з практично унікальними робочими місцями, що обслуговуються, як правило, одним висококваліфікованим фахівцем, замінити якого в умовах рейсу надзвичайно важко. Особливо жорсткі вимоги пред'являються до операторів, працюючих на нерезервованих робочих місцях в надзвичайних ситуаціях, коли різко зростає об'єм не релевантної інформації, скорочується час для її переробки і ухвалення єдиного вірного рішення з підвищеною відповідальністю за його виконання [2]. Саме у умовах діяльності, що змінюються, екстремальних ситуаціях, частіше проявляється професійна непридатність фахівців [3]. Продуктивність праці у таких осіб може підтримуватися на належному рівні лише ціною значних зусиль і функціональної напруги, що призводить до росту психосоматичної захворюваності, травматизму, інвалідності. Тому, не випадково більше 70% аварій, що відбуваються у світовому океані, обумовлені так званим «людським чинником» [4]. Під людським чинником розуміються генетично детерміновані і придбані індивідуально - особові психофізіологічні властивості людини-оператора, які він використовує для забезпечення якісного, надійного і безпечного функціонування систем «людина-машина», управління і корекції виходячих із зони допустимого відхилення її параметрів. І хоча в створенні автоматизованих систем досягнутий величезний прогрес, «спроби повної автоматизації не лише передчасні, але і нереальні» [5]. Таким чином, обмежені соматичні і психофізіологічні можливості ланки «людина» можуть лімітувати роботу системи. Тому не лише медичне, але і психофізіологічне забезпечення стає необхідною умовою успішної і безпечної діяльності моряків і передусім, судових операторів.

Адаптація до професійної діяльності молодих спеціалістів відповідає «високій вартості» праці і супроводжується високим рівнем напруги, тривоги, стресу та психічною втомою [1].

Відомо, що пристосування організму до впливу зовнішніх факторів середовища спочатку відбувається за рахунок лабільних і чутливих рефлексорних механізмів і тільки в подальшому, якщо вплив продовжується, відбуваються відповідні вегето-соматичні порушення, які забезпечують різноманітну ступінь оптимального стану організму в нових умовах, при цьому рефлексорні перебудови можуть повернутися до того самого рівня.

Велику роль в організації адаптаційної відповіді відіграють такі якості, як працездатність головного мозку і рухливість нервових процесів, емоційність та

тривожність. Вони в великій мірі визначають форми психофізіологічної адаптації на всіх етапах адаптаційного процесу.

В 1936 р., вивчаючи хвороби адаптації, Г. Сельє дійшов висновку про наявність «загального адаптаційного синдрому», ведучу роль в якому грав стрес і котрий підготовлював організм до зустрічі з умовами середовища, що постійно змінюються. Він визначив стрес як неспецифічну відповідь організму на любую представлену йому вимогу [6]. Всі стресори строго специфічні (будь вони психологічними, фізіологічними або фізичними). Незалежно від природи стресора, всі вони викликають однакові зміни в організмі людини. Активується діяльність гіпоталамуса, гіпофіза, других зон мозку, над нирок, щитовидної залози. Гіпоталамус і лімбічні структури приймають нагальну участь в розвитку стресової реакції.

Сельє наводить слова Дж. Мейсона, колишнього президента Американського психосоматичної спільноти: «Спільним знаменником дії всіх стресорів є активація фізіологічного апарату, відповідального за подальше емоційне збудження, яка виникає при появі в життєвій ситуації загрозливих або неприємних чинників». Таким чином, стресова реакція – нормальна неспецифічна, генетично детермінована реакція, частина відповіді організму загалом адаптаційному синдрому. Стрес не ідентичний емоціям, функціональним станам і деяким видам емоційної напруги, хоча і тісно пов'язаний з останніми загальною метою – оптимізацією адаптивної функції [7].

Тому метою нашого дослідження було вивчення адаптивних механізмів до навчального процесу курсантів та формування пристосувальних функціональних змін на специфічні умови праці 3-х помічників капітану.

**Матеріали і методи.** Дослідження було проведено за допомогою комп'ютеризованої системи акредитації спеціалістів «СПАС-14». Вивчався стан нервової системи, реакція, функції уваги, пам'яті та емоційної стійкості.

Контингент обстежуваних складався із 27 осіб плавскладу (3-ті помічники капітану) та 30 курсантів ОМУРП, що проходили психофізіологічне обстеження перед відправкою на плав практику та у рейс.

В роботі було застосовано психофізіологічні, психологічні та статистичні методи дослідження.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Сьогодні вже являється аксіомою те положення, що далеко не кожна людина може оволодіти любую професією. Це визначається не тільки наявністю абсолютних протипоказань (наприклад, медичних), але й «вартістю» професійної адаптації, відповіддю на питання про те, скільки на це потребується сил та часу, якою буде його успішність і професійне зростання в майбутньому [2]. Тому приділяється пильна увага проблемам професійної орієнтації та адаптації до учбового та професійного процесу. Формуванню системи професійних знань, умінь та навиків допомагають навчальні технології, для цього в морських навчальних закладах використовується сучасна тренажерна техніка

Припущення того, що функції ВНД та професійно важливі якості у курсантів третього курсу проходять період розвитку та формування підтверджується порівняльним аналізом їх характеристик та 3-іх помічників капітану, що проходять період формування професійного стереотипу та адаптації (табл. 1).

За результатами дослідження психофізіологічний статус курсантів достовірно відмінний від показників 3-іх помічників. У тесті РРО визначається врівноваженість нервових процесів, а сама точність реакції на рухомий об'єкт, розглядається як вторинна властивість, що визначається співвідношенням первинних властивостей основних нервових процесів - сили та рухливості, що відносяться до збуджуючому та гальмівному процесам. В даній методиці РРО використовується компенсаторний тип спостереження і детермінований, перемінливий тип сигналу. Компенсаторне спостереження являється самостійною або складовою частиною іншої більш складної операторській діяльності на транспорті. Воно виступає як динамічний процес сенсомоторних координацій-

непереривна зміна станів вхідного сигналу потребує непереривного рухливого пристосування до нього. У курсантів значно менша точність реакції та врівноваженість нервових процесів, що виражається у кількості помилок у градусах ( $146.9 \pm 11.7$  у 3-х пом і  $180.9 \pm 1.67$  у курсантів), точності % у тесті РРО ( $55.8 \pm 2.5$  у 3-х пом і  $50.5 \pm 0.72$  у курсантів) (рис.1).

Таблиця 1 – Аналіз формування ПВЯ у курсантів-судноводіїв та 3-х помічників капітану

№ груп		1	2
Вік		3-ті помічники	Курсанти ОМУРП
Кількість обстежуваних		n=27	n=30
		M ±m	M±m
Оперативна пам'ять		7.9±0.3	7.7±0.3
Тест РРО	Врівноваженість,%	61.7±14.1	52.2±1.23
	Кількість помилок, град.	146.9±11.7	180.9±1.67
	Точність, %	55.8±2.5	50.5±0.72
	Асиметрія	1.37±0.1	1.5±0.15
	Екссес	1.6±0.5	1.8±0.32
СМР	Середній % помилок	7.1±0.7	9.2±0.44
	Стандартне відхилення, σ	8.3±0.7	---
Шульте, сек		40.8±2	43.3±0.6
Шульте, помилки		0.5±0.2	0.1±0.12
Шульте-Псядло, сек		49.8±2.7	54.0±0.8
Шульте-Псядло, помилки		0.8±0.4	1.2±0.28
Шульте-Горбов, сек		132.5±11.3	147.5±1.13
Шульте-Горбов, помилки		1.7±0.7	0.6±0.18
Пулі, сек		114.7±7.2	134.7±1.42
Пулі, помилки		0.4±0.1	0.7±0.2
Матриці Равена	Вірних відповідей.	9.3±0.6	6.3±0.3
	Час виконання завдання, сек	260.5±22.5	181±.2.21



Рисунок 1 – Результати тесту РРО, кількість помилок в градусах.

В тесті визначення рухливості нервових процесів (РНП) оцінювалась диференційована СМР, візуальна перцепція, точність та швидкість реакції, здатність до навчання та здібність досліджуваних працювати на високих швидкостях, так звана складна аналітико-синтетична діяльність великої кількості мозкових структур. Як відомо, при збільшенні кількості стимулів і альтернативних відповідей зростає загальний час реакції. Виникнення нових зв'язків в нервовій діяльності, особливо в умовах дефіциту часу, може супроводжуватися явищем послідовного гальмування. Рухливість нервових процесів

та швидкість переробки інформації також нижча у курсантів ніж у 3-х помічників (тест СМР  $7.1 \pm 0.79\%$  помилок у судноводіїв та  $9.2 \pm 0.44$  у курсантів). Функції уваги розвинені по-зрівнянню з судноводіями теж менше, так у тестах на об'єм, розподілення та переключення уваги час виконання завдань більший ніж у судноводіїв (наприклад тест Ш-Г – швидкість виконання помічниками  $132,5 \pm 11.3$  сек, курсантами  $147.5 \pm 1.13$ ). Здатність людини вирішувати просторові завдання з допомогою мисленого маніпулювання образами розглядається як одне із найважливіших професійно важливих якостей, необхідних для оволодіння і ефективного здійснення багатьма видами операторської діяльності. Висока швидкість і точність сприйняття об'єкту по його схематичному зображенню пред'являє до операторів транспортних засобів і складних ергатичних систем управління підвищені вимоги до уяви, просторовому та логічному мисленню, оперативній пам'яті, наявності інших спеціальних здібностей. Так в завданні на просторове та логічне мислення (тест Равена) якість виконання у 3-х помічників вища ніж у курсантів-практикантів ( $9.3 \pm 0.6$  вірних рішень завдань у помічників і  $6.3 \pm 0.3$  вірних відповідей у курсантів) при цьому швидкість виконання завдань вища у курсантів ( $181 \pm 2.21$  сек. у курсантів і  $260.5 \pm 22.5$  сек. у 3-х помічників). При високому рівні достовірності розбіжностей у тесті «Прогресивні матриці Равена», розбіжностей в об'ємі оперативної пам'яті (ОП) курсантів та судноводіїв не виявлено. Відмінною особливістю ОП являється те, що в процесі неперервної діяльності судовому оператору необхідно «записувати» текучі події і пов'язувати їх в загальний ланцюг з минулими подіями, підготовувати їх зв'язок з безпосередньо насуваючи ми. ОП дозволяє зберігати текучу інформацію на час, необхідний для рішення практичних задач. Цей час в реальних умовах змінюється від декількох секунд до декількох хвилин. При переводі інформації із безпосередньої в оперативну відбувається її селекція по критеріям, визначаючими виробничими задачами. Об'єм збереженої оперативної інформації залежить від модальності (виду аналізатора), способу пред'явлення і мало залежить від їх інформаційного змісту. При симультанному сприйнятті в безпосередній пам'яті в продовж долі секунди зберігається практично вся сприйнята інформація. Потім вона швидко губиться, в результаті чого через 1-2 секунди залишається приблизно 7+2 символів, що переходять в оперативну пам'ять. Але постійні навантаження, переробка інформації та тренування дозволяють збільшити об'єм ОП до 12 символів.

Можна зробити припущення, що когнітивна сфера курсантів проходить період розвитку та формування, а квапливість та припущення помилок свідчать про недостатній негативний досвід коли швидкість виконання завдань підміняє якість. Але на відміну від 3-х помічників стан недостатньо сформованих функцій ВНД курсантів у повній мірі компенсується хорошим психологічним станом. У курсантів дуже низький рівень конфліктів та негативної компенсації, рівень тривоги, стресу, психічної втоми достовірно нижчий ніж у 3-х помічників. Хороший функціональний та психологічний стан курсантів підтверджується низьким відхиленням від аутогенної норми, вегетативним коефіцієнтом в межах норми та високим рівнем психічної працездатності (табл. 2.)

У курсантів морехідного училища на перших двох позиціях кольорового вибору знаходяться зелений і жовтий колір, що говорить про амбітно-захисні тенденції, потребу у відстоюванні власних установок, завзятість протидії обставинам, що носить захисний характер. Друга пара вибору – червоний і сірий, які інтерпретуються як суперечність тенденцій, активність компенсує неможливість повної реалізації насущних потреб. Останні дві пари на 7 і 8 позицій це синій і чорний кольори, що свідчить про стресовий стан курсантів (рис. 2).

Курсанти								
3-ті помічники								

Рисунок 2 – Модальність вибору кольорів курсантів-судноводіїв та 3-х помічників капітану

Таблиця 2 – Порівняння психологічного стану курсантів-судноводіїв та 3-х помічників капітану

№ груп	1	2
Вік	3-ті помічники	курсанти
Кількість обстежуваних	n=27	n=30
	M ±m	M ±m
Вегетативний коефіцієнт	0.77±0.06	1.2±0.14
Аутогенна норма	21.33±1.4	13.3±0.46
Психічна втома	7.41±0.57	3.2±0.29
Тревога	4.7±0.46	3.7±0.31
Психічна напруга	3.41±0.41	2.7±0.22
Емоційний стрес	5.81±0.54	3.7±0.3
Працездатність	10.9±0.64	14.6±0.34
Рівень тривоги	3.78±0.57	1.4±0.24
Рівень негативної компенсації	1.67±0.31	0.7±0.22
Рівень конфліктів	1.48±0.34	0.4±0.2

Це пояснюється тим, що обстежувані проходили огляд перед практикою і ситуація для них була значущою, а процедура тестування теж являється стресовим навантаженням. Психологічний стан 3-х помічників можна означити, як невротичний це відображається при виборі кольорів зеленого та синього на перші позиції у тесті Люшер та у переміщенні у зону витіснення червоного кольору. Психологічний стан молодих спеціалістів заставляє звернути на себе увагу, тому що він негативно відрізняється від психологічного стану курсантів. Таким чином психологічна дезадаптація 3-х помічників є яскравим прикладом професійного становлення, т.як саме в цей період спеціалісти формують свій первинний професійний досвід, який дається їм ціною високої емоційної напруги, що підтверджується нашими дослідженнями.

#### Висновки:

- період навчання курсантів у навчальному закладі відповідає періоду формування ПВЯ, а показники вищих психічних функцій динамічно змінюються та розвиваються;
- 3-ті помічники капітану проходять адаптацію до професійної діяльності, для деяких із них це був перший досвід на посаді;
- адаптація до професійної діяльності відповідає «високій вартості» праці і супроводжується високим рівнем напруги, тривоги, стресу та психічною втомою.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Корольчук М. С. Психофізіологія діяльності. – М. : Ніка-Центр, 2004. – 10 с.
2. Шафран Л. М., Псядло Э. М., Теория и практика профессионального психофизиологического отбора. – М. : Феникс, 2008. – 12 с.
3. Бодров В. А. Основные направления в разработке системы психофизиологического отбора корабельных специалистов // Воен. мед. журн. – 1968. – № 7. – С. 59-62.
4. Вересоцкий Э. С., Парохин В. Н. Труд и отдых плавсостава : человеческий фактор в экипаже. – М. : Транспорт, 1986. – 215 с.
5. Ломов Б. Ф. Методологические и теоретические проблемы психологии. – М. : Наука, 1984. – 445 с.
6. Selye H. Perspectives in Stress // Research.Perspectives in Biol.and Med. – 1959. – V. 2, №4. – P. 403.
7. Александров Ю. И. Психофизиология. – М. : Питер, 2002. – С. 326-331.

**СЕКЦІЯ 6:**

**ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

## ЕТАПИ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ПЕРІОДИЧНОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ГІДРОМЕХАНІЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ ВЕЛИКОВАНТАЖНИХ АВТОСАМОСКІДІВ МЕТАЛУРГІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ

*Артамонова Ю.В.,*

Автомобільно-дорожній інститут державного вищого навчального закладу  
«Донецький національний технічний університет»  
(Україна, м. Горлівка)

**Вступ.** На більшості металургійних підприємств України при виконанні технологічних перевезень відходів металургії – шлаків широке поширення одержав кар'єрний автотранспорт великої вантажопідйомності (автосамоскиди БіЛАЗ).

**Актуальність досліджень.** На ефективність роботи автосамоскидів впливають високі температури (до 600<sup>0</sup>) мартенівських й конвертерних шлаків, характеристики маршрутів руху (довжина, поздовжні й поперечні ухили, радіуси в плані й у профілі, ширина проїзної частини, стан покриття тощо), інтенсивність роботи (число їздок із вантажем, обсяг перевезень) і людський фактор.

З урахуванням зазначеної специфіки функціонування кар'єрний автотранспорт в умовах металургійного підприємства швидко зношується й вимагає значних витрат, насамперед, на технічне обслуговування агрегатів у зв'язку з їх відмовами до проведення технічного обслуговування.

На сьогоднішній день періодичність технічного обслуговування автосамоскидів визначається заводом-виробником для всієї сукупності однієї марки автомобілів без урахування високих температур вантажу, що впливають на агрегати, і умов експлуатації.

Одним з агрегатів, що найбільш нагрівається й відмовляє, згідно [1] і статистики Маріупольського металургійного комбінату імені Ілліча є гідромеханічна передача.

З огляду на вищевикладене, актуальним науковим і практичним питанням є визначення оптимальної періодичності технічного обслуговування гідромеханічної передачі великовантажних автосамоскидів, що працюють на технологічних перевезеннях відходів металургійних підприємств - шлаків.

**Метою роботи** є розробка етапів визначення оптимальної періодичності технічного обслуговування гідромеханічної передачі великовантажних автосамоскидів металургійних підприємств з урахуванням складності технологічних маршрутів.

Оптимальна періодичність технічного обслуговування агрегату повинна забезпечувати мінімальні питомі витрати на технічне обслуговування й ремонт, а також високий рівень безвідмовної його роботи. Вона буде диференціюватися для автосамоскидів за технологічними маршрутами, оскільки вони суттєво відрізняються один від одного за характеристиками й інтенсивністю роботи.

**Постановка задач дослідження.** Отже, для досягнення поставленої мети необхідно розробити методику та скласти алгоритм визначення оптимальної періодичності технічного обслуговування агрегату великовантажних автосамоскидів металургійних підприємств.

Для визначення періодичності технічного обслуговування гідромеханічної передачі використовуємо економіко-ймовірнісний метод, що враховує економічні й ймовірнісні фактори [2].

**Основний матеріал.** Періодичність впливу встановлюється з умови, що певному співвідношенню вартісних витрат при виконанні ремонтних операцій примусово або відповідно за потребою, при даних характеристиках закону розподілу випадкової величини, відповідає тільки одна оптимальна періодичність і рівень ймовірності безвідмовної роботи, при яких сумарні питомі витрати на технічне обслуговування й ремонт будуть мінімальні, і визначається з рівнянь:



$$p + l_p f(l_p) + \frac{f(l_p)}{p} \int_{l_{\min}}^{l_p} l \cdot f(l) dl = \frac{c}{c-d}, \quad (1)$$

де  $p$  – ймовірність ресурсу вузла, агрегату  $l_i \geq l_p$ ;  $q$  – ймовірність відмови вузла, агрегату при  $l_i \leq l_p$ ;  $l_p$  – заздалегідь заданий ресурс вузла, агрегату, км;  $f(l)$  – граничний стан вузла, агрегату, 1/км;  $l_{\min}$  – мінімальний ресурс вузла, агрегату до відмови, км;  $c$  – витрати, пов'язані з ремонтом за потребою, грн;  $d$  – витрати на один ремонт, що виконується примусово, грн;  $l$  – наробіток машини, км.

Основні етапи методики визначення оптимальної періодичності технічного обслуговування агрегатів автосамоскида наступні:

1. Виявлення агрегатів і деталей з найбільшою кількістю відмов (із загальної їх кількості) й високими температурами. Для базового металургійного підприємства таким агрегатом є гідромеханічна передача, тому оптимізацію технічного обслуговування проводимо на прикладі цього агрегату.

2. Визначення наробітку на відмову у вигляді щільності ймовірності при експлуатації гідромеханічної передачі без профілактики. Дані диференціюються за маршрутами.

3. Знаходження закону розподілу наробітку на відмову (для гідромеханічної передачі автосамоскидів базового металургійного підприємства наробіток підкоряється нормальному закону розподілу).

4. Розрахунок разової вартості ремонту й технічного обслуговування за даними підприємства.

5. Призначення вихідної періодичності технічного обслуговування.

6. Розрахунок значень нормованої функції, а також ймовірності відмови й безвідмовної роботи для кожного значення періодичності технічного обслуговування в діапазоні  $l_{\min} - l_{\max}$  із визначеним кроком  $m$ .

7. Визначення питомих витрат при двох стратегіях технічного обслуговування:

7.1 усуненні несправностей агрегату в міру їх виникнення  $C_1$ ;

7.2 попередженні й усуненні відмов при технічному обслуговуванні  $C_2$ .

8. Знаходження  $l_{opt}$ , при якому цільова функція  $C_{\Sigma} = C_1 + C_2$  мінімальна.

Алгоритм оптимізації періодичності технічного обслуговування гідромеханічної передачі представлений у вигляді блок-схеми на рисунку 1.

Принцип побудови алгоритму наступний.

I. Введення вихідних даних про кількість маршрутів  $M_i$ , наробіток на відмову на маршруті  $l_{ij}$ , кількості інтервалів наробітку  $m$ , вартості одного ремонту  $c$  і технічного обслуговування  $d$ .

II. У циклі розрахунок вибіркового середнього наробітку  $\bar{l}$ , середнього квадратичного відхилення  $\sigma$ , питомих витрат на проведення одного ремонту при виникненні відмови  $C_1$ , вибір закону розподілу наробітку на відмову за критерієм Пірсона  $\chi^2_{\min}$  на кожному технологічному маршруті.

III. Розрахунок кроку наробітку на відмову.

IV. У циклі розрахунок функції розподілу випадкової величини  $f(l)$ , ймовірності відмови  $q$  і безвідмовної роботи  $p$ , питомих витрат  $C_2$  на попередження й усунення відмов при технічному обслуговуванні.

V. Знаходження мінімального значення питомих витрат  $C_2$  на попередження й усунення відмов при технічному обслуговуванні, а також оптимальної періодичності в кілометрах пробігу  $l_{opt}$ , що відповідає мінімальним питомим витратам.

VI. При дотриманні умови  $C_{2\min} \leq C_1$  раціонально проводити технічне обслуговування з періодичністю  $l_{opt}$ , при недотриманні – раціонально усувати відмову в міру її виникнення, що також забезпечить мінімальні витрати.

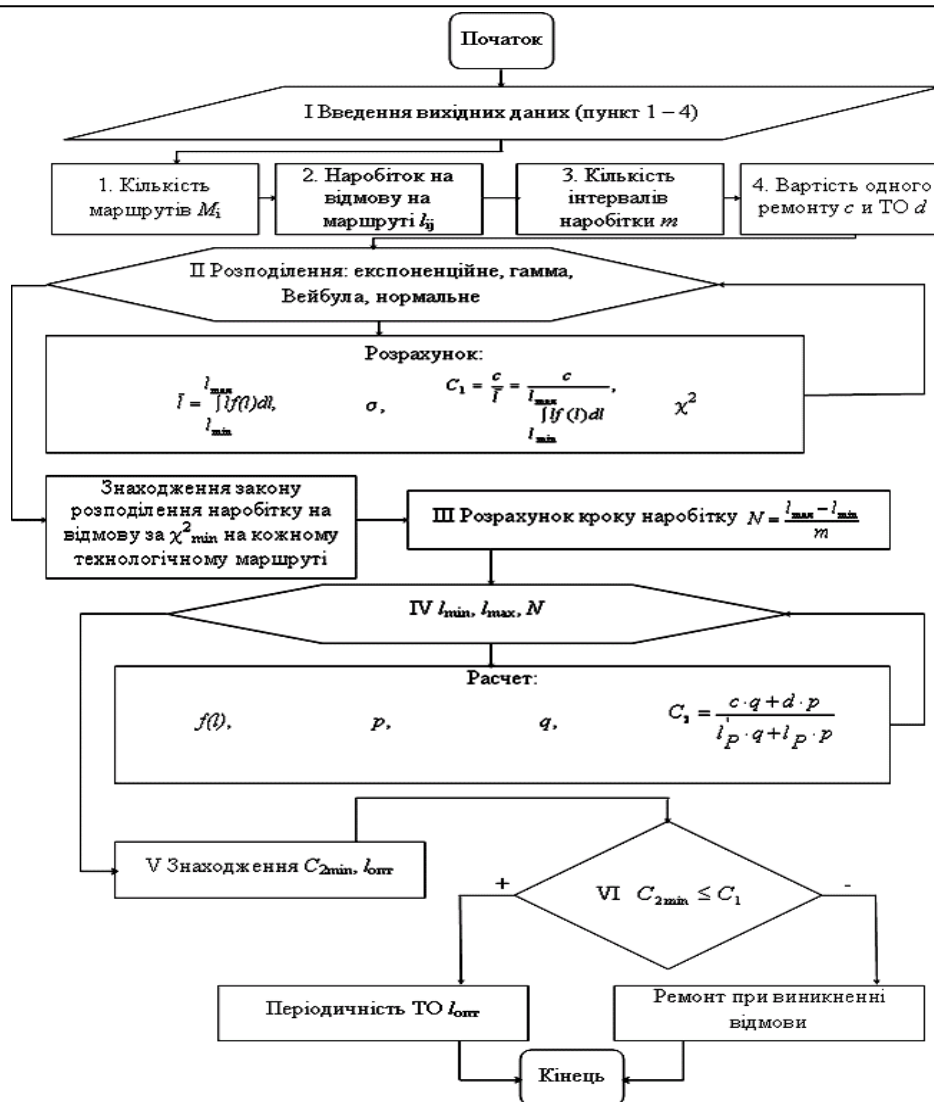


Рисунок 1 – Блок-схема визначення оптимальної періодичності технічного обслуговування гідромеханічної передачі

Результатом досліджень є нові методика й алгоритм визначення оптимальної періодичності технічного обслуговування агрегату великовантажних автосамоскидів металургійних підприємств.

**Висновки.** Наукова новизна дослідження полягає у визначенні оптимальної періодичності технічного обслуговування гідромеханічної передачі з урахуванням складності технологічних маршрутів за двома критеріями: мінімізацією витрат і забезпеченням безвідмовності роботи.

Практична значимість удосконалення технічного обслуговування агрегату великовантажних автосамоскидів міститься у збільшенні ефективності їх роботи.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Исследование температурного режима эксплуатации большегрузных автосамосвалов БелАЗ–7540 на технологических перевозках высокотемпературных сталеплавильных шлаков / В. Э. Парунакян, М. В. Помазков, В. В. Ступак, Ю. В. Артамонова // Захист металургійних машин від поломок : зб. наук. пр. / ПГТУ. – Маріуполь : ПГТУ, 2006. – Вип. 9. – С. 110–117.

2. Техническая эксплуатация автомобилей / Е. С. Кузнецов, В. П. Воронов, А. П. Болдин и др.; под ред. Е. С. Кузнецова. – М. : Транспорт, 1991. – 413 с.

## СТРУКТУРУВАННЯ ЕПОКСИПОЛІМЕРІВ В ПОЛІ СТРУМІВ ВИСОКОЇ ЧАСТОТИ

*Боярська І.В., Кашицький В.П., Савчук П.П.,*  
Луцький національний технічний університет  
(Україна)

**Вступ.** При формуванні виробів з полімерних матеріалів виникає проблема способу їх структурування. Традиційні методи формування епоксикомпозитів мають ряд недоліків, один з яких це значна тривалість витримки при кімнатній температурі за умови використання низькотемпературного твердника. Як альтернативу виготовлення даних матеріалів запропоновано метод тверднення під впливом електричних струмів високої частоти (СВЧ).

**Актуальність досліджень.** Метод високочастотного нагріву полімерних матеріалів базується на тому, що полярні групи і сегменти молекул діелектричного матеріалу, який розміщений в електричному полі, орієнтується разом зі зміною його полярності, що зумовлює інтенсифікацію теплового руху. Енергія, яка витрачається на протидію процесу, розсіюється в матеріалі та нагріває його [1].

Нагрівання за допомогою СВЧ є об'ємним, що дозволяє значно скоротити час тверднення полімерних матеріалів. Рівномірне по об'єму одночасне нагрівання СВЧ полімерного матеріалу прискорює реакцію утворення більш якісної сітчастої полімерної структури за рахунок зменшення кількості низькомолекулярних фракцій [2, 3]. Ефективність СВЧ-обробки полягає у одночасному нагріві матеріалу по всьому об'єму і з високою точністю.

При цьому важливе значення мають форма та розміри зразків, оскільки при їх опроміненні відбувається одночасне поглинання значної енергії по всьому об'єму. Оскільки полімерні матеріали мають низьку теплопровідність, отримана теплова енергія ініціює процеси структурування та різке нагрівання композиції, що зумовлює вспінення зразків з товщиною більше 5 мм. Тому для даного класу матеріалів необхідно встановити оптимальний режим обробки в полі СВЧ.

**Постановка задачі.** Метою даної роботи є дослідження та встановлення оптимальних факторів та режимів формування епоксиполімерних матеріалів в полі СВЧ.

**Матеріали і методи досліджень.** Як вихідний матеріал використано епоксидно-діанову смола марки ЕД-20 (ГОСТ 10587-84), для структурування якої використано твердник ПЕПА (ТУ 6-02-594-70).

Формування дослідних зразків полягало в отриманні однорідної композиції до складу якої входили необхідні компоненти методом гідродинамічного суміщення інгредієнтів композиції. При цьому використовується низька частота обертання лопаток, для запобігання нагріву суміші та її насичення повітрям.

Для встановлення оптимального режиму формування епоксиполімеру, проведено дослідження величини ступеня структурування за вмістом у зразку гель-золь-фракції [4]. Метод оснований на здатності частини матеріалу (золь-фракція), не зв'язаної в полімерну сітку (гель-фракція), вимиватися органічним розчинником в екстракторі Сокслета.

**Результати досліджень.** Для ефективного визначення величини структурування епоксиполімерів необхідно було встановити рівень впливу зовнішніх факторів, а саме енергії випромінювання, часу нагріву та охолодження, положення, форми та розмірів зразків. Дослідження починали з мінімального значення енергії випромінювання з поступовим її збільшенням. Встановлено, що при потужності випромінювання в межах 120-140 Вт отримано найкращі результати. При нижчій потужності матеріал не твердне, в зв'язку з недостатньою кількістю енергії, а при збільшенні даного фактору до 170 Вт, відбувається вспінення епоксиполімеру.

Експериментально встановлено, що зразки необхідно розташовувати на рівні індуктора. При розміщенні зразків на висоті 2-2,5 см від нижнього рівня індуктора спостерігається зміна кольору та різке спізнення епоксиполімеру, що вказує на максимальну здатність випромінювання індуктора в центральній частині, а це призводить до передачі великої кількості енергії, що є недопустимим.

Показано, що одноступінчасте нагрівання протягом 4-5 хв зумовлює інтенсивний розігрів композиції, оскільки матеріал одночасно отримує значну кількість енергії, яка локалізується всередині та зумовлює інтенсивне протікання процесів структурування. Менший час обробки композиції є недостатнім, оскільки кількість отриманої енергії не в повній мірі ініціює процеси мікропереміщень макромолекул. Підвищення часу обробки призводить до суттєвого підвищення температури та зниження ступеня структурованості епоксиполімеру, що пояснюється домінуванням термодеструктивних процесів, виникненням додаткових внутрішніх напружень, руйнуванням міжмолекулярних зв'язків та ланцюгів макромолекул. Тому в роботі запропоновано проводити періодичну обробку в полі СВЧ, яка полягала у структуруванні композиції протягом 2-3 хв з наступним охолодженням 1-2 хв. Оптимальна кількість циклів для завершення процесів структурування становить 8-10.

Експериментально встановлено, що застосування періодичного нагрівання та охолодження матеріалу є оптимальним при даному способі обробки, оскільки забезпечує задовільні фізико-механічні характеристики, порівняно із традиційним структуруванням протягом 24-х год при кімнатній температурі та наступній термічній обробці у печі протягом 4-х год при кінцевій температурі 140 °С. Також зафіксовано підвищення вмісту гель-фракції на 5,3 % порівняно із традиційним способом структурування.

Перевагою методу є можливість зручного підведення енергії та можливість проводити охолодження композиції без видалення із зони обробки, оскільки після припинення подачі струму на індуктор процеси пов'язані із мікропереміщеннями макромолекул зупиняються, що дозволяє рівномірно розподілити отриману енергію всередині матеріалу з уникненням процесів локалізації вузлів зшивання.

**Висновки.** Таким чином, застосування обробки епоксиполімерів в полі СВЧ призводить до інтенсивного протікання процесів структурування, що значно скорочує тривалість процесу формування та забезпечує можливість отримання матеріалу із необхідними фізико-механічними характеристиками.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Bowtell M. Curing technology // *Adhes. Age.* – 1997. – 40, № 3. – Р. 62-63
2. Демьянчук Б. А. Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 2004. – № 1. – С. 48-50.
3. Тризно М. С., Москолев Е. В. Клеи и склеивание. – Л. : Химия, 1980. – 120 с.
4. Практикум по химии и физике полимеров / Под ред. М. А. Куренкова. – М. : Химия, 1995. – 256 с.

## КОРЕЛЯЦІЯ ВМІСТУ НАПОВНЮВАЧІВ В ПОЛІМЕРКОМПОЗИТАХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗАХИСНИХ ПОКРИТІВ НА ЇХ ОСНОВІ

*Букетов А.В., Красенький В.М.,*

Херсонська державна морська академія (Україна),

*Левицький В.В., Голотенко О.С.,*

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(Україна)

**Вступ.** Одним із напрямків підвищення ресурсу експлуатації технологічного устаткування у різних галузях промисловості, судно- і літакобудуванні є використання полімерних композитних матеріалів (КМ) на епоксидній основі. Застосування епоксикомпозитів як об'єктів або у вигляді захисних покриттів дозволяє розширити спектр використання деталей машин і механізмів та збільшити їх довговічність.

**Метою дослідження** є проведення кореляційного аналізу адгезійної міцності і залишкових напружень у епоксикомпозитах залежно від вмісту і природи введеного у епоксидну в'язь наповнювача.

**Об'єктом дослідження** вибрано епоксидний олігомер марки ED-20 (GOST 10587-84). Як твердник використано поліетиленполіамін (ТУ 6-05-241-202-78). Для регулювання адгезійних властивостей і залишкових напружень у КМ використовували наповнювачі з різною дисперсністю. З метою з'ясування впливу фізичної природи і топології поверхні наповнювачів на властивості КМ у роботі використано грубо- (60-65 мкм) і дрібнодисперсні (3-10 мкм) частки. Як грубодисперсні наповнювачі застосовували карбіди кремнію та бору і оксид міді. Як дрібнодисперсні наповнювачі використовували діелектричний магнітний (ДМП), немагнітний (ДНП) порошки і оксид хрому зелений.

Технологічний режим і формування є одним з основних напрямків дослідження. Тому затверджували за експериментально встановленим режимом:  $\tau = 24,0$  h при температурі  $T = (293 \pm 2)$  K; нагрівання зі швидкістю  $v = 3$  K/min до температури  $T = 413$  K і витримка упродовж часу  $\tau = 2,0$  h; охолодження до температури  $T = (293 \pm 2)$  K. З метою стабілізації структурних процесів у матриці зразки витримували упродовж часу  $\tau = 24,0$  h на повітрі при температурі  $T = (293 \pm 2)$  K.

На основі результатів дослідження впливу вмісту і фізичної природи грубодисперсних (60-65 мкм) і дрібнодисперсних (3-10 мкм) часток на адгезійну міцність і залишкові напруження у КМ на основі епоксидної матриці встановлено наступне. Максимальні показники адгезійної міцності спостерігали при введенні у в'язь наповнювача оксиду міді (60-65 мкм) при вмісті  $q = 60...80$  m.p на 100 m.p епоксидної в'язі. Адгезійна міцність такого композиту становить  $\sigma_a = 49,2...50,0$  МПа. Встановлено, що введення у в'язь оксиду міді при тому ж вмісті зумовлює збільшення залишкових напружень з  $\sigma_3 = 2,6$  МПа (для епоксидної матриці) до  $\sigma_3 = 4,5...4,8$  МПа.

**Висновки.** Встановлено оптимальну температуру зшивання епоксидної матриці –  $T = 413$  K. Даний матеріал характеризується адгезійною міцністю до металевої основи  $\sigma_a = 25,8$  МПа і залишковими напруженнями  $\sigma_3 = 2,6$  МПа. На основі цього можна стверджувати, що грубодисперсні та дрібнодисперсні частки різної природи доцільно вводити у КМ, які містять грубодисперсні наповнювачі, для додаткового поліпшення когезійних і адгезійних властивостей матеріалів.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Зубов П. И., Сухарева Л. А. Структура и свойства полимерных покрытий. – М. : Химия, 1982. – 256 с.
2. Богданович П. Н., Прущак В. Я. Трение и износ в машинах. – Минск : Высшая школа, 1999. – 376 с.

## СТВОРЕННЯ ПУЛЬСУЮЧОЇ ПОДАЧІ РІДИНИ В ГІДРОПРИВОДІ

Давиденко М.А.,

Київський національний університет будівництва та архітектури  
(Україна)

**Вступ.** Дискретні системи керування займають значне місце серед сучасних засобів автоматизації машин і технологічного устаткування. З їхньою допомогою успішно зважуються задачі позиціонування робочих органів машин і верстатів з необхідною точністю, відтворення імпульсної подачі на приводі робочого органу. Завдяки дискретному способу керування такими приводами можливе їхнє безпосереднє стикування з цифровими керуючими пристроями, до яких відносяться мікропроцесори й ЕОМ.

**Актуальність дослідження.** Гідропривід знайшов своє застосування у безлічі найрізноманітніших сферах, починаючи від сільського господарства і закінчуючи приводами керування космічними апаратами. Саме тому проблема вдосконалення гідроприводу є дуже важливим напрямом досліджень. Застосування динамічних гідроприводів дозволяє вирішувати безліч питань та якісно покращує такі характеристики, як продуктивність та енергоємність роботи.

**Постановка задачі.** На основі цього перед нашою кафедрою будівельних машин ім. Ю.А. Ветрова була поставлена задача збільшити ефективність гідроприводу та зменшити енергоємність виконання операцій різноманітними машинами та обладнанням, значно не збільшуючи вартість механізму.

**Результати досліджень.** Дану проблему було запропоновано вирішити за допомогою пульсуючої(дискретної) подачі рідини на привід виконавчого органу машини чи обладнання. В ході досліджень було розглянуто та проаналізовано новітні розробки в даному напрямі. В результаті чого було запропоновано конструкцію двокаскадного пристрою для створення імпульсів подачі рідини в гідроприводі(ГІТ).

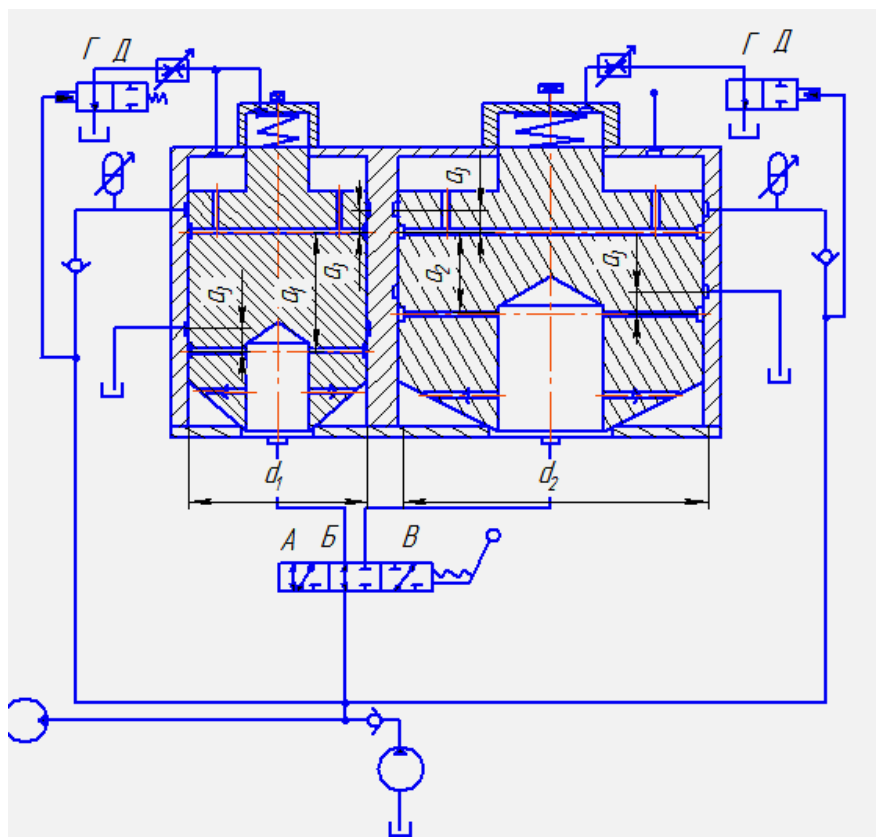


Рисунок 1 – Конструктивна схема ГІТ

Спрощений принцип роботи виглядатиме так: рідина від гідронасосу через розподільник долаючи опір регульованої пружини піднімає золотник доти, поки канали в золотнику та корпусі не співпадуть і завдяки падінню тиску в напірній камері золотника, зусиллю пружини та тиску рідини від гідроаккумулятора золотник повертається у вихідне положення створюючи додатковий імпульс тиску в напірну гідролінію. Завдяки керуючій системі під'єднаній до ГПТ, що складається з трьохпозиційного чотирьохпоточного гідророзподільника даний пристрій може працювати в трьох режимах: високої частоти і малої амплітуди імпульсів (менший золотник), низької частоти і великої амплітуди імпульсів (більший золотник), накладання імпульсу низької частоти і високої амплітуди на імпульси високої частоти і малої амплітуди (обидва золотники). А за допомогою дроселів та пружини можливе регулювання амплітуди та частоти імпульсів тиску.

До даного пристрою було розроблено структурно функціональну схему та описано рівняння руху:

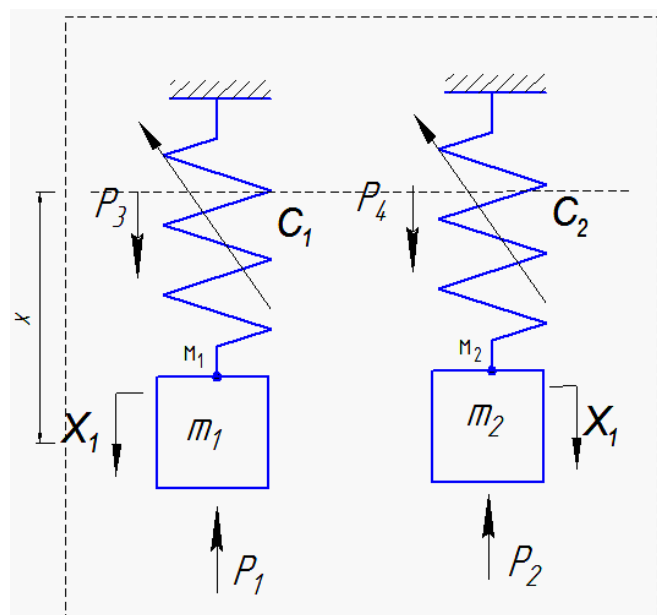


Рисунок 2 – Структурно-функціональна схема ГПТ

Рівняння руху виглядає так:

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + cx = F_0 \sin \omega t \quad (1)$$

Під час роботи було розроблено об'ємну модель ГПТ.

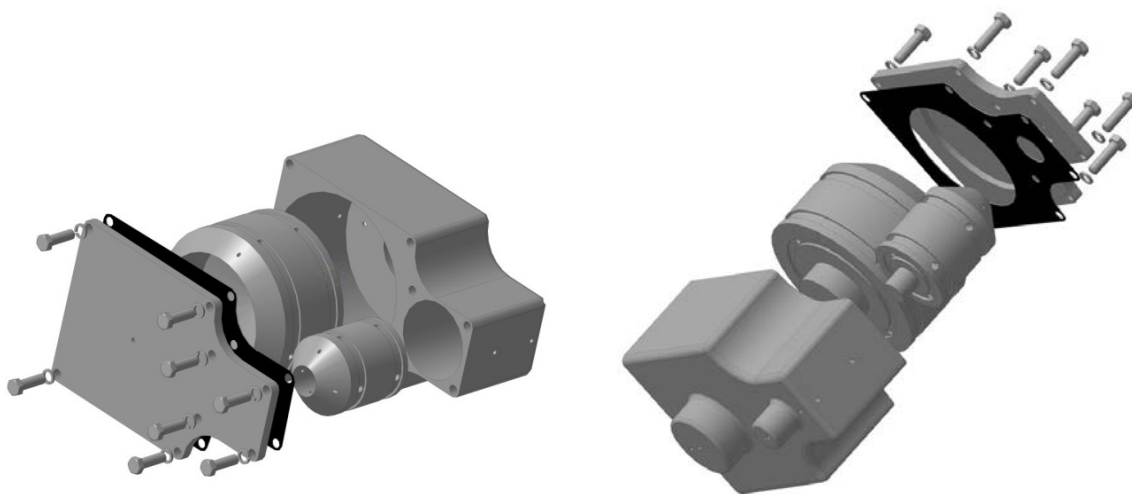


Рисунок 3 – Об'ємна модель ГПТ

**Висновки.** Таким чином, запропонований пристрій, завдяки своїй конструкції та виконанню дозволить чітко керувати робочим процесом на робочому органі машини та створювати динамічний ефект, що знижує енергоємність та підвищує продуктивність. Даний пристрій за допомогою дискретної подачі дає змогу з великою точністю та надійністю виконувати операції різного роду обладнанню.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Пелевін Л. Є. Підвищення надійності і довговічності приводів динамічних робочих органів будівельної техніки на основі стендових випробувань : Монографія. – К. : Українська академія наук, «МП Леся», 2008. – 54-61с.
2. Башта Т. М. Гидропривод и гидропневмоавтоматика. – М. : Машиностроение, 1972. – 320 с.
3. Пат. 56277 А Україна, МКВ F01L 13/00, F15B 21/00 / Генератор імпульсів / Пелевін Л. Є., Давиденко М. А. – № u201007136 заявл. 09.06.2010 ; опубл. 10.01.2011 ; бюл. № 1 – 2011. – 2 с.



## ЗМЕНШЕННЯ ВИТРАТИ МОТОРНИХ ПАЛИВ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РУХОМОГО СКЛАДУ НАФТОГАЗОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТРАНСПОРТУ

*Дмитренко В.С., Драганець П.О., Дмитренко В.В., Терлецький М.І.,*  
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
(Україна)

**Вступ.** У технологічному процесі розвідки родовищ нафти і газу, розробки і експлуатації нафтових і газових свердловин використовується рухомий склад нафтогазового технологічного транспорту (НГТТ). Привід рухомого складу і навісного устаткування НГТТ здійснюється від бензинових і дизельних двигунів транспортних засобів через елементи трансмісії, що включають коробку відбору потужності, коробку зміни передач, редуктор, ланцюгову передачу, вали з підшипниковими вузлами та інше. Для забезпечення надійної роботи двигунів використовуються високоякісні і дорогі палива, що вимагає їх економії в процесі експлуатації.

**Актуальність дослідження.** Зменшення витрати моторних палив при експлуатації нафтогазового технологічного транспорту є важливим чинником енергоощадження і раціональної екології. Особливо важливим є вирішення цього завдання у зв'язку із прогнозованим зменшенням видобутку нафти і газу та виробництва моторних палив. Питання витрати моторних палив значною мірою досліджувалось із врахуванням таких чинників, як природно-кліматичні умови, якість технічного обслуговування та ремонту, конструкція систем живлення двигунів для приводу навісного устаткування та ін. Проте недостатньо досліджено вплив різних технічних добавок до оливок для зменшення тертя, антифрикційних кондиціонерів металу та малов'язких оливок на витрату моторних палив. Тому це питання є актуальним.

**Огляд літератури.** Технічні добавки додаються до оливок з метою зменшення тертя і, як наслідок, витрати палива в двигунах. Фірми-виробники технічних добавок повідомляють про зменшення витрати палива в двигунах [1, 2].

Наприклад, використання технічних добавок фірми ХАДО дає зменшення витрати палива до 30% внаслідок зменшення коефіцієнта тертя до 0.007-0.003 (зменшення коефіцієнта тертя відбувається в 10...30 разів) [2].

Мінеральна олива ХАДО Atomic Oil 15W-40 SL/CI-4 з температурою використання - 20°C +40°C для дизельних двигунів, обладнаних системою рециркуляції відхідних газів, дає зменшення витрати палива на 0,4 ... 0,5 л/100 км порівняно з оливою без технічної добавки при роботі по міському циклу і на трасі відповідно [2].

Інша технічна добавка, що забезпечує зменшення витрати палива – кондиціонер металу Roil Gold. Компанія Neuways випускає кондиціонер металу Roil Gold і реалізує його більше, як у 40 країнах світу та стверджує про його високу ефективність.

При експлуатації автомобіля «Нива» в міських умовах без технічної добавки витрата палива склала 12 л/100 км. Після обробки масла автомобіля технічною добавкою Roil Gold витрата палива зменшилась до 10 л в міському режимі, що склало 17% економії палива. Roil Gold був залитий не тільки в двигун але і в мости «Ниви», в коробку передач і роздавальну коробку, які почали працювати із зменшеним тертям і опором коченню. На автомобілі Mazda-6 при використанні Roil Gold витрати палива зменшилась з 13 до 9 л/100 км при пробігу до 100000 км [3].

Відома також технічна добавка на основі нанотехнологій «Мега Форс» науково-виробничого об'єднання «МЕГАФОРС», яка зменшує витрату палива на 5% при експлуатації автомобіля в екстремальних і важких умовах експлуатації, при запуску двигуна, при низьких температурах. Технічна добавка «Нанопротек» до оливок являє собою молекулярну наноструктурну систему, що забезпечує зменшення витрати палива на

5...10%. Технічна нанодобавка «60000» (компанії «Алмей») з фулереном  $C_{60}$  зменшує витрату палива на 5... 10 % [4,5].

Відома також універсальна багатфункціональна технічна добавка для моторних і трансмісійних масел OZEROL (МП-8), яка сумісна з усіма типами моторних і трансмісійних масел і забезпечує зниження витрати палива на 10-15%.

**Результати експериментальних досліджень.** З метою дослідження впливу технічних добавок в масло на витрату палива в двигунах НГТТ були проведені експлуатаційні дослідження. Так для дослідження впливу кондиціонера металу Roil Gold на витрату палива використаний бензиновий двигун з інжекторним впорскуванням для роботи на стисненому природному газі (СПГ) автомобіля Audi 100 з пробігом з початку експлуатації, рівним 338000 км. Цей двигун мав ефективну потужність, рівну 83 кВт при номінальній частоті  $5200 \text{ хв}^{-1}$  і робочим об'ємом циліндрів, рівним 2 л.

Перед дослідженням проводилось технічне обслуговування автомобіля, а також промивання системи мащення двигуна промивною оливою ХАДО. Промивна олива зливалась, а двигун заправлявся напівсинтетичною оливою Leol SAE 10W-40 APJ SI/CG-4, що призначена для високофорсованих двигунів. Двигун знаходився в технічно справному стані. Методика використання кондиціонера металу Roil Gold наступна: розігрівався двигун до робочої температури; зливалася відпрацьована олива, промивною оливою промивався двигун, замінювався оливний фільтр, заливалися в двигун 2-2,5 літра свіжої оливи Leol SAE 10W-40 API SJ/CG-4; вливався кондиціонер металу Roil Gold в кількості 70 мл на один літр моторної оливи; згідно заправної місткості системи мащення двигуна Audi-100, рівної 4 л, всього було влито 280 мл; добавлялася олива до заправної норми (верхня мітка на масловимірному щупі); обов'язково одразу здійснювалась обробка всіх частин двигуна пробігом автомобіля, рівним 50 км; для підтримки робочої кондиціонованої поверхні деталей в оптимальному працездатному стані використовувався також кондиціонер металу при кожній наступній заміні оливи в кількості 20 мл на один літр заправної оливи (всього на заправну ємність системи мащення, рівну 4 л - 80 мл).

Експлуатаційні дослідження витрати палива на автомобілі при використанні в двигуні моторної оливи без кондиціонера металу Roil Gold дала такі результати: на маршруті м. Тернопіль – м. Хмельницький довжиною 118 км – 8,1 л і маршрутом м. Хмельницький – м. Вінниця довжиною 128 км – 8,2 л. Експлуатаційний пробіг здійснювався в умовах першої категорії умов експлуатації на дорозі з сухим асфальтовим покриттям.

В експлуатаційних умовах при використанні кондиціонера металу Roil Gold на маршруті м. Тернопіль – м. Хмельницький на автомобілі Audi-100 отримана витрата стисненого природного газу (СПГ), рівна 6,2 л. Експлуатаційний пробіг автомобіля з навантаженням один пасажир склав 118 км. Експлуатаційний пробіг на маршруті м. Хмельницький – м. Вінниця склав 128 км, а витрата СПГ – 6,3 л/100 км (при середній швидкості 80 км/год).

Таким чином, експлуатаційні випробування автомобіля Audi 100 пробігом показали, що використання кондиціонера металу Roil Gold зменшує витрату стисненого природного газу на 20 % за рахунок зменшення тертя.

Одночасно для виявлення впливу технічної добавки до масла OZEROL МП-8 на технічний стан двигуна і витрату палива, проведені експлуатаційні випробування автомобіля Mercedes Benz Sprinter 312 з пробігом з початку експлуатації, рівним 250000 км. Дизельний двигун має ефективну потужність, рівну 58 кВт при номінальній частоті  $3800 \text{ хв}^{-1}$  із робочим об'ємом циліндрів, рівним 2,9 л. Заправна ємність системи мащення рівна 9.5 л, використовується олива синтетична Mobil1 SAE 10W/40. Для стабілізації якості палива додавалась в паливо присадка «Адизол Т-4»

Технічна добавка заливалась безпосередньо в маслозаливну горловину прогрітого двигуна. Через 5...6 хв роботи на мінімальних обертах холостого ходу двигун був готовий

до експлуатації. Після пробігу 300... 1000 км відбувалося очищення деталей і масляної системи двигуна від лаку і нагару і здійснювалась заміна масла і фільтра.

Після вторинного введення технічної добавки в свіже масло при заміні через 30000 км спостерігалось: зниження витрати палива на 10 %; збільшення потужності двигуна; зниження витрати масла «на угар» у два рази; зниження токсичності випуску газів до двох разів.

Пробіг автомобіля на даний час складає 1500000 км за рахунок зменшення тертя і швидкості зносу деталей. За результатами експлуатаційних досліджень, дана добавка дає зменшення витрати палива на 10 – 15%.

**Висновки.** Експлуатаційні дослідження показали, що використання технічних добавок до моторного масла дає зменшення витрати палива у двигунах на 10 ... 20 % та збільшення ресурсу у два рази для двигунів нафтогазового технологічного транспорту.

В теперішній час результати цього дослідження для зменшення витрати палива при використанні технічної добавки OZEROL MT-8 впроваджені на станції технічного обслуговування автомобільного і нафтогазового технологічного транспорту в м. Івано-Франківську.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Шурденко С. И. Присадки к топливу. – Мариуполь : Зоря, 2002. – 24 с.
2. Масла, смазки, ревитализанты : каталог. – Харьков : Хадо, 2008 – 143 с.
3. Шурденко С. И. Обзор семинара «Автохимия» [Текст] / С. И. Шурденко – Мариуполь : Зоря, 2004. – 22 с.
4. Горючее, смазочные материалы. Энциклопедический толковый словарь-справочник. / Под ред. В. М. Школьников. – М. : Техинформ, 2007. – 545 с.
5. Лудченко О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія : підручник. – К. : Вища шк., 2007. – 527 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАБЛЮДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ РАБОТЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ В СЕТЯХ ОГРАНИЧЕННОЙ МОЩНОСТИ

*Жиленков А.А.,*

Керченский государственный морской технологический университет  
(Украина)

На морских судах мощность судовой электростанции ограничена, а общая мощность устанавливаемых на борту частотно-регулируемых приводов в настоящее время достигает значений соизмеримых с мощностью станции. В результате, суммарная величина генерируемых в сеть гармоник достигает недопустимых значений, нарушая работу электропривода, инициируя срабатывание элементов защиты и вызывая сбои в судовой автоматике и радионавигационной аппаратуре. Большие амплитуды высших гармоник вызывают неустойчивость работы систем судовой автоматики, нагрев электрических машин, износ изоляции фидеров питания и т.д. Кроме того, отсутствие в судовой электросети нейтрального провода, неравномерность нагрузки фаз генератора электростанции и, как следствие, отличие форм напряжений генератора от форм его ЭДС, не позволяет сформировать верную функцию управляющего воздействия в системе управления преобразователей, в результате чего происходят сбои в управлении силовыми ключами вплоть до срыва работы электропривода.

В результате экспериментальных исследований было обнаружено, что искажения, вносимые полупроводниковым преобразователем в форму напряжения сети влияют на работу данного преобразователя и преобразователей работающих от этой сети. Ограниченная мощность судовой электростанции и отсутствие нулевого провода делает систему формирования импульсов управления силовыми ключами критичной к подобным искажениям и даже неработоспособной. Для исследования процессов протекающих в рассматриваемой системе, была разработана математическая модель описывающая работу судовой электроэнергетической станции. Для возможности сравнения результатов моделирования с экспериментальными данными модель описывает конфигурацию теплохода, на котором проводились замеры параметров энергии в сети. В качестве основной преобразовательной нагрузки описывались два гребных электродвигателя (ГЭД), работающих от тиристорных преобразователей. Модель включает ряд уникальных новшеств в описании основных узлов системы, таких как, например, синхронный генератор, модель которого построена не на общеизвестной системе Парка-Горева, а описывает работу статора в неподвижных осях. Это делает ее максимально совместимой с моделью полупроводникового преобразователя. В результате моделирования были подтверждены экспериментальные данные, полученные на теплоходе с электродвижением, где были отмечены существенные проблемы с электромагнитной совместимостью. На основании экспериментальных данных и данных, полученных на математической модели, была получена детальная картина системы электроснабжения исследуемого судна. Исследованную сеть можно охарактеризовать следующим образом:

– наличие гармоник напряжения и тока, превышающих допустимые значения. Причем в номинальном ходу, при номинальной скорости ГЭД преобладают гармоники напряжения, а с понижением скорости, т.е. с уменьшением коэффициента мощности нагрузки преобразователей питающих ГЭД, значения гармоник напряжения уменьшались, а гармоник тока, напротив, росли. Пики токов возникавшие с понижением коэффициента мощности возрастали до такой степени, что срабатывали соответствующие защитные устройства;

– значительные искажения форм синусоид токов и напряжения, на что указывают высокие значения соответствующих пик-факторов;

– срабатывание защит при изменении параметров мощных нагрузок, с последующим выходом генераторов электростанции из синхронизма;

– высокая реактивная мощность и, как следствие: повышенный расход топлива, появление нагара, высокие потери в линиях электроснабжения, загруженность дизель-генераторов (ДГА) по активной мощности только на 50%. Из-за высокой реактивной мощности нет возможности обеспечивать номинальную скорость ГЭД меньшим количеством включенных в работу ДГА.

В оптимальном режиме, значения гармоник напряжения с номерами 5, 11, 15, 17, 19, 23, 25, 27, 29 и т.д., вплоть до 41-й гармоники, превысили предельно допустимые величины, доходя до 39% от основной гармоники.

Из анализа системы управления тиристорным преобразователем питающим ГЭД, было отмечено, что с ростом искажений увеличивалась ошибка в формировании импульсов на открытие силовых ключей, что, в свою очередь, усугубляет искажение форм питающих напряжений и токов. Кроме того, искажения, вносимые одним из преобразователей по линии питания, влияют на системы управления всех работающих от данной станции преобразователей.

Посылая управляющие импульсы в ошибочное время, система создает дополнительные искажения, вносимые как в выходную цепь, так и в питающую сеть. В общем случае, при работе мощного полупроводникового преобразовательного устройства появлялись пропуски на осциллограммах снятых с каналов формирователя управляющих импульсов, затем импульсы становились хаотичными, что приводило к неизбежным ошибкам преобразователя. Это свидетельствует о необходимости применения новых видов фильтрации опорных напряжений в системе управления полупроводникового преобразователя работающего в сети ограниченной мощности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко В. М. Методы и алгоритмы анализа статических и динамических режимов нелинейных цепей. – Киев, 1974. – 105 с.
2. Глухивский Л. И. Расчет периодических процессов электротехнических устройств. – Львов : Вища школа, 1984. – 164 с.
3. Aprille T. I., Triek T. N. A computer algorithm to determine the steady-state response for non-linear oscillator. // IEEE Trans. Circuit theory. – 1972. – Vol. ct-19. – P.354-360.
4. Мерабишвили П. Ф., Случанко Е. И. Исследование переходных и установившихся процессов в трехфазных мостовых выпрямителях с помощью коммутационных функций. // Электричество. – 1973. – №4 – С. 21-26.
5. Сипайлов Г. А., Лоос А. В. Математическое моделирование электрических машин (АВМ). – М. : Высш. школа, 1980. – 176 с.
6. Шейнихович В. В., Климанов О. Н., Пайкин Ю. И., Зубарев Ю. Я. Качество электрической энергии на судах : Справочник – Л. : Судостроение, 1988. – 160 с.
7. Плахтина О. Г., Мазепа С. С., Куцик А. С. Частотно-управляемые асинхронные и синхронные электроприводы – Львов : Издательство Национального Университета «Львовская политехника», 2002. – 227 с.

## ВЛАСТИВОСТІ ТА СТРУКТУРА ПОВЕРХОНЬ БАНДАЖНИХ ПОЛИЧОК ЛОПАТОК ЗІ СПЛАВУ ВТЗ-1

*Зайчук Н.П., Шимчук С.П., Фещук Ю.П., Ткачук Ю.М.,*

Луцький національний технічний університет

(Україна)

Для виготовлення лопаток компресора застосовуються леговані сталі і титанові сплави [1]. З урахуванням умов роботи, до матеріалів, з яких виготовляються лопатки компресора, ставляться вимоги збереження міцності при температурах до 600 °С і висока корозійна стійкість. Головною перевагою титанових сплавів перед іншими конструкційними матеріалами в тому що високі механічні властивості і корозійна стійкість поєднуються з низькою густиною.

Титанові сплави за питомою міцністю при температурах до 500 °С перевершують більшість жароміцних сталей, що дозволяє зменшити масу двигуна, володіють термічною стабільністю і не окричуються при тривалій роботі в умовах нагрівання до 400...500 °С. Крім того титанові сплави можуть оброблятися різанням. Найбільше поширення при виготовленні лопаток компресора отримали сплави ВТЗ-1, ВТ5, ВТ8, ВТ9, ВТ18 [2].

В сучасних ГТД широко використовують бандажування лопатки турбін. Застосування бандажних полицок дозволяє знизити змінні напруження від вібраційних навантажень і таким чином підвищити загальному ресурсу роботи і надійність ГТД. Проте в процесі експлуатації робочих і соплових лопаток в результаті значних контактних напружень в умовах тертя і вібрації в місцях контактування полицок відбувається підвищене зношування контактних поверхонь в порівнянні, наприклад, з пером і замком лопатки. При збільшенні робочих температур і ресурсу сучасних авіадвигунів різко інтенсифікуються процеси, що призводять до пошкодження і руйнування контактних поверхонь лопаток, що обмежує термін їх служби і надійність.

Встановлено, що оптимальним варіантом зміцнення робочих лопаток є створення на зоні зношування шару з високожаростійкого і зносостійкого матеріалу ВТН-1, який складається з твердих частин карбиду вольфраму (реліту) і припою на титановій основі ВПр16 в якості в'язучого. За допомогою електронного растрового мікроскопа РЕММА-102 було вміст елементів у досліджуваних зразках.

Результати аналізу дали змогу стверджувати, що сплав ВТЗ-1 є в'язким і пластичним матеріалом, що є причиною того що він швидко зношується. Поверхні напайок характеризуються високою шорсткістю. Спектральний аналіз зразка зі сплаву ВТЗ-1 та поверхні якісної напайки показує, що їх хімічний склад в основному однорідний. На поверхні дефектної напайки помітні ділянки різного забарвлення, локальний аналіз яких вказує на те, що вони сильно відрізняються хімічним складом. Така неоднорідність хімічного складу призводить до зниження фізико-механічних показників і відповідно – експлуатаційних властивостей.

Мікроструктурні дослідження, які проводились на зразках показали, що значних змін в структурі основного сплаву по всьому об'єму лопатки не спостерігалось, хоча у сплаві на бандажних полицках, у місці напайки реліту відбувся ріст зерна та утворення голчастої мартенситної структури.

Фізико-механічні показники зразків зі сплаву ВТЗ-1 та зразків з дефектною та якісною напайками реліту визначались, за допомогою багатофункціонального приладу «Мікрон-гама». Результати таких досліджень показали помітне підвищення механічних властивостей зразка з якісною напайкою у порівнянні зі зразком зі сплаву ВТЗ-1:

модуля пружності  $E$  на 2,1 %, межі міцності  $\sigma_B$  на 30,9 %, невідновленої мікротвердості на 38,1 %.

Таких властивостей зразок набуває завдяки високим механічним властивостям зерен реліту ( $H_\mu = 19,36$  ГПа,  $E = 178,67$  ГПа,  $\sigma_B = 1,532$  ГПа) та припою, який забезпечує міцне з'єднання зерен реліту між собою та з основним сплавом.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Александров В. Г. Справочник по авиационным материалам и технологии их применения / В. Г. Александров, Б. И. Базанов – М. : Транспорт, 1979. – 326 с.
2. Мурза И. С. Титановые сплавы: справочник авиационного техника. – М. : Военное издательство министерства обороны СССР, 1984. – 510 с.

## АНАЛИЗ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СВОЙСТВ ПАРУСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Знамеровская Н.П., Ивченко Т.И.,*  
Херсонская государственная морская академия  
(Украина)

**Вступление.** В начале 20 века большинство используемых парусных тканей были хлопчатобумажными или льняными. Хлопчатобумажное волокно, будучи натуральным, является гидрофобным волокном и разрушается под действием ультрафиолетовых лучей. Эти свойства сделали хлопчатобумажную ткань неподходящей для парусов высококлассных гонок, что направило парусное производство на путь поиска новых материалов и на развитие новых методов производства с целью увеличить сопротивляемость ткани механическому повреждению и воздействию окружающей среды.

**Актуальность.** Парусное снаряжение является «электростанцией» парусной лодки. Польза от всех разработок и исследований, имевших место в парусной индустрии, заключается в том, что сейчас у судовладельцев и судостроителей есть широкий выбор доступных вариантов. Решение о том, какой материал должен быть использован в данном конкретном случае парусного вооружения, основывается на стоимости, характеристиках, надежности, сроки службы и массе других факторов. С развитием новых материалов для парусного снаряжения повышается его техническая эффективность и надежность. Поэтому, изучение свойств парусных материалов является актуальным.

**Постановка задачи.** На основе изучения характеристик материалов провести сравнительный анализ физико-механических показателей свойств парусных тканей.

**Результаты исследований.** Нейлон стал первым, созданным человеком волокном для использования в качестве парусной ткани. Химическая формула и основные свойства нейлона мало изменились за прошедшие годы. Он дешев, надежен и относительно неплохо сопротивляется ультрафиолету, имеет хорошую изгибоусталостную сопротивляемость и средне прочностные свойства. Тем не менее, применение нейлона ограничено, так как он плохо сопротивляется растяжению. Важный прорыв произошел в середине 50-х гг., когда была изобретена полиэстеровая парусина. До 80-х гг. единственной широко применяемой парусной тканью был тканый полиэстер. Он представляет собой отличную парусную ткань, надежную, не абсорбирующую воду, не подверженную воздействию плесени. Следующим развитием полиэстера, имевшем место в 90-х гг., стала разработка пентекса, которой является производной от полиэстера и имеет модуль упругости в 2,5 раза больше традиционного полиэстера, что позволяет парусу больше сопротивляться растяжению и дольше держать свою форму. Тканая парусина имеет врожденную проблему с растяжением. Некоторые нити могут быть пропущены друг под другом. Со временем под нагрузкой нити стараются выпрямиться, приводя таким образом к растяжению ткани, что называют извитостью. Чтобы волокна лежали как можно ровнее, была разработана ламинированная парусина, материал более легкий, прочный и с более высоким сопротивлением растяжению. Основное преимущество ткани с ламинированием заключается в том, что такой парус будет держать свою форму лучше и дольше, чем просто полиэстеровая ткань.

Сравнение современных парусных тканей приведено на рисунке 1.

Анализ полученных данных показывает, что наибольшую нагрузку, выдерживаемую до разрыва, имеет ткань 6. Сопротивляемость ультрафиолету определяется количеством времени, необходимым, чтобы нить потеряла 50% своего исходного модуля. Хорошей сопротивляемостью обладает ткань 3. Большую прочность на изгиб имеют ткани 4 и 5.



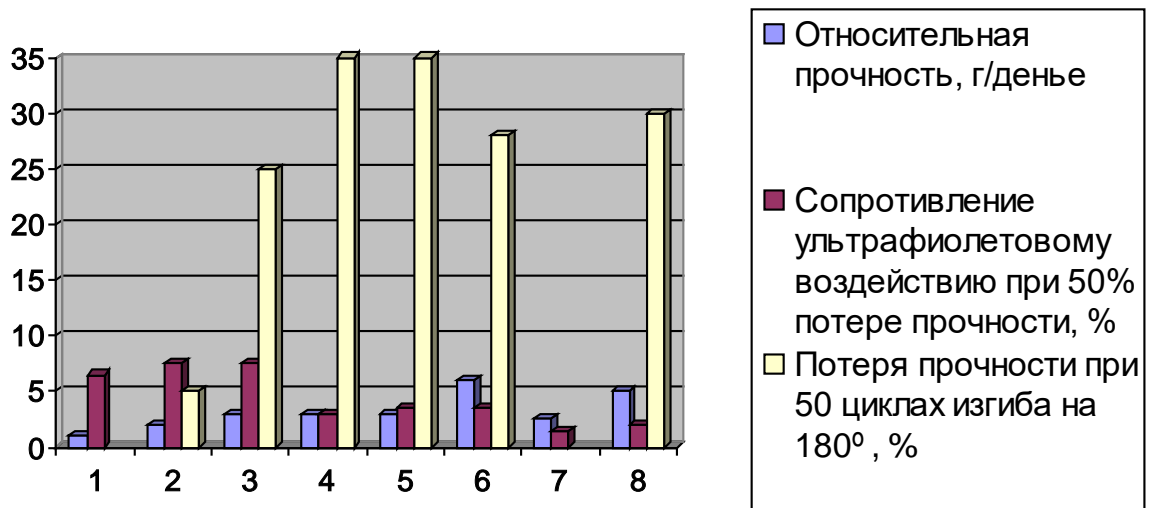


Рисунок 1 – Сравнение парусных тканей:

1 – полиэстер, 2 – пентекс, 3 – кевлар 29, 4 – кевлар эдж, 5 – кевлар 49, 6 – РВО, 7 – вектран, 8 – карбон.

**Выводы.** Паруса прошли путь от натуральных материалов, таких как хлопок, который имел тенденцию растягиваться, до новых искусственных материалов с применением углеволокна, кевлара, необычных покрытий и клеев. Усовершенствования в производстве парусных тканей в дальнейшем будут направлены на смешивание волокон, физико-механические свойства которых дополняют друг друга и позволят выработать паруса лучшего качества.

## ЛИТЕРАТУРА

1. [www.konovalov.com](http://www.konovalov.com)
2. [www.parus.ru](http://www.parus.ru)
3. Довідник по катерах, човнах і моторам. / Під заг. ред. Г. М. Новака. – Л. : Суднобудування, 1992.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И ДИАГНОСТИКА СУДОВОЙ ДИЗЕЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

*Ивановский В.Г., Варбанец Р.А., Кучеренко Ю.М., Александровская Н.И.,*  
Одесский национальный морской университет  
(Украина)

Определение параметров рабочего процесса судовых дизелей в эксплуатации производится с помощью современных компьютерных диагностических систем. Индикаторные параметры, характеризующие качество протекания рабочего процесса, определяются путем анализа диаграмм давления газов в цилиндрах (индикаторных диаграмм). В связи с тем, что все судовые дизели (средне- и малооборотные) снабжены стандартными индикаторными кранами, эта процедура достаточно оперативно производится в процессе эксплуатации. В правилах морского Регистра даже указана возможность проведения индицирования путем переноса одного датчика с цилиндра на цилиндр. Здесь сделано допущение о незначительном изменении условий индицирования, т.е. нагрузки двигателя, в течение короткого времени индицирования последовательно всех цилиндров. Кроме того, развитие и применение на практике методов алгоритмической синхронизации данных индицирования ускоряет процесс получения индикаторных параметров рабочего процесса, делает его универсальным, не требующим предварительной трудоемкой подготовки двигателя.

Индикаторные параметры рабочего процесса нужны, в основном, для диагностики цилиндропоршневой группы, настройки топливной аппаратуры высокого давления и механизма газораспределения. Для контроля выходных параметров дизельной судовой энергетической установки применяются эффективные параметры. Момент на валу и эффективная мощность характеризуют расход топлива. Расход смазочного масла (цилиндрового и циркуляционного) также привязан к эффективной мощности. Основными паспортными характеристиками двигателя являются удельные эффективные расходы топлива  $b_e$  и масла  $b_{me}$ . Все паспортные характеристики судовых дизелей (винтовые и нагрузочные) представлены также относительно эффективной мощности.

Возникает эксплуатационная проблема: все паспортные данные представлены относительно эффективных показателей, а определить их во время эксплуатации персонал не может. Определяются только индикаторные параметры, т.е. среднее индикаторное давление и индикаторная мощность. Часто возникает ситуация, когда разницу между индикаторной и эффективной мощностью (т.е. механические потери) принимают условной или вообще опускают, предоставляя для анализа завышенные мощностные показатели.

Для решения этой проблемы в эксплуатации применяются торсиометры, устанавливаемые на гребных валах. Эти устройства стационарные, габаритные, дорогостоящие и требуют периодической тарировки. Исходя из опыта проведения теплотехнических испытаний можно сказать, что не более 3 % транспортных судов оборудовано торсиометрами. На остальных судах оценка эффективной мощности производится по индикаторной мощности и условно принимаемому механическому КПД.

Авторами предлагается разработанная и проверенная экспериментально методика определения эффективной мощности и момента главной энергетической установки транспортного судна. С помощью двух, устанавливаемых на определенном расстоянии, датчиков с чувствительными элементами – инклинометрами – записываются мгновенные углы поворота вала. Под действием скручивающего момента сопротивления гребного винта, диаграммы изменения углов поворота гребного вала, записанные в разных точках, смещаются по фазе. Методами спектрального анализа рассчитывается разность фаз двух полученных гармонических процессов. Фактический угол скручивания определяет крутящий момент и с учетом частоты вращения вала пересчитывается в эффективную

мощность. Датчики имеют автономное питание и передают информацию по беспроводному ZigBee интерфейсу.

Для определения частотных характеристик комбинированного судового дизеля используются методы гармонического анализа на базе быстрого преобразования Фурье. В спектре виброакустического сигнала двигателя, записанного в районе кольцевого фильтра турбины газотурбонаддува с помощью граничных условий выделяются контрольные гармоники. Одна из них, это гармоника цилиндровой частоты двигателя ( $i_{cyl} \times rpm/60$ ). Восстановленная амплитуда этой гармоники является диагностическим параметром и характеризует баланс мощностей цилиндров. Другая гармоника – лопаточная частота компрессора ГТН ( $i_{лопаторок} \times rpm_{ГТН}/60$ ), частота эта может быть определена с высокой точностью (погрешность менее 0.25%) – показывает изменение частоты вращения вала турбины наддува. Лопаточная частота ГТН пропорциональна индикаторной мощности двигателя и является диагностическим параметром, характеризующим состояние газовыпускного и воздушного трактов.

## МОНИТОРИНГ ЭФФЕКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

*Ивановский В.Г., Варбанець Р.А., Кучеренко Ю.М., Головань А.И.*

Одесский национальный морской университет  
(Украина)

Существует техническая проблема непосредственного определения мощности и расхода топлива в процессе эксплуатации морских судов с помощью расходомеров различного типа. Практически невозможно объяснить колебания этих величин в широком диапазоне без учета внешних условий эксплуатации. В некоторых on-line системах слежения практикуется оценка расхода топлива с помощью расчетных моделей методами вычислительной гидродинамики. Не вдаваясь в технические подробности можно отметить, что без учета внешних факторов они работают весьма приблизительно. Например, при плавании по реке с переменным фарватером, с переменной глубиной и течением, оперируя только скоростью судна по gps нельзя точно оценить требуемую мощность СЭУ и, тем более, расход топлива.

Очевидное решение перечисленных проблем заключается в максимально корректной оценке эффективных показателей СЭУ, в первую очередь – мощности и момента на гребном валу главных двигателей. В этом случае, влияние всех внешних факторов учитываются по эффективной мощности. В конечном итоге, именно удельный эффективный расход топлива  $b_e [g / kWt * h]$  является паспортной величиной двигателя и может быть принят в качестве независимого экспертного критерия. Изменение  $b_e$  в зависимости от технического состояния двигателей носит предсказуемый характер и может быть с достаточной точностью определено при теплотехнических испытаниях.

На определении эффективных показателей СЭУ базируется система DFM. Параллельно с определением мощности производится высокоточный контроль частоты вращения гребных валов и оценка фактического спектра крутильных колебаний, для выявления опасных режимов работы. В процессе анализа спектра крутильных колебаний для оценки частотных и амплитудных характеристик приходится решать задачу устранения эффекта «утечки». Этот эффект является следствием конечности анализируемой временной реализации и ее дискретного представления через АЦП. Используют, в основном, два способа борьбы с эффектом утечки: специальный выбор частоты дискретизации и длины обрабатываемого участка ряда и использование оконных преобразований. Выбор частоты дискретизации и длины ряда должен обеспечивать целое число отсчетов на период сигнала и целое число периодических составляющих на длину ряда. Понятно, что на практике эти условия выполнить затруднительно. Наиболее широкое распространение получил метод оконных преобразований. Суть метода очень проста: для уменьшения разрывов на краях ряда с целью ослабления утечки нужно уменьшить амплитуду сигнала возле краев. Такое масштабирование осуществляется в ходе умножения реализации на окно специальной формы  $x_i^w = x_i \cdot W(i)$ . Точнее можно устранить эффект численным методом, основанным на обработке комплексных результатов ДПФ записанных гармонических сигналов.

Система, предназначенная для определения параметров основных объектов СЭУ и привязанная к ним сенсорами, рассредоточена по всему машинному отделению судна. Устаревшие, дорогостоящие и слабо помехозащищенные гальванические связи заменены в системе DFM на беспроводную Mesh-сеть. Система DFM производит отображение маршрута следования судна по карте Google maps. В связи с этим актуальной является задача корректного выбора частоты дискретизации данных (опроса позиции по gps/ГЛОНАСС и всех датчиков в машинном отделении). Если выбрать большой интервал времени между опросами, может произойти эффект «плавания судна по берегам», в этом

случае корректность расчета расхода топлива и мощности будет весьма сомнительной. Эта проблема особенно актуальна для речных судов. В DFM дискретность получения данных заведомо меньше постоянных времени как самого судна, так и контролируемых объектов СЭУ. Благодаря этому в DFM поддерживается высокое качество отображения записанного маршрута и минимизируется погрешность в расчете мощности и потребляемого ГСМ.

Основываясь на результатах работы системы DFM судовладелец может:

- проводить анализ фактической мощности и потребления топлива/масла СЭУ;
- производить планирование ремонтов и учет расхода запасных частей, основанный на определении фактического времени наработка объектов СЭУ;
- основываясь на реальных данных, производить оптимизацию технических характеристик СЭУ и систематически проводить мероприятия по уменьшению расхода топлива с постоянным контролем эффективности принимаемых решений;

Доступ к информации, передаваемой с борта судна по одному из каналов связи (GPRS, INMARSAT или спутниковая связь), организован через сайт [www.dfm.od.ua](http://www.dfm.od.ua) (гостевые реквизиты: User:guest, Pass:guest, использовать Mozilla Firefox или Google Chrome). Судовладельцу достаточно иметь выход в интернет и параметры авторизации, чтобы из любой точки мира круглосуточно получать информацию по своим судам.

## ДИНАМІКА СТАНІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ АЕРОДРОМНОГО СВІТЛОСИГНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ПІСЛЯ ДІЇ НЕСПРИЯТЛИВИХ ВПЛИВІВ

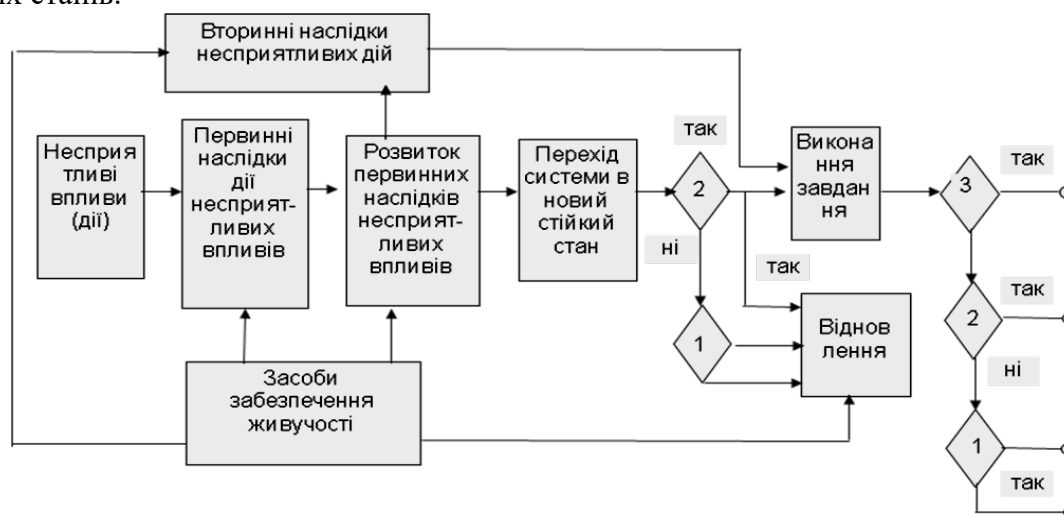
*Казак В.М., Мазур Т.А., Новачук Л.В.,*  
Національний авіаційний університет  
(Україна, м. Київ)

**Вступ.** Аналіз світової практики з використання цивільної авіації показав, що більше 80 % аварій і катастроф відбуваються на етапах зльоту та посадки. Одним з факторів підвищення безпеки польотів на цих етапах є надійне функціонування аеродромного світлосигнального комплексу (АСК), яке в свою чергу залежить від перебіжного живлення його системи [1].

**Постановка дослідження.** Для усунення цих недоліків в пропонується комплексування джерел живлення різного фізичного походження як метод підвищення живучості системи живлення АСК.

**Результати дослідження.** В реальних умовах експлуатації внаслідок дії непередбачених чи невизначених зовнішніх факторів і внутрішніх процесів виникають первинні наслідки цих дій, що виражаються в порушенні працездатності елементів системи живлення АСК або функціональних зв'язків, викривленні інформації чи алгоритмів функціонування [2]. Поведінку системи електроживлення АСК після дії несприятливих впливів можна представити у формалізованому вигляді (рис. 1).

Система електроживлення АСК, що має властивості живучості, проявляє їх через здатність поступової деградації, яка виникає завдяки введенню як пасивних, так і активних засобів забезпечення живучості (ЗЗЖ). Інформація про первинні наслідки надається в ЗЗЖ, які складаються з засобів контролю та прогнозування працездатності системи та її елементів, засобів аварійного та пожежного захисту, засобів реконфігурації, управління та попередження. Дія ЗЗЖ впливає на розвиток первинних наслідків і в залежності від інтенсивності процесів в системі, конкретних зовнішніх умов функціонування, ефективності ЗЗЖ система в кінці кінців переходить в одне з можливих стійких станів.



Рисинок 1 – Динаміка станів системи після дії несприятливих впливів: 1 – аварія; 2 – працездатна; 3 – виконання завдання

За своєю природою процес цих переходів є стохастичним. Після переходу в новий стан виконується оцінка первинних наслідків, в результаті якої стан системи відносять до одного з трьох класів: працездатний, непрацездатний або неаварійний, аварійний.

Саме за результатами цієї класифікації проводиться оцінка живучості за станом системи. При працездатному стані система повертається до виконання завдання негайно.

Якщо стан є непрацездатним, то система може повернутися до виконання завдання після деяких процедур відновлення. Переведення системи в новий стійкий стан не завершує боротьбу за живучість тому, що при подальшому функціонуванні до виконання встановленого завдання можуть проявитися і вторинні (рис. 1) наслідки несприятливих впливів, більш віддалені, але не менш небезпечні, ніж первинні, пов'язані з некерованими чи погано керованими тепловими, електричними, хімічними, радіаційними та іншими процесами. Швидкість розвитку вторинних наслідків і кінцевий результат також суттєво залежить від досконалості роботи ЗЗЖ. Після закінчення деякого встановленого терміну проводиться оцінка результатів виконання завдання з чотирма можливими наслідками.

Отже, в процесі боротьби за живучість можна виділити два етапи:

– на першому етапі ведеться боротьба за збереження працездатності системи живлення АСК;

– на другому етапі ведеться боротьба за успішне виконання завдання не зважаючи на первинні і вторинні наслідки несприятливих дій. Відповідно до цього виділяють й дві задачі оцінки та забезпечення живучості.

В роботі введено поняття «функціональна одиниця живучості» (ФОЖ).

Під ФОЖ розуміється підсистема, блок, вузол, функціональний елемент та інші пристрої, несправність яких локалізується засобами, що забезпечують властивість живучості системи. При визначенні живучості системи електроживлення АСК допускається, що в ній може виникнути відмова будь-якої кратності. Відмова  $i$ -ї кратності для всіх можливих комбінацій ФОЖ називається узагальненою відмовою  $i$ -ї кратності.

Якщо розглядається стан системи при послідовній відмові кожної функціональної одиниці, то в систему введена узагальнена відмова першої кратності  $q^1$ .

Систему електроживлення АСК пропонується оцінювати коефіцієнтом живучості. Коефіцієнтом живучості  $G(q^i)$  даної системи для узагальненої відмови називається відношення числа станів, що відповідають працездатній системі, до всієї сукупності її станів [2]:

$$G(q^i) = M/C_l^i, \quad (1)$$

де  $M$  – число працездатних станів системи для узагальненої відмови  $i$ -ої кратності;  $C_l^i$  – загальна кількість станів системи;  $i$  – кратність узагальненої відмови;  $l$  – кількість ФОЖ системи. Отже, коефіцієнт живучості складної системи є кількісною оцінкою її працездатності, яка визначається для послідовної відмови сполучення із  $l$  елементів по  $i, i = \overline{0, m}$ . Він приймає такі значення  $0 \leq G(q^i) \leq 1$ . Протилежною характеристикою є коефіцієнт деградації, який визначається так [2]:

$$D(q^i) = N/C_l^i, \quad (1)$$

де  $N$  – кількість станів, що відповідають непрацездатній системі.

Очевидно, що  $G(q^i) + D(q^i) = 1$ .

Залежність коефіцієнта живучості від кратності узагальненої відмови представляє собою функцію живучості системи  $G = f(q^i)$ , що являється інтегральною оцінкою живучості системи. Аналогічно залежність коефіцієнта деградації від кратності узагальненої відмови представляє собою функцію деградації системи  $D = f(q^i)$ .

Коефіцієнт живучості характеризується математичним сподіванням та дисперсією, при цьому при зростанні значення узагальненої умови дисперсія також зростає. Для вибору найкращої стратегії застосування засобів та способів підвищення живучості на кожному кроці їх використання необхідно виконати прогнозування стану ФОЖ системи електроживлення.

Запропонована комплексована система електроживлення АСК має чотири ФОЖ: ФОЖ1 – ЛЕП1 (головне джерело), ФОЖ2 – ЛЕП2 (резервне джерело 1), ФОЖ3 – дизель-генератор (резервне джерело 2), ФОЖ4 – сонячна установка (резервне джерело 3). (рис. 2).

Для узагальненої відмови першої кратності для будь-якої послідовності відмов ФОЖ та будь-якої стратегії заміни коефіцієнт живучості дорівнює одиниці. Для узагальненої відмови другої кратності в залежності від послідовності відмов та порядку заміни ФОЖ, що відмовили, коефіцієнт живучості може приймати значення 1, 3/4, 2/4, 1/4. Для узагальненої відмови третьої кратності коефіцієнт живучості дорівнює нулю. Функції живучості для різної стратегії заміни наведені на рис. 2.

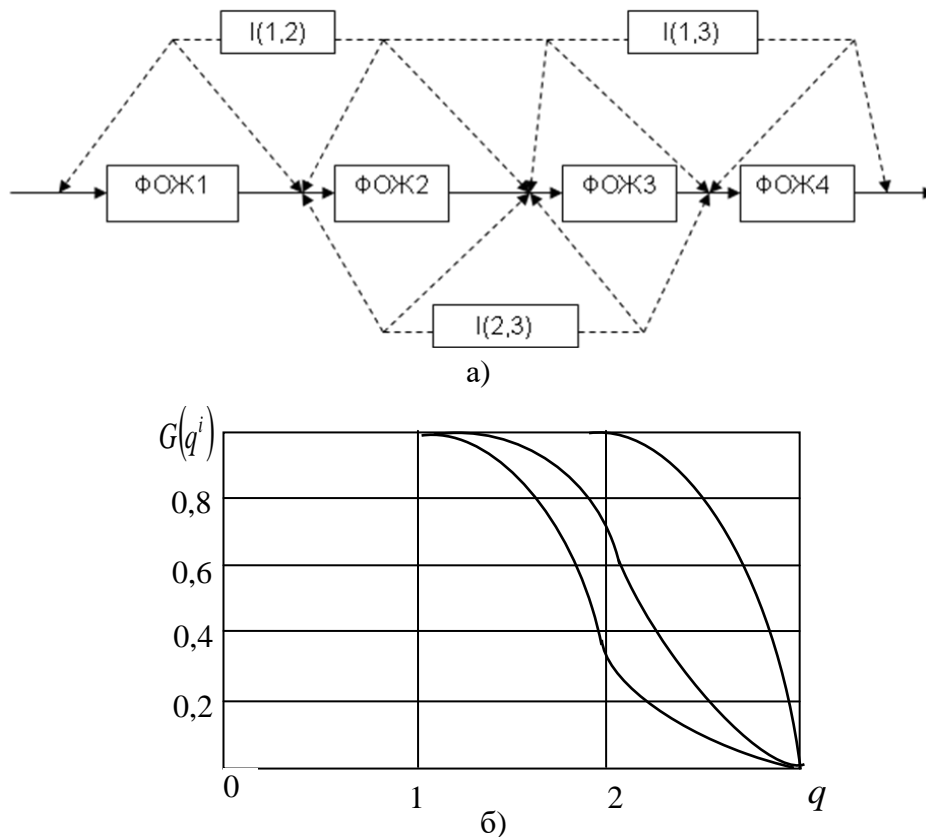


Рисунок 2 – Структурна схема підсистеми, яка складається з чотирьох ФОЖ (а) й імовірнісні функції живучості (б)

**Висновок.** З ускладненням автоматизованих систем коефіцієнт і функція живучості отримують імовірнісне значення. Априорне визначення коефіцієнтів та функції живучості системи пов'язане з повним перебором всіх можливих її станів, що є вкрай трудомістким процесом при великій кількості ФОЖ. Тому для аналізу живучості складної системи можна використовувати спосіб розчленування системи на незалежні підсистеми, виконувати аналіз живучості окремих підсистем, що взагалі не є складною задачею. А по функціям живучості окремих підсистем оцінюється живучість всієї системи у цілому. Розчленування системи на підсистеми дозволяє спростити процедуру оцінки живучості складної системи електроживлення АСК.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Величко Ю. К. Электроснабжение аэропортов : Учебное пособие / Ю. К. Величко. – К. : КИИГА, 1996. – 132 с.
2. Казак В. М. Системні методи відновлення живучості літальних апаратів в особливих ситуаціях у польоті / В. М. Казак. – К. : «НАУ-друк», 2010. – 284 с.



## ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОБРОБКИ ГВИНТОВИХ ПРОФІЛІВ ВІБРАЦІЙНИМ ОБКОЧУВАННЯМ

*Кривий П.Д., Кашуба Н.П.*

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(Україна)

Проаналізовано технології і технологічне спорядження для формування регулярних мікрорельєфів на гвинтових поверхнях, переважно черв'яків, запропоновані: Шнейдером Ю. Г., Беловым В. А., Богоявленским К. Н. Найбільш близьким за конструкторсько-технологічним вирішенням до запропонованого є відомий пристрій для обробки гвинтових профілів (А.с. СССР № 538794 В21НЗ/06).

Виявлено ряд недоліків прототипу, серед яких є необхідність наявності спеціального комплексу шестерень для забезпечення необхідних кінематичних зв'язків, а також недостатня жорсткість охоплюючого кільця, яка приводить до різної його деформації і тим самим до незабезпечення регулярного мікрорельєфу. Крім цього, у випадку збільшення жорсткості охоплюючого кільця буде збільшуватися його маса, що при зворотньо-поступальному русі приводить до виникнення динамічних навантажень і утворення нерегулярного мікрорельєфу.

Запропонований пристрій позбавлений вищезгаданих недоліків і виконаний у вигляді циліндричного пустотілого корпусу, встановленого на стійках основи, внутрішня поверхня якого виконана різбовою і спряжена з оброблюваним гвинтовим профілем. На зовнішній циліндричній поверхні корпусу розміщені з можливістю регулювання як у поздовжньому, так і круговому напрямках, порожнисті корпуси, в яких рухомо в радіальному напрямку встановлені трубчасті повзуни, і в них шарнірно закріплені підпружинені віброобкатники. На вільних кінцях повзунів є ролики, спряжені з кільцевим пазом кільця, з'єднаного за допомогою регулювальних гвинтів з встановленим концентрично відносно циліндричної основи диска, який жорстко зв'язаний, наприклад, приводним роликовим ланцюгом із зірочкою.

Пристрій працює наступним чином. Заготовка, наприклад, черв'як встановлюється в циліндричний корпус і з'єднується, наприклад, за допомогою муфти з висувною шпонкою, встановленою, наприклад, в патроні токарного верстата. В залежності від заданого виду мікрорельєфу віброобкатники розміщують на певних радіусах при допомозі регулюючих і стопорних гвинтів. Для налаштування пристрою на заданий тип мікрорельєфу, наприклад, з канавками, що перетинаються, порожнисті корпуси зміщують один відносно одного в круговому напрямку на кут, який забезпечує неспівпадання синусоїдальних профілів, чим досягають зсуву фаз, а суміжні віброобкатники зміщують в радіальному напрямку відносно лінії симетрії мікрорельєфа на відстань від  $L_{\min} = 2f + \Delta$  до  $L_{\max} = 2A - (2f + \Delta)$ , де  $f$  – ширина канавки, яка утворюється внаслідок проникнення віброобкатника в оброблювану поверхню;  $\Delta$  – величина перекриття,  $0 \leq \Delta \leq 2A$ ;  $A$  – амплітуда. Необхідну величину амплітуди  $A$  задають шляхом ексцентричного встановлення кільця відносно диску, за допомогою регулювальних гвинтів.

Величина  $A = 2e$ , де  $e$  – величина ексцентриситету зміщення кільця відносно диска.

Після налаштування пристрою одночасно включають приводи обертання заготовки і диска. Заготовка, яка має малу частоту обертання, обертаючись отримує і поздовжнє переміщення, а віброобкатники, контактуючи з оброблюваною поверхнею під дією тарованої пружини, разом з повзунами виконують радіальні осцилюючі рухи. Таким чином на оброблюваній поверхні в результаті суми всіх рухів утворюється регулярний синусоїдальний мікрорельєф. Підбираючи відношення частот обертання диска і заготовки, а також, настроюючи обкатники на певний вид мікрорельєфу із заданим ступенем перекриття канавок можна отримати необхідну площу обробки віброобкочуванням. Запропонована конструкція дає можливість забезпечити однакове зусилля віброобкочування, що в свою чергу забезпечить регулярність форми мікрорельєфу. Дана конструкція пристрою може бути використана для віброобкочування гвинтових поверхонь, переважно черв'яків, і може знайти застосування в редукторобудуванні, приладобудуванні та інших галузях машинобудування.

## ВЕЛИЧИНА ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНОЇ ЗОНИ ПРИ ВИХОДІ ІНСТРУМЕНТА В ПРОЦЕСІ НАСКРІЗНОГО СВЕРДЛІННЯ НА ОСНОВІ ОРТОГОНАЛЬНОГО КОМПОЗИЦІЙНОГО ПЛАНУВАННЯ

*Кривий П.Д., Кобельник В.Р.,*

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(Україна)

В результаті аналізу результатів наукових досліджень, здійснених як українськими, так і закордонними вченими, встановлено, що при виході інструмента з тіла заготовки при наскрізному свердлінні різко зростає крутний момент, що може призвести до поломок свердл. Для запобігання цьому рекомендують при виході інструмента із тіла заготовки зменшувати подачу або взагалі призначати її значно меншою від рекомендованої подачі при свердлінні глухих отворів. Аналіз літературних джерел показав, що існує цілий ряд конструкторсько-технологічних засобів для зменшення подачі на виході інструмента із тіла заготовки при наскрізному свердлінні. Але в літературі практично не висвітлено питання визначення величини пружно-пластичної зони, що знаходиться під вершиною свердла при виході його із тіла заготовки, при досягненні якої необхідно зменшувати подачу, щоб не допустити поломок інструмента.

Запропонована методика і сконструйований пристрій для здійснення експериментальних досліджень величини пружно-пластичної зони при виході інструмента в процесі наскрізного свердління. Величина пружно-пластичної зони визначається віддалю від нижнього торця заготовки до дна отвору, утвореною перемичкою свердла, при якій матеріал заготовки починає «випучуватись», тобто в момент появи пружної деформації нижнього торця заготовки. Суть запропонованої методики полягає в наступному. Заготовку у вигляді циліндра встановлюють у пристрій, який споряджений рівноплечим важелем, один кінець якого контактує з нижнім торцем заготовки, а інший – із, наприклад, штоком індикатора годинникового типу. При досягненні перемичкою свердла певного положення під дією осьової сили область торця заготовки, яка розміщена під вершиною інструмента, починає пружно деформуватись, що фіксується переміщенням стрілки індикатора, і подачу різко зупиняють. Віддаль, виміряна, наприклад, мікрометром, в якого одна із губок має конічний щуп, від нижнього торця заготовки до дна отвору і буде визначати величину пружно-пластичної зони.

З метою одержання математичної моделі величини пружно-пластичної зони використали методику повного факторного експерименту другого порядку (дворівневий) для двох факторів. Щоб підвищити точність опису, необхідно використовувати моделі вищого порядку. При цьому було складено ортогональний композиційний план, що дозволило використати результати повного факторного експерименту та провести дослід в додаткових точках, які відповідають ортогональному плану. З використанням вертикально-свердлильного верстату мод. 2Н118 в лабораторії «Теорії різання металів» ТНТУ були проведені експериментальні дослідження. Матеріал заготовки – Сталь 45 за ГОСТ 1050-80 в умовах поставки. Матеріал інструменту Р6М5. Діаметри свердл:  $D_1=9$  мм;  $D_2=13,5$  мм;  $D_3=18$  мм. Значення подач:  $S_1=0,1$  мм/об;  $S_2=0,14$  мм/об;  $S_3=0,2$  мм/об. Діаметри свердл підібрані так, щоб при існуючих частотах обертання шпинделя забезпечити практично постійну швидкість різання (похибка менше 10%).

Використавши критерії Стюдента та Фішера, встановили значущість коефіцієнтів та адекватність отриманої регресії.

В кінцевому результаті отримали математичну модель величини пружно-пластичної зони у вигляді полінома другого порядку, яка подана функцією відгуку виду:

$$\Delta = 0.479 - 0.0358D - 4.187S + 0.0028D^2 + 22.8S^2 + 0.0479DS.$$

Отримані результати мають практичне значення при налагодженні конструкторсько-технологічного оснащення для зменшення подачі при виході інструмента із тіла заготовки і запобігання при цьому поломки свердл.

## РОЗПУШУВАЧ З АКТИВНИМ РОБОЧИМ ОРГАНОМ

*Козінський Ю.С.,*

Київський національний університет будівництва та архітектури  
(Україна)

На сьогоднішній день все більших об'ємів набувають роботи по утворенню локальних комунікаційних ліній. Значну роботу по утворенню прорізів в ґрунті для прокладання магістральних ліній виконують машини для підготовчих робіт такі як розпушувачі.

В зв'язку з тим, що магістральні лінії прокладаються, як правило, на глибину до 1 м, можна зробити висновок, що при розпушуванні ґрунту розпушувачами руйнується пласт масиву з різнодисперсними включеннями, отже розпушувачі працюють в умовах досить широкої зміни зусиль на виконавчому органі.

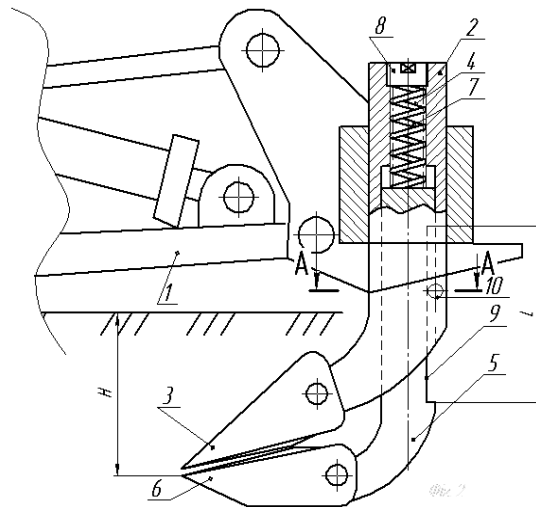


Рисунок 1 – Розпушувач під час роботи у ґрунтах з твердими включеннями

На кафедрі будівельних машин було запропоновано наступне: до навіски розпушувача кріпиться основна розпушувальна стійка з пружним елементом та наконечником у вигляді клину у нижній частині якого є гребінчастий виступ, основна розпушувальна стійка у вертикальній своїй частині має повздовжній наскрізний отвір, в який вставляється допоміжна стійка з допоміжним наконечником у вигляді клину, у верхній частині якого є гребінчастий виступ, у наскрізному отворі основної стійки зверху розташований пружний елемент, що фіксується гайкою, допоміжна стійка у своїй вертикальній задній частині має повздовжній паз, а основна стійка в своїй задній частині має горизонтальний отвір в який вставлений палець, крім того допоміжний наконечник має ріжучу кромку, яка утворюється передньою ріжучою гранню на якій розташовано виступ та задньою гранню, при чому задня грань утворює з горизонтальною площиною, що проходить крізь ріжучу кромку задній кут  $\phi$ .

При русі базової машини навіска 1 опускає основну розпушувальну стійку 2 з основним наконечником 3 та допоміжну стійку 5 з допоміжним наконечником 6, при цьому за рахунок дії пружного елемента 7 допоміжна стійка 5 знаходиться у максимально висунутому положенні відносно основної стійки 2. При заглибленні у ґрунт на лобову грань основного наконечника 3 діє сила  $R$  яка розкладається на нормальну  $N$  та дотичну складову  $P$ . На лобову поверхню допоміжного наконечника 6 також діє сила  $R_1$  яка розкладається на нормальну  $N_1$  та дотичну  $P_1$ , а на задню грань 15 діє сила  $R_2$ , яка також розкладається на нормальну  $N_2$  та дотичну  $P_2$ . Дотичні складові сили  $P$ ,  $P_1$ ,  $P_2$  подолаються за рахунок тягової можливості базової машини. Нормальна сила  $N$  буде затягувати у ґрунт основний наконечник 3. На допоміжний наконечник 6 діє дві складові сили  $N_1$ ,  $N_2$  що направлені протилежно один одному при цьому можливі наступні

випадки:

1.  $N_1 > N_2$ - що можливо при сезонному промерзанні верхнього шару ґрунту, при цьому допоміжна стійка 5 висувається на можливу глибину  $H_1$  і розпушувач має максимальну продуктивність з мінімальною енергоємністю;

2.  $N_1 < N_2$ - робота розпушувача у міцних ґрунтах або з твердими включеннями при цьому сила  $F = N_2 - N_1$  подолає пружність пружного елемента 7, допоміжний наконечник 6 підніметься до контакту з основним наконечником 3, що зменшить дотичні складові сили різання ґрунту, так як допоміжний наконечник 6 практично «сховається» за основним наконечником 3, що дозволить максимально реалізувати силу тяги базової машини при роботі в міцних ґрунтах. У випадку попадання твердих включень між основним 3 та допоміжним 6 наконечниками вони будуть розколюватись гребінчастим виступом 12 та 13 за рахунок нормальної складової сили  $N_2$ , що знизить енергоємність розпушувача. Встановлений палець 11 дозволяє регулювати максимальний хід допоміжної стійки 5 на величину  $L$ .

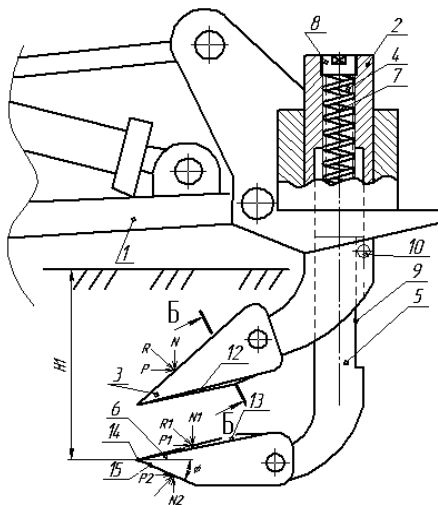


Рисунок 2 – Розпушувач під час роботи у сипучих ґрунтах

На основі проведених розрахунків можна зробити висновок, що застосування додаткової стійки на робочому органі дає змогу відслідковувати максимальну глибину різання, забезпечити зменшення енергоємності процесу, підвищити продуктивність самої машини, при цьому суттєво не змінюючи її конструкцію.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. – М. : Машиностроение, 1967. – 689 с.
2. Бауман В. А. Строительные машины : справочник в 2-х томах. Том 1. Машины для строительства промышленных, гражданских, гидротехнических сооружений и дорог. – М. : Машиностроение, 1976. – 502 с.
3. Баладинський В. Л., Гаркавенко О. М., Кравець С. В., Русан І. В., Фомін А. В. Машины для земляних робіт : підручник. – РДГУ, 1999. – 288 с.
4. Башта Т. М. Машиностроительная гидравлика : Справочное пособие. – М. : Машиностроение, 1971. – 672 с.
5. Ветров Ю. О., Власов В. В. Машины для земляных робіт. Приклади розрахунку : навч. посібник. – К. : ІСДО, 1995. – 304 с.
6. Ветров Ю. А., Баладинский В. Л. Машины для специальных земляных работ : учебн. пособие для ВУЗов – К. : Вища школа, 1980. – 192 с.
7. Захарчук Б. З., Телушкин В. Д., Шлойдо Г. А., Яркін А. А. Бульдозеры и рыхлители. – М. : Машиностроение, 1987. – 240 с.

## ГІДРАВЛІЧНИЙ ОДНОКІВШЕВИЙ ЕКСКАВАТОР ДЛЯ РОБОТИ НА ОПОРНІЙ ПОВЕРХНІ ЗІ СКЛАДНИМ РЕЛЬЄФОМ

*Лисак С.І., Суслов С.І.,*

Миколаївський будівельний коледж  
Київського національного університету будівництва і архітектури  
(Україна)

**Вступ.** Одноківшеві екскаватори займають провідне місце серед будівельних машин для виконання земляних робіт. Ними виконують значний комплекс робіт при розробці котлованів і траншей, будівництві автомобільних та залізничних доріг, аварійно-рятувальних операціях тощо [1]. Ефективність використання цих машин значною мірою залежить від типу приводу робочого обладнання (системи керування механічної чи гідравлічної), його функціональних можливостей, типу ходового устаткування, якості виготовлення конструктивних елементів і організаційно-технологічного рівня експлуатації техніки. В якості ходового устаткування одноківшевих екскаваторів використовується: гусеничне, пневмоколісне, гусенично-колісне та крокуюче обладнання [2]. Найбільш поширеними є два перші типи ходового обладнання.

**Постановка проблеми.** При виконанні різних видів земляних робіт іноді існує необхідність функціонування на складній та не рівній опорній поверхні. Крім того, землерийне обладнання доцільно застосовувати на всіх стадіях рятувальних та відновлювальних робіт при ліквідації наслідків землетрусів, обвалів, при яких відбувається руйнування промислових та цивільних споруд, транспортних та інженерних комунікацій [3]. До того ж, ходове та робоче обладнання повинне забезпечити роботу у стиснених умовах завалів зруйнованих споруд, зменшувати небезпеку знаходження рятувальників в цих умовах. При цьому важливими критеріями є забезпечення стійкості машини в процесі роботи та можливість швидкого та безпечно пересування по складному ландшафту. Задовольнити в повній мірі вказані вимоги не може пневмоколісне та гусеничне ходове обладнання.

**Мета роботи** полягає у розробці конструкції ходового обладнання одноківшевого екскаватора для можливості роботи у складних виробничих умовах на опорній поверхні зі значною зміною її профілю. **Задачею** є надання конструктивним елементам обладнання необхідної кінематики руху для їх швидкої адаптації під профіль опорної поверхні і забезпечення стійкого положення машини в робочому та транспортному режимах роботи.

**Виклад основного матеріалу.** Сучасний ринок будівельної техніки, зокрема одноківшевих екскаваторів, представлений багатьма фірмами-виробниками: Caterpillar, Liebherr, Kobelco, Samsung, Komatsu та ін. Фахівці цих фірм постійно працюють над удосконаленням конструкції ходових устаткувань та робочого обладнання, і, окрім цього, значний обсяг робіт виконується по впровадженню інформаційних технологій та засобів, які забезпечують автоматизацію керування машиною і автоматизацію виконання технологічних операцій. Також закордонні фірми-виробники велику увагу приділяють поліпшенню дизайну, особливо кабін і капотів [4].

Одноківшеві гідравлічні екскаватори зі спеціальним ходовим обладнанням зокрема пропонуються італійською компанією Euromach SpA (модель екскаватора R105) та німецькою компанією Kaiser (моделі екскаватора S1 та S2) [5, 6]. Вказані фірми рекламують ці машини як землерийних акробатів для механізації земляних і навантажувально-розвантажувальних робіт у важкодоступних місцях, а також для лісорозробок.

Розроблений авторами роботи одноківшевий екскаватор для роботи на опорній поверхні зі складним рельєфом показаний на рис. 1.

Одноківшевий екскаватор складається із поворотної платформи 9 на якій в передній частині розміщено робоче обладнання, кабіна оператора 7 та силова установка 8.

Робоче обладнання екскаватора, яке шарнірно приєднане до поворотної платформи, складається із стріли 4, до якої рухомо приєднано рукоять 3. На кінці рукояті монтується ківш 1. Рукоять 3 складається із основної та розміщеної в ній вставної секції, яка керується гідроциліндром (на рис. не показаний). За допомогою механізму телескопування рукояті є можливість змінювати радіус копання. Стріла, рукоять та ківш керуються відповідними гідроциліндрами 6, 5, 2. Вказане устаткування встановлюється на спеціальному ходовому обладнанні оригінальної конструкції. Ходове обладнання екскаватора виконане у вигляді основної рами 11, до якої шарнірно приєднані опорні лапи 14 із змонтованими на них пневматичними колесами (приводними 10 та не приводними 12). Опорні лапи 14 мають можливість повороту у вертикальній та горизонтальній площині за допомогою гідроциліндрів 15 та 16 відповідно. Індивідуальний гідропривід опорних лап та кінематика їх руху дозволяє здійснювати адаптацію ходового обладнання до відповідних умов опорної поверхні, займаючи при цьому стійке положення.

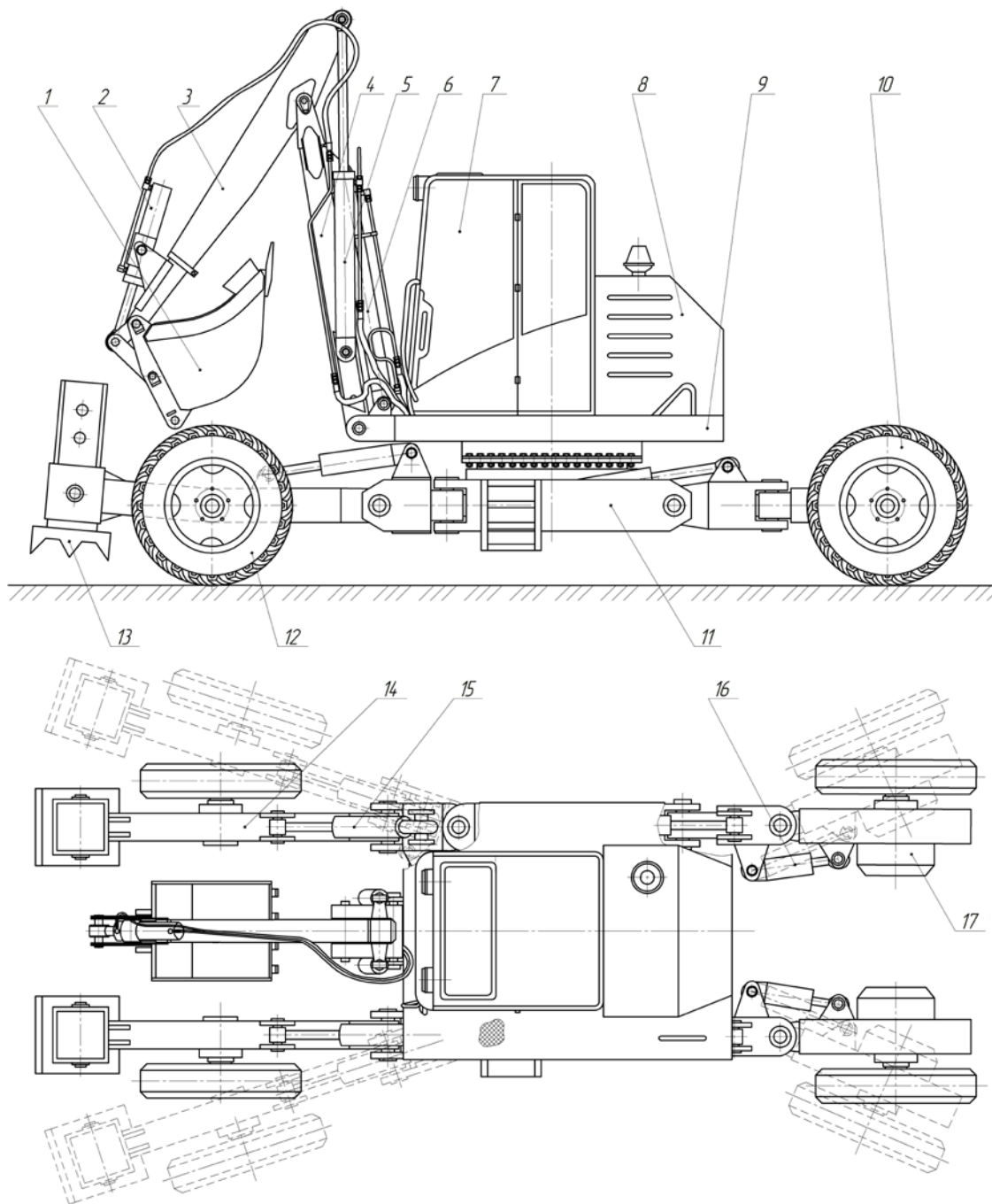


Рисунок 1 – Проектований спайдер-екскаватор, загальний вид

Для покращення зчеплення ходового обладнання екскаватора із опорною поверхнею використовуються спеціальні аутригери 13, що фіксуються у необхідному положенні. При роботі в екстремально важких умовах для забезпечення стійкості машини є можливість зняти колеса. Також є можливість оперативно змінювати ківш на різноманітні робочі органи за допомогою спеціального механізму, розширюючи при цьому технологічні можливості машини.

Переміщення екскаватора у важкопрохідних місцях та на значних схилах здійснюється за допомогою телескопічної рукояті 3, для чого ківш опирають на ґрунт і відштовхуються на нове місце шляхом висунання вставної рукояті. Транспортне переміщення здійснюється від гідромоторів 17 із гідростатичним багатодисковим гальмом. Швидкість переміщення екскаватора складає до 10 км/год, зміна швидкості – безступінчаста.

У випадку необхідності перебазування екскаватора на значні відстані, його оригінальна конструкція, невеликі габарити і мобільність дозволяють самостійно завантажуватись в кузов вантажного автомобіля та розвантажуватись без додаткових підймальних механізмів.

**Висновки.** Аналіз ходового обладнання, що використовується для транспортних та робочих переміщень машин для земляних робіт, зокрема, одноківшевих екскаваторів, показав, що для роботи на опорній поверхні зі складним рельєфом, пневмоколісне та гусеничне устаткування не відповідає необхідним критеріям. Тому, опираючись на досвід створення землерийної техніки закордонними фахівцями, було розроблено ходове устаткування, що здатне адаптуватись під складні умови опорної поверхні, забезпечуючи цим стійке положення та маневреність. В реальних умовах, екскаватор повинен обов'язково проходити випробування на стійкість та інші вимоги безпеки згідно нормативного документу ISO 3164-99 та ISO898-1-78.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Домбровський Н. Г., Картвелтшвили Ю. Л., Гальперин М. Н. Строительные машины : уч. для вузов. Ч. 1-я. – М. : Машиностроение, 1976. – 391 с.
2. Добронравов С. С., Дронов В. Г. Строительные машины и основы автоматизации : учебник для строительных вузов. – М. : Высшая школа, 2001. – 575 с.
3. Хмара Л. А., Шатов С. В. Технология ведения спасательных работ землеройно-манипуляторным оборудованием многоцелевого назначения // Гірн., будів., дор. та меліор. машини : Всеукр. між. зб.наук. праць. – К. : КНУБА, 2008. – Вип. 71. – С. 24-29.
4. Волянчук В. О. Напрями розвитку закордонної будівельної техніки для земляних робіт // Гірн., будів., дор. та меліор. машини : Всеукр. між. зб.наук. праць. – К. : КНУБА, 2006. – Вип. 67. – С. 54-58.
5. [http://exkavator.ru/main/news/inf\\_news/~id=8155](http://exkavator.ru/main/news/inf_news/~id=8155).
6. [http://www.stroyteh.ru/publication/Ehkskavatory\\_pauki](http://www.stroyteh.ru/publication/Ehkskavatory_pauki).

## РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ РУХУ КРАНА-МАНІПУЛЯТОРА З ГІДРОПРИВОДОМ

*Ловейкін В.С.,*

Національний університет біоресурсів та природокористування  
(Україна, м. Київ),

*Горбатюк Є.В., Міщук Д.О.,*

Київський національний університет будівництва і архітектури  
(Україна)

**Вступ.** Гідрофіковані крани-маніпулятори на транспортних засобах широко застосовуються в народному господарстві при виконанні вантажних та монтажних робіт. Використання кранів-маніпуляторів підвищує продуктивність підйомно-транспортних операцій та скорочує кількість автотранспортних засобів. Значний вплив на ефективність виробничого процесу будівництва відіграє надійність кранів-маніпуляторів з гідроприводом, які використовують на транспортних засобах.

При переміщенні вантажів краном-маніпулятором, виникають динамічні навантаження, які призводять до утворення коливань вантажу, що передаються на гідропривід та металоконструкцію крана. Все це знижує продуктивність та ресурс такої машини.

**Актуальність дослідження.** Серед напрямків, що сприяють підвищенню надійності крана-маніпулятора слід відмітити зниження динамічних навантажень [1]. Однією з причин виникнення динамічних навантажень в кранах-маніпуляторах є несталий характер режимів роботи, обумовлений їх частим вмиканням. Несталий характер роботи крана-маніпулятора характеризується високими амплітудами коливань тиску в гідроприводі та прискореннями привідних механізмів. Це викликає нерівномірний рух вантажу, виникають додаткові навантаження на силові елементи та систему приводу, створюються незручності при експлуатації.

Існують способи зменшення динамічних навантажень в робочому обладнанні кранів-маніпуляторів та усунення коливань вантажу при їх переміщенні [2]. Одним з розповсюджених серед них є застосування слідкуючих систем [3], проте вони є складними динамічними ланками, а тому їх використання пов'язано зі значними витратами на виготовлення. Як пристрої, що дозволяють знижувати динамічні навантаження в ланках та приводі крана-маніпулятора, також застосовують автоматично регульовані гальмівні пристрої [4], які встановлюють в гідромагістралі системи гідроприводу. Проте без чітко визначеного режиму керування такими пристроями можливі розриви потоку робочої рідини в магістралях гідроприводу [5].

В наш час актуальними є задачі зниження динаміки роботи крана-маніпулятора, пов'язані з оптимальним керуванням [6]. На основі оптимізаційних задач визначаються режими руху стрілової системи крана-маніпулятора з мінімальними динамічними навантаженнями та коливаннями вантажу, на підставі яких виконують програмне керування. В роботах [7, 8] розглянуто та визначено оптимальні режими руху стрілової системи, а в дослідженні [8] приведено теоретичне визначення привідних сил за оптимальних режимів руху.

Постає задача експериментального дослідження роботи крана-маніпулятора та визначення ефективності оптимальних режимів руху його стрілової системи.

**Постановка задачі.** На розробленій експериментальній установці крана-маніпулятора з гідроприводом визначити динамічні навантаження в елементах шарнірно-зчленованої стрілової системи при неоптимальному та оптимальному керування та дослідити ефективність застосування оптимальних режимів руху.



**Результати досліджень.** Для проведення експериментальних досліджень розроблено фізичну модель крана-маніпулятора та визначені коефіцієнти її пропорційності до натурної установки [9]. На основі фізичної моделі виготовлена експериментальна установка, що складається з бази, на якій встановлена шарнірно-зчленована стріла з привідними гідроциліндрами, гідростанція та механізми системи керування (рис. 1).

При проведенні експериментальних досліджень зі встановлення закономірностей руху крана-маніпулятора на оптимальних та неоптимальних режимах руху, на робочих механізмах стрілової системи відтворено керуючу дію.



Рисунок 1 – Експериментальна установка крана-маніпулятора з гідроприводом

Для створення оптимальних режимів пуску і гальмування експериментальної установки крана-маніпулятора у процесі зміни вильоту вантажу, конструктивно змінено систему гідроприводу. В гідророзподільнику бортової гідросистеми було змінено конструкцію одного із золотників, а саме, на торцях робочих поверхонь циліндричного золотника нарізано дросельні проточки, згідно розрахунку оптимального режиму руху [8] (рис. 2).

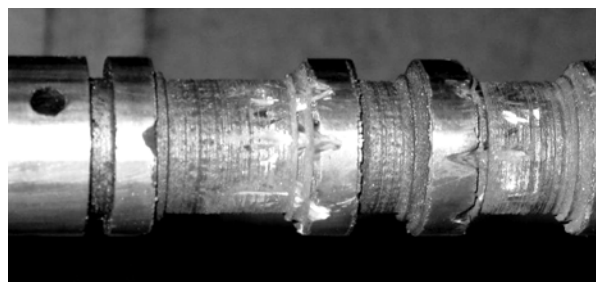


Рисунок 2 – Дросельні щілини на робочих поверхнях золотника

Характеристики руху стрілової системи визначалися з використанням електронного обладнання [9]. Виконувалось вимірювання прискорення штока привідного гідроциліндра підйому стріли та тиску в його напірній порожнині. Вимірювання при експериментальних дослідженнях проводилися за роботи експериментальної установки крана-маніпулятора без навантаження та з навантаженням робочого обладнання на неоптимальних і оптимальних режимах руху.

Експериментальні дослідження зміни вильоту стрілової системи крана-маніпулятора були проведені в два етапи. На першому етапі досліджувались параметри руху за зміни вильоту стрілової системи при русі підйомного гідроциліндра зі швидкістю, яка пропорційна швидкості натурного крана-маніпулятора. На другому етапі

досліджувався рух підйомного гідроциліндра на підвищених швидкостях. Розгін стріли фізичної моделі крана-маніпулятора здійснювався з кута підйому 20 градусів, що відповідає положенню підйомного гідроциліндра 534 мм. На кожному з етапів експериментального дослідження проводились досліди по 5 серій кожний.

На першому етапі досліджень підйом стріли здійснювався з кута 20° до 41° протягом 2,2 с (час пуску), тобто із середньою швидкістю повороту 9,54 град/с. Другий етап експериментальних досліджень полягає в перевірці ефективності роботи золотника з дросельними щілинами на підвищених швидкостях руху стрілової системи. На цьому етапі дослідження періоди пуску та гальмування приймались однаковими з тривалістю 1с. Щоб збільшити вибіг, рух виконувався з крайніх положень, а середня швидкість повороту при цьому дорівнювала 26,2 град/с.

Зібраний масив експериментальних даних оброблено за допомогою комп'ютерних програм MathCAD та Excel [10]. Для регресійного аналізу використано систему MathCAD, зокрема використано функції regress та loess, якими виконано поліноміальну регресію за даними прискорення, котра в подальшому інтегрується за часом для отримання функцій швидкості та переміщення і порівняння їх з теоретичними кривими.

На рис. 3 та 4 зображено графічні залежності отриманих даних вимірювання для першого етапу експериментальних досліджень.

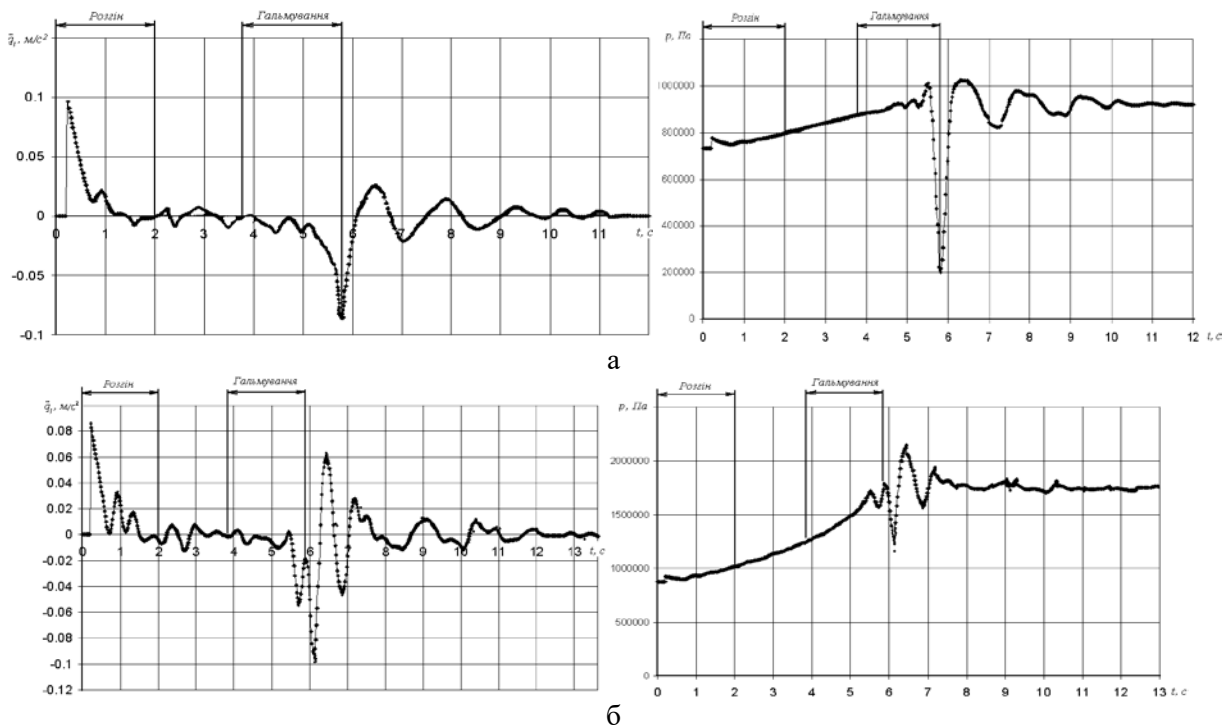
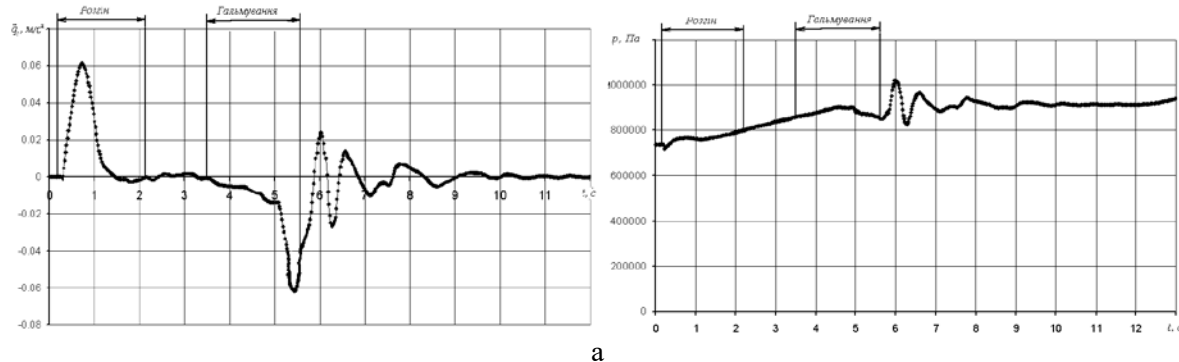
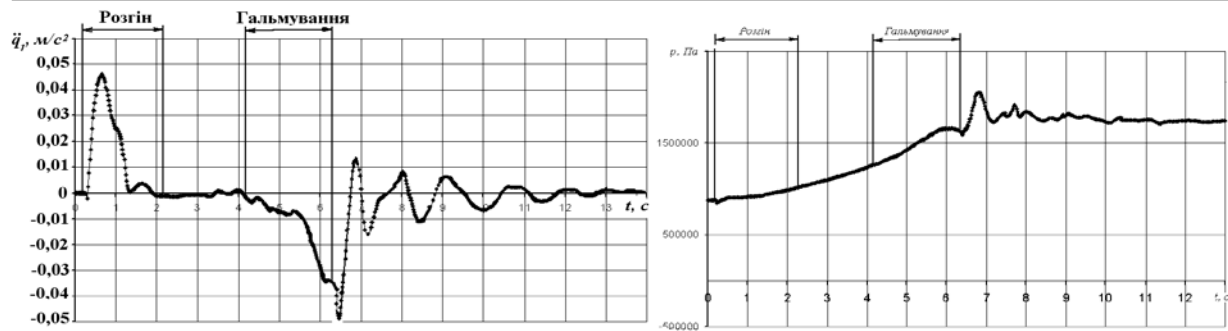


Рисунок 3 – Результати експериментальних досліджень експериментальної установки крана-маніпулятора за неоптимального режиму руху гідроциліндра підйому стріли:  
а – без вантажу; б – з вантажем 9,2 кг

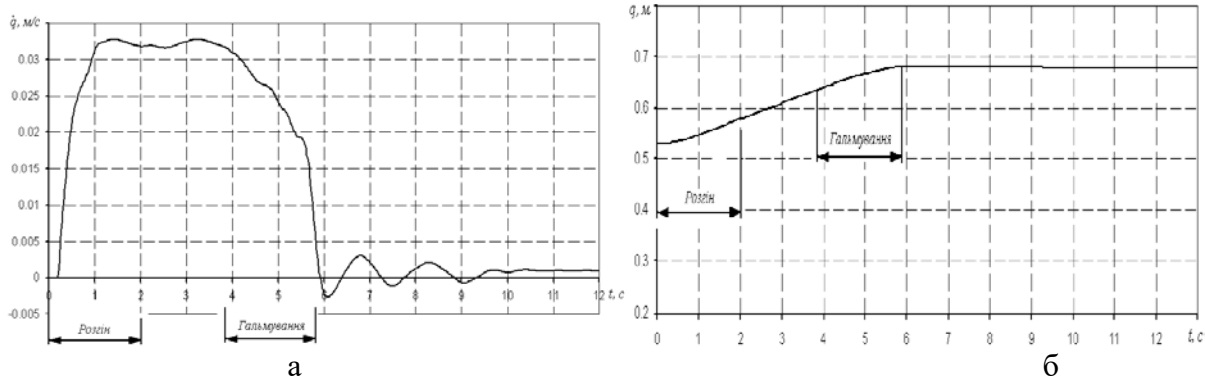




б

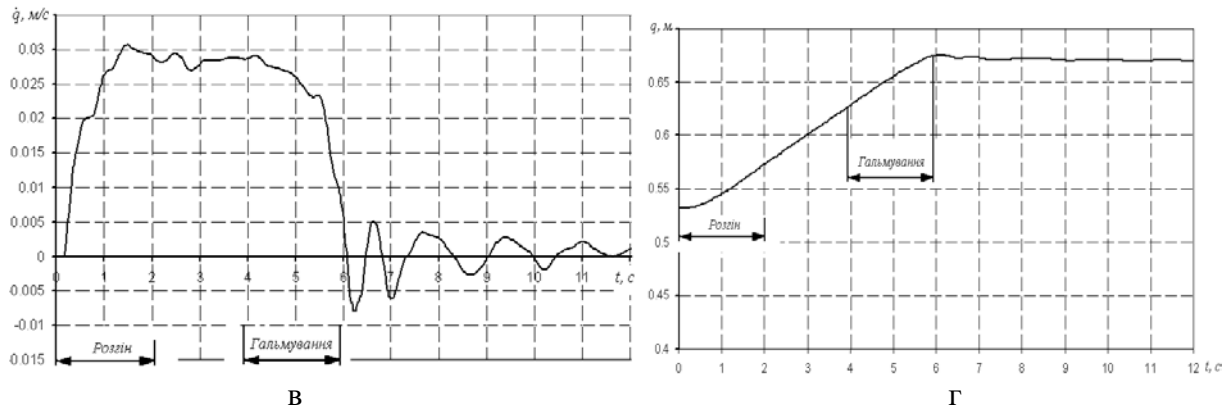
Рисунок 4 – Результати експериментальних досліджень експериментальної установки крана-маніпулятора за оптимального режиму руху гідроциліндра підйому стріли:  
а – без вантажу; б – з вантажем 9,2 кг

За отриманими експериментальними даними прискорення, визначені характеристики зміни швидкості та переміщення привідної ланки стрілової системи (рис. 5 та 6).



а

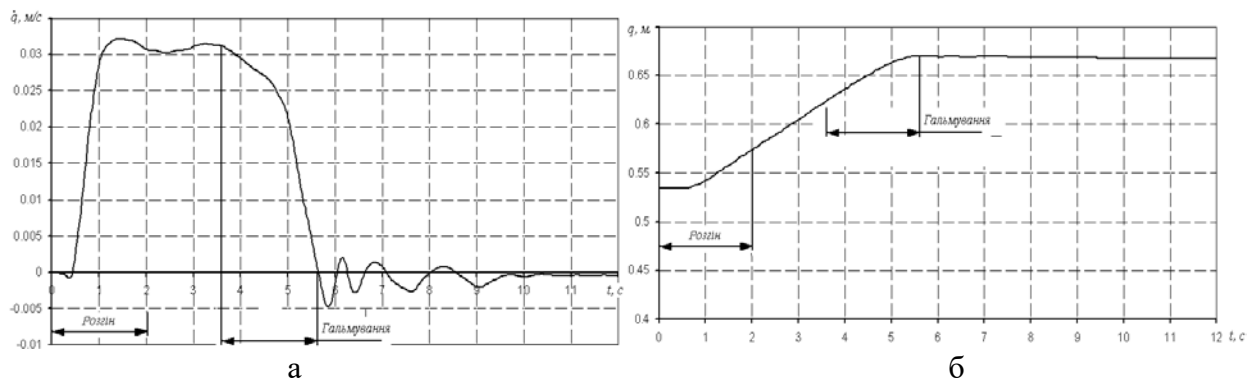
б



в

г

Рисунок 5 – Графіки швидкості штока привідного гідроциліндра (а, в) та його переміщення (б, г) при неоптимальному керуванні для експериментів без вантажу (а, б) та з вантажем (в, г)



а

б

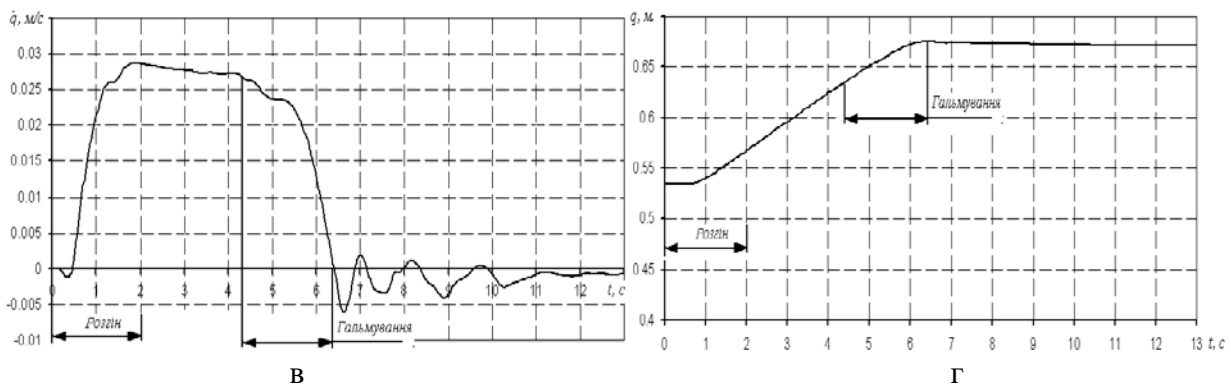


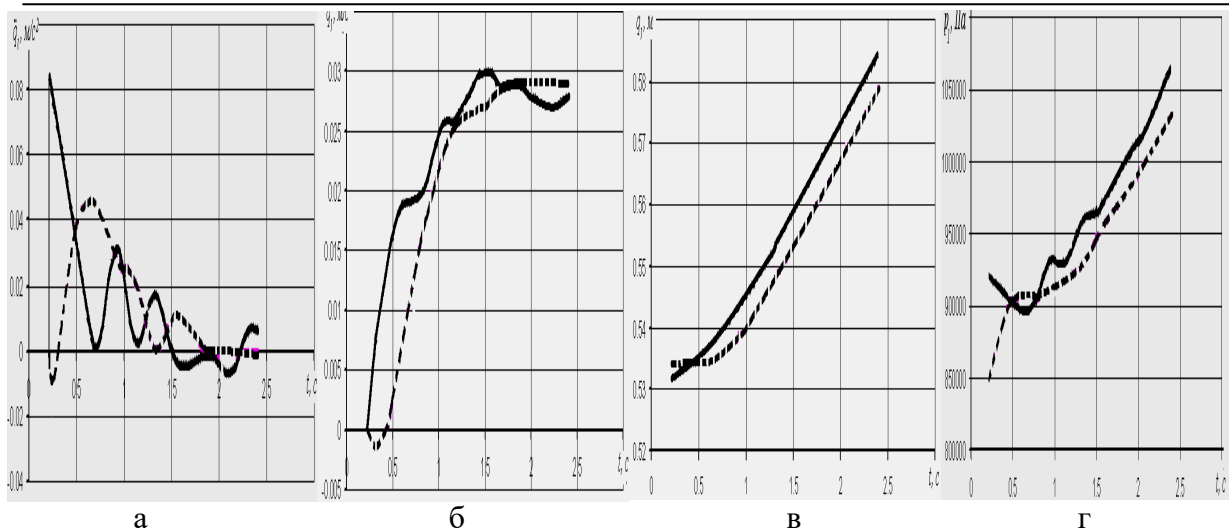
Рисунок 6 – Графіки швидкості штока привідного гідроциліндра (а, в) та його переміщення (б, г) при оптимальному керуванні для експериментів без вантажу (а, б) та з вантажем (в, г)

Проаналізуємо отримані графіки. Аналізуючи графіки швидкості штока привідного гідроциліндра при неоптимальному режимі руху (рис. 5) відмітимо, що протягом періоду пуску виникає стрімке збільшення швидкості, яке змінюється нерівномірно та призводить до її відхилення від номінального значення в період усталеного руху. Це викликано, насамперед, коливаннями металокопструкції стріли та вантажу, що створює додатковий опір пересуванню поршня привідного гідроциліндра. Аналіз графіків прискорення та тиску в напірній порожнині привідного гідроциліндра за неоптимального режиму руху (рис. 3) показує, що механізм приводу стріли протягом своєї роботи працює у важкому режимі, оскільки привідна ланка має великі пускові та гальмівні прискорення (відповідно  $0,08 \dots 0,11 \text{ м/с}^2$  – при пуску та  $0,11 \dots 0,15 \text{ м/с}^2$  – при гальмуванні). Відмітимо також те, що гальмівні прискорення перевищують значення пускових на 50...80%, при цьому відбувається 30% перевантаження тиску

З отриманих даних характеристик руху штока підйомного привідного гідроциліндра стріли крана-маніпулятора при його русі за оптимальним режимом, відмітимо, що спостерігається більш плавна його робота. В момент пуску за оптимального режиму руху відбувається поступова плавна зміна прискорення штока привідного гідроциліндра.

Дослідження роботи експериментальної установки крана-маніпулятора за оптимальним режимом руху гідроциліндра підйому стріли, показали, що в періоди його пуску та гальмування також виникають динамічні навантаження, проте вони значно менші, так як прискорення привідної ланки змінюється плавно від нульового значення до свого максимуму і від максимуму до мінімуму. З графіків прискорення (рис. 4) видно, що за роботи експериментальної установки крана-маніпулятора на оптимальних режимах руху, мінімізуються та зникають коливання її металокопструкції під час руху та по його завершенню. Модулі максимальних прискорень штока підйомного гідроциліндра за оптимального режиму його руху в період пуску складають  $0,045 \dots 0,08 \text{ м/с}^2$ , а в період гальмування –  $0,05 \dots 0,053 \text{ м/с}^2$ . Отже, окрім того, що прискорення привідної координати стрілової системи крана-маніпулятора за оптимальним режимом руху змінюється плавно, воно ще має менші максимальні значення за модулем. Порівнянням тривалостей перехідних процесів стріли крана-маніпулятора при оптимальному режимі руху та неоптимальному, встановлена можливість скоротити робочий час стрілової системи на 40...49% за один цикл переміщення. Крім цього, дослідженні оптимальні режими руху дали можливість на 20...25% знизити динамічні навантажень в системі гідроприводу.

Проведено порівняння динамічних характеристик руху стрілової системи крана-маніпулятора при неоптимальному та оптимальному режимах руху, які представлено у виді графічних залежностей на рис.7.



— — неоптимальний режим руху;      - - - - - оптимальний режим руху  
 Рисунок 7 – Графіки експериментальних даних зміни прискорення (а), швидкості (б), переміщення (в) привідної ланки та тиску робочої рідини в напірній порожнині привідного гідроциліндра стріли (г)

За приведеними графіками встановлено, що коефіцієнт динамічності неоптимального режиму пуску під час зміни вильоту стріли знаходиться в межах 7,73...8,07, а оптимального – 4,95...5,58 (крайні значення відповідають руху з вантажем і без вантажу відповідно).

За оптимального режиму руху стрілової системи по завершенню одного циклу переміщення зменшується на 23...46% час затухання залишкових коливань, за рахунок чого на одному циклі переміщення економиться близько 2...3 с часу, що компенсує збільшення циклу переміщення на 0,7 с при оптимальному режимі руху. Усе це в цілому підвищує продуктивність крана-маніпулятора.

Для порівняння ефективності роботи золотників із дросельними проточками, досліджено роботу шарнірно-зчленованої стрілової системи крана-маніпулятора на підвищених швидкостях руху. На рис. 8 зображені графіки зміни прискорення штока привідного гідроциліндра підйому стріли та тиску в його напірній магістралі при зміні вильоту вантажу масою 9,2 кг за роботи лише даного гідроциліндра на підвищеній швидкості руху.

Приведені графіки показують, що за оптимального керування на підвищених швидкостях руху, при пуску системи відбувається плавна зміна прискорення від нульового значення до максимального ( $0,28 \text{ м/с}^2$ ), на відміну від неоптимального режиму – де така зміна відсутня і прискорення набуває миттєво максимальне пускове значення ( $0,398 \text{ м/с}^2$ ). Відмітимо також те, що за оптимального режиму пуску максимальне пускове прискорення на 29% менше від прискорення при неоптимальному режимі пуску. При гальмуванні стрілової системи мають місце коливання металоконструкції та вантажу, які гасяться гідросистемою крана-маніпулятора протягом тривалого періоду. Такі коливання присутні як при неоптимальному, так і при оптимальному режимах руху, проте за оптимального режиму гальмування величина амплітуди зміни прискорення в середньому на 30...33% нижча (амплітуди залишкових коливань прискорення становлять  $0,19...0,2 \text{ м/с}^2$  при оптимальному режимі руху та  $0,28...0,3 \text{ м/с}^2$  при неоптимальному). З отриманого аналізу можна зробити висновок, що на підвищених швидкостях роботи стрілової системи крана-маніпулятора є позитивний ефект від впровадження золотникового розподільника, що дозволяє виконувати керування привідними гідроциліндрами за оптимальними режимами руху.

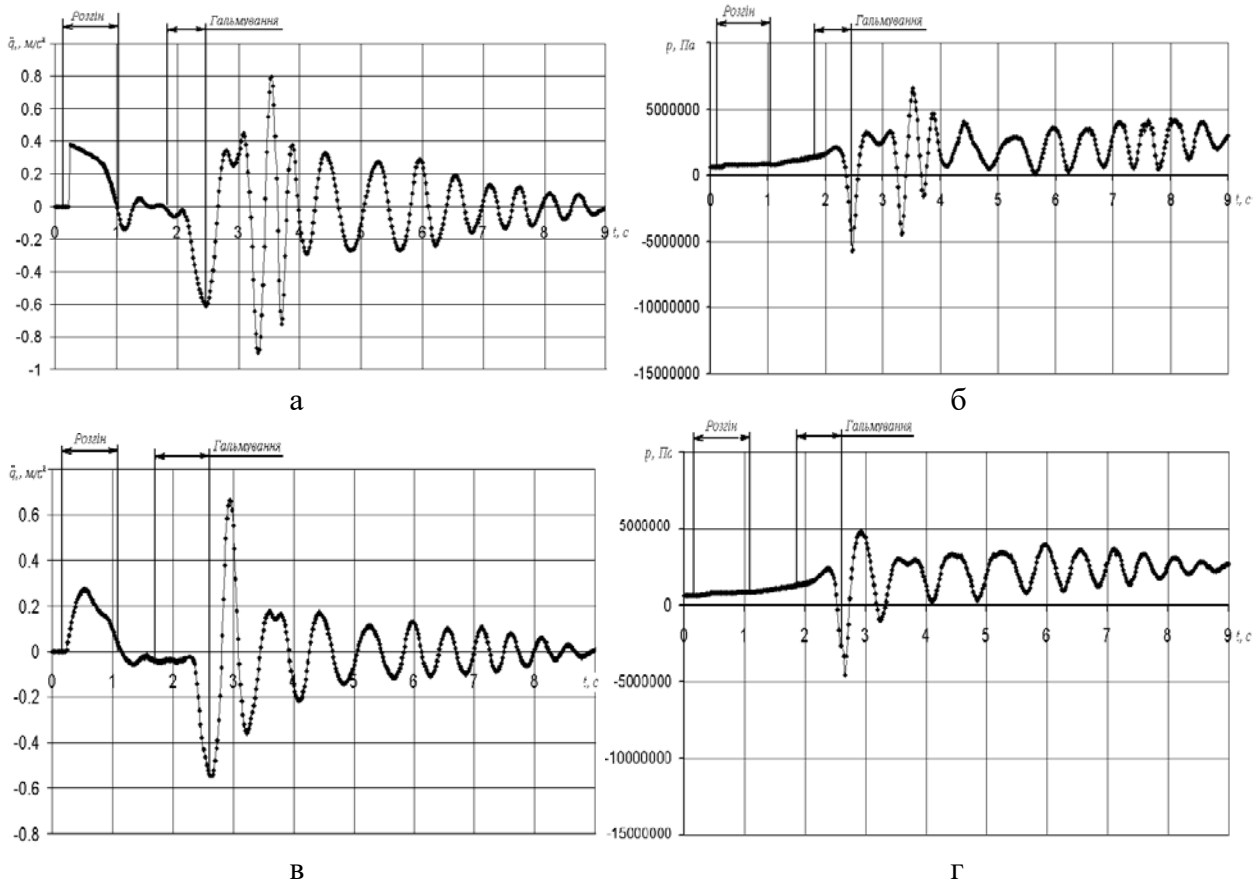


Рисунок 8 – Графіки зміни прискорення (а, в) штока привідного гідроциліндра та тиску (б, г) в його напірній магістралі за неоптимального (а, б) та оптимального (в, г) керування (рух відбувається з крайнього положення підйомного гідроциліндра з наступною конфігурацією приводних координат  $q_{1n} = 0,445$  м,  $q_2 = 0,461$  м,  $q_3 = 0$  м)

**Висновки.** Представлені результати експериментальних досліджень оптимізації режимів руху крана-маніпулятора, показали виникнення під час його роботи значних прискорень та сил на привідній ланці. За неоптимальних режимів роботи стрілової системи експериментальної установки крана-маніпулятора такі динамічні характеристики руху набувають значних величин та створюють коливання в робочому обладнанні. Виконуючи керування потоком робочої рідини за допомогою золотникового розподільника, створюються оптимальні режими руху стрілової системи крана-маніпулятора. За оптимальних режимів руху крана-маніпулятора зменшуються динамічні навантаження та коливання в його стріловій системі й гідроприводі.

Проведені дослідження показали, що використовуючи дросельні проточки на робочих поверхнях золотника розподільника керування крана-маніпулятора за його роботи, можна зменшити величини динамічних прискорень на 20...51% та скоротити час залишкових коливань металоконструкції стріли та вантажу на 50%.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Волков Д. П., Николаев С. Н. Надежность строительных машин и оборудования. – М. : Высшая школа, 1979. – 400 с.
2. Алексеева Т. В. Гидропривод и гидроавтоматика землеройно-транспортных машин. – М. : Машиностроение, 1966. – 148 с.
3. Попов Д. А. Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем. – М. : Машиностроение, 1977. – 423 с.
4. Блюмин С. В. Гидропривод в механизмах подъема-опускания строительных и дорожных машин // Строительные и дорожные машины. – 1974. – №1. – С. 15-16.

5. Смирнов О. А., Савельев В. П. Определение времени полного перемещения золотников распределителей с сервоуправлением // Строительные и дорожные машины. – 1984. – № 7. – С. 20-21.
6. Григоров О. В., Ловейкін В. С. Оптимальне керування рухом механізмів вантажопідйомних машин. – Київ, 1997. – 262 с.
7. Ловейкін В. С., Міщук Д. О. Визначення оптимальних режимів руху маніпулятора за процес пуску (гальмування) під час роботи за однієї з узагальнених координат // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. – 2009. – №73. – С. 35-42.
8. Ловейкін В. С., Міщук Д. О. Оптимізація режиму пуску висувної рукояті крана-маніпулятора під час горизонтального переміщення вантажу з урахуванням його коливань // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. – 2010. – №73. – С. 3-8.
9. Ловейкін В.С., Горбатюк Є.В., Міщук Д.О. Синтез фізичної моделі крана-маніпулятора з гідроприводом на транспортному засобі : матеріали Третьої Міжнародної науково-практичної конференції [Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2011)], (23-25 травня 2011 року, м. Херсон) в 2-х томах. – Херсон : Издательство ХДМИ, 2011. – Т.1. – С. 147-154.
10. Макаров Е. Г. Инженерные расчеты в MathCad / Е. Г. Макаров. – СПб. : Питер, 2005. – 445 с.

## САМОНАЛАГОДЖУВАЛЬНЕ КОМПЛЕКСНЕ ОСНАЩЕННЯ АДАПТИВНОГО ТИПУ ДЛЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНОЇ І ВИСОКОТОЧНОЇ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ

*Луців І.В., Волошин В.Н., Буховець В.М.,*

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(Україна)

Значна питома вага в трудомісткості виготовлення деталей машин припадає на токарну обробку. Процес лезової токарної обробки деталей супроводжується їх пружними деформаціями та вібраціями, які чинять шкідливий вплив на шорсткість поверхні, розмірну точність, стійкість інструменту і довговічність верстату. Поява коливань зумовлена наявністю і взаємним впливом технологічних умов різання, зовнішніх збурюючих сил і деформаційно-пружних характеристик технологічної оброблювальної системи. Ефективним засобом зменшення переважностей технологічної оброблювальної системи, підвищення точності і продуктивності різання та забезпечення його вібростійкості може служити багатолезова самоналагоджувальна обробка [1].

Під час кінцевих токарних операцій крутильні коливання, які виникають в приводі, призводять до коливань сили різання, що в свою чергу викликає погіршення точності та якості обробленої поверхні. Через різну кількість затискних елементів затискного пристрою і їх положення по відношенню до радіальної сили різання, виникає змінна складова радіальних відтискань, викликаних крутильною податливістю затискних елементів [2]. Тому адаптація багатолезового інструментального оснащення до зміни радіальної та крутильної жорсткості підсистеми затискний пристрій-заготовка [3] є актуальною науковою задачею і одним із перспективних способів покращення точності та якості оброблюваних деталей.

Для вирішення цієї задачі в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя запропоновано концепцію самоналагоджувальної технологічної оброблювальної системи, до складу якої входить як багатолезове інструментальне оснащення адаптивного типу, так і затискні пристрої з механізмами адаптації, що дозволяють керувати переміщеннями та швидкістю інструментальних лез при зміні їх положення по відношенню до місць затиску заготовки, а також зміною жорсткості затискного пристрою в його різних кутових положеннях.

Таке комплексне поєднання дозволяє одночасно уникнути похибок обробки, викликаних затиском заготовки і власне процесом різання. При цьому досягається підвищення продуктивності токарної обробки з одночасним покращенням показників точності та якості отриманої поверхні під час різання при одночасному гарантованому подрібненні зливної стружки, що утворюється при обробці пластичних матеріалів.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Кузнецов Ю. М. Технологічне оснащення для високоефективної обробки деталей на токарних верстатах : монографія / Ю. М. Кузнецов, І. В. Луців, О. В. Шевченко, В. Н. Волошин. – К. ; Тернопіль : Тернограф, 2011. – 692 с.
2. Кузнецов Ю. Н. Зажимные механизмы для высокопроизводительной и высокоточной обработки резанием : монография. В 2-х ч. Ч.1: Основные сведения и принципы создания зажимных механизмов / Ю. Н. Кузнецов, В. Н. Волошин, П. М. Недельчева, Ф. В. Эль-Дахаби. – К. : ООО «ЗМОК»; ООО «ГНОЗИС», 2009. – 270 с.
3. Кузнецов Ю. Н. Зажимные механизмы для высокопроизводительной и высокоточной обработки резанием : монография. В 2-х ч. Ч.2: Конструкции, расчеты и исследования зажимных механизмов / Ю. Н. Кузнецов, В. Н. Волошин, П. М. Недельчева, Ф. В. Эль-Дахаби. – К. : ООО «ЗМОК»; ООО «ГНОЗИС», 2010. – 466 с.



## ВЛИЯНИЕ СПОСОБА УПРАВЛЕНИЯ ИГЛОЙ ДИЗЕЛЬНОЙ ФОРСУНКИ НА ВПРЫСКИВАНИЕ МАЛЫХ ЦИКЛОВЫХ ПОДАЧ

*Мельников П.В., Черемисин В.И.,*

Одесский национальный морской университет  
(Украина)

**Введение.** В судовых дизелях наряду с механическим (пружинным) управлением иглой форсунки применяется и с гидравлическим управлением. По мнению некоторых авторов [1], замена механического управления гидравлическим приводит к повышению стабильности впрыскивания и качества распыливания топлива на режимах малых цикловых подач. По мнению других авторов [2], способ управления иглой вообще не оказывает заметного влияния на процесс впрыскивания топлива. До сих пор остается неисследованным и вопрос о влиянии способа управления иглой форсунки на величину минимально устойчивой цикловой подачи. В связи с этим представляет практический интерес дальнейшее изучение данного вопроса.

**Результаты исследования.** Исследование минимально устойчивых и малых цикловых подач при механическом и гидравлическом способах управления иглой выполнено на топливной аппаратуре четырехтактного дизеля Ч32/48 на режимах, соответствующих частоте вращения кулачкового вала  $n = 70, 100$  и  $130 \text{ мин}^{-1}$ . Во время опытов проводилось осциллографирование, при этом регистрировалось давление топлива в штуцере насоса, перед распылителем и перед сопловыми отверстиями, давление управляющей жидкости в форсунке и подъем иглы.

Минимальная цикловая подача устанавливалась по изменению кривой давления топлива перед сопловыми отверстиями, причем подача считалась устойчивой, если эта кривая повторялась на каждом цикле. По указанной кривой проводилось и сравнение качества распыливания топлива.

Анализ осциллограмм позволил установить, что  $q_{уст}$  в основном зависит от эффективного сечения распылителя, его гидроплотности и давления предварительной затяжки форсуночной пружины, причем все эти величины невозможно обеспечить неизменными в период эксплуатации.

Как показали опыты, способ управления иглой не влияет и на качество распыливания малых цикловых подач. Доказательством могут служить совмещенные осциллограммы (кривые подъема иглы  $z$  и давления топлива перед сопловыми отверстиями  $p_a$ ) для двух скоростных режимов:  $n = 100$  и  $130 \text{ мин}^{-1}$ , снятых при фиксированном положении рейки топливного насоса (рис. 1). Цикловая подача составляла  $0,37 \div 0,38 \text{ г/цикл}$ . Сплошные кривые на рис. 1 относятся к гидравлическому управлению иглой, а пунктирные – к механическому.

Анализ приведенных осциллограмм позволяет сделать вывод, что на режиме  $n = 100 \text{ мин}^{-1}$  более качественное впрыскивание получено при гидравлическом управлении иглой, так как в период впрыскивания игла не опускается на седло, выше давление распыливания топлива, меньше продолжительность впрыскивания. На режиме  $n = 130 \text{ мин}^{-1}$  качество впрыскивания предпочтительней при механическом управлении иглой: меньшая продолжительность впрыскивания, а следовательно, выше и среднее давление распыливания, более высокое максимальное давление распыливания.

Вывод о незначительном влиянии способа управления иглой в распылителях с нормальной гидроплотностью на впрыскивание топлива подтвердился и во время моторных испытаний дизеля 4Ч17,5/24. Дизель был оборудован форсунками, позволявшими в течение двух минут без его остановки переходить с одного способа управления иглой на другой при сохранении неизменным давления начала подъема иглы  $p_0$ .

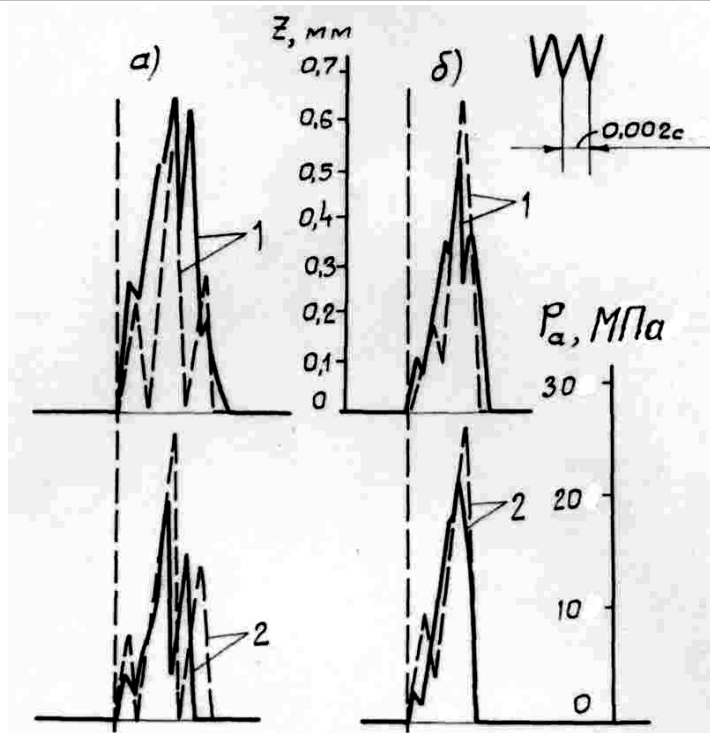


Рисунок 1 – Совмещенные осциллограммы процесса впрыскивания топлива:  
а –  $n = 100 \text{ мин}^{-1}$ ; б –  $n = 130 \text{ мин}^{-1}$ ; 1 – подъем иглы; 2 – давление топлива перед сопловыми отверстиями распылителя

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать **выводы**:

1. Способ управления иглой форсунки не оказывает существенного влияния на значение минимально устойчивой цикловой подачи.
2. Качество распыливания малых цикловых порций топлива существенно не изменяется, если обеспечивается одинаковое давление начала подъема иглы, а впрыскивание осуществляется через распылитель, гидравлическая плотность которого удовлетворяет требованиям соответствующих нормативных документов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Роганов С. Г., Каракаев А. К., Пинский Ф. И., Башкин А. В. Сравнительные стендовые исследования процесса впрыска топлива форсунками с гидравлическим и пружинным запираем гил // Технические науки : сб. статей аспирантов и соискателей. – Алма-Ата, 1970. – Вып. X. – С. 18-23.
2. Карпов Л. Н., Рыбаков М. Г. Исследование работы гидромеханических форсунок // Труды ЦНИИМФа. – Л. : Транспорт, 1967. – Вып. 86. – С. 5-8.

## ВПЛИВ РОЗЧИНУ ПОЛІВІНІЛОВОГО СПИРТУ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ

*Мороз К.М.,*

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(Україна)

**Вступ.** Завдяки розвинутій сировинній базі, комплексу фізико-механічних та теплофізичних властивостей, композитні матеріали (КМ) на основі епоксидних діанових олігомерів широко використовують у багатьох галузях народного господарства. Значну кількість таких полімерів використовують у вигляді конструкційних матеріалів для виготовлення різноманітних виробів і обладнання загального та спеціального призначення [1, 2].

**Актуальність досліджень.** Поліпшення у комплексі основних фізико-механічних (адгезійна і когезійна міцність, руйнівне напруження і модуль пружності, ударна в'язкість, залишкові напруження, циклічна міцність) та теплофізичних (термічний коефіцієнт лінійного розширення, термо- і теплостійкість) властивостей і, як наслідок, корозійної тривкості та стійкості до спрацювання КМ та захисних покриттів на їх основі досягають введенням у епоксидний зв'язувач мінеральних дисперсних наповнювачів різної фізичної та хімічної природи, а також термопластичних високомолекулярних полімерних добавок. Відомо, що введення у епоксидний олігомер розчину полівінілового спирту (ПВС) призводить до виникнення взаємопроникаючих полімерних сіток (ВПС) у результаті суміщення різного типу молекулярних структур, що дозволяє ціленаправлено регулювати параметри структури зв'язувача, регулюючи, цим самим, експлуатаційні характеристики матеріалів [3].

**Метою роботи** є дослідження впливу розчину термопласту ПВС на фізико-механічні властивості епоксикомпозитів.

**Матеріали та методика досліджень:** Об'єктом дослідження вибрано епоксидний олігомер марки ЕД-20 (ГОСТ 10587-84). Для зшивання композицій використано низькотемпературний твердник поліетиленполіамін ПЕПА (ТУ 6-05-241-202-78). Як термопласт використали полівініловий спирт Mowiol 10-98. Кількість розчину термопласту змінювали в межах від 1 мас.ч. до 10 мас.ч. на 100 мас.ч епоксидного олігомера в перерахунку на суху масу спирту.

Зразки формували шляхом гідродинамічного суміщення компонентів з наступною витримкою при температурі  $T = 293 \pm 2\text{K}$  протягом 24 годин. Термообробку проводили при нагріванні зі швидкістю  $V = 3\text{град/хв}$  до температури  $T = 393\text{K}$  і витримкою протягом часу  $\tau = 2,0\text{год}$  з наступним повільним охолодженням до температури  $T = 293 \pm 2\text{K}$ . З метою стабілізації структурних процесів, а саме видалення залишків полівінілового спирту і розкриття пор проводили двохстадійну термообробку у водяному середовищі.

Ступінь зшивання композитів визначали за вмістом у зразку гель-золь-фракції. Вміст гель-фракції  $G$  (%) обчислювали за формулою:

$$G = \frac{m_1}{m_0} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де:  $m_0$  і  $m_1$  – маса патрона з наважкою до і після екстрагування протягом  $n$  годин.

Теплостійкість (за Мартенсом) матеріалів визначали згідно ГОСТ 21341-75.

Міцність покриття при ударі досліджували за допомогою маятникового копра згідно ГОСТ 4765-73. Руйнівне напруження і модуль пружності композитів при згині визначали згідно ГОСТ 4648-71 та 9550-81 відповідно.

**Обговорення результатів дослідження.** На першому етапі досліджували вплив розчину полівінілового спирту на вміст гель-фракції у матеріалах. Експериментальними дослідженнями встановлено, що вміст гель-фракції у епоксидній матриці становить

$G = 95\%$ . Введення у КМ розчину термопласту від 1мас.ч. до 3мас.ч. приводить до збільшення вмісту гель-фракції на 0,2-3% ( $G = 95,2-98\%$ ). Отримані результати, у свою чергу, добре узгоджуються із даними ІЧ-спектроскопії та результатами, що отримані при дослідженні пористості композиту [4, 5].

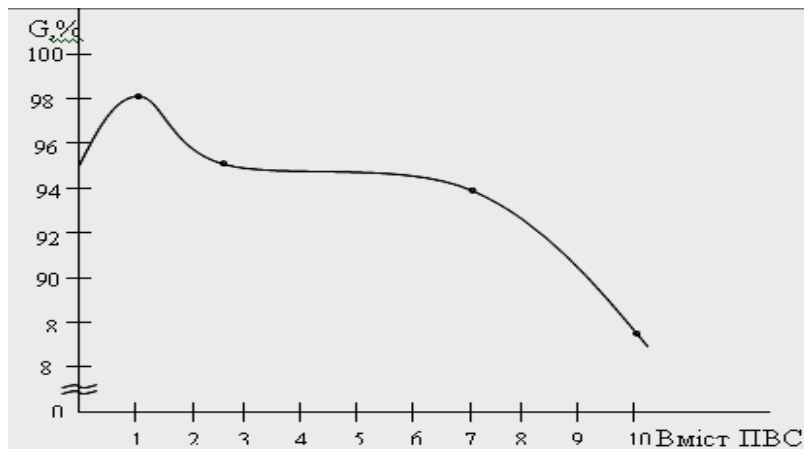


Рисунок 1 – Залежність вмісту гель-фракції у матриці від вмісту розчину ПВС

Встановлено, що найвищий вміст гель-фракції характерний для КМ із вмістом ПВС у 1мас.ч. ( $G = 98\%$ ) і зменшується до  $G = 95,2\%$  для матеріалу на основі 2,6мас.ч. термопласту. Такі результати, на перший погляд, не корелюють із даними спектроскопії, оскільки для КМ із вмістом ПВС у 2,6мас.ч. є характерним менша інтенсивність характеристичних груп поглинання первинних і вторинних амінів, що свідчить про вищий ступінь зшивання. Проте, висока пористість таких матеріалів, а саме 65-74% [3], збільшує площу контакту органічного розчинника із композитом в процесі досліджень, що і приводить до зменшення вмісту гель-фракції. Збільшення вмісту розчину ПВС у КМ понад 3мас.ч. не забезпечує зростання ступеня гелеутворення, а навпаки, сприяє його зменшенню, а саме  $G = 87,5\%$  для матеріалу на основі 10 мас.ч. ПВС.

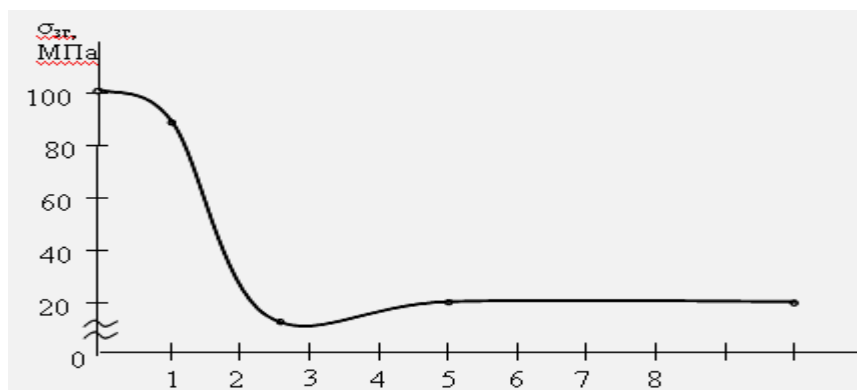


Рисунок 2 – Залежність руйнівного напруження КМ при згині від вмісту розчину ПВС

Для ненаповненої епоксидної матриці величина руйнівного напруження становить  $\sigma_r = 100\text{МПа}$ . Вже при незначному наповненні матриці лінійним полімером (рис. 2) спостерігається різке зниження вказаної характеристики до  $\sigma_r = 14\text{МПа}$  для матеріалу на основі 2,6мас.ч. ПВС. Подальше зростання концентрації ПВС у КМ спричиняє незначний приріст руйнівного напруження, а саме  $\sigma_r = 22\text{МПа}$  для композиту із вмістом термопласту в 5мас.ч. При вмісті ПВС більше 5мас.ч., здатність матеріалу протидіяти навантаженню монотонно знижується.

Дослідження ударної в'язкості системи «епоксидний композит – полівініловий спирт» (рис. 3) дозволяють стверджувати, що здатність таких матеріалів поглинати механічну енергію в процесі деформації і руйнування під дією ударного навантаження зменшується по мірі наповнення епоксидного олігомера розчином термопласту. Вже при

незначній кількості розчину ПВС (1 - 2,6 мас.ч на 100 мас.ч. ЕД-20) спостерігали зниження ударної в'язкості у 1,7 рази, від 6 до 3,5 кДж/м<sup>2</sup> відповідно. Проте, слід зауважити, що при вищезгаданих концентраціях розчину термопласту різко зростає і пористість кінцевих матеріалів, а саме від 13 до 65% з точкою перелому при 2,6 мас.ч. ПВС. Із подальшим насиченням композиції термопластом вміст пор знижується до 22,5% для 7 мас.ч. і збільшується до 29% для 10 мас.ч.ПВС. Водночас, із зниженням пористості, спадає і ударна в'язкість, але менш інтенсивно як у матеріалів на основі 1 - 2,6 мас.ч. ПВС. Такі результати можна пояснити пластифікуючим впливом розчину ПВС на матеріал епоксидної матриці з ЕД-20.

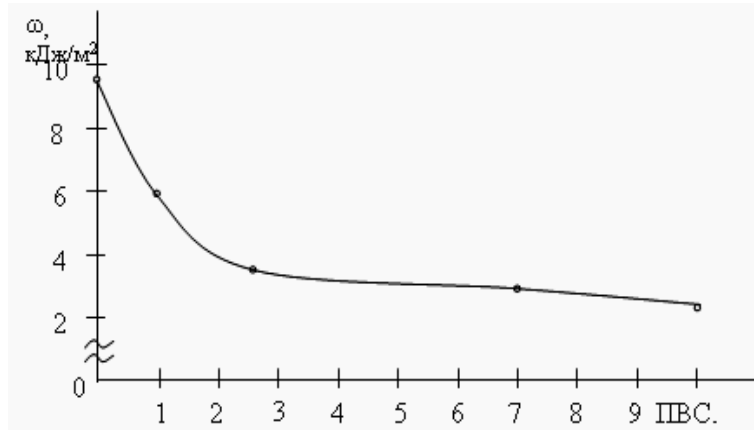


Рисунок 3 – Залежність ударної в'язкості КМ від вмісту розчину ПВС

Поряд із дослідженням фізико-механічних характеристик КМ важливим є також дослідження теплофізичних властивостей. Отриману залежність представлено на рис. 4. Вона являє собою криву із двома, чітко вираженими екстремумами при 2,6 мас.ч. і 5 мас.ч. ПВС на 100 мас.ч. олігомера ЕД-20.

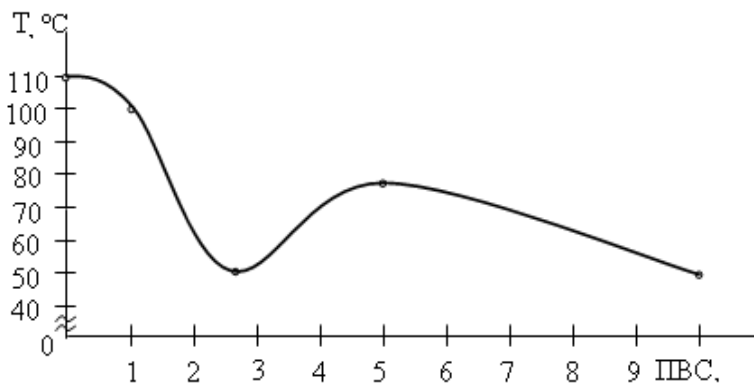


Рисунок 4 – Залежність теплостійкості КМ від вмісту розчину ПВС

Експериментально встановлено зниження теплостійкості (за Мартенсом) приблизно у 2 рази при наповненні епоксидного зв'язувача розчином ПВС до вмісту термопласту у 2,6 мас.ч. При подальшому насиченні композиції розчином ПВС до 5 мас.ч. на 100 мас.ч. олігомера теплостійкість зростає у 1,6 рази, а саме з 50°C до 80°C. Такий ефект, очевидно, можна пояснити впливом пористості. У праці [4] встановлено, що наповнення КМ розчином ПВС при концентрації від 5 мас.ч. до 10 мас.ч. спричиняє зниження відсоткового вмісту пор до 35-30% при 65-74% для матеріалів на основі 2,6 – 3 мас.ч. ПВС відповідно. Подальше збільшення концентрації розчину термопласту у КМ монотонно знижує теплостійкість до 50°C. Такий результат можна пояснити розчинення сітки епоксидної матриці термопластом в процесі структуроутворення [6].

**Висновки.** Отже, за допомогою експериментальних методів досліджень встановлено, що оптимальний вміст розчину ПВС знаходиться у межах від 1 мас.ч. до

3 мас.ч.на 100 мас.ч. епоксидного олігомера. Використовуючи отримані аналітичні залежності можна створювати матеріали із наперед заданими властивостями.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Kausch H. H. Failure of particulate reinforced polymers / H. H.Kausch, Ph. Beguelin, M. Fisher // Механика композитных материалов. – 2000. – 36, № 3. – С. 305-316.
2. Белошенко В. А. Эффект памяти формы в полимерах и его применение / В. А. Белошенко, В. Н. Варюхин. – К. : Наукова думка, 2005. – 191 с.
3. Сперлинг Л. Взаимопроникающие полимерные сетки и аналогичные материалы. – М. : Мир, 1984. – 328 с.
4. Мороз К. М Дослідження пористості у системі «епоксидний композит – полівініловий спирт» : Матеріали XXI-ї відкритої науково-технічної конференції молодих науковців і спеціалістів Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка НАН України.
5. Мороз К. М. Дослідження процесу зшивання у системі «епоксидний композит – полівініловий спирт за результатами ІЧ-спектроскопії та методу сокслета» // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – Київ, 2010. – 63 с.
6. Стухляк П. Д. Эпоксидные композиты для защитных покрытий. – Тернополь : Збруч, 1994. – 178 с.

## **ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ СУДНОКОРПУСНИХ СТАЛЕЙ ЯК ФАКТОР ЗНИЖЕННЯ АВАРІЙ І ПОЛОМОК**

*Пістун І.П., Стець Р.Є.,*

Національний університет «Львівська політехніка» (Україна),

*Стець М.Б.,*

Львівський автодорожній коледж Національного університету «Львівська політехніка»  
(Україна)

При будівництві сучасних суден необхідно створювати нові корпусні сталі з високими фізико-механічними властивостями. Вони мають відповідати специфічним вимогам: корозійній стійкості в морській воді і високому опору циклічним навантаженням. З підвищенням міцності суднокорпусних сталей ще гостріше постає проблема забезпечення циклічної міцності конструкцій. Це пов'язано з неможливістю суттєво підвищити опір матеріалів втомному руйнуванню за рахунок статичних міцнісних характеристик, оскільки в цьому випадку зростають рівні залишкових напружень і чутливість до корозійного впливу середовища. Тому для підвищення роботоздатності суднобудівних сталей і їх зварних вузлів застосовують технологічні методи, які формують основні параметри якості поверхні і приповерхневих шарів, що сприятливо впливають на експлуатаційні характеристики корпусних сталей.

Широке застосування суднобудівних сталей з підвищеною міцністю, загальна тенденція до зниження ваги корпусу судна та збільшення швидкостей створює більш жорсткі умови експлуатації, що можуть призводити до виникнення в таких конструкціях напружень, які перевищують границю пружності. Тому питання, які пов'язані з поведінкою матеріалу в пластичній області при одночасній дії агресивних середовищ на сьогодні є не тільки важливими з наукової точки зору, але і актуальними для суднобудівників.

З огляду на викладене вище назріла гостра необхідність дослідити малоциклову витривалість суднобудівних сталей з різним станом поверхневого шару, при режимах і в середовищах, близьких до експлуатаційних, для цілеспрямованого формування стану цієї поверхні технологічними методами з метою забезпечення підвищення роботоздатності суднобудівних конструкцій.

Технічний прогрес у суднобудуванні обумовлений створенням нових і удосконаленням традиційних суднобудівних матеріалів, їх високої питомої міцності і корозійної стійкості.

Сталі, які призначаються для виготовлення корпусних конструкцій, займають особливе місце серед суднобудівних матеріалів. Вони відповідають як загальним вимогам, які висуваються до матеріалів у суднобудуванні так і специфічним, які пов'язані з особливостями технології побудови суден, умовами їх експлуатації в різних кліматичних умовах Світового океану.

Корпусні сталі використовуються в суднобудуванні дуже широко. На суховантажних суднах, наприклад, ці сталі складають 60-70 % загальної маси металевих конструкцій і обладнання. Вони повинні мати високі показники пластичності при заданому рівні міцнісних властивостей, опору до утворення і поширення тріщин і корозійної циклічної міцності.

Зараз особлива увага приділяється дослідженням, пов'язаним із створенням глибинноводних апаратів, здатних успішно працювати на глибинах до 5-6 км. При створенні таких апаратів необхідно використовувати нові матеріали з дуже великим відношенням міцності до питомої ваги. І хоча конструкторам ясно, що міцний корпус апарату потрібно виготовляти з легких металів і сплавів, які забезпечують значний надлишок плавучості, використання цих матеріалів стримується рядом причин. У першу чергу до цих причин слід віднести: технологічні труднощі при виготовленні, в основному погана зварюванність нових матеріалів; низька стійкість до дії зовнішніх агресивних середовищ; висока вартість та ін.

Тому дуже великі кошти витрачаються на розробку нових сталей, які мають високі показники міцності та пластичності.

Ще недавно основними корпусними матеріалами в суднобудуванні служили низьковуглецеві малолеговані сталі марок 09Г2, 10ХСНД та ін. Перераховані сталі задовільняли вимоги зварного суднобудування. Границя їх текучості складала 350-450 МПа, границя міцності 480-680 МПа, а низький вміст вуглецю (менше 0,12%) забезпечував необхідні зварювальні властивості.

Однак перераховані вище сталі вичерпали свої можливості і на зміну їм прийшли високоміцні леговані сталі з низьким вмістом вуглецю, які піддаються спеціальній термічній обробці. До таких сталей відносяться сталі серії АК, які мають границю текучості в межах 800-1400 МПа.

Експлуатація підводних апаратів пов'язана з дією як динамічних, так і циклічних навантажень, тому при проектуванні і виготовленні корпусу втома металів враховується як фактор, який сприяє руйнуванню.

Для більш повного використання міцнісних властивостей матеріалу корпусу приймають досить низькі значення коефіцієнта безпеки (1,4-1,0). При цьому припускається поява циклічних навантажень, які перевищують границю пружності, яка збільшує ймовірність руйнування від малоциклової втоми (менше 20-50 тисяч) циклів навантаження.

Різного роду експлуатаційні перевантаження, які викликають високі напруження, мають низькочастотний спектр. Так, наприклад, при переміщенні судна відносно хвиль і під впливом сил, які викликають сильну хитавицю, основні зв'язки корпусу отримують змінний згин з частотою  $\sim 0,2$  Гц. Значно повільніше змінюються напруження корпусу, пов'язані із зміною глибини, а також у результаті наповнення і опорожнення відсіків. Певні перевантаження можуть носити епізодичний характер, але мати значний вплив на загальну довговічність корпусу, наприклад перевищення допустимої глибини занурення чи різке маневрування. Оскільки немає надійних теоретичних методів розрахунку, який дозволяє визначити зміни властивостей матеріалів, викликані дією корозійних середовищ, то була задача провести дослідження суднобудівних сталей різного класу та призначення (вуглецевої нормальної міцності – ВСтЗсп» низьколегованих підвищеної міцності – 09Г2 та 10ХСНД; високоміцних сталей АК-25; АК-29; АК-32; АК-34 – після різних методів виплавки та легування; сталей з особливими властивостями - нержавіючої 08Х18Н10Т; мало магнітної 45Г17ЮЗ; плакованих – біметалу КД-2 (10ХСНД + Х18Н10Т) та (10ХСНД + ХН78Т) при сумісній дії високих циклічних навантажень і агресивних середовищ. Запроектована і виготовлена серія установок, які дозволяють випробовувати суднокорпусні листи від 3 до 30 мм, а також деякі конструктивні елементи (зразки зі зварними з'єднаннями, привареними поперечно і поздовжньо ребрами жорсткості, наплавками та ін.). У рідинних агресивних середовищах та при низьких температурах. Для вивчення накопичення пошкоджень при малоциклових навантаженнях, зародження та поширення втомних тріщин суднобудівних сталей розроблена методика інтегральної роботи при циклічних деформаціях, яка поглинається металом.

Визначені і обґрунтовані на основі експериментальних даних найнебезпечніші параметри наводнення і дії агресивних середовищ на суднобудівних сталях. З метою імітації складних умов і впливу агресивних середовищ (поперемінного змочування поверхні корпусних сталей) розроблена і виготовлена установка для вивчення попередньої корозії. Для вибухового зміцнення листових сталевих матеріалів з концентраторами напружень та зварними з'єднаннями були розроблені та запатентовані схеми обробки.

Підвищення тиску фронту ударної хвилі, збільшення кратності вибухового навантаження, зменшення кута зустрічі хвилі з перешкодою приводить до підвищення малоциклової витривалості сталі. Підвищення витривалості стається як за рахунок факторів, притаманним методам ППД (зміцнення, залишкові напруження стиску, підвищення міцності), так і завдяки особливостям вибухового зміцнення – виникненню великої кількості двійників, створенню множинності систем ковзання, які забезпечують рівномірний розподіл



деформацій. Вибухове зміцнення листової сталі з концентраторами напружень та привареними конструктивними елементами за запатентованими нами схемами дало позитивний результат при малоциклових випробуваннях у корозійному середовищі.

Дробоструминна обробка є досить ефективним засобом підвищення малоциклової витривалості конструктивних елементів, які мають технологічні і конструктивні концентратори напружень, а також чорнову поверхню після вальцювання та зварні шви. Одним із радикальних методів боротьби з анізотропією витривалості суднобудівних сталей є рафінування металу. У результаті використання рафінувальних металургійних методів знижується забрудненість металу, насамперед зменшується кількість крупних включень, видаляються чи значно диспергуються рядкові включення. Зміцнювальні обробки підсилюють цей ефект, особливо в корозійних середовищах.

Утворення якісних білих шарів фрикційно-зміцнювальною обробкою, що мають сприятливі електрохімічні характеристики, залишкові напруження стиску, високу протикорозійну здатність, підвищену в'язкість руйнування і опору зародженню і поширенню корозійної тріщини, а також задовільного поєднання міцності і пластичності на відміну мартенситу звичайного гартування є ефективним способом підвищення малоциклової витривалості суднобудівних сталей.

Використання комплексного захисту (зміцнювальна обробка + інгібування середовища) дозволяє суттєво підвищити опір корозійній малоциклової втомі сталі.

Використання металізаційного покриття на гладких шліфованих бездефектних поверхнях зразків є невиправданим, і в таких випадках слід використовувати технології покриття, які не погіршують якість шарів підкладки. Традиційні випробування на корозійну втому конструкційних матеріалів з металізаційними покриттями є недостатньо об'єктивними. Більш правдивим є використання методики, яка передбачає попередню витримку зразків у середовищах з наступним їх випробуванням на втому. У цьому випадку чіткіше простежується позитивний вплив металізаційного покриття на витривалість сталі.

При пружно-пластичному деформуванні в корозійному середовищі використання алюмінієвого металізаційного покриття сталевих виробів, які мають різні технологічні і конструктивні концентратори напружень, є ефективним. Ця ефективність ще підсилюється, коли підготовку поверхні проводять абразивами з спеціально нами розробленими інгібіторами корозії.

Збільшення плакованого шару в біметалі (10ХГСНД + Х18Н10Т) зменшує шкідливу дію морської води. Однак, коли ж експлуатаційні навантаження (0,4-0,3%), то оптимальною стає сталь КД 2 з мінімальною товщиною плакованого шару (1,2 мм). Вона добре захищає корпус від корозійної дії морської води і має найменшу вартість. Перевага в корозійному середовищі плакс ваної сталі 10ХСНД нікелевим сплавом ХН78Т над металом основи складає 330-470%.

Розроблена нами композиція для захисту сталі (А.С. №704153) дає позитивні результати при випробуваннях суднобудівних сталей 10ХСНД та АК на малоциклову корозійну втому.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Пістун І. П., Березовецький А. П., Тубальцев А. М. Малоциклова втома суднокорпусних сталей. – Львів : Тріада плюс, 2009 – 332 с.

## МЕХАНІЗМ РОБОТИ АБРАЗИВНИХ АРМОВАНИХ КРУГІВ ДЛЯ РІЗАННЯ ВИСОКОАБРАЗИВНИХ МАТЕРІАЛІВ МІЦНІСТЮ НА ОДНООСНИЙ СТИСК ДО 60 МПа

*Поліщук А.Г.,*

Київський національний університет будівництва і архітектури  
(Україна)

На сьогоднішній день абразивні армовані круги в поєднанні з ручними, переносними та стаціонарними машинами отримали масове застосування при виконанні трудомістких обрізних і записних операцій в будівництві та інших галузях народного господарства. Найбільшими виробниками кругів в Україні є Запорізький абразивний комбінат, а в СНД – Лузький абразивний завод, який щорічно виготовляє понад 250 млн. кругів.

Різання штучного та природного каменю абразивними армованими кругами отримало широке розповсюдження як на монтажних площадках так і на промислових базах. В поєднанні з ручними машинами використовують абразивні армовані круги діаметром до 230 мм. Крути діаметром від 300 до 500 мм являються ріжучим інструментом переносних машин, що використовуються здебільшого на промислових базах. Процес різання твердих кам'яних матеріалів супроводжується великим пилоутворенням, яке є занадто шкідливим для здоров'я людини, тому переносні та стаціонарні машини, що використовують круги діаметром від 300 мм зазвичай обладнані замкнутою системою циркуляції рідини, яка подається в зону різання.

Абразивні армовані круги представляють собою складну багатокомпонентну композицію, що складається із абразивних зерен, закріплених в органічній матриці, до складу якої входять зв'язувальні речовини і наповнювач. Для підвищення міцності та забезпечення безпечної роботи круги армують зміцнюючими елементами. Абразивний інструмент в залежності від характеристик має встановлене відсоткове співвідношення об'ємів зерна, зв'язки і пор.

На фізичні процеси, які проходять під час різання гірських порід абразивними армованими кругами, значний вплив мають температури, що виникають в зоні контакту і в зв'язці круга. Температура руйнування органічної (бакелітової) зв'язки складає 250-300°C. При взаємодії круга з оброблюваним матеріалом в контактній зоні виникають більш високі температури, що забезпечують руйнування зв'язки, за рахунок чого виникає процес сомозагострення абразивних армованих кругів. При різанні матеріалів з використанням води для обезпилення процесу різання, що має велику теплопровідність, температура зв'язки знижується і стає недостатньою для її руйнування, тому виникає засалювання ріжучої кромки круга.

В зв'язку з тим, що круг, призначений для різання зі змочуванням водою, може самозагострюватись лише при умові, якщо міцність з'єднання абразивних зерен зі зв'язкою буде меншою, виконувались дослідження складу абразивної маси круга:

1. зменшення об'ємного складу зерна при постійній пористості;
2. дослідження двох типів наповнювачів - криоліт і алібастр;
3. зміна співвідношення об'ємного складу зерна і пористості.

Під час виготовлення кругів рецептура круга визначалась із розрахунку на 10 вагових частин (в.ч.) зерна (48,55), при цьому об'ємний склад криоліту і алібастру складав 20% від об'ємного складу зв'язки.

Об'ємна маса сирого круга вираховувалась за формулою

$$\gamma = \frac{(\gamma_1 \cdot V_3) + (\gamma_2 \cdot V_H) + (\gamma_3 \cdot V_{ce})}{V_3 + V_H + V_{ce}}, \quad (1)$$

де  $\gamma_1$  – об’ємна вага зерна, г/см<sup>2</sup>;  $\gamma_2$  – об’ємна вага наповнювача, г/см<sup>3</sup>;  $\gamma_3$  – об’ємна вага зв’язки (рідкого бакеліту і пульвербакеліту), г/см<sup>3</sup>;  $V_3$  – об’ємний склад зерна, %;  $V_H$  – об’ємний склад кріоліту, %;  $V_{ce}$  – об’ємний склад зв’язки, %.

Для досліджень впливу зменшення об’ємного складу зерна при постійній пористості були виготовлені круги відкритої структури з об’ємним складом зерна 44; 42; 40,7; 38% і пор 20% [1]. В цих кругах збільшувалась відстань між абразивними зернами, тобто при різанні на кожне зерно діє велике зусилля, що сприяє самозагостренню.

Круги з об’ємним складом зерна 38% на працездатність не перевірялись зважаючи на наявність раковин на бокових поверхнях і низької розривної швидкості. Рецептuru кругів наведена в таблиці 1

Таблиця 1 – Рецептuru кругів

№ п/п	Рецептура в м.ч. та властивість	Об’ємний склад зерна, %			
		44	42	40,7	38
1.	КЧ 125	25	25	25	25
2.	КЧ 80	50	50	50	50
3.	КЧ 50	25	25	25	25
4.	Рідкий бакеліт	11,9	12,5	13,7	15,5
5.	Кріоліт	15,3	16,9	17	20,8
6.	Пульвербакеліт	13,8	15,5	17,3	19,1
7.	Об’ємна маса сирого круга, г/см <sup>3</sup>	1,99	1,95	1,93	1,89
8.	Твердість по піскоструйному приладу	СТЗ	СТЗ	СТЗ	СТЗ
9.	Розривна швидкість, м/с	125	125	125	125

Як виявилось після досліджень круг зі зменшеним об’ємом складу зерна втрачає стійкість. Це пояснюється тим, що разом зі збільшенням відстані між абразивними зернами збільшується кількість зв’язки, що зв’язує зерна між собою. Під час різання цими кругами виникає затуплення ріжучої кромки, а зусилля недостатні для випадання затуплених абразивних зерен зі зв’язки круга. Тому такі круги не можна використовувати для різання зі змочуванням водою.

В зв’язку з цим досліджувались круги, в яких при зменшенні об’ємного складу зерна збільшувалась пористість, тобто ослаблялась зв’язка між абразивними зернами. В цих кругах об’ємний склад зерна становив 44,5; 43,5; 42,3; 41,2; 40% і пористість відповідно 22,75; 24,5; 26,7; 28,5 і 30,6%. Рецептuru круга представлена в таблиці 2.

Із таблиці видно, що круги виготовлені по рецептuri зі зміною об’ємної маси, що склала 2,01 г/см<sup>3</sup>. Отже, в тому ж об’ємі пресувалась менша кількість абразивної маси, тобто відповідно зменшувалась зв’язка між зернами. Слід зазначити, що не дивлячись на збільшення пористості круга до 30 %, всі круги витримували розривні випробування при коловій швидкості 115 м/с. При цьому спостерігались скачки потужності, що свідчить про затуплення круга. В зв’язку з цим круги руйнувались приблизно через 0,5 - 0,6 м<sup>2</sup> різку. Звідси ми бачимо, що зменшення об’ємного складу зерна, навіть при збільшенні пористості, не приводить до очікуваного результату і такі круги не можуть використовуватись при різанні зі змочуванням водою.

Під час виготовлення абразивних кругів, призначених для різання гірських порід, застосовувалось два типи наповнювачів - кріоліт і алібастр. Для дослідження впливу типу наповнювача на працездатність досліджувались круги зі складом маси, що застосовується для виготовлення абразивних кругів з металічною основою [2]. Об’ємний склад зерна в цих кругах складає 46 % і пористість 21,2%. Досліджувались два типи кругів зернистістю

125/80/50 і 80/50 з об'ємним складом зерна 51,3 % і пористістю 24,3. Рецептатура цих кругів представлена в таблиці 3.

Таблиця 2 – Рецептатура кругів

№ п/п	Рецептура в м.ч. та властивість	Об'ємний склад зерна (пористість) %				
		44,5	43,5	42,3	41,2	40
		22,75	24,5	26,7	28,5	30,6
1.	КЧ 125	25	25	25	25	25
2.	КЧ 80	50	50	50	50	50
3.	КЧ50	25	25	25	25	25
4.	Рідкий бакеліт	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6
5.	Кріоліт	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8
6.	Пульвербакеліт	12,4	12,4	12,4	12.	12,4
7.	Об'ємна маса сирого круга, г/см <sup>3</sup>	1,95	1,9	1,85	1,8	1,75
8.	Твердість по піскоструйному приладу	СТ3	СТ3	СТ3	СТ3	СТ3
9.	Розривна швидкість м/с	125	125	125	125	125

Таблиця 3 – Рецептатура кругів

№ п/п	Рецептура в м.ч. та властивість	Об'ємний склад зерна (пористість) %		
		51,3	51,3	51,3
		24,3	24,3	24,3
1.	КЧ 125	-	25	-
2.	КЧ 80	50	50	50
3.	КЧ50	50	25	50
4.	Рідкий бакеліт	7,2	7,2	10,3
5.	Кріоліт	2,6	2,6	6
6.	Пульвербакеліт	10,3	10,3	13,7
7.	Об'ємна маса сирого круга, г/см <sup>3</sup>	1,97	1,97	1,94
8.	Твердість по піскоструйному приладу	СТ 1	СТ 1	СТ3
9.	Розривна швидкість м/с	125	125	125

З приведеної таблиці видно, що в кругах з об'ємним складом зерна 51,3% і пористістю 24,3%) не дивлячись на зменшення об'ємного складу зв'язки з 34 до 24% розривна здатність складає 125 м/с. Тобто збільшення пористості у визначених межах не впливає на розривну здатність.

Дослідження показали, що склад абразивної маси для кругів з металічною основою і абразивних армованих не можуть бути однаковими, так як ці круги мають різну механічну міцність, тобто здатні витримати різноманітні нормальні зусилля. Тому при роботі кругами з металічною основою в наслідок значних зусиль різання відбувається розшарування круга, а при різанні абразивними армованими кругами, що мають меншу механічну міцність, нормальні зусилля, які діють на затуплений круг, викликають його поломку приблизно через 0,8 м<sup>2</sup> різку. Встановлено, що тип наповнювача не виявляє значного впливу на працездатність круга.

Під час вивчення впливу об'ємного складу зв'язки на працездатність досліджувались круги з об'ємним складом зерна 46% і пористістю 25 і 30%, з об'ємним складом зерна 48,5% і пор 28,3%; при цьому круги мали зернистість 80/50, а в якості наповнювача застосовувався кріоліт. Рецептатура таких кругів наведена в таблиці 4.

Таблиця 4 – Рецептатура кругів

№ п/п	Рецептура в м.ч. та властивість	Об'ємний склад зерна (пористість) %			
		46	46	48,5	46
		25	30	28,3	33
1.	КЧ 80	50	50	50	50
2.	КЧ 50	50	50	50	50
3.	Рідкий бакеліт	7,8	6,9	6,5	6,1
4.	Кріоліт	11,8	9,9	10	8,6
5.	Пульвербакеліт	12	9,5	8	8,2
6.	Об'ємна маса сирого круга, г/см <sup>3</sup>	1,93	1,85	1,92	1,81
7.	Твердість по піскоструйному приладу	СТ2	СТ 1	СТ 1	С2
8.	Розривна швидкість м/с	125	125	125	125

В результаті проведених досліджень розроблені абразивні круги для роботи зі змочуванням водою з об'ємним складом зерна 46%, пористістю 33% і зернистістю 80/50. Виготовлені круги ефективно застосовувати для різання порід будь-якої абразивності, міцність яких не перевищує 25 МПа. По мірі її збільшення зерно затуплюється при меншій кількості ударних навантажень, що негативно впливає на самогострення і, як наслідок, стійкості абразивного армованого круга.

На подальшому етапі досліджень була поставлена задача з розробкою абразивних армованих кругів, які будуть ефективно виконувати роботу різання високоабразивних матеріалів, міцність яких значно вище 25 МПа. Для досягнення таких цілей проводились дослідження впливу теплових процесів, що виникають як між поверхнею абразивних армованих кругів та оброблюваним матеріалом, так і теплові процеси, що проходять в самій зв'язці круга. Особлива увага приділялась тепловим процесам, що проходять на границі абразивного зерна зі зв'язкою, що суттєво впливає на вивільнення затуплених зерен.

Затуплені абразивні зерна викришуються з полімерної матриці, так як виконується умова

$$\sigma = \frac{P_y}{b^2} + \frac{G P_z (3x - h)}{3b^2 + 0,6h^3} \sigma^{kp}, \quad (2)$$

де  $\sigma$  – максимальна напруга, що виникає в основі зерна, МПа;  $P_z$ ,  $P_y$  – нормальна і тангенціальна складова зусилля різання, Н;  $b$ ,  $x$  – параметри, які характеризують зерно, м;  $h$  – глибина заглиблення зерна, м;  $\sigma^{kp}$  – міцність зв'язки круга.

Розповсюдження тепла в абразивному інструменті визначалось із рішення диференціального рівняння

$$\frac{d^2 f}{d\varphi^2} + 2\varphi \frac{df}{d\varphi} - 1,2f = 0, \quad (3)$$

де  $f(\varphi) = \frac{\theta}{T_s}$  – універсальне розподілення температур в крузі;  $\theta$  – точне розподілення

температур в крузі, К;  $T_s$  – температура в зоні контакту, К;  $\varphi = \frac{y}{2\sqrt{\alpha\tau}}$  – змінна

подібності для розподілу температури в крузі;  $\alpha$  – коефіцієнт теплопровідності в крузі, м<sup>2</sup>/с;  $\tau$  – час відрізаня;  $y$  – відстань, на яку розподіляється температура, м.

Термічне зношення має місце при умовах, що температура на границі «зерно-зв'язка» досягла або перевищила температуру руйнування зв'язки круга.

Виходячи з цього  $\Delta m_0 \gg g$ , де  $\Delta m_0$  – глибина проникнення температури в круг;  $g$  – максимальний розмір зерна.

Глибина проникнення температури в круг оцінюється з залежності

$$\Delta m_0 = 2\sqrt{\alpha\tau} \cdot f^{-1}\left(\frac{T_0 - T_a}{T_s - T_a}\right), \quad (4)$$

де  $f^{-1}$  – функція обернена  $f(\varphi)$ ;  $T_0$  – теплостійкість зв'язки круга, К;  $T_a$  – температура навколишнього середовища, К.

В процесі дослідження визначено, що величина температур на границі «зерно-зв'язка», яка забезпечує термомеханічний знос круга, повинна бути 400-500 К. Виходячи з цього, було запропоновано використовувати модифікатор полімерної матриці. Для цього вибирались речовини, теплостійкість яких не перевищувала вказаних температур: полівінілацетат (ПВА) – 304 К, полівініловий спирт (ПВС) – 413 К, полівінілформаль (ПВХ) – 365 К, полівінілбутіраль (ПВБ) – 325 К.

На першому етапі вони вводилися безпосередньо в склад абразивної маси після зволоження рідким бакелітом зерна. Виготовлені по такій технології круги під час випробовувань показали нестабільну роботу, так як не самозагострюються в процесі різання.

В зв'язку з цим був розроблений новий спосіб виготовлення абразивних армованих кругів, який заключається в тому, що абразивні зерна попередньо покриваються 19-20% водяним розчином полівінілацетату в співвідношенні 0,8-5,4 г. розчину на 1 кг. зерна, який рівномірно розподілявся по поверхні зерен. При різанні кругами, виготовленими згідно з розробленою нами технологією, одночасно з механічним викришуванням абразивних зерен з полімерної матриці відбувається і її термічне руйнування, тобто механізм зносу термомеханічний.

Круги, модифіковані полівінілацетатом, працюють з самозагостренням і дозволяють виконувати різання гірських порід і вогнетривів міцністю до 60 МПа.

Після проведених досліджень та отриманих результатів була подана заявка № u 2012 03848 на корисну модель під назвою «Спосіб виготовлення абразивного інструменту».

## ЛІТЕРАТУРА

1. Абрашкевич Ю. Д. Исследования абразивного инструмента для резания горных пород : дис. на здобуття канд. тех. наук. / Ю. Д. Абрашкевич – М., 1971 – 153 с.
2. Левицкий Е. Ф. Исследования режимов работы абразивного диска при нарезании швов в бетонном покрытии // Труды СоюздорНИИ. – М., 1966. – Выпуск 9.

## МОДЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССА КОММУТАЦИИ НАГРУЗКИ НА КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

*Рябенский В.М., Ушкаренко А.О., Мишустов В.П., Аль-Суод Махмуд Мохаммад,*  
Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова  
(Украина, г. Николаев)

**Введение.** На судах, как и в промышленных установках, наибольшее распространение получили полупроводниковые преобразователи электроэнергии, в частности выпрямители. Их используют для питания силовой нагрузки общего назначения, в зарядных и сварочных аппаратах, в системах катодной защиты корпуса судна, в системах возбуждения электрических машин, в валогенераторных установках. Все большее развитие получает тиристорный электропривод в различных областях судового электрооборудования.

В проблеме обеспечения электромагнитной совместимости существенны принцип работы и помехоустойчивость системы фазового управления (СФУ) преобразователями. С момента разработки силовых транзисторов, тиристорных и преобразователей на их основе постоянно развивались и совершенствовались СФУ. В настоящее время в СФУ используют интегральные микросхемы, микропроцессорные и микрокомпьютерные системы [1-3] и переходят от аналого-импульсных к цифровым устройствам.

Таким образом, судовые электростанции для питания ответственных технологических процессов содержат большое количество преобразователей различных типов. Среди них достаточно большое количество выпрямительных агрегатов, изготовленных по классическим многофазным схемам [4]. Анализ выпрямителей с синхронными СФУ показал значительную их «чувствительность» к колебаниям частоты, что недопустимо во многих случаях для питания потребителей. Например, применительно к судовым потребителям, это может привести к недопустимым колебаниям балера руля, колебанием момента грузоподъемных и швартовых механизмов.

Одной из причин появления провалов и всплесков напряжения и частоты является изменение нагрузки судовой электростанции, особенно при пуске мощных асинхронных двигателей. Принципиальным аспектом работы электроэнергетической системы является случайный характер входного потока заявок на коммутацию нагрузки. В данном случае под заявкой понимается сигнал на включение или выключение потребителя электроэнергии, например асинхронного двигателя. Поэтому актуальной задачей является построение адекватной модели газодизель-генераторного агрегата в составе модели электроэнергетической установки для исследования влияния процессов коммутации нагрузки на качество электроэнергии, которая в дальнейшем может быть использована для решения задач повышения эффективности подавления помех в замкнутых системах с полупроводниковыми преобразователями

Для оценки степени влияния колебаний частоты на качество выходного напряжения управляемых выпрямителей был разработан ряд моделей в пакете Matlab–Simulink. Для обеспечения режима случайных колебаний частоты обороты генератора управляются от генератора случайных колебаний, который включает в себя генератор белого шума. Noise generator и фильтр низких частот, TFN\_O, который задает характер спектральной плотности  $S_{вых}(\omega)$  управляющего сигнала в соответствии с известным выражением:

$$S_{вых}(\omega) = N|W(j\omega)|^2,$$

где  $N$  – интенсивность (дисперсия) белого шума;  $W(j\omega)$  – комплексный коэффициент передачи фильтра.

При применении фильтра первого порядка с апериодическим звеном вида:

$$W(j\omega) = \frac{1}{T_j \omega + 1}$$

получим спектральную плотность:

$$S(\omega) = \frac{\alpha}{\omega^2 + \alpha^2},$$

где  $\alpha = \frac{1}{T}$ .

При применении фильтра второго порядка вида:

$$W(j\omega) = \frac{1}{1 - \omega^2 T_1^2 + j\omega T_2}$$

получаем спектральную плотность:

$$S(\omega) = \frac{\alpha}{(\omega^2 - \beta^2) + \alpha^2}.$$

Для генерации коммутационных (динамических) всплесков/провалов частоты и напряжения генератора используется генератор случайных чисел Random number, фильтр нижних частот TFN\_0, переключатель switch1 который подключают к сети нагрузку.

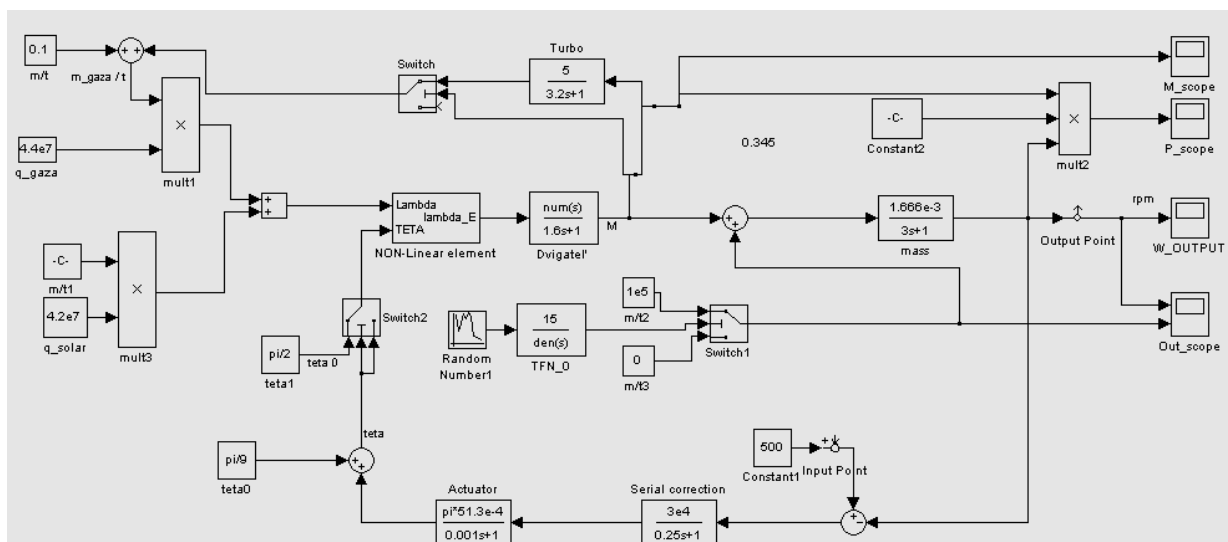


Рисунок 1 – Модель дизель-генератора для исследования процессов коммутации нагрузки

Параметры всплесков и провалов с точки зрения теории случайных процессов в таком случае могут рассматриваться как выбросами случайного процесса за заданный уровень  $A_3$  в течении определенного интервала времени. Из диаграммы коммутации нагрузок [5] можем воспользоваться такими данными как частота выбросов  $f_B$  за уровень  $A_3$  в течении определенного временного интервала, среднее количество выбросов  $N_B$  за выбранный временный интервал  $T_B$ , среднюю длительность выбросов  $t_B$ , взятую на уровень 0,5 амплитуды всплеска или провала; вероятность превышения случайным процессом уровня  $A_3 (P(x > A_3))$ , вероятность появления выброса в интервале  $\Delta t$ .

Вводя обозначение:

$$A_H = A_3 / \sigma_x$$

среднюю частоту выбросов случайного процесса можем определить по формуле:



$$f_B = \frac{a_x}{\sqrt{2\pi}} \varphi(A_H),$$

где  $\varphi(A_H) = e^{-A_H^2/2} = e^{-A_H^2/(2\sigma_x^2)}$ .

На рис. 2 представлен результат моделирования процесса коммутации нагрузки и его влияние на обороты приводного двигателя.

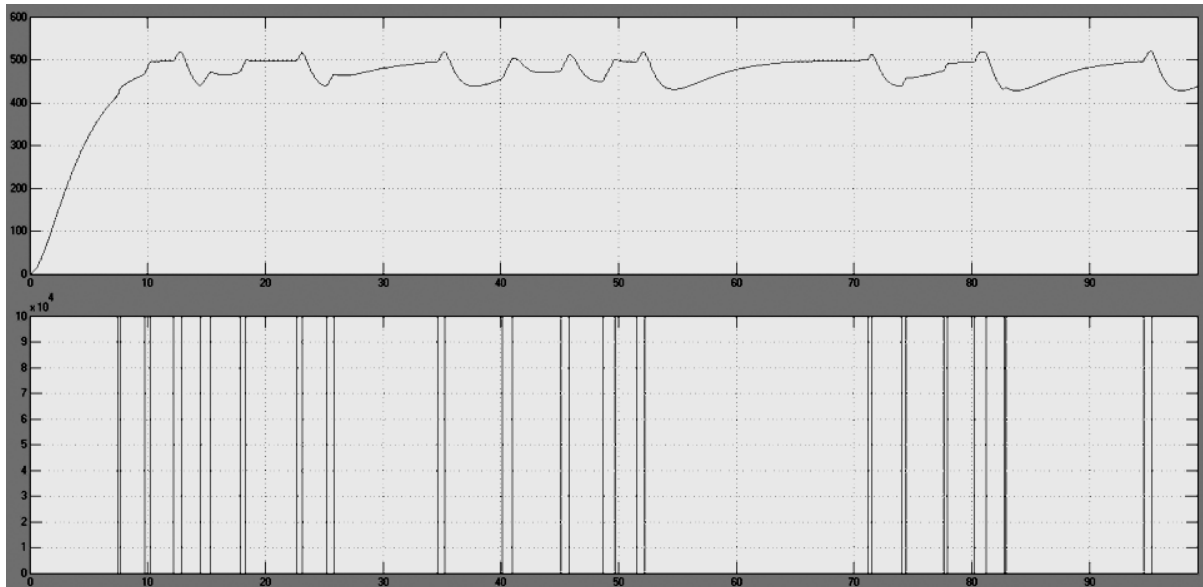


Рисунок 2 – Выходная частота вращения вала газодизеля при сбросе/набросе нагрузки

Таким образом, зная величину  $f_B$ , которая может быть определена из диаграмм коммутации нагрузок позволяет с помощью зависимости  $\varphi(A_H)$  вычислить значение корреляционной функции при заданном параметре  $A_H$ . Однако этот параметр не определен. Определить его можно используя параметр средней длительности выбросов  $\tau_c$ :

$$\tau_c = P(x > A_3) / f_B,$$

откуда  $P(x > A_3) = \tau_c \cdot f_B$ .

Здесь вероятность превышения случайным процессом уровня  $A_3$  определяется по известной формуле:

$$P(x > A_3) = \int_{-\infty}^{A_3} \omega(x) dx = 1 - \Phi(A_3).$$

Из этой формулы, если известна вероятностная величина количества импульсов за определенный интервал времени, находится  $\sigma_x$ , после чего можно вычислить  $a_x^2$ .

Колебания частоты представляют собой помеху, оказывающую непосредственное влияние на угол регулирования выпрямителя. При колебаниях частоты напряжения газодизель-генераторных агрегатов угол управления выпрямителем может меняться до 10–15% от установленного в сторону увеличения или уменьшения, что будет приводить к значительным колебаниям выходного напряжения выпрямителя. В первом приближении эти колебания можно оценить исходя из известной формулы:

$$U_{d\alpha} = U_{d0} \cos \alpha,$$

для которой примем, что  $\alpha_1 = \alpha_0 + \Delta\alpha$ . Тогда:

$$U_{d\alpha} = U_{d0} (\cos \alpha_0 + \Delta\alpha \sin \alpha_0),$$

откуда следует, что колебания частоты в первом приближении можно рассматривать как аддитивную помеху. С учетом этих формул можем определить выражение для оценки случайного характера колебаний напряжения при колебаниях частоты:

$$Ud(\tau) = U_{d0}^2 e^{-\sigma_\alpha^2 |\tau|} \cos^2 \alpha_0 + \sigma_\alpha^2 U_{d0}^2 e^{-\sigma_\alpha^2 |\tau|} \sin^2 \alpha_0.$$

Выполним оценку влияния колебаний частоты на среднее значение выпрямленного напряжения. Проинтегрируем выпрямленное напряжения  $m$ -пульсного выпрямителя на периоде (полупериоде) сетевого напряжения:

$$\dot{U}_{d\alpha} = \frac{jm}{T} \left[ \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} u_{ce}(t) dt + \int_{\alpha_2}^{\alpha_3} u_{ce}(t) dt + \int_{\alpha_3}^{T/2+\alpha_1} u_{ec}(t) dt \right],$$

где  $U_{AB}(t) = U_{AB} \sin \omega t = U \sin \omega t$ ,  $U_{BC}(t) = U_{BC} \sin \omega(t + T_1) = U \sin \omega(t + T_1)$ ,  
 $U_{CA}(t) = U_{CA} \sin \omega(t + T_3) = U \sin \omega(t + T_3)$ .

После преобразований находим:

$$U_{d\alpha} = \frac{U}{\pi} [\cos \omega \alpha_1 + \cos \omega(\alpha_3 + T_1) + \cos \omega(\alpha_2 + T_3)]. \quad (1)$$

Равноинтервальные системы управления характеризуются тем, что углы включения  $\alpha$  для каждого выпрямителя смещаются на одинаковую величину, равную  $T/m$ . Поэтому

$$\left. \begin{aligned} \alpha_2 &= \alpha_1 + \frac{T}{m} \\ \alpha_3 &= \alpha_1 + \frac{2T}{m} \end{aligned} \right\}. \quad (2)$$

Выражение (1) с учетом (2) примет вид:

$$U_{d\alpha} = \frac{U}{A} \left\{ \left[ \cos \frac{\omega}{\omega_0} \alpha + \cos \left[ \frac{\omega}{\omega_0} \left( \alpha + \frac{2T}{m} \right) + T_1 \right] + \cos \left[ \frac{\omega}{\omega_0} \left( \alpha + \frac{T}{m} \right) + T_3 \right] \right] \right\}. \quad (3)$$

Приняв  $\omega = \omega_0 + \Delta\omega$ , а также учитывая, что при указанных колебаниях частоты значения  $T_1, T_2, T_3$  можно принять приблизительно равными

$$T_1 = T_2 = T_3 = T_2 / 3.$$

Выражения (3) представим в виде:

$$\Delta U = \frac{3 \cdot \Delta\omega}{\omega_0} U \left( 1 + \frac{\alpha_0}{\pi} \right) \sin \alpha_0. \quad (4)$$

Для синхронных систем управления с накапливающим счетчиком выражение отклонения напряжения имеет вид:

$$\Delta U_{d\alpha} = \frac{3}{\pi} U \cos \frac{\Delta\omega}{\omega_0} \alpha_0. \quad (5)$$

Формулы (4) и (5) можем представить в относительных единицах, приняв за базовое напряжение неуправляемого выпрямителя:

$$U_{d0} = \frac{m}{\pi} \sin \frac{\pi}{m} U = \frac{3}{\pi} U \quad (6)$$

или среднее значение выпрямленного напряжения при угле  $\alpha_0$  и частоте  $\omega_0$ :

$$U_{d\alpha} = \frac{m}{\pi} \sin \frac{\pi}{m} U \cos \alpha_0 = \frac{3}{\pi} U \cos \alpha_0.$$

В этом случае формулы (4) и (5) преобразуются, к виду:

$$\left. \begin{aligned} \Delta U^* &= \pi \frac{\Delta \omega}{\omega_0} \left(1 + \frac{\alpha}{\pi}\right) \sin \alpha_0 \\ \Delta U^* &= \cos \frac{\Delta \omega}{\omega_0} \alpha_0 \end{aligned} \right\},$$

при базовом напряжении (6):

$$\left. \begin{aligned} \Delta U^* &= \pi \frac{\Delta \omega}{\omega_0} \left(1 + \frac{\alpha_0}{\pi}\right) \operatorname{tg} \alpha \\ \Delta U^* &= \frac{\cos \frac{\Delta \omega}{\omega_0} \alpha_0}{\cos \alpha_0} \end{aligned} \right\}.$$

По полученным формулам можно определить величины отклонений напряжения для разных значений  $\alpha_0$  и  $\Delta \omega_0$ .

Колебания выходного напряжения выпрямителя при случайных колебаниях частоты, вызванных как коммутацией нагрузки, так и нестабильностью оборотов газодизельного агрегата, приведены на рис. 3. Увеличение периода колебаний (т.е. снижение частоты из-за подключения мощного потребителя электроэнергии) приводит к уменьшению угла управления и повышению выпрямленного напряжения.

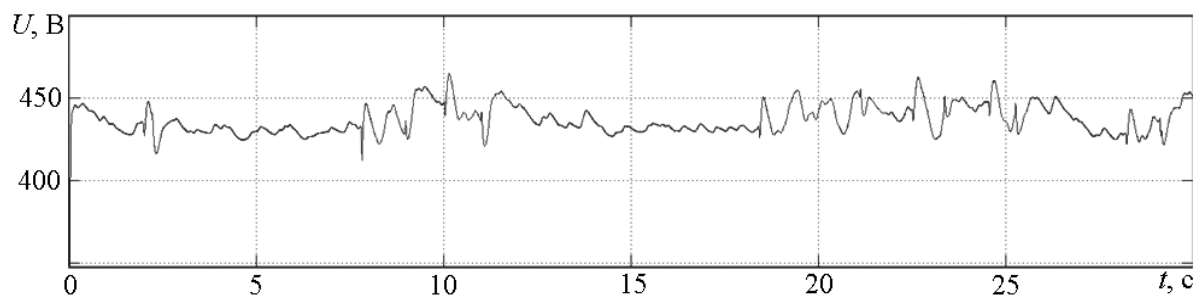


Рисунок 3 – Оциллограмма выходного напряжения выпрямителя

**Выводы.** В общем виде колебания частоты при воздействии на управляемый выпрямитель проявляются как мультипликативная помеха, изменяющая величину угла регулирования преобразователя. По известным параметрам импульсных последовательностей определяются параметры корреляционной функции, которая в дальнейшем может быть использована как характеристика возмущающего воздействия в заданных системах стабилизации напряжения, а задачи подавления импульсных случайных помех свести к типовым задачам подавления возмущающих воздействий, действующих в определенном спектральном диапазоне.

Моделирование электроэнергетической системы с управляемым выпрямителем в Matlab-Simulink показало высокую степень сходимости теоретических результатов с результатами моделирования, что позволяет в дальнейшем использовать Matlab – модели для решения задач повышения эффективности подавления помех в замкнутых системах с полупроводниковыми преобразователями.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Фролкин В. Г. Импульсные и цифровые устройства : учебное пособие для Вузов / В. Г. Фролкин, Л. И. Попов – М. : Радио и связь, 1992. – 336 с.
2. Флоренцев С. Н. Состояние и перспективы развития приборов силовой электроники на рубеже столетий / С. Н. Флоренцев // Электротехника. – 1999. – №4. – С. 2-10.
3. Кипенский А. В. Анализ и синтез характеристик тиристорного выпрямителя с микропроцессорным управлением на координатной плоскости графоаналитическим методом / А.В. Кипенский // Технічна електродинаміка. Силова електроніка та енергоефективність. – Інститут електродинаміки НАН України, 2011. – №2. – С. 16-23.
4. Слежановский О. В. Системы подчиненного регулирования электроприводов переменного тока с вентильными преобразователями / О. В. Слежановский. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 256 с.
5. Рябенский В. М. Исследование провалов и всплесков напряжения в автономных электроэнергетических системах / В. М. Рябенский, А. О. Ушкаренко, Нгуен Ван Тхань // Технічна електродинаміка : тем. випуск. – К., 2010. – Ч. 1. – С. 182-186.

## ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ АНТИФРИКЦІЙНИХ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ ДЛЯ ПІДСИЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ САМООРГАНІЗАЦІЇ ПРИ ТРИБОКОНТАКТІ

*Садова О.Л., Кашицький В.П., Савчук П.П., Редько Р.Г.,*  
Луцький національний технічний університет  
(Україна)

**Вступ.** Зношування і пошкодження поверхні можуть бути причиною її руйнування при навантаженні тертям насамперед через недостатній опір втомі [1]. Підвищене зношування порушує нормальну взаємодію деталей у вузлах механізмів, відповідно може викликати раптове руйнування трибосистеми. Досить часто зношування супроводжується недопустимим шумом машин, що суперечить нормам охорони праці. Також зношування інструменту і робочих деталей машин, окрім зниження продуктивності роботи, сприяє збільшенню енергозатрат.

**Актуальність досліджень.** Сьогодні композиційні матеріали знаходять широке практичне застосування. Актуальним напрямком залишається розробка композиційних трибоматеріалів на основі полімерних зв'язуючих. Застосування полімеркомпозитів в даній галузі дозволяє підвищити корозійну стійкість вузла тертя та знизити його масу, безшумність роботи. Реалізація явища вибіркового перенесення забезпечує самозмашення вузла тертя, що дозволяє відмовитись від використання мастильних матеріалів. Важливим завданням є розробка композиційного матеріалу з оптимальною конструктивною міцністю та низьким коефіцієнтом тертя за рахунок реалізації ефекту вибіркового перенесення при відповідних умовах навантаження тертям [1-4].

Перспективним при цьому є виникнення процесів самоорганізації, що призводить до формування нових стійких структур в процесі експлуатації підшипника ковзання та сприяє стабілізації фрикційних параметрів [5, 6].

**Постановка задачі.** Основною метою досліджень є розробка та вдосконалення складу епоксикомпозиційного матеріалу триботехнічного призначення, що працює в складних умовах тертя. Його зносостійкість обумовлюється насамперед здатністю реалізувати ефект вибіркового перенесення, що призводить до стабілізації процесу тертя.

**Матеріали і методи досліджень.** В якості полімерної матриці використано композицію на основі епоксидно-діанової смоли марки ЕД-20, яка характеризується високою технологічністю при формуванні та адгезією до багатьох матеріалів. Для забезпечення високих фізико-механічних та триботехнічних характеристик використано комплекс наповнювачів – порошки оксиду міді, чистої міді, бронзи різної дисперсності, вуглецеві волокна різної довжини. Композиції готували з попередньо просушених наповнювачів. Сформовану композицію наносили на підготовлену поверхню або заливали у спеціальні форми. Тверднення епоксикомполімерів тривало 24 год при нормальних умовах. Додаткову термічну обробку здійснювали у печі, відхилення температури в якій не перевищувало  $\pm 2$  °С. Для уникнення високих залишкових напружень застосовано ступінчастий режим термічної обробки, який полягав у нагріві до температур 50 °С та 100 °С з витримкою по 1 год та 140 °С з витримкою 2 год.

Границю адгезійної міцності та міцності при стисканні в умовах нормального відриву визначали за ГОСТ 14759-69. Дослідження проводили на розривній машині марки УММ-5 при швидкості переміщення нижньої траверси 2 мм/хв.

Зносостійкість визначали на лабораторній установці за схемою «вал–сегмент втулки» ваговим та лінійним методами.

Дослідження макро- та мікроструктури епоксикомполімерів здійснювали на оптичному МБС-9 та металографічному МИМ-10 мікроскопах при збільшенні ( $\times 150 \dots 250$ ) методом пластмасографічного аналізу.

**Результати досліджень.** Для оптимізації складу композиту важливо було оцінити вплив вмісту компонентів на фізико-механічні характеристики матеріалу. Експериментально встановлено, що при збільшенні вмісту порошків Cu і високодисперсної бронзи від 4 до 8 мас. ч. в епоксикомпозитах спостерігається підвищення адгезійної міцності. Максимальні значення становлять  $\sigma_a = 14,50$  МПа і  $\sigma_a = 13,90$  МПа відповідно. При більших ступенях наповнення системи відбувається зниження даної характеристики. Для композитів наповнених менш дисперсною бронзою максимальне значення адгезійної міцності  $\sigma_a = 5,88$  МПа зафіксовано при вмісті порошку в кількості 12 мас. ч. Низькі значення адгезійної міцності при менших ступенях наповнення пояснюються недостатнім армуючим впливом наповнювача на матрицю [5,6].

Експериментально встановлено, що найвища міцність при стисканні ( $\sigma_{ст} = 86,62$  МПа і  $\sigma_{ст} = 101,91$  МПа) характерна для епоксикомпозитів, наповнених порошками бронзи різної дисперсності відповідно з вмістом наповнювача 8 мас. ч. Менші ступені наповнення є недостатніми для опору матеріалу статичним навантаженням, а більші – призводять до утворення агломератів в епоксисистемі, що погіршує змочування інгредієнтів наповнення та тим самим ефективність взаємодії на межі розділу фаз. Для композицій наповнених порошком Cu спостерігається підвищення даної характеристики із збільшенням його вмісту, що свідчить про збільшення активності взаємодії полімерної матриці з наповнювачем. При вмісті 16 мас. ч. Cu міцність при стисканні становить 95,54 МПа.

Трибологічні дослідження підтвердили високу зносостійкість та антифрикційну здатність розроблених ЕКМ-систем за рахунок оптимально підбраного складу композицій та параметрів фрикційного навантаження, що призвело до утворення в зоні контакту плівки переносу і забезпечило стабільність роботи трибовузла.

**Висновки.** Таким чином, для посилення реалізації ефекту вибіркового перенесення в ЕКМ-системах оптимізовано склад комплексно наповнених епоксикомпозитів триботехнічного призначення. Показано, що за рахунок виникнення даного ефекту епоксикомпозити мають низький коефіцієнт тертя та високу зносостійкість, завдяки чому їх доцільно використовувати в якості підшипників ковзання, що працюють в умовах без мастильного матеріалу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Савчук П. П., Кашицький В. П., Садова О. Л. Наукові передумови та світова практика реалізації явища «вибіркового перенесення» в полімеркомпозитах при навантаженні тертям // Наукові нотатки. – Луцьк, 2011. – С. 236-240.
2. Кашицький В. П., Савчук П. П., Будкіна О. Л., Редько Р. Г. До питання про реалізацію ефекту вибіркового перенесення в епоксикомпозитах, додатково наповнених оксидами міді // Науковий вісник ХДМІ : науковий журнал. – Херсон : Видавництво ХДМІ, 2011. – № 1 (4). – С. 190-197.
3. Кашицький В. П., Савчук П. П., Садова О. Л. Трибологічні процеси та структурні перетворення в поверхневих шарах полімеркомпозитів при навантаженні тертям / Проблеми трибології. – Хмельницьк, 2011. – № 4 (62). – С. 103-107.
4. Избирательный перенос в тяжело нагруженных узлах трения / Под ред. Д. Н. Гаркунова. М.: Машиностроение, 1982. – 207 с.
5. Савчук П. П. Наукові і технологічні основи створення та керованого функціонування епоксидних композитів з різним ступенем наповнення : дис... д-ра техн. наук за спец. 05.02.01 – К. : ІПМ, 2010. – 320 с.
6. Букетов А. В., Стухляк П. Д., Кальба Є. М. Фізико-хімічні процеси при формуванні епоксикомпозитних матеріалів. – Тернопіль : Збруч, 2005. – 182 с.

## МОДЕЛЮВАННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ РОБОТИ СОПЛА НОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ АБРАЗИВОСТРУМЕНЕВОЇ МАШИНИ

*Сичук В.А., Заболотний О.В.,*  
Луцький національний технічний університет  
(Україна)

Рівень сучасних інформаційних технологій зокрема CAD/CAE/CFD (Computer-aided design/Computer-aided engineering/ Computational Fluid Dynamics) програмних пакетів дозволяє значно пришвидшити процес проектування та перевірки працездатності спроектованих об'єктів (процесів які відбуваються під час роботи даних об'єктів).

Застосовуючи CAD систему SolidWorks було спроектовано деталь абразивоструменевої машини – сопло нової конструкції. Новизна полягає у використанні вставки з пористого матеріалу в найвужчій прохідній частині сопла. Під час роботи абразивоструменевої машини через дану вставку в радіальному напрямку подається повітря, яке зменшує силу контакту абразивних частинок з внутрішньою робочою поверхнею (місця максимального зношування) сопла. Схема роботи частини сопла зображена на рисунку 1.

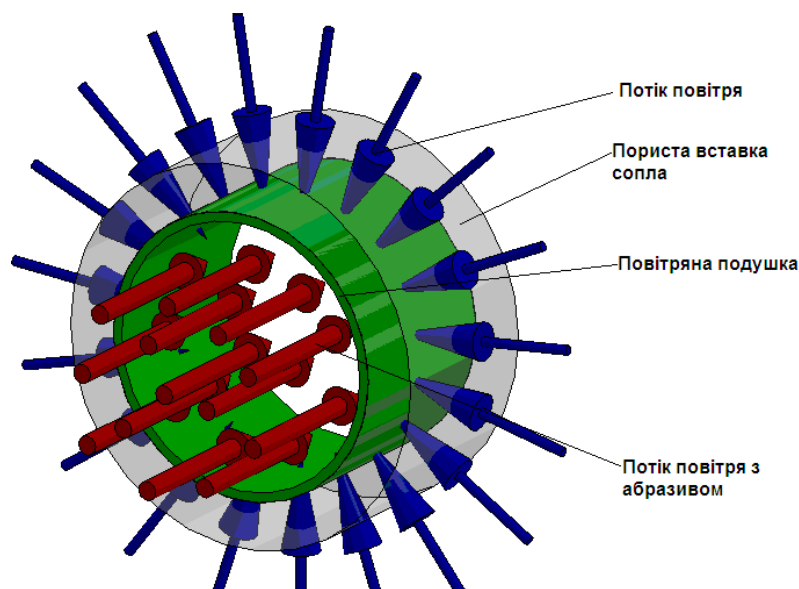


Рисунок 1 – Схема роботи частини сопла абразивоструменевої машини

В CFD модулі SolidWorks Flow Simulation було випробувано даний процес. Вхідні параметри (швидкість вхідного струменя повітря, вхідний та вихідний тиски, геометричні розміри, пористість вставки, матеріал, температура, шорсткість поверхні, різноманітні параметри потоку) були підібрані такими як при реальній роботі абразивоструменевої машини.

Моделювання роботи спроектованої деталі дуже точна, оскільки базується на передовому математичному апараті в описуванні аеродинамічних процесів в поєднанні з потужністю сучасної електронно-обчислювальної техніки.

Застосування даного комплексу програмних продуктів дозволило підібрати максимально оптимальні конструктивні параметри розроблюваної конструкції перед її реальним виготовленням і випробуванням.

## ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ВЫПУСКНЫХ КЛАПАНОВ МАЛОБОРОТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

*Сторожев В.П., Груздев В.В.,*

Одесский национальный морской университет  
(Украина)

**Введение.** На морских транспортных судах в качестве главных силовых установок применяют малооборотные двигатели типа ДКРН фирмы Бурмейстер и Вайн. Надежность работы двигателя в значительной степени зависит от надежности работы составляющих его элементов. Это, прежде всего, детали цилиндропоршневой группы. Одними из них являются выпускные клапаны.

Выпускные клапаны ДВС работают при высоких температурах в среде сильно корродирующих продуктов сгорания. На клапаны воздействуют значительные механические знакопеременные нагрузки. В результате воздействия механических и тепловых нагрузок на притирочной поверхности выпускных клапанов появляются усталостные трещины, происходит разрушение с образованием трещин и выкрашивания наплавленного слоя металла не только на запорной, но и на верхней части штока, изнашивается направляющая поверхность штока, выгорает торцевая часть клапана.

Исходя из условий работы, для изготовления клапанов судовых ДВС применяют специальные жаропрочные стали, которые обладают стойкостью к газовой коррозии, имеют высокую ударную вязкость, достаточную теплопроводность и необходимый температурный коэффициент линейного расширения.

**Актуальность исследования.** В настоящее время решение проблемы безотказной и долговечной работы выпускных клапанов малооборотных двигателей является актуальной и своевременной. Это связано с ухудшением условий работы выпускных клапанов на тяжелых сортах топлива и повышением степени форсировки работы последних поколений двигателей. Тяжелые сорта топлива содержат серы до 5%, воды до 1%, золы до 0,2%. Продукты горения, содержащие серу и водяные пары, вызывают интенсивное коррозионное разрушение выпускных клапанов [1]. Температура выпускных клапанов в центре тарелки достигает 600°C и около 500°C на посадочной поверхности.

**Результаты исследования.** Нами исследовано техническое состояние 78 выпускных клапанов двигателей ДКРН 74/160, определены условия работы, проанализированы характерные дефекты, возникающие в период эксплуатации.

К основным дефектам выпускных клапанов, вызывающих отказы, следует отнести наличие на посадочных поверхностях трещин и раковин, прогар доньшка, коррозия, износ штока и направляющей втулки, нарушение плотности контакта посадочных поверхностей клапана и седла, который является наиболее серьезным видом отказа. Эти дефекты могут быть учтены при выборе технологий восстановления выпускных клапанов с целью повышения их долговечности. Применяя современные технологии восстановления выпускных клапанов, можно получить такие же показатели их долговечности, как и у новых, а в отдельных случаях и выше.

Значительное возрастание механических напряжений в выпускных клапанах вызвано повышением степени форсировки двигателя, применением тяжелых сортов топлива, действию циклической нагрузки, продолжительной работой выпускных клапанов в зоне высоких температур.

В настоящее время применяются различные способы восстановления выпускных клапанов: наплавка стеллитом, плазменная наплавка, газотермическое напыление и др. наиболее широкое применение восстановления выпускных клапанов получила плазменная наплавка, позволяющая получить минимальное проплавление основного металла [2].

На судоремонтных заводах выпускные клапаны восстанавливают, руководствуясь технологическими инструкциями, согласованными с Регистром и содержащими



технические требования и указания по очистке, дефектации, подготовке к восстановлению, непосредственно восстановлению, механической обработке, техническому контролю.

Выбор оптимального способа восстановления выпускных клапанов способствует повышению их долговечности.

**Выводы.** Повышение долговечности выпускных клапанов должно быть направлено на:

- разработку диагностических мероприятий, позволяющих своевременно выявить начало появления различных дефектов;
- оптимальный выбор основного материала клапана и материалов наплавляемого слоя;
- применение необходимых присадок к топливу, понижающих его коррозионное воздействие;

На основании проведенных нами статистических исследований достаточного количества выпускных клапанов можно прогнозировать их долговечность, что дает возможность заблаговременно обеспечивать поставку запасных частей, экономит финансовые и трудовые ресурсы.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Сторожев В. П. Причины и закономерности постепенных отказов основных триботехнических объектов энергетической системы судна и повышение их ресурса. – Одесса, 2001. – 341 с.

2. Шишкин В. А. Анализ неисправностей и повреждений судовых дизелей. – М. : Транспорт, 1986. – 192 с.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛІ ДИНАМІКИ ТАНГЕНСА КУТА МЕХАНІЧНИХ ВТРАТ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ

*Стухляк П.Д., Добротвор І.Г., Бадищук В.І., Вербицький О.І.,*  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(Україна)

При формуванні епоксидних композитів утворюється структура, яка забезпечує високу хімічну тривкість в агресивних умовах експлуатації, що дозволяє використовувати їх як покриття для захисту вузлів машин і механізмів технологічного устаткування. Підвищення експлуатаційних характеристик матеріалів досягають наповненням олігомерних зв'язувачів волокнистими наповнювачами, зокрема базальтовими волокнами. Як зв'язувач при формуванні композитів використовували епоксидний діановий олігомер марки ЕД-20. Тверднення здійснювали поліетеленполіаміном.

Досліджували залежність тангенса кута механічних втрат від тривалості зшивання протягом 5 год. ненаповненої пластифікованої епоксидної матриці у присутності торсіону з базальтових волокон. Спостерігали два максимуми. Перший максимум виявлено після часу  $\tau = 63$  хв. після початку досліджень і його абсолютна величина становить  $\text{tg}(\delta_{\max}) = 2,7$ . Вказаний максимум характеризує процес релаксації сегментів макромолекул матриці при її фізичному зшиванні, тобто при утворенні фізичних вузлів в результаті структуроутворення епоксикомпозитів. Другий максимум виявлено після часу 246 хв. після початку досліджень і його абсолютна величина становить  $\text{tg}(\delta_{\max}) = 2,0$ . Цей максимум характеризує процес релаксації бокових груп основного ланцюга макромолекул матриці при її хімічному зшиванні і утворенні хімічних вузлів в результаті структуроутворення композитів.

Використовуючи методикку досліджень коливних динамічних процесів [1], встановлено, що зміну у часі тангенса кута механічних втрат можна представити лінійною комбінацією експоненційних і періодичних функцій виду:

$$y_1(t) = A \cdot e^{-(k_1 t - t_1)} \cdot (1 - a_1 \cdot (t - t_1)^2) \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T_1 \cdot (1 + a_2 \cdot t)} \cdot t + f_1 \cdot (1 + a_3 \cdot t)\right) + c_1;$$

$$y_2(t) = B \cdot e^{-(k_2 t - t_2)} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T_2} \cdot t + f_2\right) + c_2; \quad y_3(t) = C \cdot (e^{-k_3(t-t_3)} - 1) \cdot \varphi(t - t_2),$$

де  $T_1=2,4$  (год.);  $T_2=0,8$  (год.) – періоди основних гармонік досліджуваного  $\text{tg} \delta(t)$ ;  $f_1=1,1$ ;  $f_2=0,24$  – коефіцієнти зміщення фаз;  $A=1,45$ ;  $B=0,045$ ;  $C=1,22$  – амплітуди складових;  $t_1=1,2$ ;  $t_2=2,2$ ;  $t_3=0,7$  – часові точки перегину кривої;  $c_1=1,1$ ;  $c_2=0,03$  – вертикальні зміщення;  $\varphi(t)$  – функція Хевісайда.

Таким чином  $\text{tg} \delta(t) = y_1(t) + y_2(t) + y_3(t)$ . Отримана апроксимація дає змогу прогнозувати існування третього максимуму  $\text{tg}(\delta_{\max}) = 0,8$  після часу  $\tau = 380$  хв., який відповідає утворенню кластерних структур макромолекул в об'ємі матриці.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Добротвор І. Г. Дослідження динаміки структуроутворення епоксикомпозитів на багатовимірних просторових формах / І. Г. Добротвор // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. – Кіровоград, 2008. – Вип.21. – С. 6-12.

## ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ З ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ МОДИФІКОВАНИХ ЗМІННИМ МАГНІТНИМ ПОЛЕМ ПРИ ДІЇ ЗГІНАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

*Стухляк П.Д., Карташов В.В., Каретін В.М.,*

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(Україна)

**Вступ.** Сучасна промисловість ставить високі вимоги до надійності деталей, з яких складаються вузли механізмів та машин. Тому захисні покриття, що запобігають зношенню поверхонь деталей, ізолюють від агресивних середовищ та продовжують міжремонтний період, повинні також відповідати цим вимогам. Перспективним у цьому напрямку є використання композиційних матеріалів на основі епоксидного зв'язувача, які забезпечують необхідний комплекс фізико-механічних властивостей, а також стійкість до корозії та зношення. У зв'язку з цим закономірності формування епоксикомпозитів та методи їх модифікування є об'єктом наукових досліджень.

**Актуальність досліджень.** Одним із основних засобів регулювання структури та властивостей полімерів та полімерних композитів є фізична модифікація самих композицій або їх компонентів до їх формування у виробництві. Головним напрямком такої фізичної модифікації є дослідження впливу дії зовнішніх енергетичних полів, а саме магнітного оброблення, на характеристики епоксикомпозиту. Важливо, щоб захисні покриття належним чином протидіяли усім навантаженням, та зберігали номінальні експлуатаційні властивості протягом усього терміну служби. Тому актуальним, з наукової та практичної точки зору, є дослідження стійкості захисних епоксикомпозитних покриттів до протидії згинальним навантаженням.

**Мета роботи.** Дослідити вплив обробки епоксикомпозитів у процесі їх формування змінним магнітним полем на стійкість до впливу згинальних навантажень.

**Матеріали та методика досліджень** У якості полімерної матриці вибрали епоксидний олігомер марки ЕД-20 (ГОСТ 10587-84), а для зшивання – низькотемпературний твердник поліетиленполіамін (ТУ 6-05-241-202-78). У якості наповнювачів використали феромагнетики: ферит марки 1500НМ3, газову сажу (ГС) та коричневий шлам (КШ). Наповнювачі вводили у кількості 30 мас.ч. на 100 мас.ч. зв'язувача. Попередніми дослідженнями встановлено, що така концентрація є оптимальною [1]. Для дослідження впливу зовнішнього магнітного поля на фізико-механічні властивості епоксикомпозитних матеріалів, спроектовано та виготовлено пристрій [2]. Оброблення композицій здійснювали на попередній стадії протягом 20...60 хв, так як експериментально виявлено, що саме у такому проміжку часу ступінь зшивання зв'язувача є максимальним. Параметри магнітного поля наступні: частота  $\nu=10$  Гц - 1 МГц, індукція  $B=675...0,35$  Тл. Для оцінки впливу магнітного оброблення на стійкість епоксикомпозитних матеріалів до згинальних навантажень вибрано руйнівне напруження при згинанні згідно ГОСТ 4648-71. Зразки після формування витримували протягом 36 год за нормальних умов, після чого піддавали термообробці при  $T=393\pm 2$  К протягом 2 год.

**Результати досліджень.** Відомо, що, введення в епоксидну матрицю дисперсних наповнювачів сприяє підвищенню міцнісних характеристик композиту внаслідок покращення умов полімеризації. Активні центри на поверхні частинок дисперсного наповнювача, покращують процеси структуроутворення при формуванні матеріалу, чим досягається збільшення кількості зв'язків між в'язучим та поверхнею дисперсної сполуки. Це сприяє зменшенню молекулярної рухливості в проміжних граничних шарах, і як наслідок зростає ступінь зшивання матеріалу зв'язувача [3]. Проте, результатами експериментальних досліджень встановлено, що зразки сформовані з епоксидної матриці без додавання наповнювачів забезпечують більшу стійкість до руйнування (рис. 1).

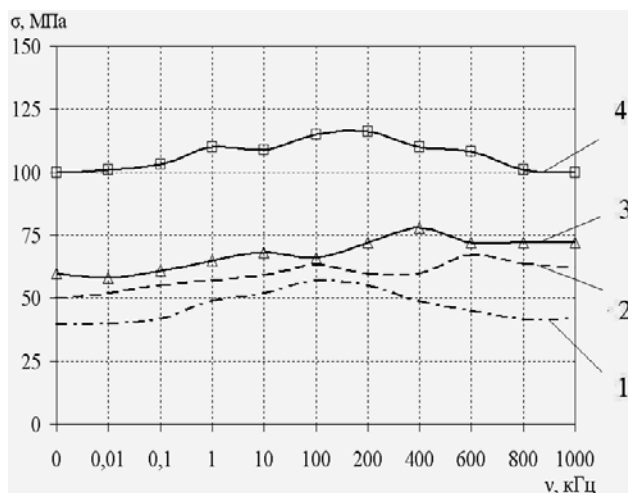


Рисунок 1 – Залежність руйнівного напруження при згинанні від частоти магнітного поля: 1 – феритовий наповнювач; 2 – газова сажа; 3 – коричневий шлам; 4 – епоксидна матриця

При цьому, спостерігали надмірну деформацію зразків з епоксидної матриці при прикладанні навантажень порівняно із зразками з дисперсними наповнювачами. Це можна пояснити тим, що введення наповнювача в епоксидну матрицю призводить до утворення більш дефектної гетерогенної структури, що викликає зниження гнучкості. Встановлено також зростання величини залишкових напружень матеріалу при введенні дисперсних часток (для епоксидної матриці  $\sigma_{зал} = 1,8$  МПа, для композицій з наповнювачами  $\sigma_{зал} = 2,2$  МПа).

Доведено, що при застосуванні магнітного оброблення можна покращити значення руйнівного напруження при згинанні епоксикомпозитних матеріалів (рис. 1). Це можна пояснити виникненням орієнтуючого ефекту у структурі матеріалу, а саме орієнтацією макромолекул зв'язувача та частинок наповнювача вздовж силових ліній магнітного поля. У цьому випадку макромолекули епоксидного зв'язувача виступають у якості доменів, і можуть взаємодіяти за рахунок фізичного поля з поверхнею частинок наповнювачів. Проте встановлено, що застосування магнітного оброблення також сприяє зростанню залишкових напружень матеріалу (для епоксидної матриці до  $\sigma_{зал} = 2,7$  МПа, для композицій з наповнювачами  $\sigma_{зал} = 3,3$  МПа).

**Висновки.** Встановлено, що в умовах впливу згинальних навантажень, оптимальним є застосування захисних покриттів на основі епоксидної матриці сформованої в змінному магнітному полі частотою  $\nu = 100 \dots 200$  кГц. Додавання в композицію дисперсних наповнювачів сприяє підвищенню міцнісних характеристик матеріалу. Проте в умовах впливу згинальних навантажень такий матеріал є більш крихким, внаслідок зростання залишкових напружень. Оброблення композицій змінним магнітним полем забезпечує покращення стійкості сформованого матеріалу до руйнувань в середньому: для епоксидної матриці на 8 %, для композицій наповнених феритом – 19 %, газопою сажею 10 %, коричневим шламом 12 %.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Стухляк П. Д. Епоксикомпозитні матеріали, модифіковані енергетичними полями / П. Д. Стухляк, А. В. Букетов, І. Г. Добротвор – Тернопіль : Збруч, 2008. – 208 с.
2. Пат. 62717 Україна, МПК В 03 В 13/04. Пристрій для обробки полімерних композицій змінним магнітним полем / Стухляк П.Д., Карташов В.В, Андрієвський В.В.; заявник та патентовласник Тернопільський нац. техн. універс. – № u 2011 01904; заявл. 18.02.2011; опубл. 12.09.2011, Бюл. № 17.
3. Букетов А. В. Про синергізм впливу магнітного поля та магнітної природи наповнювача на характеристики епоксикомпозитів / А. В. Букетов // Вісник ХДТУ. – 2003. – Випуск 20. – С. 385–390.

## ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗАХИСНИХ ЕПОКСИКОМПОЗИТНИХ ПОКРИТТІВ МОДИФІКОВАНИХ НАДВИСОКОЧАСТОТНОЮ ОБРОБКОЮ ПРИ ДІЇ УДАРНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

*Стухляк П.Д., Голотенко О.С.,*

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(Україна)

Одним з напрямків збільшення ресурсу експлуатації та надійності технологічного устаткування у газотранспортній, нафтопереробній, хімічній, легкій, харчовій галузях промисловості і машинобудуванні є використання полімерних композитних матеріалів (КМ) та захисних покриттів на їх основі. Перспективними у цьому напрямку, враховуючи умови полімеризації, адгезійні, міцнісні та теплофізичні властивості, технологічність процесу нанесення на довговимірні складні поверхні, є полімеркомпозитні покриття на основі епоксидних олігомерів.

Для покращення фізико-механічних характеристик проводять керування структурними параметрами полімеркомпозитних покриттів шляхом введення в матрицю наповнювачів різної природи та обробкою композицій зовнішніми енергетичними полями. Така обробка у процесі формування матеріалів підвищує їх характеристики шляхом регулювання параметрів матеріалів для надмолекулярної структури полімеру й орієнтованого розподілу часток наповнювача на межі розподілу фаз «основа – покриття». На сьогоднішній день недостатньо уваги приділено впливу надвисокочастотної обробки епоксидних композицій.

Метою даної роботи, є дослідження впливу НВЧ обробки на ударну в'язкість покриттів, наповнених дрібнодисперсними наповнювачами (10 – 20 мкм).

Як зв'язувач при формуванні КМ використовували епоксидний діановий олігомер марки ЕД-20 (ГОСТ 10587-84) з густиною  $\rho = 1,2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

Як пластифікатор використано полідіетилакрилат ПДЕА-4, який характеризується реакційною здатністю до взаємодії з макромолекулами епоксидного олігомера завдяки значній кількості гідроксильних груп. Пластифікатор вводили у зв'язувач в кількості 16мас.ч. на 100мас.ч. епоксидного олігомера ЕД-20. Як твердник використано поліетиленполіамін ПЕПА (ТУ 6-05-241-202-78), який дозволяє отверджувати композити при кімнатній температурі, що доцільно при нанесенні покриттів на складні поверхні технологічного устаткування.

У якості наповнювачів використовували дрібнодисперсні порошки (10 – 20 мкм) червоного шламу (ЧШ), оксиду хрому ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) та бориду титану ( $\text{TiB}_2$ ). Наповнювачі вводили у кількості 30 мас.ч. на 100 мас.ч. зв'язувача. Попередніми дослідженнями встановлено, що така концентрація є оптимальною для забезпечення високих фізико-механічних характеристик.

Міцність покриття при ударі досліджували за допомогою маятникового копра згідно ГОСТ 4765-73. Шкала вимірюваного приладу відградуєвана так, що нуль знаходиться внизу, а максимальне значення відповідає висоті підйому маятника після руйнування зразка. При відомому куті підйому шкала вимірювального приладу фіксує робочий кут проходження маятника після руйнування зразка, розміри якого становили 60x10x8 мм.

Епоксидний зв'язувач формували за такою технологією: гідродинамічне суміщення наповнювача, пластифікатора та епоксидної діанової смоли ЕД-20 до отримання однорідної суміші з подальшою НВЧ обробкою даної суміші на протязі від 30 до 120 секунд ( $f = 2450 \text{ МГц}$ ), термооброблення суміші протягом часу  $\tau = 0,5 \pm 0,1 \text{ год}$  при температурі  $T = 393 \pm 2 \text{ К}$ , введення твердника ПЕПА, затвердження композиції. Затверджували КМ за експериментально встановленим режимом: формування зразків та

їх витримка протягом 2-х год при температурі  $T = 293 \pm 2\text{K}$ , нагрівання зі швидкістю 3 град/хв до температури  $T = 413 \pm 2\text{K}$ , витримка протягом часу  $\tau = 2,0 \pm 0,05$  год, повільне охолодження до температури  $T = 293 \pm 2\text{K}$ . З метою стабілізації структурних процесів у матриці зразки витримували протягом часу  $\tau = 60$  год на повітрі при температурі  $T = 293 \pm 2\text{K}$  з наступним проведенням експериментальних випробувань.

Результати проведених досліджень показали, що вплив надвисокочастотної обробки має естремальний характер (рисунок 1). Встановлено, що при 30-ти секундній НВЧ обробці ударна в'язкість композиції зростає незалежно від типу та природи введеного наповнювача на 5% ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), 16% (епоксидна матриця), 27% ( $\text{TiB}_2$ ) та 44% (ЧШ). Максимальне значення ( $7,76 \cdot 10^3$  кДж/м<sup>2</sup>) характерне для матеріалів, наповнених  $\text{TiB}_2$ . Проте найбільший ріст показників ударної в'язкості спостерігали у композиціях, наповнених ЧШ. Це пояснюється значною когезійною міцністю та седиментаційною стійкістю епоксидних систем з вказаним наповнювачем. Методом електронної мікроскопії підтверджено рівномірність розподілу наповнювача в об'ємі епоксидного олігомера у процесі зшивання. Це забезпечує формування поверхневих шарів значної густини, збільшує ступінь зшивання в'язучого, когезійні характеристики систем, що, відповідно, покращує фізико-механічні властивості епоксикомпозитів.

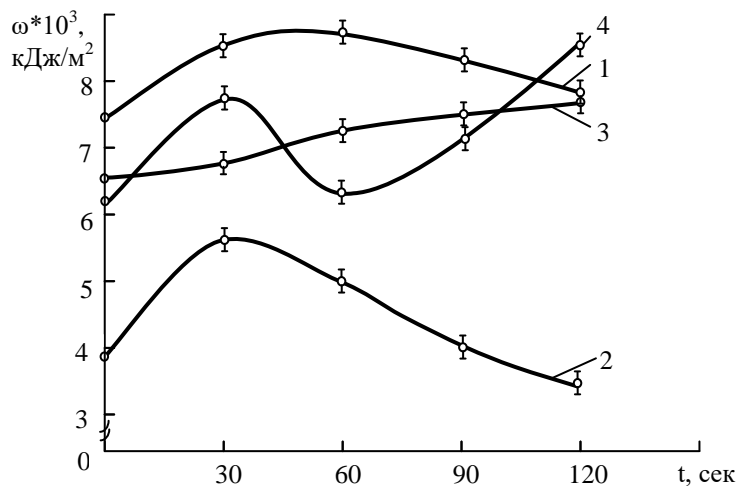


Рисунок 1 – Залежність ударної стійкості захисних покриттів від тривалості НВЧ обробки: 1 – Матриця, 2 – ЧШ, 3 –  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , 4 –  $\text{TiB}_2$

**Висновки.** Встановлено, що в умовах впливу ударної в'язкості, оптимальними є застосування захисних покриттів, отриманих на основі епоксидної матриці наповненої дрібнодисперсними порошками ЧШ та  $\text{TiB}_2$ , модифікованих НВЧ обробкою на протязі 30 секунд. Ударна в'язкість покриттів на основі ЧШ та  $\text{TiB}_2$  зростає на 44% та 27% відповідно. В майбутньому планується дослідити вплив НВЧ обробки на теплостійкість захисних покриттів, наповнених вищевказаними наповнювачами.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Козлов П. В., Папков С. П. Физико-химические основы пластификации полимеров. – М.: Химия, 1982. – 186 с.
2. Mamunya Ye. P., Davydenko V. V., Apekis L., Zois H., Snarskii A. A., Slipchenko K. V. Dielectric properties of polymers filled with dispersed metals // Polym. & Polym. Compos. – 2002. – V.10, N 3. – P. 219-227.
3. Букетов А. В., Стухляк П. Д., Кальба Є. М. Фізико-хімічні процеси при формуванні епоксикомпозитних матеріалів. – Тернопіль: Збруч, 2005. – 182 с.
4. Зубов П. И., Сухарева Л. А. Структура и свойства полимерных покрытий. – М.: Химия, 1982. – 256 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ РЕССОР И ПРУЖИН

*Ходаковский А.В., Малыгин Б.В.,*  
Херсонская государственная морская академия  
(Украина)

**Введение.** Известна необходимость повышения качества и ресурса рессор и пружин [1]. Одним из перспективных методов повышения их работоспособности является магнитоимпульсная обработка, которая устраняет в изделиях большую часть концентраций напряжений.

**Цель исследования.** Разработать и внедрить новую информационную технологию автоматического управления работой современных установок магнитной обработки изделий серии «Магнитрон».

**Содержание работы.** В работе применялась современная магнито–импульсная установка «Магнитрон–Универсал» (рис. 1, 2, 3).

Схема установки показана на рис. 1, соленоид на рис. 2, а блок управления, в электронную систему которого вмонтировалась модульная программа для принятия оптимальных решений по упрочнению изделий – показана на рис. 3. Суть работы модели и информационной технологии принятия решений в системы автоуправления процессом МИО описана в работе [2].

Известно, что качество рессор и пружин часто определяет работоспособность машин и механизмов в сложных динамических условиях. Например, из-за поломки рессор и пружин автомашин, простои агрегатов составляют 8...10% для автомобилей средней грузоподъемности и 20...50% для автосамосвалов грузоподъемностью 50...120 т.

В опытах обрабатывались пружины диаметром 20...280 мм и длиной 50...800 мм, а также пластины рессор сечением до 100 х 260 мм и длиной до 1...3 м. Применялись соленоиды с круглым, эллипсоидальным, квадратным и прямоугольным сечениями внутренней полости.

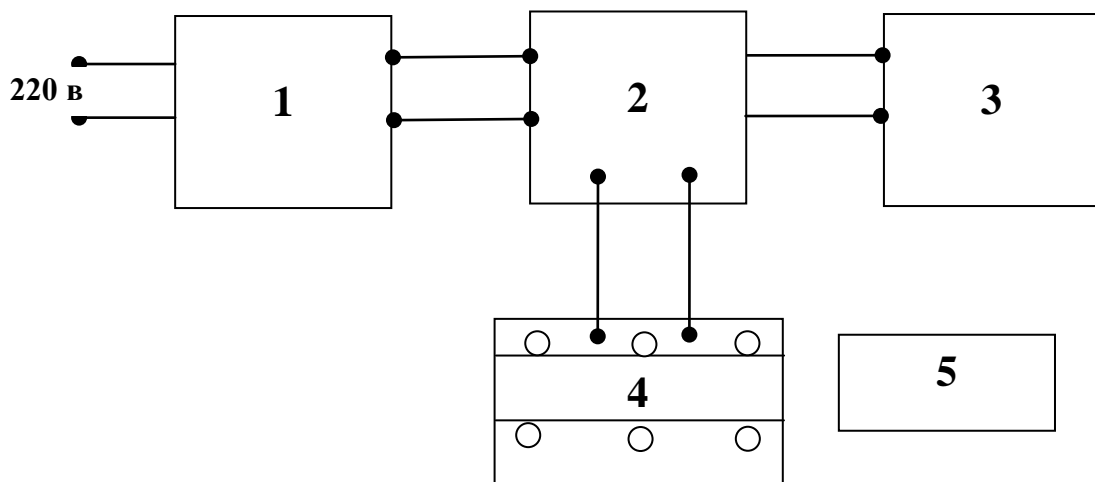


Рисунок 1 – Блок–схема установки «Магнитрон–Универсал» для МИО изделий:  
1 – силовой блок; 2 – блок управления режимом; 3 – модуль автоматизированного управления режимами МИО; 4 – соленоид; 5 – изделие.

Испытывалась магнитная обработка рабочих элементов рессор-пластин из углеродистых и малолегированных сталей для автомобилей Волга, ГАЗ, ЗИЛ, Нива, Татра, КраЗ, КаМАЗ, БеЛАЗ и др.



Рисунок 2 – Соленоид установки

Обработку пластин рессор проводили северной полярностью. В зависимости от массы и материала пластин компьютер выбирал число циклов. Опыт показал, что для обработки рессор оптимальная длительность одного импульса равна 1-2 с, а число циклов 5...21.



Рисунок 3 – Блок управления магнитной обработкой изделий с новой программой МИО

После МИО пластины рессор смазывали графитовым материалом, полученным из отработанных графитовых вставок коммутационных электросистем и выдерживали на неметаллических стеллажах около 24 ч. Затем из пакетов пластин собирали рессоры, ставили их на автомобиль, который запускали в эксплуатацию. Для сравнения работы рессор, на правую сторону машины ставили обычные пластины, а на левую – намагниченные. Каждая третья однотипная машина для контроля собиралась по указанной технологии, но без МИО рессор. Средние результаты по группам автомашин приведены в табл. 1.

Эффективность МИО рессор проверялась в лабораторных условиях на стандартных образцах из сталей 70, 65, 65Г, 60ХГФА. Исследования показали, что ударная вязкость намагниченных образцов рессор повышается на 15 %. Притираемость пластин при знакопеременных нагрузках до  $25 \cdot 10^6$  циклов (что соответствует 5 годам эксплуатации автомобиля) возросла не менее чем в 1,3 раза. Магнитное зондирование прибором ЦС-2341 пакетов, собранных из рессорных пластин, показало, что магнитные



характеристики стали с течением времени снижаться на 15...30%, что однако не влияет на их работоспособность.

Таблица 1 – Повышение срока службы рессор после МИО

Марка автомашины	Пробег автомобиля с рессорами, тыс. км		Повышение срока службы, раз
	без МИО	после МИО	
ГАЗ, Волга	107...130	131...163	1,21
ЗИЛ, Нива	92...136	120...169	1,29
КРАЗ, МАЗ	110...130	143...160	1,30
БелАЗ	180...200	250...287	1,40

Таким образом, за счет МИО рессор в механизмах транспортных средств можно за счет информационной программы МИО повысить ресурс на 21...34%.

Для бесперебойной работы ряда механизмов большое значение принадлежит надежности таких деталей, как пружины.

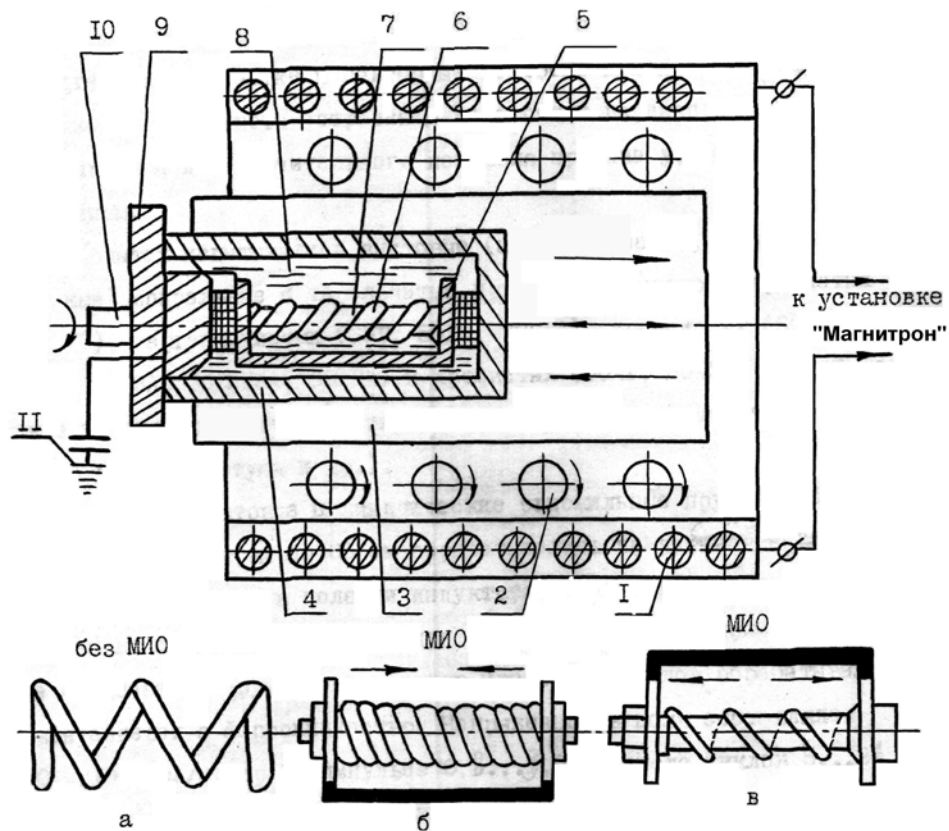


Рис. 4. Схема устройства для МИО пружин:

1 – соленоид, 2 – направляющие, 3 – цилиндр, 4 – корпус, 5 – скоба регулировки сжатия и растяжения пружины, 6 – пружина, 7 – стержень, 8 – ферромагнитная жидкость, 9 – крышка, 10 – приспособление для вращательно-поступательного перемещения цилиндра, 11 – заземляющее приспособление; а – нормальное состояние, б – предельное сжатие, в – предельное растяжение

Для повышения ресурса пружин применялась новая технология (А.с. № 1664448) их изготовления [3]. Новый способ изготовления пружин включал операции формообразования, термической и финишной обработки. После финишной обработки пружину надевают на стержень из парамагнетика, заземляют, помещают в контейнер, заполненный феррожидкостью, после чего контейнер с пружиной вводят внутрь соленоида и подвергают магнитно-импульсной обработке. При МИО пружина совершает внутри соленоида возвратно-поступательное движение, ускоренно вращается вокруг оси,

а также периодически снижается и растягивается. При этом во время сжатия пружины магнитную обработку ведут импульсами одной, а при растяжении ее – импульсами другой полярности. Состояние пружины обследовалось томографом.

Магнитно-импульсную обработку и томографию проводят до тех пор, пока полностью не устранялись концентрации остаточных напряжений.

На рис. 4 изображена схема устройства для магнитно-импульсной обработки пружины.

Состояние пружины контролировалось тепловизером, голографом или эргометром, после чего проводится повторная магнитная обработка. Магнитная обработка и повторный контроль напряжений велись практически до полного устранения остаточных перенапряжений. После МИО, выдержки и заключительного контроля пружина устанавливалась в механизм.

В опытах испытывались винтовые (цилиндрические, конические, фасонные) спиральные и тарельчатые пружины из высокоуглеродистых (65, 70), марганцовистых (65Г, 55ГС, 70ГСА), кремнистых (60С2, 60С2А, 70С3А, 60С2Н2А, 652ВА) и хромистых (50ХГ, 50ХФА) сталей, а также из сплавов цветных металлов (оловянистые, кремнистые, бериллиевые бронзы, латуни и др.).

Стальные винтовые цилиндрические одножильные пружины общего назначения диаметром до 80 мм обрабатывались на установке «Магнитрон». Обработку вели в полости индуктора при свободном перемещении вдоль оси. В качестве центрирующих стержней применяли медные сердечники. Пружины из сплавов цветных металлов обрабатывались в контейнерах с феррожидкостью. Напряженность поля составляла 300...1000 кА/м, время импульса 0,8...3,0 с, число циклов 5...21, интервал между циклами 1...3 мин. Результаты упрочнения некоторых пружин (табл. 2) показали, что вследствие магнитной обработки долговечность возрастает в 1,3...2 раза, сопротивление усталости – на 25...50%, а коррозионная стойкость и стойкость защитных покрытий увеличивается не менее чем на 25%. В ряде случаев наблюдалось снижение жесткости пружин на 6...10%, что, однако не отражалось на работе механизмов.

**Практическое применение и вывод.** Применение магнитной обработки изделий с новой информационной программой управления технологией МИО в аппаратах серии «Магнитрон» повысит надежность и ресурс транспортных средств в промышленности и на флоте.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Желтобрюх Н. Д. Технология и организация судоремонта. – Л. : Судострой, 1990. – 235 с.
2. Боровков Е. И., Рябинин Л. И., Малыгин Б. В., Ходаковский А. В. Разработка новых интеллектуальных технологий в сфере жизнеобеспечения человека // Международная академия : Вестник – Санкт-Петербург, 2011. – № 2 (56). – С. 92-116.
3. Малыгин Б. В. Способ упрочнения пружин и рессор. А.с. № 1664448. – Бюллетень № 37, 1992.

## ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕПОСКИКОМПОЗИТІВ МОДИФІКОВАНИХ УЛЬТРАЗВУКОМ

*Чихіра І.В., Тотосько О.В.,*

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна),

*Масляк Б.О.,*

Тернопільський національний економічний університет

(Україна)

**Вступ.** Застосування композитних матеріалів (КМ) на епоксидній основі дозволяє суттєво підвищити корозійну тривкість і стійкість до спрацювання деталей машин і механізмів. Відомо [1], що цього досягають шляхом уведення в епоксидну матрицю комбінованих волокнистих і дисперсних наповнювачів. Такі композити, при оптимальному введенні комбінованого наповнювача різної природи, відзначаються високими експлуатаційними характеристиками. Покращення властивостей захисного покриття досягають шляхом модифікації інгредієнтів матриці і композиції на попередній стадії їх формування ультразвуковим полем.

**Актуальність досліджень.** Для досягнення високої адгезійної міцності КМ слід враховувати комплекс фізико-хімічних процесів, що відбуваються на межі поділу фаз [2]. Вказані процеси, у свою чергу, залежать від кінетики структурування при формуванні полімеркомпозитних покриттів та природи наповнювача.

**Мета роботи.** Дослідження реологічних властивостей за кутом змочування адгезивом (епоксидним композитом) субстрату (основи) на початковій стадії формування матеріалу для прогнозування експлуатаційних характеристик матеріалу при обробці олігомера ультразвуком.

**Матеріали та методика досліджень.** Досліджували комплексний вплив комбінованого наповнювача (дисперсного і волокнистого – у вигляді тканини) та ультразвукової обробки на зміну крайового кута змочування (ККЗ) у часі і його вплив на процеси адсорбційної взаємодії на межі поділу фаз [3].

Об'єктом дослідження вибрано олігомер ЕД-20. Для поліпшення експлуатаційних характеристик КМ та підвищення ступеня зшивання матриці у зонах міжфазної взаємодії використано дисперсні наповнювачі різної магнітної природи: оксид міді (діамагнетик), оксид хрому (парамагнетик), газова сажа (феромагнетик) із розміром часток 20 - 40 мкм. Концентрація наповнювача – 50 мас.ч. на 100 мас.ч. олігомера. У якості волокнистого наповнювача вибрано скляну, вуглецеву та базальтову тканини з нитками, які складаються із волокон діаметром 9 - 12 мкм.

Методика дослідження крайового кута змочування ґрунтується на визначенні зміни у часі форми сферичного сегменту краплі, що знаходиться на поверхні досліджуваного матеріалу.

Відомо, що об'єм сферичного сегмента обчислюється з допомогою формули (1) [4]:

$$V = \frac{\pi}{3} \cdot h^2 \cdot (3r - h). \quad (1)$$

Тоді формула (2) дає оцінку ККЗ у кожному випробуванні.

$$\cos\alpha = \frac{\sqrt{9V^2 + 6\pi Vh^2 + \pi^2 h^2 (1 - 9a^2 h^2)}}{3V + \pi h^2}. \quad (2)$$

**Результати досліджень.** Дослідження зміни у часі вказаного кута проводили на різних субстратах, якими були вихідні та оброблені ультразвуком тканини. Експериментально встановлено, що найбільш інформативним є проведення досліджень кута протягом перших 20...25 хв. При збільшенні тривалості досліджень суттєвої зміни кута змочування композицій не спостерігали. Зазначимо, що дослідження проводили,

приймаючи початкові умови зміни кута на чистому (не наповненому) зв'язувачі. Після цього досліджували вплив наповнювача і УЗО на зміну кута змочування у часі.

При використанні ненаповненої епоксидної смоли на кінцевих етапах досліджень кут змочування після УЗО композицій і тканин суттєво зменшується та досягає менших значень, ніж для КМ без обробки для усіх тканин. Зазначимо, що після УЗО спостерігаються мікроруйнування волокон з утворенням вусиків. Це створює бар'єр взаємодії макромолекул і вільних радикалів з основною ниткою тканин на початковому етапі. Зауважимо, що у подальшому це забезпечує більш суттєву адсорбцію, а відповідно і міжфазну взаємодію, що підтверджено дослідженнями крайового кута змочування композицій без дисперсних часток [5].

Зазначимо, що при використанні різних типів тканин найбільш високим кутом змочування незалежно від природи дисперсних часток характеризуються базальтові і скляні волокна, для яких кут змочування на 10...15 % є більшим ніж для вуглецевого волокна. Краще змочування відбувається також після УЗО внаслідок збільшення питомої площі поверхні дисперсних часток, що призводить до зниження в'язкості обробленої ультразвуком композиції у порівнянні з необробленою.

**Висновки.** Встановлено вплив попереднього оброблення наповнювача і олігомера ультразвуком на зміну кута змочування. Використання комбінованого (дисперсного та волокнистого) наповнювача з одночасним ультразвуковим обробленням композицій і тканин забезпечує активацію поверхні волокнистого і дисперсного наповнювачів та поліпшує міжфазну взаємодію вже на початкових етапах формування епоксикомпозитів. Експериментально доведено, що ультразвукове оброблення матриці а також дисперсного і волокнистого наповнювачів дозволяє в широких межах змінювати фізико-механічні властивості матеріалу, шляхом оптимального підбору інгредієнтів композитів та режимів їх ультразвукового оброблення. Це у свою чергу дозволяє прогнозовано регулювати процеси, що проходять у зонах міжфазної взаємодії.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кочнова З. А. Эпоксидные смолы и отвердители: промышленные продукты / З. А. Кочнова, Е. С. Жаворонков, А. Е. Чалых – М. : ООО «Пэйнт Медиа», 2006. – 200 с.
2. Малкин А. Я. Реология. Концепции, методы, приложения / А. Я. Малкин, А. И. Исаев – М. : Профессия, 2007. – 560 с.
3. Букетов А.В. Епоксикомпозити. Вплив ультразвукової обробки волокон у водяному середовищі на релаксаційні процеси / А. В. Букетов, П. Д. Стухляк, І. В. Чихіра, А. Г. Микитишин // Хімічна промисловість України. – 2005. – №3. – С. 29-34.
4. Корн Г. Справочник по математике (для научных работников и инженеров) / Г. Корн, Т. Корн – М. : Наука, 1974. – 832 с.
5. Букетов А. В. Закономірності впливу обробки енергетичними полями зв'язуючого і наповнювачів на властивості епоксикомпозитних матеріалів для захисних покриттів. : дис. д-ра техн. наук: 05.02.01 / А. В. Букетов – Тернопіль: ТДТУ, 2007. – 337 с.

**СЕКЦІЯ 7:**

**РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ, ЗАХИСТ  
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ТРАНСПОРТІ

*Басараба Ю.Б.,*

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
(Україна)

Основними споживачами нафтопродуктів є транспортні засоби та хімічна промисловість. Внаслідок цього у світі щорічно разом з нафтопродуктами сплюється близько  $4 \cdot 10^7$  т сірки, що у перерахунку на продукти згорання складає приблизно  $8 \cdot 10^7$  т оксиду сірки ( $\text{SO}_2$ ), або  $1,2 \cdot 10^8$  т сірчаної кислоти і призводить до випадання «кислотних дощів», погіршення стану навколишнього середовища та зростання захворювання населення [1].

З метою ефективного використання природних вуглеводнів необхідно створювати нові підходи до раціонального використання вже наявних енергоресурсів та розвивати альтернативну енергетику, зокрема водневу [2]. Одним з напрямів водневої енергетики, який найбільше привертає увагу дослідників, конструкторів, промисловості та інвесторів є паливні комірки [3-8]. Паливна комірка (електрохімічний генератор) – це хімічне джерело енергії, яке виробляє електроенергію, тепло та воду внаслідок електрохімічної реакції окиснення водню. При цьому відбувається пряме перетворення хімічної енергії палива в електричну енергію. Основною відмінністю паливної комірки від інших хімічних джерел струму є: по-перше – вони працюють до тих пір поки подається паливо, по-друге – вони не потребують перезарядки. При використанні тільки електричної енергії коефіцієнт корисної дії становить 40-60 %, а при використанні електричної і теплової енергії досягає 90 %. При застосуванні в якості палива чистого водню продуктом реакції є чиста вода, а при використанні інших видів палива є незначні викиди оксидів вуглецю та азоту. Мають низький рівень шуму при роботі та прості в обслуговуванні.

Одним із пріоритетних напрямів використання паливних елементів є транспорт. Автомобіль з паливними елементами має динаміку, таку ж як і машини, оснащені бензиновими або дизельними двигунами. Питання які необхідно вирішити – це отримання водню (зокрема безпосередньо на транспортному засобі) та його ефективне зберігання.

Потенційно найвигідніше зберігати водень у гідридах [9]. Гідриди – хімічні з'єднання водню з іншими хімічними елементами. На даному етапі розробляються системи зберігання водню на основі гідридів магнію. Мета поточних досліджень – створити склад, який буде накопичувати значну кількість водню з високою густиною енергії, легко вивільняти його і бути рентабельним. З цієї точки зору вже освоєні в крупнотонажній хімії технології синтезу водень несучих хімічних з'єднань – аміаку, метанолу та інших, які дозволяють зменшити витрати на необхідну інфраструктуру доставки і заправки водню, використовувати оптимальні системи його зберігання на транспортному засобі. За об'ємною густиною зберігання водню метанол у 1,5 раз перевищує рідкий водень.

У зв'язку з цим системи, де джерелом водню є рідкий (за атмосферного тиску) метиловий спирт або бензин, представляються більш перспективними. При використанні метанолу спрощується система зберігання і транспортування палива. З бензином ще простіше, але поки що не розв'язані усі проблеми створення недорогого і надійного в експлуатації конвертера для розкладу вуглеводнів з утворенням водню і вуглекислого газу.

Автомобілі з електродвигунами і паливними елементами – екологічно чисті машини. Їх широке використання значно зменшить негативний вплив на оточуюче середовище, і в життя увійдуть більш жорсткі екологічні нормативи. Визначаться економічно ефективні області використання принципово інших типів двигунів. В

результаті знизиться загальна потреба країни у вуглеводневому паливі, його вартість і зменшиться економічний та політичний вплив великих експортерів нафти і газу.

У червні 2002 р. про переведення транспортних наземних систем і риболовецького флоту на водневі системи було об'явлено урядом Ісландії. В цій країні на нових чистих видах енергії, в першу чергу – геотермальній, базується уся енергетика і теплопостачання. Споживання нафтопродуктів залишилося тільки в сфері автотранспорту і риболовлі. Зробивши необхідні порівняння і проектну підготовку, уряд Ісландії прийшов до висновку про переведення в найближчі роки на екологічно чисте водневе паливо усього парку автомобілів і риболовецьких суден.

Дослідження результуючої ефективності водневих транспортних засобів у порівнянні з іншими показують, що автомобілі на водневих паливних елементах, як правило, приблизно втричі більш ефективні у порівнянні зі звичайним двигуном внутрішнього згоряння. Всебічне вивчення перспектив впровадження водневих технологій у транспортну галузь показало, що на шляху розвитку водневої енергетики до відповідного рівня багато перешкод, цей шлях не буде простим і очевидним. Водневим технологіям необхідно подолати наступну проблему: доки не буде розгалуженої системи водневих заправок, ніхто не буде купувати водневі авто; ніхто не буде конструювати заправки, доки не буде достатньої кількості користувачів. Цю проблему можна вирішити поєднанням зусиль держави та крупного і малого бізнесу.

Велику перешкоду для впровадження водневої енергетики становить побоювання населення що водень дуже займистий газ, який спалахує при змішуванні з повітрям. Водень дійсно має ліміти спалахування від 4 до 75% [10]. Але це не означає, що витік водню завжди призведе до вибуху. Завдяки дуже малій молекулярній масі молекули водню, яка дорівнює 2, водень дуже швидко дифундує у повітрі (середня молекулярна маса повітря 29). Тому, широкі ліміти спалахування водню не роблять його використання в замкненому просторі, наприклад, у тунелях або підземних паркінгах, більш небезпечним ніж використання природного газу. Експеримент по порівнянню вибуху водневого та бензинового авто був проведений у 2001 році у Флориді. Він показав, що водень більш безпечний, ніж бензин, бо він горить вертикальним струменем, у той час, як бензин розливається по підлозі та спалює все, до що він потрапляє. Водень, як і метан, не має запаху, тому витік чистого водню не можна помітити за допомогою нюху [10].

Перевагою транспорту на паливних елементах для України могла б стати можливість значного зменшення енергетичної залежності країни за рахунок перетворення існуючих власних енергетичних ресурсів (вугілля, торфу, сланців, біомаси, сірководню Чорного моря, промислових відходів та ін.) у водень з його подальшим використанням для задоволення потреб транспортної галузі країни. Перспективним для України є спосіб одержання водною шляхом газифікації вугілля, запасів якого в Україні достатньо. Широкі можливості для перетворення вугілля безпосередньо в надрах у горючий газ, який містить водень, має підземна газифікація вугілля. В Україні існує також можливість одержання водною як побічного продукту при хімічних, коксохімічних та нафтопереробних виробництвах, використання для одержання водною скидних газів чи різних органічних сполук. Екологічний ефект від використання побічних продуктів досягається тим, що одержана з них енергія заміщує енергію, яка повинна вироблятися із викопного палива, у т.ч. імпортованого. Дуже перспективним є метод отримання водню із води Чорного моря. Кількість сірководню, розчиненого у воді, оцінюється у 4,5 млрд. тон.

**Висновки.** Паливні компанії визнані одним з найвищих пріоритетів світу, розвитком якого опікуються перші особи розвинених країн та усього Європейського Союзу. Лідерами у впровадженні паливно-комірчаних технологій є Канада, США, Японія та Німеччина. Створення автомобілів з принципово новими типами двигунів потребують великих грошей і практично неможливе без державної підтримки.

Конгрес США на забезпечення енергетичної незалежності своєї країни ще у 2001 році прийняв закон S.883, який зобов'язує уряд перевести живлення урядових установ з

існуючих джерел живлення на паливно-комірчані станції, та перевести увесь парк автомобілів та автобусів на паливно-комірчані двигуни. Причому наголошується, що постачальниками вказаного обладнання мають бути виключно виробники США. Майбутнє паливних комірок безумовно пов'язане з питанням про джерела палива. Тому необхідна тісна співпраця між транспортною, паливно-комірчаною та енергетичною промисловістю зокрема нафтогазовою.

Основні завдання, які необхідно вирішувати є:

- оптимізація паливних сумішей та розробка систем очистки і підготовки палива;
- газифікація твердих та рідких видів палива;
- популяризація паливних елементів та досягнень українських вчених;
- створення необхідної законодавчої бази;
- підготовка навчальних, наукових та інженерних працівників.

Великі вкладення до сьогоднішнього дня не дозволили країнам Заходу і Японії створити паливні елементи комерційного рівня. Тому з огляду на значний науковий доробок та потенціал в області матеріалознавства, направлено синтезу матеріалів, тонко плівкових та електронно-променевих технологій Україна має усі шанси бути однією з провідних країн у цій галузі. Необхідно об'єднати потужний потенціал Національної Академії Наук, галузевих інститутів, щоб швидко просуватися вперед.

І слід пам'ятати, що енергетична незалежність держави залежить не від кількості видобутих вуглеводнів, а від раціонального їх використання.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Харлампида Х. Э. Сераорганические соединения нефти, методы очистки и модификации // Соровский образовательный журнал. – 2000. – № 7. – С.42-46.
2. Виноградов Д. В. Современное состояние водородной энергетики // Вопросы атомной науки и техники. – 2006. – № 1. – С. 153-155.
3. Дудник О., Корчевий Ю., Майстренко О. та ін. Энергетика на основі паливних елементів – стратегія на випередження // Энергетика та електрифікація. – 2000. – № 5. – С. 45-51.
4. Mizutani Ya., Hisada K., Ukai K. et al. From rare-earth doped zirconia to 1 kW solid oxide fuel cell system // J. Alloys and Compounds. – 2006. – Vol. 408-412. – P. 518-524.
5. Markgraf S., Horenz M., Schmiel T., Jehle W., Lucas J., Henn N. Alkaline fuel cells running at elevated temperature for regenerative fuel cell system applications in spacecrafts // J. Power Sources. – 2012. – Vol. 201. – P. 236-242.
6. Фокин Ю. И., Янченко В. С., Журавлёв В. В. Особенности устройства топливных элементов и перспективы их широкого использования в народном хозяйстве // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2009. – № 1 (21). – С. 34-42.
7. Steele Brian C.H., Heinzl A. Materials for fuel cell technologies // Nature. – 2001. – Vol. 414. – P. 345-352.
8. Васильев А. Д., Акимов Г. Я., Коваль А. Я. Циркониевая керамика и её перспективы в Украине // Огнеупоры и техническая керамика. – 2000. – № 10. – С. 2-5.
9. Wilson P. R., Bowman Jr. R. C., Mora J. L., Reiter J. W. Operation of a PEM fuel cell with  $\text{LaNi}_{4.8}\text{Sn}_{0.2}$  hydride beds // J. Alloys and Compounds. – 2007. – Vol. 446-447. – P. 676-680.
11. Водород. Свойства, получение, хранение, транспортирование, применение : Справочник / Под ред. Д. Ю. Гамбурга и Н. Ф. Дубовкина. – М. : Химия, 1989.



## ПОБУДОВА МОДЕЛІ ФАКТОРІВ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ТЕПЛООБМІННИКА ПИЛОВЛОВЛЮВАЧА НОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ

*Батлук В.А., Параняк Н.М.,*

Національний університет «Львівська політехніка» (Україна),

*Мельников О.В.,*

Українська академія друкарства

(Україна, м. Львів)

Автори багато років займаються конструюванням пиловловлювачів для очищення повітря від пилу для різних галузей промисловості [1–10]. Спільним недоліком багатьох відомих конструкцій пиловловлювачів [1] є значне зниження ефективності їх роботи через необхідність частої заміни пиловловлювача, який виходить з ладу через високу температуру пилогазового потоку, що в нього подається, а також погіршенням аеродинамічних характеристик потоку через високу температуру пилогазового потоку, який в ньому рухається.

Створено нову конструкцію пиловловлювача із теплообмінником (рис. 1), в якому за рахунок попереднього охолодження пилогазового потоку перед входом в апарат подовжено строк його служби і покращено гідродинамічні та аеродинамічні умови роботи, що в свою чергу призвело до підвищення ефективності його роботи і зменшення гідравлічного опору [9].

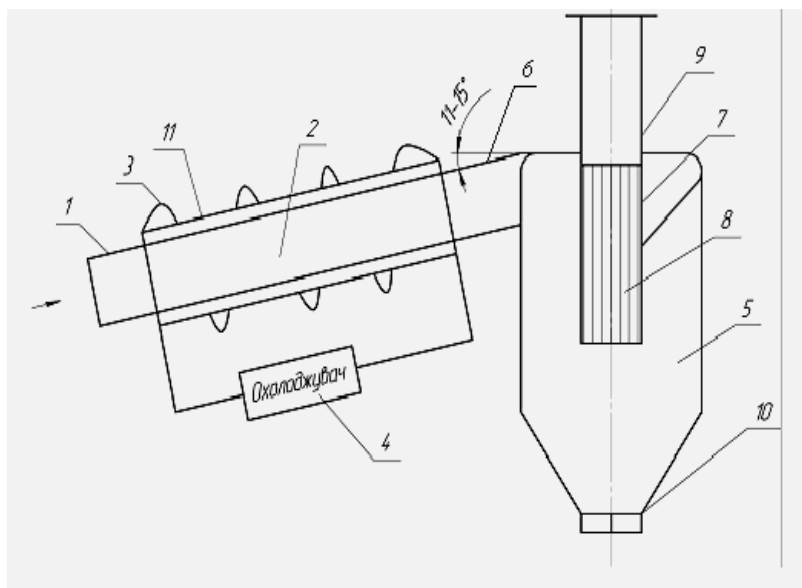


Рисунок 1 – Пиловловлювач із теплообмінником:

1 – внутрішня труба теплообмінника; 2 – теплообмінник; 3 – змійовик; 4 – охолоджувач; 5 – циліндрично-конічний корпус пиловловлювача; 6 – тангенційний вхідний патрубок; 7 – жалюзійний відокремлювач; 8 – жалюзі; 9 – вихлопний патрубок; 10 – пиловипускний патрубок; 11 – зовнішня труба теплообмінника

В процесі створення конструкції пиловловлювача із теплообмінником були визначені фактори, що впливають на ефективність його роботи. Для теплообмінника це: гідравлічний опір; медіанний діаметр пилу; діаметр вхідного патрубку; кут нахилу вхідного патрубку; температура охолоджувача; тип охолоджуючої речовини; довжина трубопроводу; конструкційні особливості змійовика. Для пиловловлювача: гідравлічний опір; медіанний діаметр пилу; діаметр вхідного патрубку; кут нахилу вхідного патрубку; діаметр корпусу; діаметр патрубку виходу пилу; діаметр патрубку очищеного повітря; кут конусності корпусу; конструкція жалюзійного відокремлювача. Сутність впливу визначених факторів на ефективність пиловловлення пилу, носить описовий характер.

Можна визначити ступінь важливості того чи іншого фактора окремо, без урахування побічної дії інших. Спроба узагальнити ці дані поки що формально фіксує результат, нехай і підтверджений фактичним матеріалом.

Цікавими, на наш погляд, та важливими з точки зору ефективності прогнозування роботи запропонованої конструкції могли б стати дослідження, що використовують методи попереднього визначення впливу множини обраних факторів на ефективність роботи теплообмінника пиловловлювача. У результаті аналізу суті та способів впливу різних факторів доцільним є розроблення моделі ієрархії факторів, яка, крім упорядкування за важливістю впливу на ефективність роботи апарата, уможливила б подальший поділ на підпорядковані (внутрішні) компоненти для виявлення ступеня послаблення чи посилення дії спричиняючого фактора. Постановка та розв'язання подібних задач вимагають виявлення максимально повної множини узагальнених факторів, встановлення експертних оцінок взаємозв'язків і взаємовпливів у вибраному інформаційному середовищі [11]. Нехай сукупність таких факторів становить деяку множину  $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_n\}$ . З цієї сукупності виберемо підмножину  $Z_1 \in Z$  найсуттєвіших факторів. Для наочності математичне позначення факторів доповнимо їх мнемонічною назвою та зведемо у таблицю (табл. 1).

Таблиця 1 – Перелік факторів ефективності роботи теплообмінника та їх позначення

Математичне позначення	Назва	Мнемонічна назва
$z_1$	гідравлічний опір	ГО
$z_2$	медіанний діаметр пилу	МД
$z_3$	діаметр вхідного патрубку	ВП
$z_4$	кут нахилу вхідного патрубку	КН
$z_5$	температура охолоджувача	ТО
$z_6$	тип охолоджуючої речовини	ТР
$z_7$	довжина трубопроводу	ДТ
$z_8$	конструкційні особливості змійовика	КЗ

Підмножину факторів  $z_1$  та можливі взаємозв'язки між ними подамо у вигляді орієнтованого графа (рис. 1), у вершинах якого розміщено елементи підмножини  $z_1$ , дуги з'єднують суміжні пари вершин  $(z_i, z_j)$ , для котрих визначено зв'язок. Він вказує на певну залежність одного фактора від іншого.

Таблиця 2 – Матриця залежності вершин вихідного графа взаємозв'язків між факторами

	1	2	3	4	5	6	7	8	
	ГО	МД	ВП	КН	ТО	ТР	ДТ	КЗ	
1	ГО	0	0	1	1	0	0	1	0
2	МД	0	0	0	0	0	0	0	0
3	ВП	0	1	0	0	1	0	0	1
4	КН	0	1	0	0	0	0	0	0
5	ТО	0	1	0	0	0	0	0	1
6	ТР	0	1	0	0	1	0	0	0
7	ДТ	0	1	1	1	1	0	0	0
8	КЗ	0	1	0	0	0	1	0	0

На основі наведеного графа будемо бінарну матрицю залежності  $A$  для множини вершин  $z_1$  наступним чином [11]:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо критерій (вершина) } i \text{ залежить від критерію (вершини) } j; \\ 0, & \text{якщо критерій (вершина) } i \text{ не залежить від критерію (вершини) } j. \end{cases}$$

Для зручності матрицю  $A$  розмірності  $8 \times 8$  елементів помістимо в табл. 2, додавши до неї інформаційний рядок і стовпець з мнемонічними назвами факторів.

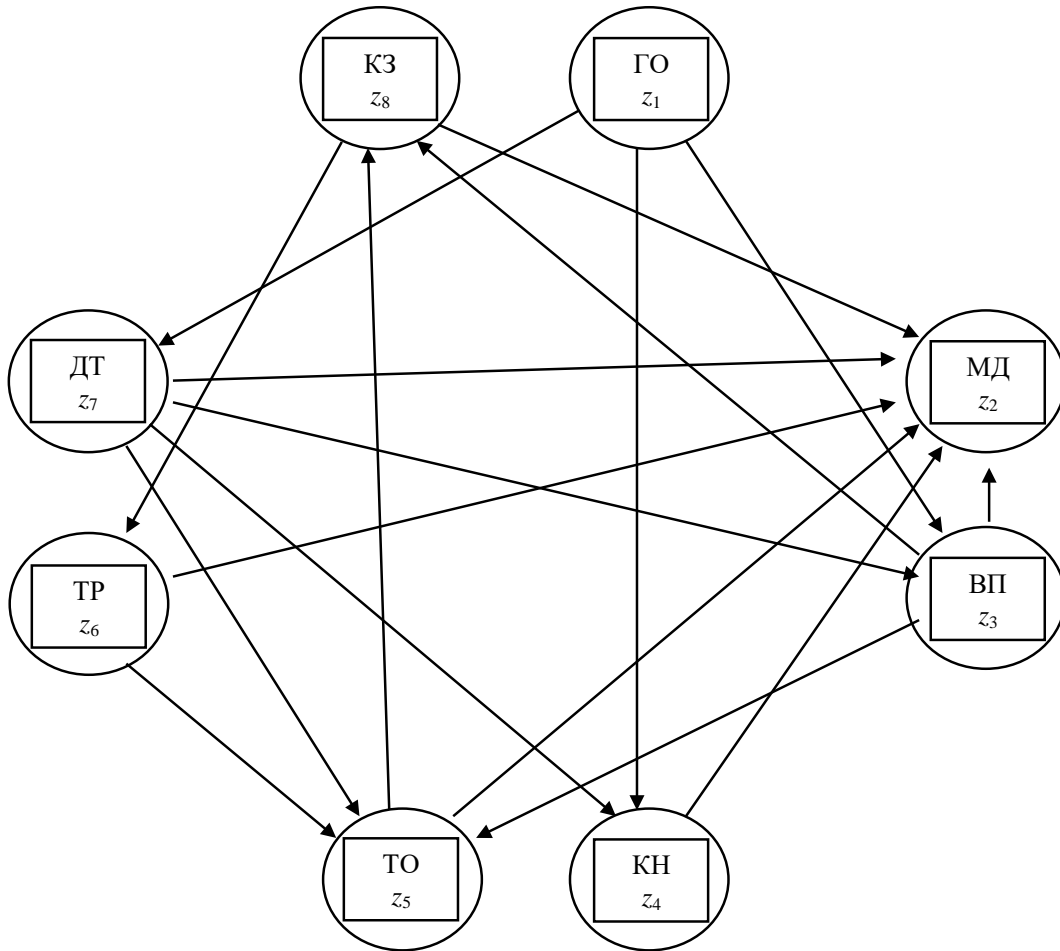


Рисунок 1 – Вихідна графічна модель взаємозв'язків між факторами, що визначають ефективність роботи теплообмінника пиловловлювача

Використовуючи матрицю  $A$ , будемо матрицю досяжності таким чином. Формуємо бінарну матрицю  $(I+A)$ , де  $I$  – одинична матриця. У результаті матриця досяжності повинна задовольняти умову

$$(I+A)^{k-1} \leq (I+A)^k = (I+A)^{k+1}.$$

Практично її побудова зводиться до заповнення табл. 3, подібної до наведеної вище, бінарні елементи якої визначаються за таким правилом:

$$b_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо з } i \text{ можна потрапити в } j \\ 0, & \text{в іншому випадку.} \end{cases}$$

Вершина  $z_j$  досягається з вершини  $z_i$ , якщо в графі (рис. 1) існує шлях, який приводить з вершини  $z_i$  до вершини  $z_j$ . Така вершина називається досяжною. Позначимо підмножину подібних вершин через  $S(z_i)$ . Аналогічно вершина  $z_i$  є попередницею вершини  $z_j$ , якщо вона досягає її вершини. Нехай сукупність вершин-попередниць утворює підмножину  $P(z_i)$ .

Таблиця 3 – Матриця досяжності вершин вихідного графа взаємозв'язків між факторами

	1	2	3	4	5	6	7	8
	ГО	МД	ВП	КН	ТО	ТР	ДТ	КЗ
1	ГО	1	1	1	1	1	1	1
2	МД	0	1	0	0	0	0	0
3	ВП	0	1	1	0	1	1	0
4	КН	0	1	0	1	0	0	0
5	ТО	0	1	0	0	1	1	0
6	ТР	0	1	0	0	1	1	0
7	ДТ	0	1	1	1	1	1	1
8	КЗ	0	1	0	0	1	1	0

Остаточню перетин підмножин вершин досяжних і вершин-попередниць, тобто підмножина

$$R(z_i) = S(z_i) \cap P(z_i) \quad (1)$$

вершини якої не досягаються з будь-якої з вершин множини  $z_1$ , що залишилися, визначає певний рівень ієрархії пріоритетності дії фактора, віднесеного до цих вершин. Додатковою умовою при цьому є забезпечення рівності

$$P(z_i) = R(z_i) \quad (2)$$

Виконання сукупності вищезазначених дій дає перший рівень (найнижчий з точки зору важливості впливу на досліджуваний процес) ієрархії факторів. Для визначення його на підставі попередньої матриці будемо табл. 4.

Таблиця 4 – Ітераційна таблиця для утворення першого ієрархічного рівня факторів

$i$	$S(z_i)$	$P(z_i)$	$S(z_i) \cap P(z_i)$
1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	1	1
2	2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	2
3	2, 3, 5, 6, 8	1, 3, 7	3
4	2, 4	1, 4, 7	4
5	2, 5, 6, 8	1, 3, 5, 6, 7, 8	5, 6, 8
6	2, 5, 6, 8	1, 3, 5, 6, 7, 8	5, 6, 8
7	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	1, 7	7
8	2, 5, 6, 8	1, 3, 5, 6, 7, 8	5, 6, 8

Другий стовпець табл. 4 – номери одиничних елементів відповідних рядків матриці досяжності, третій — номери одиничних елементів стовпців даної матриці.

Рівність (2) виконується для 1-го фактора – гідравлічного опору охолоджувача (ГО). Згідно з методом аналізу ієрархій [12], цей фактор належить до найнижчого рівня факторів, що визначають ефективність роботи теплообмінника пилотловлювача. Далі з табл. 4 вилучаємо 1-й рядок, а в 2–8-му рядках – цифру 1. Одержимо табл. 5, яка є основою для обчислення другої ітерації знаходження номерів факторів, що визначають наступний рівень ієрархії.

Таблиця 5 – Ітераційна таблиця для утворення другого ієрархічного рівня факторів

$i$	$S(z_i)$	$P(z_i)$	$S(z_i) \cap P(z_i)$
2	2	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	2
3	2, 3, 5, 6, 8	3, 7	3
4	2, 4	4, 7	4
5	2, 5, 6, 8	3, 5, 6, 7, 8	5, 6, 8
6	2, 5, 6, 8	3, 5, 6, 7, 8	5, 6, 8
7	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	7	7
8	2, 5, 6, 8	3, 5, 6, 7, 8	5, 6, 8

У другій ітерації рівність (2) виконується для фактора, якому присвоєно 7-й номер, що свідчить про місце, яке обіймає довжина трубопроводу теплообмінника пиловловлювача (ДТ) серед факторів, що визначають ефективність його роботи. Відтак з табл. 5 видаляємо 7-й рядок, а в 2–6 і 8-му рядках — цифру 7 й одержимо табл. 6.

Таблиця 6 – Ітераційна таблиця для утворення третього ієрархічного рівня факторів

$i$	$S(z_i)$	$P(z_i)$	$S(z_i) \cap P(z_i)$
2	2	2, 3, 4, 5, 6, 8	2
3	2, 3, 5, 6, 8	3	3
4	2, 4	4	4
5	2, 5, 6, 8	3, 5, 6, 8	5, 6, 8
6	2, 5, 6, 8	3, 5, 6, 8	5, 6, 8
8	2, 5, 6, 8	3, 5, 6, 8	5, 6, 8

Третя ітерація дає нам наступний ієрархічний рівень майбутньої моделі. З табл. 6 бачимо, що цей рівень складає два фактора – діаметр (ВП) та кут нахилу (КН) вхідного патрубку теплообмінника пиловловлювача. З табл. 7 можемо визначити четвертий ієрархічний рівень моделі, що будується.

Таблиця 7 – Ітераційна таблиця для утворення четвертого ієрархічного рівня факторів

$i$	$S(z_i)$	$P(z_i)$	$S(z_i) \cap P(z_i)$
2	2	2, 5, 6, 8	2
5	2, 5, 6, 8	5, 6, 8	5, 6, 8
6	2, 5, 6, 8	5, 6, 8	5, 6, 8
8	2, 5, 6, 8	5, 6, 8	5, 6, 8

З табл. 7 бачимо, що передостанній рівень ієрархії складуть 5, 6 і 8-й фактори: температура охолоджувача (ТО); тип охолоджуючої речовини (ТР); конструкційні особливості змійовика теплообмінника (КЗ). На найвищому рівні ієрархії буде знаходитися медіанний діаметр пилу (МД). Розташувавши фактори за визначеними рівнями, одержимо ієрархічно структуровану модель (рис. 2), що імітує пріоритетність впливу факторів на ефективність роботи теплообмінника пиловловлювача нової конструкції.

У моделі (рис. 2) враховано усі зв'язки між факторами, які відображені у вихідній графічній моделі. Фактори розміщено за спаданням пріоритетності їх впливу на ефективність роботи теплообмінника пиловловлювача. Якщо декілька факторів розміщено формально на одному рівні, перевага надається тому із них, до якого приєднано більше вхідних стрілок (впливів на інші фактори). При їх рівності додатково залучається експертне оцінювання.

Слід зауважити, що результат віднесення вибраних факторів до відповідного ієрархічного рівня є об'єктивним настільки, наскільки його достовірність забезпечується використанням відомих засад теорії системного аналізу, теорії моделювання, методології дослідження і розв'язання проблем. Поява конкретного фактора на певному рівні суттєво залежить від встановлених зв'язків між ними, заданих у вихідному графі (рис. 1). Їх зміна за кількістю та суттю зумовить модифікацію одержаної моделі. Якщо кожен з факторів оцінювати деяким числом або присвоювати йому відповідний ваговий коефіцієнт пріоритетності дії факторів на ефективність роботи теплообмінника, то, як впливає з рис. 2, вагомість фактора відповідає номеру рівня ієрархії. Водночас пріоритетність дії фактора на ефективність роботи теплообмінника пиловловлювача нової конструкції є величиною відносною і може бути змінена залежно від експертної оцінки міри впливу фактора на досліджуваний процес.

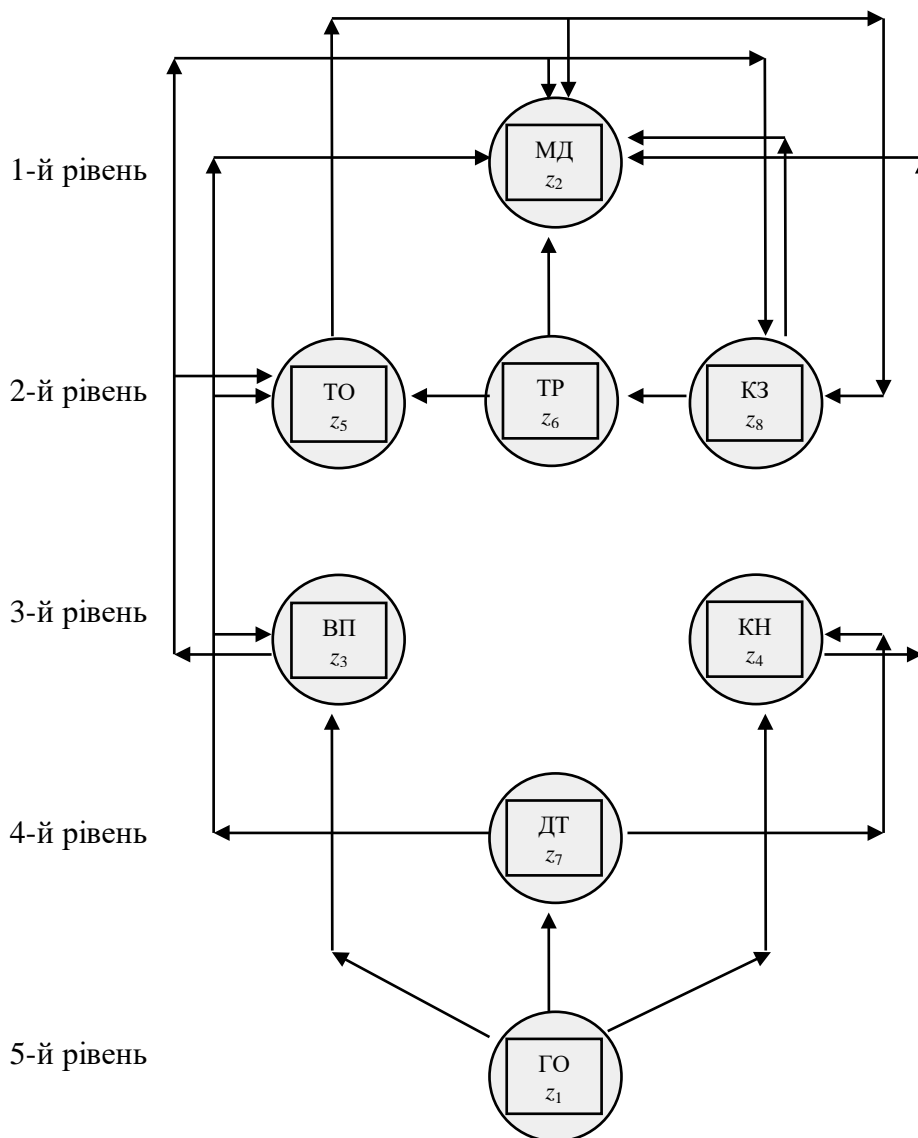


Рисунок – 2 Модель ієрархії факторів, що визначають ефективність роботи теплообмінника пиловловлювача нової конструкції

У результаті синтезовано ймовірнісну модель ієрархії факторів, що визначають ефективність роботи теплообмінника пиловловлювача, а на її підставі у першому наближенні розроблено модель пріоритетного впливу визначених факторів на ефективність роботи теплообмінника. Отримані результати, на наш погляд, можуть піддаватися коригуванню в процесі наступних досліджень.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Батлук В. А. Акустичні пиловловлювачі : моногр. / В. А. Батлук. – Львів : Афіша, 2000. – 208 с.
2. Деклараційний пат. на винахід 59259 А Україна, МПК В 01D 45/12. Пиловловлювач із зсунутими секціями відокремлювача / В. А. Батлук, В. К. Батлук, О. В. Мельников. – № 20021210361 ; заявл. 20.12.2002 ; опубл. 15.08.2003, Бюл. № 8. – 3 с.
3. Деклараційний пат. на винахід 59260 А Україна, МПК В 01D 45/12. Пиловловлювач із циліндрично-конічним відокремлювачем / В. А. Батлук, В. К. Батлук, О. В. Мельников, В. В. Дмитрук. – № 20021210362 ; заявл. 20.12.2002 ; опубл. 15.08.2003, Бюл. № 8. – 2 с.

4. Пат. на винахід 52792 Україна, МПК В 01D 45/00, 45/12, 45/18. Пиловловлювач / В. А. Батлук, К. І. Азарський, О. В. Мельников. – № 2000063134 ; заявл. 01.06.2000 ; опубл. 15.01.2003, Бюл. № 1. – 3 с.
5. Пат. на винахід 57117 Україна, МПК В 01D 45/00. Секційний пиловловлювач / В. А. Батлук, К. І. Азарський, О. В. Мельников. – № 2000063491 ; заявл. 15.06.2000 ; опубл. 16.06.2003, Бюл. № 6. – 3 с.
6. Пат. на корисну модель 25753 Україна, МПК В 01D 45/00. Пиловловлювач із додатковою доочисткою / В. А. Батлук, Р. М. Василів, О. В. Мельников. – № u 200702042 ; заявл. 26.02.2007 ; опубл. 27.08.2007, Бюл. № 13. – 4 с.
7. Пат. на корисну модель 29965 Україна, МПК В 01D 45/00. Мокрий пиловловлювач із спеціальною формою жалюзі / В. А. Батлук, І. В. Проскуріна, О. В. Мельников. – № u 200705074 ; заявл. 08.05.2007 ; опубл. 11.02.2008, Бюл. № 3. – 4 с.
8. Пат. на корисну модель 50126 Україна, МПК В 01D 45/00. Пиловловлювач із попередньою очисткою / В. А. Батлук, Н. М. Параняк. – № u 200912660 ; заявл. 07.12.2009 ; опубл. 25.05.2010, Бюл. № 10. – 8 с.
9. Пат. на корисну модель 50128 Україна, МПК В 01D 45/00. Пиловловлювач із теплообмінником і змійовиком / В. А. Батлук, Н. М. Параняк. – № u 200912666 ; заявл. 07.12.2009 ; опубл. 25.05.2010, Бюл. № 10. – 8 с.
10. Пат. на корисну модель 20786 Україна, МПК В 01D 45/00. Циклон із горизонтальним відокремлювачем / В. А. Батлук, В. К. Батлук, Н. М. Параняк. – № u 200608582 ; заявл. 31.07.2006 ; опубл. 15.02.2007, Бюл. № 2. – 6 с.
12. Модель факторів несприятливого впливу на оточуюче середовище / Т. В. Олянишен, В. М. Сторожук, І. В. Піх, О. В. Мельников // Технол. і техніка друкарства. – 2011. – Вип. 3 (33). – С. 82-88.
13. Лямец В. И. Системный анализ : вступительный курс / В. И. Лямец, А. Д. Тевяшев. – Х. : ХНУРЕ, 2004. – 448 с.

## ВОЗМОЖНОСТИ КАВИТАЦИОННОГО ТЕПЛООВОГО ГЕНЕРАТОРА

**Беликов В.Б.,**

Академический центр экологии и безопасности жизнедеятельности  
(Украина, г. Днепропетровск)

Для стратегии устойчивого развития Украины наращивание экологически чистых источников энергетического потенциала – жизненно важная задача. Теплосети в большинстве городов изношены, потери тепла превышают 30%. Кавитационный тепловой генератор (КТГ) – Патент Украины № 85240 от 12.01.09 ТУ У 36.1-3580300.001-2100 относится к отрасли теплоэнергетики. Изобретение может быть использовано для автономного обогрева домов и помещений различного назначения, нагрева воды для промышленных и бытовых потребностей (в том числе для бассейнов и теплиц). Варианты применения: Нагреватели – бытовые: для отдельных коттеджей и квартир, для подъездов многоэтажных домов, индивидуальных бассейнов, оранжерей и теплиц. Нагреватели производственные: для производственных помещений, пунктов питания, хранилищ, передвижного состава: теплоходы, вагоны.

Перспективным является направление по применению КТГ для подогрева топлива перед подачей в силовые установки.

Использование Кавитационных генераторов в плавательных бассейнах на круизных судах и в стационарных бассейнах позволит сократить потребление пресной воды, минимизировать применение химических реагентов. По данным потребителей в бассейне Черноморского Флота РФ: нет отложений на стенках бассейна накипи  $Ca\ Co_3$ . В следствие чего отпала необходимость ежемесячно сливать полностью воду (40 т) и чистить бассейн. После этого заполнять бассейн водой с подогревом от котла в течение 4-х часов. Идеально чистая вода при постоянном  $pH = 7,0 - 7,1$ , соответствующая нормам Сан Пин 2002г. питьевой воды. Итого, экономия на водоподготовку за 30 дней составила 6390 гривен.

Возможные варианты использования изобретения:

- структуризатор, ионатор воды (бытовой, промышленный) производство целебной воды, обеззараживающие эффекты;
- очистка сточных вод (с дополнительной продувкой кислородом) в том числе, шахтных, промышленных отстойников (с добавлением коагулянта). Задача – вернуть хотя бы часть воды в оборот водопотребления;
- в производстве алкоголя: прокачка спиртов через КТГ;
- производство водно-угольных и водно-масляных смесей.

Налажен выпуск основных деталей КТГ – 40 штук в неделю. Возможный потенциал до 2000 систем в год. Владельцы готовы рассмотреть варианты сотрудничества по совместному выпуску установок или передаче исключительных прав на производство, реализацию, монтаж и сервисное обслуживание установок на базе кавитационного теплогенератора. Проведены натурные испытания системы обогрева в течение отопительного сезона в одном из цехов ОАО «Днепрошина».

Принцип работы КТГ: развитый режим кавитации, за счет применения конусного ускорителя, при котором в зоне кавитации в момент схлопывания пузырьков достигается избыточная тепловая мощность. Одно из преимуществ – масштабируемость, в зависимости от необходимого объема нагрева. Теплоноситель – вода, возможны растворы солей, спиртов, антифриза.

В настоящее время одна установка проработала более 3 месяцев в «Малом» бассейне Черноморского флота. Использован насос 4кВт, его мощности хватает, чтобы поддерживать температуру 40 тонн воды в бассейне в пределах 27-33 градуса Цельсия. Кроме экономии топлива в котельной, благодаря кавитационным эффектам, удалось сократить применение химических реагентов для обеззараживания и очистки воды. Сокращено потребление воды, так как более месяца вода не потеряла своей чистоты и прозрачности.



Вариант Бытовой Автономной системы обогрева на базе КТГ: насос однофазный, 220 вольт, мощность двигателя – 1,3:1,5 киловатта, + КТГ, допустимая температура теплоносителя – до 100 градусов Цельсия, давление на входе в КТГ – 5,5 атмосфер, на выходе из КТГ – 1,5 атмосферы, скорость движения воды – 60:150 литров в минуту. Рассчитан на систему отопления до 80 литров с термоаккумулятором 100 литров.. Можно подключать или к готовой системе отопления, или к бойлеру.

Вариант Производственной автономной системы обогрева: насос трехфазный 4 киловатт, + КТГ. + теплообменник (Термоаккумулятор). Способен прогреть систему отопления объемом 200 – 300 литров жидкости. В опыте объём производственного помещения был 3000 кубических метров.



В г. Севастополе, в одном из цехов ПО «Муссон – Гамма» система отработала весь отопительный сезон, температура в помещении не опускалась ниже 18 градусов.

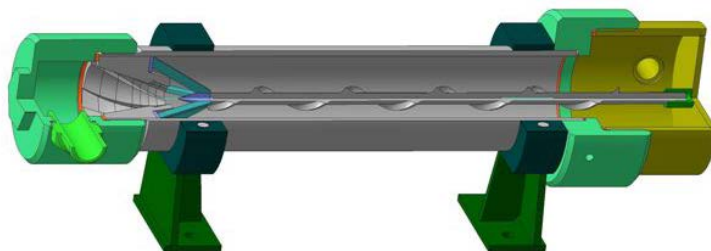


Рисунок 1 – Кавитационный теплогенератор в разрезе

Преимущества системы:

1. Не требуется применение газа для разогрева теплоносителя.
2. Большая эффективность теплоотдачи при кавитационном способе, чем расход электроэнергии, на прямой разогрев теплоносителя. Удельный расход электроэнергии равен 0,74Вт, что составляет 64% от стандартного расхода.
3. Экологичность, безопасность для биологических объектов – (для обогрева не требуется использования горящего газа, соответственно – нет продуктов сгорания, излучение установки – на уровне фонового излучения Земли).
4. Единичная стоимость автономных систем обогрева на базе КТГ соизмерима со стоимостью французских и германских газовых систем отопления или тепловых насосов.
5. Эксплуатационные затраты значительно ниже, чем при использовании газовых установок или электрических котлов (окупаемость 1-2 сезона).

## ДО ПИТАННЯ АНАЛІЗУ І ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКЦІЇ ЗРАЗКІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕПЛОСТІЙКОСТІ ЕПОКСИКОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ

*Букетов А.В., Скирденко В.О., Браїло М.В.,*  
Херсонська державна морська академія  
(Україна)

Епоксикомпозитні покриття, що застосовуються в різних галузях техніки, поряд з поліпшеними деформаційними повинні мати в першу чергу і добрі теплофізичні властивості, а саме теплостійкість, теплопровідність та цілий ряд інших характеристик. Температурна залежність деформаційних властивостей полімерних покриттів викликає необхідність установлення температурних меж їх застосування. Якщо порівняти епоксикомпозити з термопластичними полімерами, то їх верхня температурна межа, пов'язана з теплостійкістю матеріалу, обумовлюється розм'якшенням і деструкцією полімеру, тобто значенням величини напружень  $\sigma_e$ . Якщо вважати пластмасові вироби придатними для експлуатації при значеннях  $\sigma_e$ , яке більше деякого умовного значення  $\sigma_{ет}$ , то теплостійкість визначиться значенням температури, при якій  $\sigma_e = \sigma_{ет}$ . Таку температуру можна знайти для кожного матеріалу згідно рівняння

$$T = \frac{T_0}{\ln \frac{\sigma_{em}}{\sigma_0}}.$$

Теплостійкість, оцінювана таким способом, не залежить від умов випробування, оскільки  $T_0$  й  $\sigma_0$  є константами матеріалу [1].

Нижня температурна межа застосування пластмас, пов'язана з морозостійкістю, обумовлюється твердістю матеріалу і також характеризується величиною  $\sigma_e$ . При цьому  $\sigma_e$  лімітується максимально припустимим значенням  $\sigma_e \leq \sigma_{ет}$ . Така оцінка, як правило, застосовується для матеріалів, що експлуатуються у високоеластичному стані. При цьому за температур, які нижчі за температуру морозостійкості, виріб непридатний до експлуатації внаслідок втрати еластичності.

Аналіз відповідної технічної літератури вказує на те, що у техніці теплостійкість і морозостійкість оцінюють прямими і опосередкованими методами. При цьому для оцінки теплостійкості матеріалу в основному застосовують два способи: за Мартенсом і за Віком.

Під теплостійкістю за Мартенсом розуміють температуру, при якій досягається певна деформація під дією регламентованого вантажу. Навантажений зразок поміщають у термошафу, температура в якій підвищується зі швидкістю 50 град/год. У процесі нагрівання зразок деформується. За теплостійкість приймається температура, при якій спостерігають деформацію зразка на 6 мм [2].

Для визначення теплостійкості за Віком стрижень із циліндричним наконечником діаметром 1,13 мм вдавлюють у зразок під дією вантажу вагою 5 або 1 кг. Вдавнення роблять у процесі нагрівання із зазначеною вище швидкістю. За теплостійкість приймається температура, при якій наконечник впровадиться у досліджуваний полімерний матеріал на глибину 1 мм.

Обидва способи широко застосовують у техніці для порівняння матеріалів між собою. Однак отримані в такий спосіб характеристики теплостійкості ще не визначають верхньої межі робочих температур, які залежать від конкретних умов експлуатації виробу.

Аналогічні випробування проводять для визначення температури крижкості (ГОСТ 10995-64).

Інколи можливість використання різних видів полімерних матеріалів для роботи при різних температурах виявляється шляхом проведення звичайних випробувань механічних властивостей при відповідних температурах [3]. Результати таких

випробувань є досить цінними для конструкторів, тому що надають достатню інформацію стосовно поведінки матеріалів у різних умовах експлуатації. Це дозволяє прогнозувати температурну залежність межі міцності при розтягуванні, видовження при розриві, ударну в'язкість і модуля пружності полімерних матеріалів. Зазначене стосується переважно цілісних деталей з термореактивних або ж термопластичних полімерних матеріалів. Проведення ж таких дослідів з епоксикомпозитними покриттями набагато ускладнюється тим, що досліджувати теплостійкість необхідно водночас адгезиву і субстрату. Безумовно, при цьому необхідно враховувати розповсюдження теплових потоків як у основі, так і у покритті.

Отже можна констатувати, що важливе значення для аналізу і прогнозування поведінки матеріалів при критичних навантаженнях і градієнтних температурах важливе значення має вибір не лише режимів формування покриттів але й методів дослідження системи «основа - покриття».

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Глухов Е. Е. Основные понятия о конструкционных и технологических свойствах пластмасс. – М. : Химия, 1970. – 120 с.
2. ГОСТ 9551-60.
3. Пик И. Ш. Прессованные, литьевые и поделочные пластические массы : Справочное пособие. – М. : Химия. 1964.

## СМЕСЬ R290/R125 КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ХЛАДАГЕНТ

*Вассерман А.А., Мальчевский В.П.,*  
Одесский национальный морской университет  
(Украина)

Смеси галоидопроизводных и природных хладагентов созданы как альтернатива старым хладагентам, которые содержат атомы хлора, разрушающего озоновый слой атмосферы Земли. В таких смесях стремятся сочетать положительные качества каждого из компонентов, повышая при этом экономические и эксплуатационные показатели работы холодильных установок. Известно, что фторпроизводные хладагенты имеют недостатки: высокий потенциал глобального потепления и низкую растворимость с компрессорными маслами. Опыты показали, что смеси таких хладагентов с пропаном имеют значительно меньший потенциал глобального потепления и лучшую растворимость с компрессорными маслами, чем у чистых альтернативных хладагентов. Смесь пропана (R290) и пентафторэтана (R125) наиболее исследована среди смесей фторпроизводных хладагентов с пропаном. Бинарные смеси R290/R125 отвечают базовым требованиям для новых рабочих веществ, используемых в холодильной технике.

На основе экспериментальных данных для смеси R290/R125 нами составлено единое уравнение состояния, позволяющее рассчитывать свойства пара и жидкости в интервале температур 255...400 К при давлениях до 6 МПа, включая свойства на кривой насыщения. Для составления уравнения использована методика Леммона и Джекобсена [1], в соответствии с которой уравнение имеет вид:

$$A = A^{id} + A^E, \quad (1)$$

где  $A$  и  $A^{id}$  – свободные энергии Гельмгольца реальной и идеальной смеси,  $A^E$  – добавка к энергии Гельмгольца от смешения.

Величины  $A^{id}$  и  $A^E$  для бинарной смеси рассчитывают по выражениям:

$$A^{id} = \sum_{k=1}^2 x_k \left[ A_k^0(\omega, \tau) + A_k^r(\omega, \tau) + RT \ln x_k \right], \quad (2)$$

$$\frac{A^E}{RT} = \alpha^E(\omega, \tau, x) = x_1 x_2 \left[ \sum_{i=1}^m \sum_{j=0}^r a_{ij} \omega^i \tau^{-j} + \exp(-\omega^2) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^s b_{ij} \omega^i \tau^{-j} \right], \quad (3)$$

где  $A_k^0$  и  $A_k^r$  – идеально-газовая и реально-газовая части свободной энергии.

Гельмгольца компонента  $k$ ,  $x_k$  – мольные доли компонентов,  $a_{ij}$  и  $b_{ij}$  – коэффициенты функции взаимодействия (3),  $\omega = V_c/V$  и  $\tau = T/T_c$  – приведенные плотность и температура смеси.

Величины  $V_c$  и  $T_c$  – это критические значения удельного объема и температуры смеси, рассчитываемые на базе так называемой линейной модели:

$$V_c = x_1 V_{c1} + x_2 V_{c2}, \quad (4)$$

$$T_c = x_1 T_{c1} + x_2 T_{c2}, \quad (5)$$

Количество экспериментальных и расчетных данных о термодинамических свойствах смеси R290/R125, которые использованы при составлении уравнения состояния, а также их интервалы по температуре, давлению и мольной концентрации приведены в табл. 1. К экспериментальным данным относятся  $p$ ,  $\rho$ ,  $T$ ,  $x$ -данные Каюкавы и Ватанейба [2] и Ёкоямы и Такахаси [3] для перегретого пара, а также  $p$ ,  $T$ ,  $x$ ,  $y$ -данные Холькомб [4], Боббо [5], Кима [6], Хау [7] и их соавторов для насыщенных пара и

жидкости. Для данных [4] - [7] соответствующие значения плотности рассчитаны нами по методике, изложенной ниже.

Таблица 1 – Перечень  $p$ ,  $\rho$ ,  $T$ ,  $x$ -данных, использованных при составлении уравнения состояния смеси R290/R125, и средние квадратические отклонения  $\delta\rho_m$  исходных значений плотности от рассчитанных

Год	Автор и источник	Колич. точек	Интервал параметров			$\delta\rho$ , %	$\delta\rho_m$ , %
			$T$ , К	$p$ , МПа	$x_{R125}$		
2000	Каюкава [2]	151	305–380	0,16–4,50	0,29–0,75	0,05	0,26
2002	Ёкояма [3]	213	298–423	0,10–6,70	0,50–0,75	0,1	0,29
Для значений плотности, которые получены путем расчетов							
1997	Холькомб, $\rho''$ [4]	31	280–348	0,59–4,18	0,15–0,77	0,15	0,10
2002	Боббо, $\rho''$ [5]	49	258–303	0,29–1,82	0,02–0,96	0,15	0,10
2003	Ким, $\rho''$ [6]	101	253–323	0,24–2,87	0,03–0,90	0,15	0,10
2010	Хау, $\rho''$ [7]	46	263–323	0,35–2,88	0,05–0,96	0,15	0,09
1997	Холькомб, $\rho'$ [4]	31	280–348	0,59–4,18	0,15–0,77	0,05	0,08
2002	Боббо, $\rho'$ [5]	49	258–303	0,29–1,82	0,02–0,96	0,05	0,08
2003	Ким, $\rho'$ [6]	101	253–323	0,24–2,87	0,03–0,90	0,05	0,09
2010	Хау, $\rho'$ [7]	45	263–323	0,35–2,88	0,05–0,96	0,05	0,09
2010	Насыщенный пар, $\rho$ для $p''$ при $x = y$	54	253–348	0,33–3,41	0,10–0,82	0,15	0,10
2010	Насыщ. жидк., $\rho'$ для $p'$ при $x = y$	54	253–348	0,41–3,62	0,10–0,82	0,05	0,09
2010	Перегретый пар, $\rho$ для заданных $p$	89	258–295	0,50–1,00	0,10–0,93	0,15	0,06

Экспериментальные данные о плотности пара при температурах ниже 298 К, а также о плотности насыщенного пара и жидкости отсутствуют. Поэтому для получения надежного уравнения состояния, с помощью которого можно было бы определять термодинамические свойства смеси R125/R290, были пополнены данные о ее плотности путем расчетов, а после сделано аналитическое описание экспериментальных и дополнительных данных.

Для получения данных о плотности пара при температурах ниже 298 К и плотности насыщенного пара было составлено два вспомогательных уравнения состояния смеси на базе экспериментальных  $p, \rho, T, x$ -данных для области перегретого пара [2, 3]. При составлении первого уравнения было использовано для компонента R125 уравнение состояния [8], а при составлении второго – уравнение [9]. Для R290 в обоих случаях использовалось уравнение [10]. При расчете плотностей насыщенного пара использованы опытные значения давления [4] - [7].

Из-за отсутствия экспериментальных данных о плотности перегретого пара при низких температурах экстраполяцией для интервала 258 ÷ 295 К при значениях давления от 0,5 до 1,0 МПа было получено по 89 значений плотности перегретого пара по двум упомянутым выше вспомогательным уравнениям состояния с последующим осреднением. Значения плотности перегретого и насыщенного пара, рассчитанные с помощью этих уравнений состояния, согласуются в пределах 0,05 ÷ 0,46 %.

Для получения отсутствующих данных о плотности насыщенной жидкости были рассчитаны на базе уравнений состояния [8] и [10] и сопоставлены между собой соответствующие данные для компонентов в приведенных координатах  $\phi' = v'/v_{кр}$  и  $\tau = T/T_{кр}$ . Установлено, что значения  $\phi'$  при одинаковых  $\tau$  для R125 и R290 в интервале приведенных температур, охваченных экспериментом для смеси, отличаются не более чем на 3,6 %. Поэтому 227 значений  $\phi'$  смеси были рассчитаны как аддитивные величины по данным для компонентов и составу смеси.

При составлении уравнения состояния для правильного описания теплоты фазового перехода учитывалось условие равенства площадей под реальной и расчётной изотермами смеси постоянного состава в интервале от  $v'$  до  $v''$ . Учет условия проводился по данным для 54 пар значений  $p'$  и  $p''$  на 20 изотермах в интервале температур 253...348 К в соответствии с методикой [11]. В качестве значений давления насыщенного жидкости  $p'$  использованы экспериментальные данные [4–7], а соответствующие значения  $p''$  были определены по фазовым диаграммам для имеющихся 20 изотерм. После составления уравнения экспериментальные значения давлений насыщенных пара и жидкости были сопоставлены с рассчитанными на основании строгого условия фазового равновесия – равенства парциальных летучестей компонентов смеси в жидкой и паровой фазах.

При определении коэффициентов  $a_{ij}$  и  $b_{ij}$  функции взаимодействия (3) в качестве весов значений коэффициента сжимаемости смеси  $Z = p/\rho RT$ , которые зависят не только от параметров состояния  $p, \rho, T$ , а также от мольной доли компонентов  $x$  и  $1 - x$ , в соответствии с известным правилом переноса ошибок принята величина  $1/\sigma_z^2$ , где  $\sigma_z^2$  – дисперсия величины  $Z$ . В связи с высокой точностью измерения температуры и давления величины относительных погрешностей  $\delta p$  и  $\delta T$  можно принять равными нулю и рассчитывать дисперсию  $\sigma_z^2$  по выражению (6), в котором  $\delta p$  и  $\delta x$  – максимальные значения относительных погрешностей плотности и состава.

$$\sigma_z^2 = \left( \frac{Z_{\text{экс.}}}{\rho} + \frac{\partial Z_{\text{расч.}}}{\partial \rho} \right)^2 \left( \frac{\rho \cdot \delta \rho}{2} \right)^2 + \left( \frac{\partial Z_{\text{расч.}}}{\partial x} \right)^2 \left( \frac{x \cdot \delta x}{2} \right)^2, \quad (6)$$

Значения производных  $\partial Z_{\text{расч.}}/\partial \rho$  и  $\partial Z_{\text{расч.}}/\partial x$  в выражении (6) рассчитывались по приближенному уравнению состояния, полученному линейной комбинацией реально-газовых частей свободной энергии Гельмгольца компонентов смеси.

Заданные при расчете весов значения  $\delta p$  указаны в табл. 1, значение погрешности  $\delta x$  принято равным 0,2 %. В качестве уравнений состояния компонентов при определении весов и при составлении уравнения состояния смеси использованы уравнения [10] для R290 и [8] для R125.

Значения коэффициентов  $a_{ij}$  и  $b_{ij}$  функции взаимодействия (3) для смеси R290/R125, представленные в табл. 2, определены на базе пошагового регрессионного анализа с использованием метода составления уравнения состояния, предложенного в работе [12].

Таблица 2 – Коэффициенты  $a_{ij}$  и  $b_{ij}$  функции взаимодействия (3) смеси

$i$	$j$	$a_{ij}$	$i$	$j$	$a_{ij}$
1	3	$1,8596926 \cdot 10^0$	10	0	$-7,0719092 \cdot 10^{-6}$
1	4	$-1,7642643 \cdot 10^0$			$b_{ij}$
1	5	$4,5917296 \cdot 10^{-1}$	2	2	$-2,0074932 \cdot 10^0$
2	0	$1,3038038 \cdot 10^0$	2	5	$9,6161457 \cdot 10^{-1}$
3	0	$-1,1636872 \cdot 10^0$	6	1	$-2,3639726 \cdot 10^{-1}$
4	0	$2,4552900 \cdot 10^{-1}$	8	4	$2,1751733 \cdot 10^{-2}$
7	6	$-1,4788049 \cdot 10^{-5}$			

Значения плотности смеси, рассчитанные по уравнению состояния, сопоставлены с данными, использованными при его составлении; значения средних квадратических отклонений  $\delta \rho_m$  приведены в табл. 1. Уравнение описывает экспериментальные данные [2, 3] о плотности пара со средним квадратическим отклонением 0,28%, экстраполированные данные для однофазной области с отклонением 0,06%, опорные данные о плотности насыщенных пара и жидкости с отклонениями 0,10 и 0,09% соответственно. Средние квадратические отклонения значений давления и плотности насыщенных пара и жидкости от рассчитанных при соблюдении строгого условия фазового равновесия представлены в табл. 3. Опытные значения  $p''$  и  $p'$  [4-7] согласуются

с рассчитанными со средними квадратическими отклонениями 0,84 % и 0,99 % для всего массива этих данных, а опорные значения плотности  $\rho''$  и  $\rho'$  – со средними квадратическими отклонениями 1,35 % и 0,08 %. Распределение отклонений для 1014 точек (364 экспериментальных и 650 опорных), которые принимали участие в составлении уравнения состояния смеси близко к нормальному.

Таблица 3 – Средние квадратические отклонения значений давления и плотности насыщенных пара и жидкости от рассчитанных по уравнению состояния

Год	Автор	Колич. точек	Интервалы параметров			$\delta p_m$ , (%)	$\delta \rho_m$ , (%)
			$T$ (К)	$p$ (МПа)	$x$		
2010	Данные о $\rho''$ и $\rho'$	54	253–348	0,33–3,41	0,10–0,82	1,86	2,93
2010	Данные о $\rho'$ и $\rho''$	54	253–348	0,41–3,62	0,10–0,82	0,82	0,08
1997	Холькомб, $\rho''$ [4]	31	280–348	0,59–4,18	0,14–0,77	0,94	1,57
2002	Боббо, $\rho''$ [5]	49	258–303	0,29–1,82	0,02–0,96	0,63	0,85
2003	Ким, $\rho''$ [6]	101	253–323	0,24–2,87	0,03–0,90	0,83	1,26
2010	Хау, $\rho''$ [7]	46	263–323	0,35–2,88	0,05–0,96	0,98	1,75
1997	Холькомб, $\rho'$ [4]	31	280–348	0,59–4,18	0,14–0,77	0,95	0,08
2002	Боббо, $\rho'$ [5]	49	258–303	0,29–1,82	0,02–0,96	1,04	0,07
2003	Ким, $\rho'$ [6]	101	253–323	0,24–2,87	0,03–0,90	0,93	0,08
2010	Хау, $\rho'$ [7]	45	263–323	0,35–2,88	0,05–0,96	1,09	0,06

По составленному уравнению состояния рассчитаны термодинамические свойства смеси для четырех значений состава (0,2; 0,4; 0,6 и 0,8 мольные доли R290) для области температур 240 – 400 К и давлений 0,1–6 МПа.

Для анализа термодинамического поведения смеси R290/R125 в состоянии фазового равновесия построена  $p, T, x$ -диаграмма зависимости давления этой смеси от температуры и состава для указанных выше значений состава и для чистых компонентов. Из диаграммы видно, что смесь R290/R125 не является азеотропной, но имеет близкие кривые кипения и конденсации. Поэтому для более точного определения разности температур насыщенных пара и жидкости  $\Delta T$  на изобарах для четырёх значений состава смеси R125/R290 в диапазоне давлений от 0,1 до 3,5 МПа построены графики, представленные на рис. 1. На графиках вертикальная штрихпунктирная линия ограничивает область низких температур и давлений, в которой рассчитанные данные получены путём экстраполяции за пределы действия уравнения состояния.

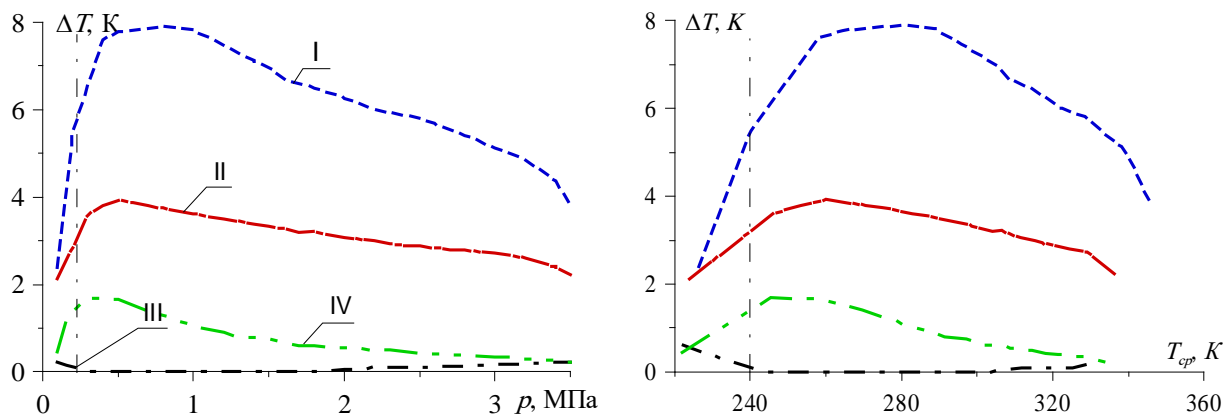


Рисунок 1 – Зависимость разности температур насыщенных пара и жидкости  $\Delta T$  на изобарах от давления и средней на изобаре температуры  $T_{cp}$  для смесей R125/R290: I, II, III, IV – для составов 0,2; 0,4; 0,6 и 0,8 мольной доли R125

Как видно из рисунка, смесь с концентрацией 0,6 мольной доли R125 весьма близка к азеотропной, для неё значение  $\Delta T$  лежит в пределах  $0 \div 0,2$  К. Такая смесь наиболее пригодна в качестве хладагента. При малых значениях  $\Delta T$  удаётся поддерживать оптимальные значения разности температур между водой либо воздухом и хладагентом при его конденсации и между охлаждаемым объектом и испаряющимся хладагентом, что способствует уменьшению потерь от необратимости процессов теплообмена. Приемлемые значения  $\Delta T$  наблюдаются также при  $x_{R125} = 0,8$  (від 0,3 до 1,8 К); при давлении 0,1 МПа для этой смеси  $\Delta T = 0,5$  К. Наибольшая разность температур насыщенных пара и жидкости ( $\Delta T = 8$  К) имеет место при  $x_{R125} = 0,2$  на изобаре 0,8 МПа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Lemmon E. W., Jacobsen R. T. A generalized model for the thermodynamic properties of mixtures // *Int. J. of Thermophys.* – 1999. – V. 20, No. 3. – P. 825-836.
2. Kayukawa Y., Watanabe K. P,  $\rho$ , T, x-measurements for gas-phase pentafluoroethane + propane mixtures by the Burnett Method // CD-Rom of 14<sup>th</sup> Symposium on Thermophysical Properties (Boulder, Colorado, USA, 2000).
3. Yokoyama C., Takahashi M. Viscosity of gaseous mixtures of HFC-125+ Propane // Paper presented on XVI European conference on thermophysical properties, 2002.
4. Holcomb C.D., Magee J.W., Scott J.L., Outcalt S.L., Haynes W.M. Selected Thermodynamic Properties for Mixtures of R-32 (Difluoromethane), R-125 (Pentafluoroethane), R-134a (1,1,1,2-Tetrafluoroethane), R-143a (1,1,1-Trifluoroethane), R-41 (Fluoromethane), R-290 (Propane), and R-744 (Carbon Dioxide) // Nat. Inst. of Standards and Technology, Boulder, Colorado, USA, 1997.
5. Kim L. H., Kim M. S., Kim Y. Vapor-liquid equilibria for pentafluoroethane + propane and difluoromethane + propane systems over a temperature range from 253,15 to 323,15 K // *Fluid Phase Equilibria.* – 2003. – V. 211. – P. 273-287.
6. Bobbo S., Fedele L., Camporese R., Stryjek R. Hydrogen-bonding of HFCs with dimethyl ether: evaluation by isothermal VLE measurements // *Fluid Phase Equilibria.* – 2002. – V. 199. – P. 153-160.
7. Hou S.-X., Duan Y.-Y. Isothermal vapor-liquid equilibria for the pentafluoroethane + propane and pentafluoroethane + 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropane systems // *Fluid Phase Equilibria.* – 2010. – V. 211. – P. 121-126.
8. Вассерман О. А., Фомінський Д. В. Термодинамічні властивості альтернативних холодоагентів R32 і R125. – Одеса : Вид. ОНМУ, 2002. – 256 с.
9. Вассерман А. А., Богданов А. В., Фоминский Д. В. Единые уравнения состояния в полиномиальной форме для хладагентов R32 и R125 // *Технические газы.* – 2002. – №1. – С. 58-62.
10. Термодинамические свойства пропана / В. В. Сычёв, А. А. Вассерман, А. Д. Козлов, В. А. Цымарный. – М. : Изд. стандартов, 1989. – 268 с.
11. Термодинамические свойства воздуха / В. В. Сычев, А. А. Вассерман, А. Д. Козлов и др. – М. : Изд-во стандартов, 1978. – 276 с.
12. Reuck K. M., Armstrong B. A method of corelation using a search procedure, based on a step-wise least square technique, and its application to an equation of state for propylene // *Cryogenics.* – 1979. – V. 19. – P. 505-512.



## ОЦЕНКА ИНДЕКСА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУДОВ

Горбов В.М., Митенкова В.С.,

Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова  
(Украина, г. Николаев)

**Вступление.** Общий вклад водного транспорта в глобальное экологическое загрязнение напрямую зависит от количества потребляемого топлива, в первую очередь нефтяного. По данным Международной группы изменений климата (IPCC) в период с 2010 по 2050 гг. объем выбросов со стороны международного судоходства увеличится на 70 % для CO<sub>2</sub>. За данный отрезок времени вклад в глобальное загрязнение атмосферы диоксидом углерода для судов возрастет с 2,7 до 3 % [1].

Инструментом для снижения выбросов диоксида углерода является индекс энергоэффективности для строящихся судов (EEDI – Energy Efficiency Design Index) и уже находящихся в эксплуатации (EEOI – Energy Efficiency Operation Index). Ограничения, введенные ИМО в рамках Киотского протокола, вступают в действие с 2012 г. [2-6].

**Актуальность.** Оценка численного значения индекса энергоэффективности является основой для определения в отношении каждого судна меры возмещения из-за загрязнения окружающей среды диоксидом углерода. Разработка такой системы возмещения ведется соответствующим комитетом ИМО.

**Постановка задачи.** Показатели, влияющие на EEDI, можно разделить на несколько групп: характеристики энергетической установки (мощность главных и вспомогательных двигателей, тип и расход топлива); мореходные характеристики (дедвейт или брутто-тоннаж, скорость); ряд безразмерных коэффициентов, учитывающих конструктивные особенности судна, район плавания, наличие инновационных технологий по снижению потерь энергии.

Целью исследования является анализ влияния данных факторов на уровень выбросов CO<sub>2</sub> для оценки возможности коррелирования основных параметров судна на стадии концептуального проектирования, оценка изменения эксплуатационных затрат на судно.

**Результаты исследований.** Действие формулы для определения EEDI, разработанной ИМО, распространяется на такие типы судов: пассажирские, сухогрузы, газозовы, наливные, контейнеровозы, суда типа Ro-Ro, универсальные для перевозки генеральных грузов, оборудованных дизель-механической энергетической установкой. Значение индекса энергетической эффективности определяется следующим образом [7, 8]:

$$EEDI = \frac{\left( \prod_{j=1}^M f_j \right) \left( \sum_{i=1}^{nME} P_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} \cdot SFC_{ME(i)} \right) + (P_{AE} \cdot C_{FAE} \cdot SFC_{AE}^*)}{f_i \cdot Capacity \cdot V_{ref} \cdot f_w} +$$

$$+ \frac{\left( \left( \prod_{j=1}^M f_j \cdot \sum_{i=1}^{nPTI} P_{PTI(i)} - \sum_{i=1}^{neff} f_{eff(i)} \cdot P_{AEff(i)} \right) C_{FAE} \cdot SFC_{AE} \right) - \left( \sum_{i=1}^{neff} f_{eff(i)} \cdot P_{eff(i)} \cdot C_{FME} \cdot SFC_{ME} \right)}{f_i \cdot Capacity \cdot V_{ref} \cdot f_w},$$

\* если значительная часть потребностей в электроэнергии на судне обеспечивается за счет валогенераторов, то в расчетах  $SFC_{AE}$  заменяют соответствующим значением  $SFC_{ME}$ .

$SFC$  – удельный эффективный расход топлива на главные (индекс  $ME$ ) и вспомогательные двигатели (индекс  $AE$ ), г/(кВт·ч).

$Capacity$  определяется следующим образом: для сухогрузов, танкеров, газозовов,

грузовых судов типа Ro-Ro, универсальных судов для перевозки генеральных грузов принимается равной дедвейту, т; для пассажирских судов, в т.ч. и типа Ro-Ro принимается равной валовому регистровому тоннажу, т; для контейнеровозов – 65 % от дедвейта, т.

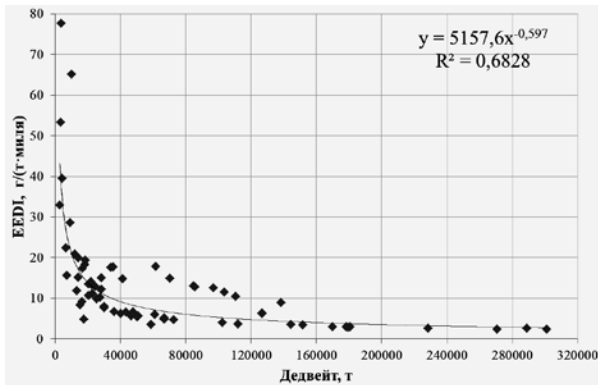


Рисунок 1 – Зависимость EEDI от дедвейта

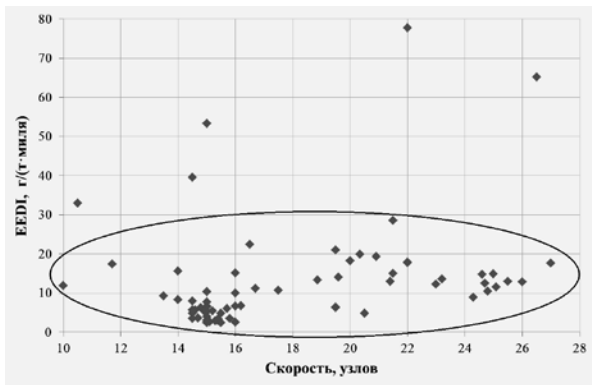


Рисунок 2 – Зависимость EEDI от скорости судна

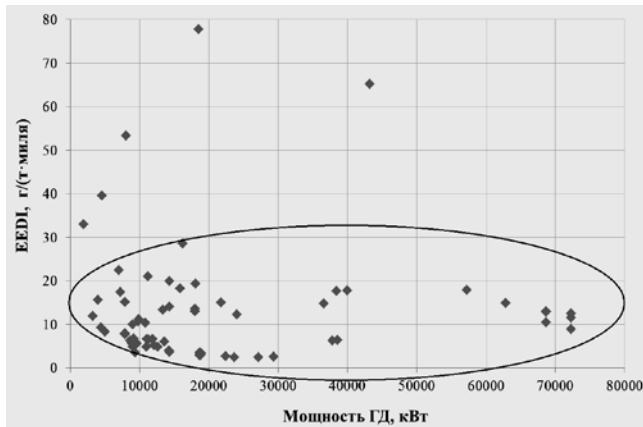


Рисунок 3 – Зависимость EEDI от мощности главных двигателей

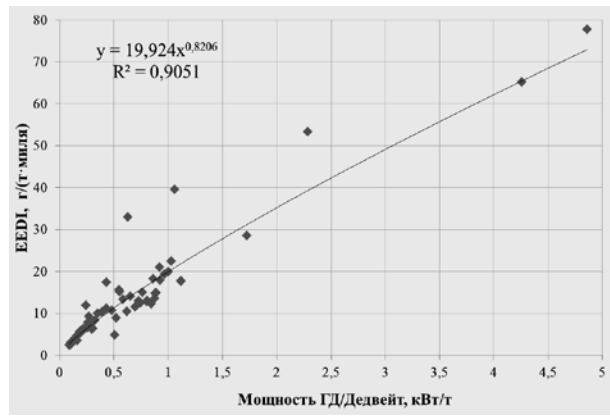


Рисунок 4 – Зависимость EEDI от относительной мощности главных двигателей

Другие элементы формулы:  $C_F$  – безразмерный коэффициент корреляции между расходом топлива и образующимся при его сжигании в дизельном двигателе  $CO_2$ , величина которого напрямую зависит от содержания углерода;  $V_{ref}$  – скорость судна на глубокой воде при максимально допустимой мощности двигателей, узлов;  $P_{ME(i)}$ , кВт, принимается равной 75 % от номинальной установленной мощности каждого главного двигателя ( $i$ -ого) после вычета мощности, подводимой к валогенераторам ( $P_{PTO(i)}$ );  $P_{PTO(i)}$ , кВт, принимается равной 75 % от мощности каждого валогенератора ( $i$ -ого), деленной на его КПД;  $P_{PTI(i)}$ , кВт – 75 % от мощности каждого электрогенератора, деленной на среднее значение КПД электрогенераторов;  $P_{eff(i)}$ , кВт, составляет 75 % от снижения мощности главных двигателей в результате использования инновационных технологий для снижения механических потерь;  $P_{AEff(i)}$ , кВт, составляет 75 % от снижения мощности вспомогательных двигателей в результате использования инновационных технологий для уменьшения электрических потерь;  $P_{AE}$ , кВт – суммарная мощность вспомогательных двигателей, необходимая для обеспечения всех потребителей электрической энергией на ходовом режиме;  $f_j$  – поправочный коэффициент, учитывающие специфические конструктивные элементы судна;  $f_w$  – безразмерный коэффициент, учитывающий снижение скорости судна при изменении метеоусловий;  $f_{eff(i)}$  – коэффициент, учитывающий использование на судне

инновационных технологий повышения энергоэффективности;  $f_i$  – коэффициент, учитывающий техническую/законодательную необходимость ограничения мощности судна [8].

Далее приведены расчеты  $CO_2$ -индекса для 70 новопостроенных судов, на которые распространяется действие данной формулы. Результаты приведены в виде зависимостей значения EEDI от основных параметров судна: дедвейта, скорости, мощности главных двигателей (ГД), относительной мощности ГД, дедвейта для отдельных типов судов.

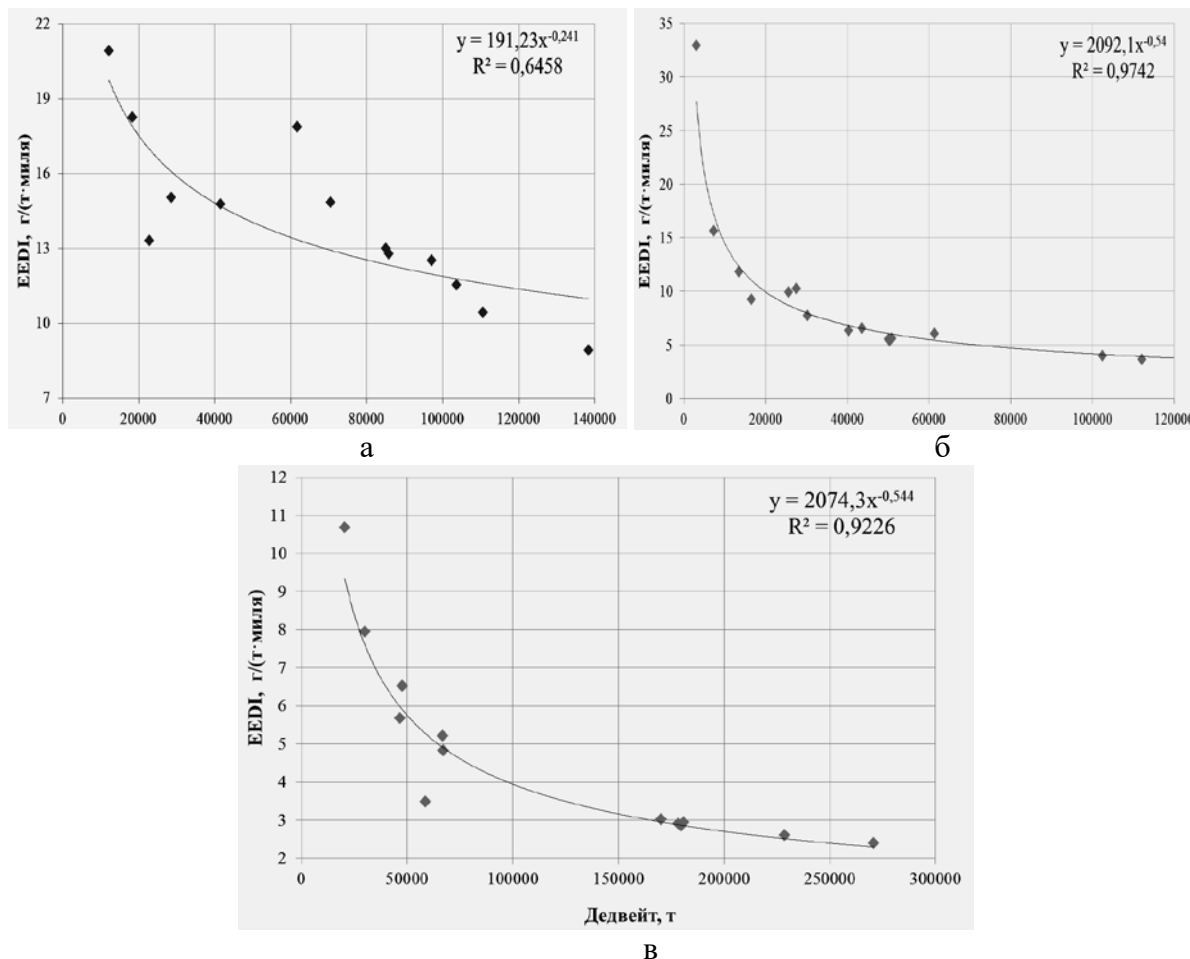


Рисунок 5 – Зависимость EEDI от дедвейта для разных типов судов: а – контейнеровозов; б – танкеров; в – сухогрузов

#### Выводы:

- варьирование вышеприведенными параметрами в процессе проектирования даст возможность подобрать рациональные значения основных характеристик новострояющегося судна при минимально возможных выбросах углекислого газа;
- для большинства современных судов выбросы  $CO_2$  не превышают 20 г/(т·милю), они снижаются при увеличении размеров судна и увеличиваются при повышении соотношения мощность ГД/дедвейт судна;
- существенного снижения выбросов можно добиться варьированием скорости судна.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Air pollution and greenhouse gas emissions from ocean-going ships: impacts, mitigation options and opportunities for managing growth [Electronic resource] / Friedrich A., Heinen F., Kamakate F., Kodjak D. – The international council on clean transportation, 2007. – 101 p. – Mode of access:

[http://www.georgiastrait.org/files/share/PDF/MarineReport\\_Final\\_Web.pdf](http://www.georgiastrait.org/files/share/PDF/MarineReport_Final_Web.pdf).

2. Controlling emissions in two-stroke marine diesel [Text] // MER. – 2008. – November. – P. 16-21.

3. Oslo meeting prepared GHG reduction mechanism [Text] // MER. – 2008. – September. – P. 46-47.

4. Scientific IMO SO<sub>x</sub> study completed [Text] / L. Schumacher, A. Chellappa, W. Wetherell, M. D. Russell // MER. – February. – 2008. – P. 20.

5. Shipping emissions remain burning issue [Text] // The Naval Architect. – 2008. – January. – P. 77.

6. The potential to cut CO<sub>2</sub> [Text] // The Naval Architect. – 2009. – June. – P. 30–34.

7. Psarafitis, H. N. CO<sub>2</sub> emission statistics for the world commercial fleet [Text] / H. N. Psarafitis, C. A. Kontovas // WMU Journal of Maritime Affairs. – 2009. – P. 1-19.

8. Interim guidelines on the method of calculation of the energy efficiency design index for new ships [Electronic resource] // International Maritime Organization, 2009. – Mode of access:

<http://www.imo.org/mediacentre/hottopics/ghg/documents/681%20eedi%20calculation.pdf>.

## АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ СУДНОВИХ СКРУБЕРНИХ СИСТЕМ

Горбов В.М., Мітенкова В.С., Московко О.О.,

Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова  
(Україна, м. Миколаїв)

**Вступ.** Емісія оксидів сірки від міжнародного судноплавства в 2020 р. збільшиться за прогнозами майже на 45 % порівняно з 2000 р. Як наслідок, до 2020 р. викиди сірки з суден перевищать викиди від усіх наземних джерел забруднення в 25 країнах Європейського Союзу. З урахуванням того, що емісія  $SO_x$  в першу чергу залежить від кількості сірки в паливі, введення в дію законодавчих обмежень щодо її вмісту дасть можливість істотно знизити забруднення атмосфери, особливо в регіонах з найбільш щільним транспортним потоком суден [1, 2].

Ефективним первинним методом зниження викидів  $SO_x$  є використання нафтових палив з низьким вмістом сірки. Альтернативою є очищення вихідних газів від сірки у скруберах. Застосування даної системи на судні дозволить спалювати паливо з високим вмістом сірки, що призведе до зниження експлуатаційних витрат. Технологія «промивання» відхідних газів знижує емісію  $SO_2$  на 69...94 %. Основні витрати на дану технологію – капітальні інвестиції. Експлуатаційні витрати пов'язані з видаленням шламу із морської води, що скидається за борт, і технічним обслуговуванням насосів [3, 4].

**Актуальність.** Встановлення скруберних систем на судах забезпечує зниження емісії сірки у відхідних газах і доведення до норм, передбачених ІМО, в той же час ця технологія призводить до збільшення маси та габаритів суднової енергетичної установки. Вибір раціональних параметрів скруберів є актуальним напрямком досліджень, оскільки дасть змогу знизити витрати на виготовлення та експлуатацію.

**Постановка задачі.** Розроблена математична модель скрубера в узагальненому вигляді представлена на рис. 1. Метою досліджень було встановлення характеру взаємозв'язку зміни параметрів апарату від вхідних даних при проектуванні.

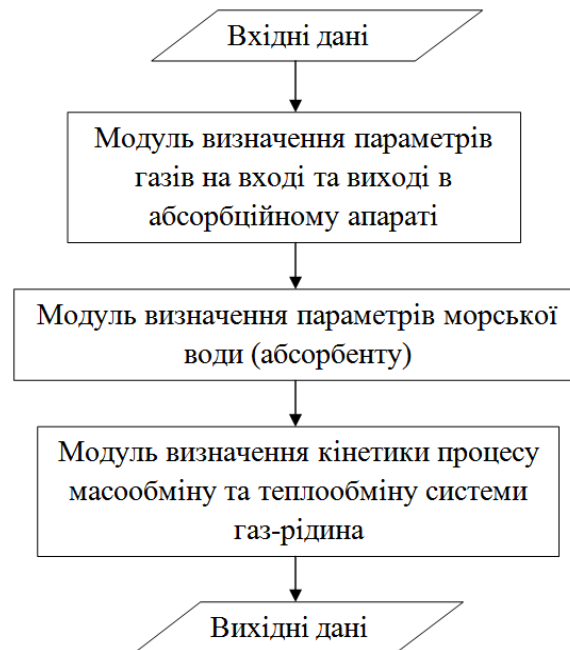


Рисунок 1 – Блок-схема математичної моделі абсорбційних апаратів

**Результати досліджень.** На базі математичної моделі, з врахуванням особливостей процесів, що відбуваються в апаратах, було створено методику розрахунку в програмному комплексі *MathCAD* і розроблено програму автоматичного розрахунку основних

параметрів скрубера.

В якості змінних вхідних величин, які варіювалися, були прийняті такі показники в наступних діапазонах: потужність головних двигунів ( $N_e = 1000 \dots 40000$  кВт); питома витрата палива ( $g_e = 0,160 \dots 0,190$  кг/(кВт·год)); коефіцієнт надлишку повітря ( $\alpha = 1 \dots 3$ ); вміст сірки у паливі ( $S_f^r = 0,5 \dots 4,0$  %); температура відхідних газів двигуна ( $t_{в.г} = 110 \dots 250$  °С); температура, солоність і загальна лужність морської води ( $t_{м.в.} = 0 \dots 40$  °С,  $S_{м.в.} = 15 \dots 40$  ‰,  $A_f = 1500 \cdot 10^{-6} \dots 2700 \cdot 10^{-6}$  моль/кг, відповідно); коефіцієнт зниження швидкості газів в апараті ( $\chi = 0,2 \dots 0,9$ ). Як вихідні дані розглядалися масогабаритні параметри апарату і витрати електроенергії на системи обслуговування. Вплив вхідних величин на параметри скрубера представлено на рис. 2, вхідні дані представлено у відносному вигляді.

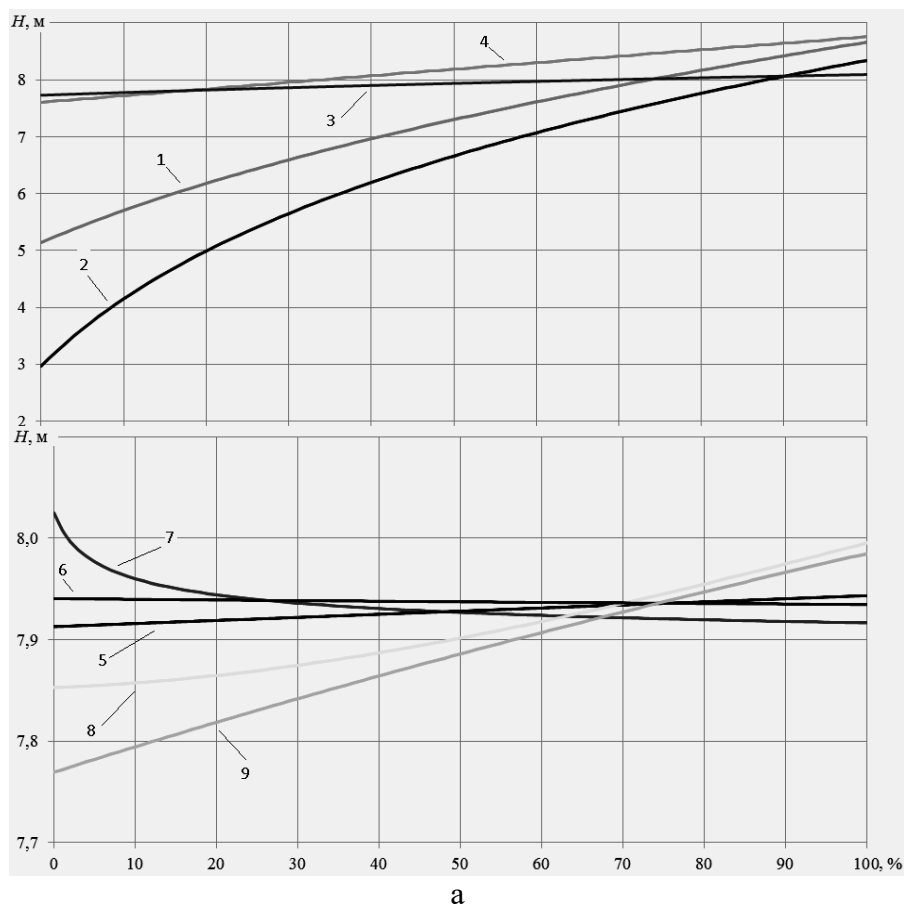
На рис. 2а наведені залежності зміни висоти апарату, серед яких найбільш виражені залежності від наступних параметрів, в межах діапазону, що розглядається:

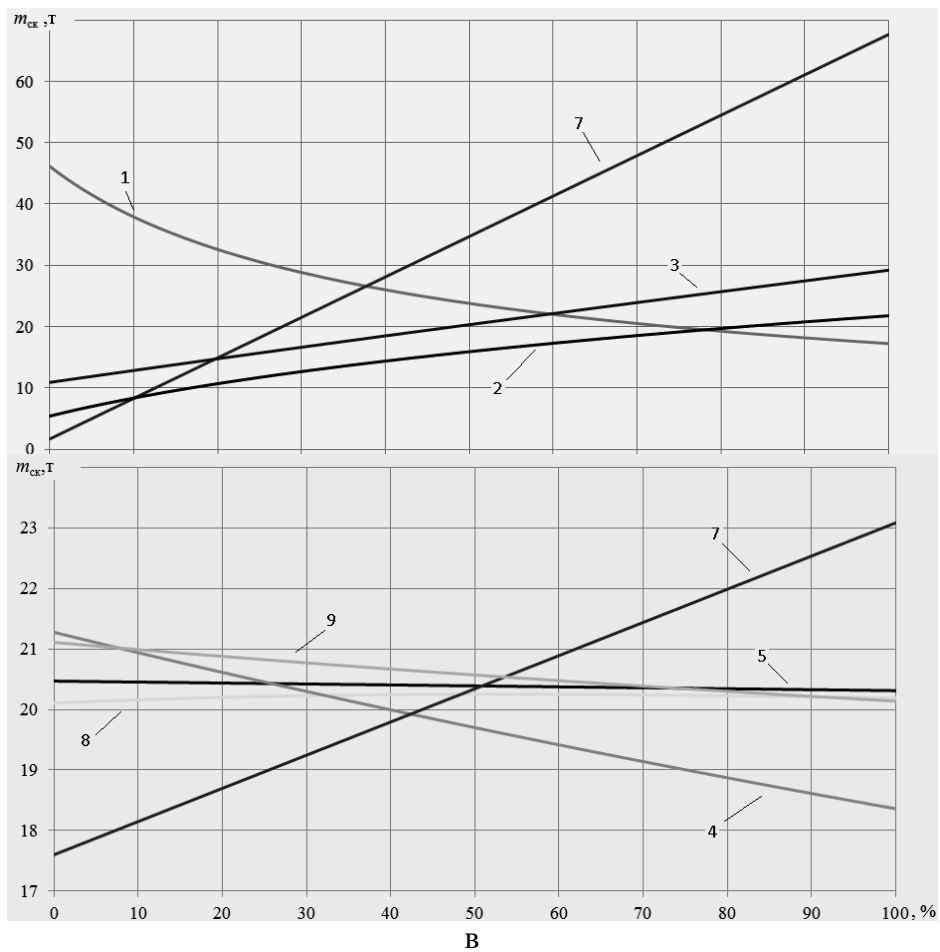
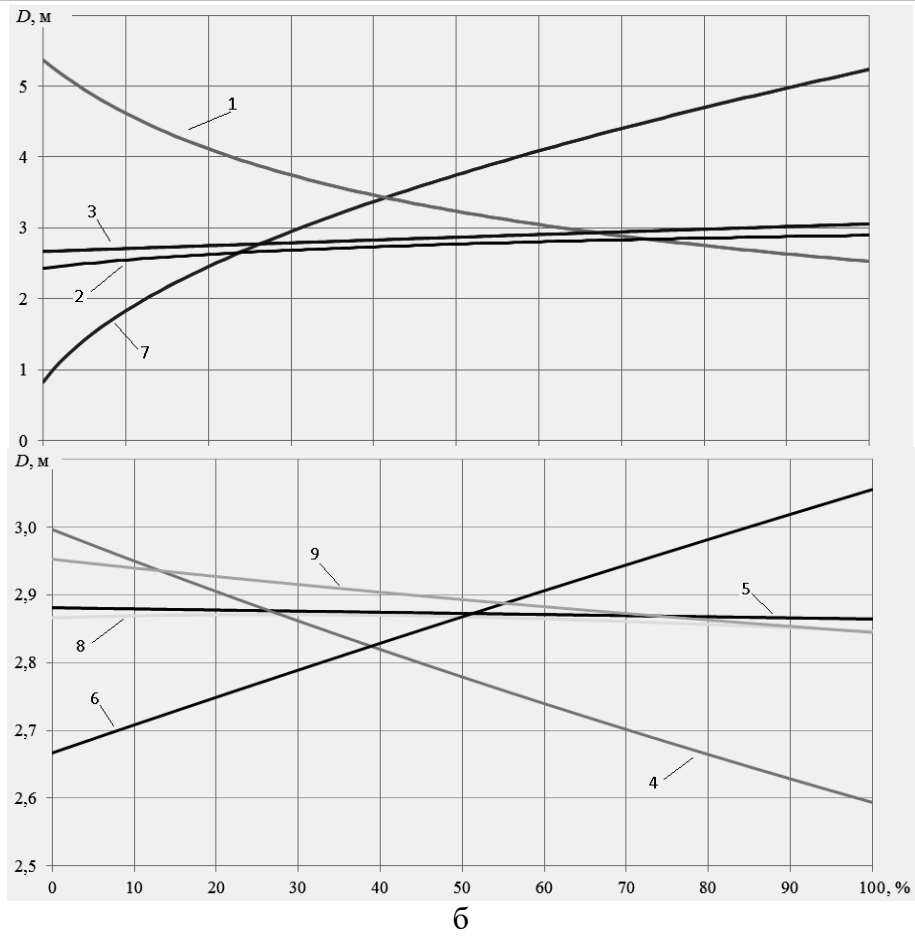
– кількості сірки в паливі – загальна висота збільшується на 64,5 %, характер залежності – посередньо виражена степенева функція, що пояснюється збільшенням концентрації  $SO_x$  у відхідних газах, а відповідно, і рушійної сили процесу за логарифмічним законом;

– коефіцієнт зниження швидкості газів в апараті – загальна висота збільшується на 40,6 %, залежність має вигляд слабо вираженої степеневої функції, що пояснюється нелінійною зміною швидкості процесів масопереносу;

– температура газів на вході в апарат – загальна висота збільшується на 13,15 %, залежність має вигляд лінійної функції, що пояснюється зменшенням густини відхідних газів, що, відповідно, призводить до зниження швидкості процесів масопереносу.

Всі інші залежності мають лінійний характер зміни, окрім залежності від ефективної потужності двигуна, що має характер степеневої функції. Це пояснюється компенсацією збільшення діаметру апарату – для забезпечення підтримання постійної швидкості газів в апараті.





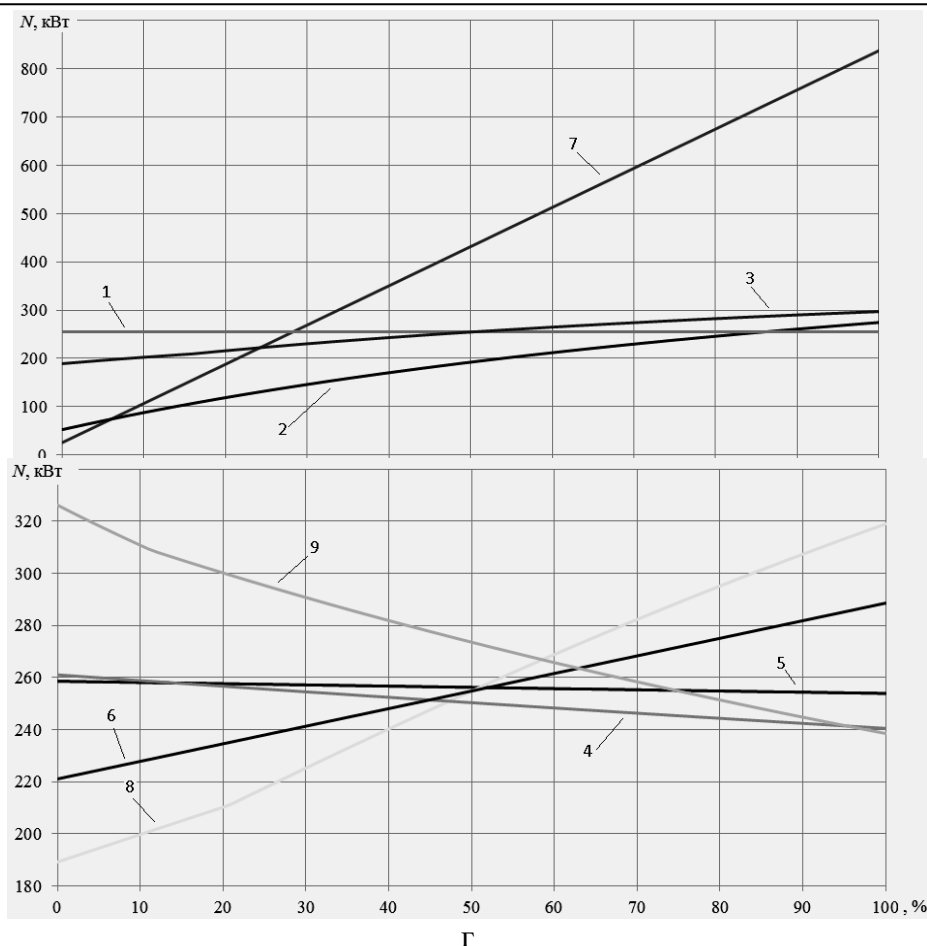


Рис. 2 – Вплив вхідних даних на параметри скрубера:

а – висота апарату; б – діаметр апарату; в – маси апарату; г – споживання електроенергії; 1 – коефіцієнт зниження швидкості газів в апараті; 2 – вміст сірки у паливі; 3 – коефіцієнт надлишку повітря; 4 – температура відхідних газів двигуна; 5 – солоність морської води; 6 – питома витрата палива; 7 – потужність головних двигунів; 8 – температура морської води; 9 – загальна лужність морської води

На рис. 2б наведені залежності зміни діаметру апарату, серед яких найбільш виражені залежності від наступних параметрів, в межах діапазону, що розглядається:

- ефективної потужності двигуна – загальний діаметр збільшується на 84,2 %, залежність має вигляд посередньо вираженої степеневі функції, що пояснюється збільшенням концентрації  $SO_x$  у відхідних газах, а відповідно, і рушійної сили процесу за логарифмічним законом;

- коефіцієнта зниження швидкості газів в апараті – загальний діаметр зменшується на 112,1 %, характер залежності – чітко виражена логарифмічна функція, що пояснюється нелінійною зміною швидкості процесів масопереносу;

- коефіцієнта надлишку повітря двигуна – загальний діаметр збільшується на 37,4 %, залежність має вигляд лінійної функції, що пояснюється зменшенням кількості  $SO_x$  в одиниці об'єму і, як наслідок, зменшенням рушійної сили процесу;

- температура газів на вході в апарат – загальний діаметр зменшується на 15,5 %, характер залежності – лінійна функція, що пояснюється збільшенням реальної швидкості газів в апараті, і як наслідок, зменшенням площі поперечного перерізу.

Всі інші залежності мають лінійний характер, при цьому зміна діаметра апарату є незначною.

На рис. 2в подано залежності зміни маси апарату від:

- коефіцієнта зниження швидкості газів в апараті – загальна маса зменшується на 167,1 %, залежність має вигляд чітко вираженої логарифмічної функції, що пояснюється



змінюю геометричних параметрів апарату описаних вище, а саме зменшенням діаметру, але при цьому не відповідним йому збільшенням висоти апарату;

– температура газів на вході в апарат – загальна маса зменшується на 15,8 %, характер залежності – лінійна функція, що пояснюється пришвидшенням процесів дифузії і, як наслідок, зменшення массогабаритних показників.

Всі інші залежності мають лінійний характер зміни.

На рис. 2г подано залежності зміни споживання електроенергії системами обслуговування. Залежності мають переважно лінійний характер. Споживання електроенергії майже не залежить від швидкості газів в апараті.

**Висновки.** Найбільш вагомий вплив на розглянуті параметри скрубєрів здійснює коефіцієнт зниження швидкості газів в апараті та температура відхідних газів двигуна. На висоту апарату суттєво впливає вміст сірки у паливі, на діаметр – ефективна потужність та коефіцієнт надлишку повітря двигуна. Отримані результати можуть бути використані при проектуванні і подальшому дослідженні судових скрубєрних систем.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Air pollution and greenhouse gas emissions from ocean-going ships: impacts, mitigation options and opportunities for managing growth [Electronic resource] / Friedrich A., Heinen F., Kamakate F., Kodjak D. – The international council on clean transportation, 2007. – 101 p. – Mode of access:

[http://www.georgiastrait.org/files/share/PDF/MarineReport\\_Final\\_Web.pdf](http://www.georgiastrait.org/files/share/PDF/MarineReport_Final_Web.pdf).

2. Cost-benefit analysis of using 0,5% marine heavy fuel oil in European sea areas [Electronic resource] // The Swedish NGO secretariat on acid rain. – Mode of access:

[www.airclim.org/reports/cba\\_briefing\\_jan05.pdf](http://www.airclim.org/reports/cba_briefing_jan05.pdf).

3. Fournier A. Controlling air emission from marine vessels: problems and opportunities [Electronic resource] / A. Fournier. – University of California Santa Barbara, 2006. – 85 p. – Mode of access:

[http://www2.bren.ucsb.edu/~kolstad/temporary/Marine\\_Emissions\\_\\_2-11-06\\_.pdf](http://www2.bren.ucsb.edu/~kolstad/temporary/Marine_Emissions__2-11-06_.pdf).

4. Baan P. Controlling emissions [Text] / P. Baan // Propulsion. – 2011. – P. 14-18.

## РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ: УПРАВЛІННЯ РОДЮЧОСТІ ГРУНТІВ

*Горлачук В.В.,*

Чорноморський державний університет ім. Петра Могили  
(Україна, м. Миколаїв),

*В'юн В.Г.,*

Миколаївський міжрегіональний інститут розвитку людини  
ВНЗ «Відкритий міжнародний університет розвитку людини»  
(Україна)

Незважаючи на багатогранні наукові пошуки гармонізації господарських та природних систем, залишається низка нерозв'язаних теоретичних і практичних питань, таких як використання земельних ресурсів, зокрема екологічно збалансованого розвитку сільськогосподарського землекористування. Характерною особливістю сучасного розвитку землекористування є його розбалансованість, що зумовлює негативні зміни у природному довіклі, генеруючи руйнування екосистеми Земля, зниження родючості ґрунтового покриву, як головної умови виживання людей на Землі.

Зазначена проблема є особливо важливою як для України, в цілому, так і для її регіонів, де показники родючості ґрунту, наприклад, у Миколаївській області знизились по відношенню до оптимального вмісту гумусу, який складає 6,0 % до 3,0 %. Це означає, що ґрунт не бере у повній мірі участі у здійсненні виробничої функції, не забезпечує функціонування обмінних процесів у біосфері, не виконує екологічну функцію, погіршує якісні параметри рослинницької продукції та інші негативні процеси. Іншими словами, ґрунт втрачає ресурсну екосистему та соціальну функцію – як функції життєзабезпечення суспільства, на Землі.

Сучасне трактування процесу відтворення родючості ґрунту у методичному і практичному плані потребують свого переосмислення, оскільки спірним залишається питання, що наприклад, завдяки внесенню у ґрунт мінеральних добрив підвищуватиметься родючість ґрунту. Можна стверджувати, що внесення мінеральних добрив у ґрунт підвищує лише врожайність сільськогосподарських культур, прискорюючи процеси мінералізації органічної речовини в наростаючому порядку із року і рік, що призводить до зростання дефіциту гумусу.

З розглянутої точки зору, нами досліджено процес зниження вмісту гумусу у часовому вимірі у ситуації розміщення у полі цукрових буряків при урожайності 325 ц/га, які розміщені після посівів озимої пшениці урожайністю 44.2 ц/га (табл. 1,2), з якої видно, як у наростаючому порядку знижується вміст NPK біологічного походження. Так, вміст азоту(N) знизився з 43,8 кг/га до 296,53 кг/га, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – з 268,6 до 250,75, а K<sub>2</sub>O – з 496,4 до 369,74 кг/га. У цьому випадку в ґрунт необхідно внести мінеральних добрив у перерахунку на діючу речовину таку кількість :азоту – 35,6 кг/га; фосфору – 66,9, а калію – 36,7 кг/га посіву.

При цьому варто мати на увазі, що нині існує досить поширена думка серед окремих теоретиків і практиків аграрної сфери, що кількість гумусу в ґрунті зростає пропорційно кількості поголів'я худоби. Тобто щі збільшенням кількості худоби збільшується вихід органічної речовини, і навпаки – зі зменшенням кількості худоби відбувається зменшення її виходу.

Однак проведені нами дослідження і в цьому випадку дозволяють зробити висновок, що чим більше худоби припадає на одиницю площі орних земель, тим менше органічної речовини поступить у ґрунт. І ось чому. Рослинницька продукція, будучи скормлена худобою, втрачає частину азоту внаслідок засвоєння його організмом тварин. Ці втрати можна прирівняти приблизно до коефіцієнта перетравності грубих кормів, значення якого складає 0,51. Власне, та частина грубих і зелених кормів, перетравлена

твариною, трансформується у приріс м'яса, молока, енергію тощо і ніколи вже не повернеться в ґрунт у формі органічної маси. Наприклад, розрахункова кількість азоту, яка може бути повернутою в ґрунт, за умови згодування соломи озимої пшениці при урожайності 30 ц/га зерна буде складати  $0,09 \text{ ц/га} = 0,217(1-0,51) \times 0,85$

Таблиця 1 – Баланс поживних речовин під посівами озимої пшениці при фактичній урожайності – 44,2 ц/га

Показники	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	2	3	4
Вміст NPK в частинах рослин, %			
в зерні	2,80	0,99	1,72
в соломі	0,45	0,16	0,28
в поверхневих рештках	0,45	0,16	0,28
в кореневих рештках	0,75	0,27	0,46
Вихід органічної речовини та вміст NPK в частинах рослин, ц;			
Зерна - 44,2	1,238	0,438	0,760
Соломи - 62,5	0,281	0,100	0,175
Поверхневих решток - 13,77	0,062	0,022	0,039
Кореневих решток - 41,4	0,310	0,112	0,190
Всього NPK в частинах рослин, кг	189,1	67,2	116,4
Всього NPK з врахуванням поправочних коефіцієнтів (K <sub>T</sub> =1,2; K <sub>T</sub> =0,8)	181,54	64,26	111,93
Вміст NPK в ґрунті (глибина шару 25 см)			
мг на 100г ґрунту	12,7	7,9	14,6
кг на 1 га	431,8	268,6	496,4
Коефіцієнт використання NPK з ґрунту	0,25	0,08	0,1
Розрахунковий винос NPK з ґрунту, кг	107,95	21,49	49,64
Розрахункове повернення NPK в ґрунт, кг:			
від згодування відходів основної продукції (10%)	3,34	1,18	2,05
від приорювання соломи (0,62x0,1x0,05)	21,25	7,52	13,09
від гуміфікації поверхнево-корневих решток	42,35	14,99	26,09
Всього надійде NPK в ґрунт, кг	66,94	23,69	41,23
Різниця між використанням NPK рослинами і її надходженням в ґрунт	-114,60	-40,57	-70,60
Баланс NPK біологічного походження в ґрунті кг/га	390,79	270,80	487,99
в % вихідної кількості	96,5	100,8	98,3
Коефіцієнт засвоювання NPK	0,6	0,25	0,65
Передбачено внести добрив, кг діючої речовини	11,8	76,3	32,2

У випадку, коли ж соломі передбачається приорати, кількість азоту, який може бути повернутий в ґрунт, складатиме 0,217 ц/га, тобто майже у 2 рази більша, ніж у першому випадку. Як бачимо, це є ще одним свідченням того, що підвищення родючості ґрунту за рахунок збільшення поголів'я худоби не знаходить свого підтвердження.

Таблиця 2 – Баланс поживних речовин під посівами цукрових буряків при фактичній урожайності – 325 ц/га

Показники	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Вміст NPK в частинах рослин, %			
Буряки	78	23,7	95,2
Гичка	20,2	6,16	24,64
Поверхневі рештки	3,24	1,00	3,97
Кореневі рештки	28,97	8,86	35,48
Вихід органічної речовини та вміст NPK в частинах рослин, в ц			
Буряки - 325ц	0,24	0,073	0,293
Гичка - 49,28ц	0,41	0,125	0,50
Поверхневі рештки - 8,1ц	0,40	0,122	0,49
Кореневі рештки - 24,14	1,20	0,367	1,47
Винос NPK - всього, кг	130,41	39,72	159,29
Винос NPK з врахуванням поправочних коефіцієнтів (K <sub>T</sub> =1,6; K <sub>T</sub> =0,8)	166,92	50,84	203,89
Вміст NPK в ґрунті (глибина шару 25 см)			
мг на 100г ґрунту	11,49	7,96	14,35
кг на 1 га	390,79	270,8	488,0
Коефіцієнт використання NPK з ґрунту	0,3	0,1	0,3
Розрахунковий винос NPK з ґрунту, кг	117,24	27,08	146,4
Розрахункове повернення NPK в ґрунт, кг:			
від згодування гички	6,7	2,05	8,2
від згодування жому (40%) від ваги коренів	9,00	2,75	11,02
від гуміфікації поверхнево-корневих решток	7,29	2,23	8,92
Всього надійде NPK в ґрунт, кг	22,99	7,03	28,14
Різниця між використанням NPK рослинами і її надходженням в ґрунт	-143,93	-43,81	-175,75
Баланс NPK біологічного походження в ґрунті кг/га	296,54	250,75	369,74
в % вихідної кількості	75,9	92,6	75,8
Коефіцієнт засвоєння NPK	0,8	0,35	0,95
Передбачено внести добрив, кг діючої речовини	35,6	66,9	36,7

Проте це не свідчить, що потрібно взагалі відмовитись від розвитку галузі тваринництва, але потрібно знайти оптимальне співвідношення галузей рослинництва і тваринництва, щоб забезпечити на першому етапі бездефіцитний баланс гумусу з наступним його нарощуванням – на другому етапі. Тільки комплексне, тобто органічне взаємодоповнення, на принципах емерджентності, цих галузей зумовить підвищення продуктивності земель.

## ВПЛИВ ЗАХИСНИХ ПОКРИТЬ ТА ОКСИДНИХ ПЛІВОК НА КІНЕТИКУ НАВОДНЮВАННЯ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ МЕТАЛІВ V ГРУПИ

*Іваницький Р.І., Бачинський Ю.Г., Басістий П.В., Мохун С.В.,*

Тернопільський національний педагогічний університет ім. В.Бойко (Україна),

*Федоров В.В.,*

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України

(Україна, м. Львів)

У сучасній енергетиці виробу зі сплавів на основі металів V групи широко застосовують при виготовленні деяких вузлів атомних і термоядерних реакторів. Однак ці матеріали є гідридотвірними і, абсорбуючи водень та його ізомери, можуть окрихчуватися. Тому каталітичну активність їх поверхні зменшують модифікуванням оксидними плівками та захисними покриттями. В роботі досліджено вплив такого модифікування на кінетику наводнювання ніобієвого 5ВМЦ і ванадієвого сплаву ВЦУМ.

Слід відзначити, що без попереднього активування поверхні метали V групи і їх сплави водень не поглинають. Як слідує з результатів дослідження сплаву ВЦУМ (рис.1), його електроопір у вакуумі і водні (крива 1) після його напуску за кімнатної температури лінійно змінюється до температури  $T_1$ , після чого різко зростає (крива 2), що вказує на початок абсорбції водню. З подальшим ростом температури зростання електроопору сповільнюється і при досягненні температури  $T_2$  знову починає лінійно змінюватися. За охолодження наводнених зразків (крива 3) спостерігається аналогічна картина, що свідчить про утворення збагаченої воднем гідридної  $\beta$ -фази.

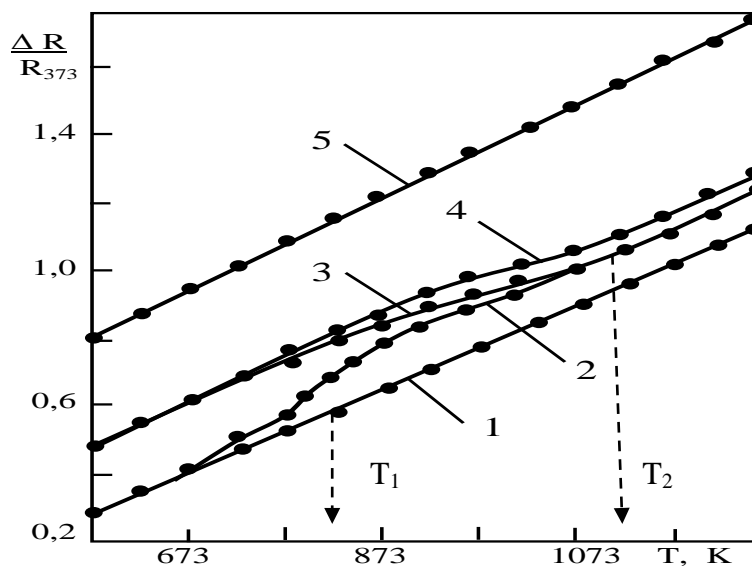


Рисунок 1 – Зміна електроопору сплаву ВЦУМ: 1 – нагрів у вакуумі, 2 – нагрів у водні, 3 – охолодження у водні, 4 – 4 термоцикли у водні, 5 – 20 термоциклів у вакуумі.

Дослідження водневої деградації сплавів 5ВМЦ і ВЦУМ провели за термоцикування зразків в атмосфері водню в інтервалі температур 573-1273 K, одночасно вимірюючи електроопір. Оскільки ніобієвий сплав 5ВМЦ окрихчується вже за першого охолодження у водні, основну увагу приділили ванадієвому сплаву ВЦУМ. За термоцикування у вакуумі структурні дефекти в цьому сплаві накопичуються за перші 20 циклів (рис.1, крива 5), після чого електроопір, який зріс у три рази, за наступні 10 циклів практично не змінюється. У водні зразки витримують лише 4 цикли (крива 4), після чого гідридно окрихчуються. Отримані результати підтверджені металографічним аналізом. Таким чином, можна зробити висновок, що нижче температури  $T_2$  (табл. 1) виробу з

досліджуваних сплавів не можуть експлуатуватися без захисних плівок чи покриттів.

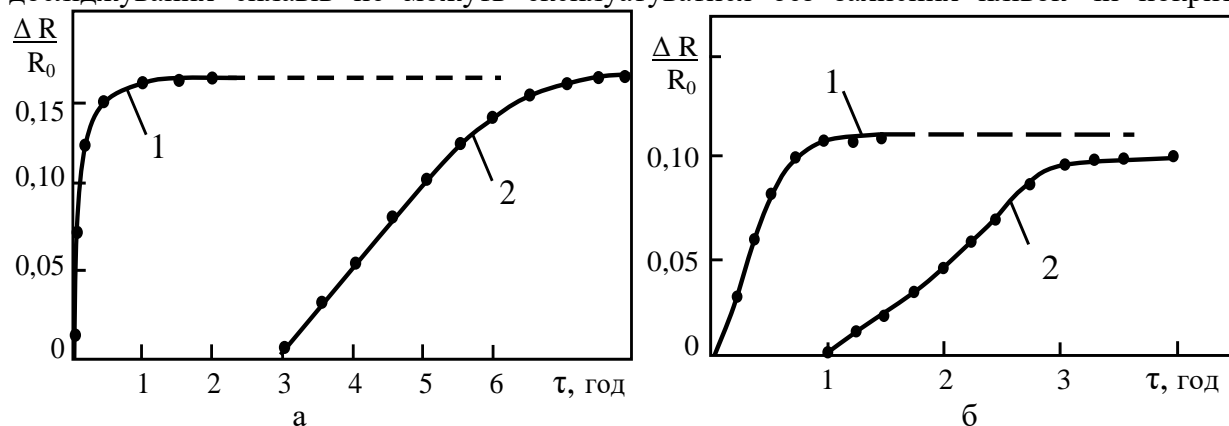


Рисунок 2 – Кінетика зміни електроопору за наводнювання сплавів 5BMЦ (а) і ВЦУМ (б):  
1 – вихідні зразки, 2 – з алюмінідним і берилієвим покриттями відповідно

Таблиця 1 – Критичні температури початку абсорбції водню та  $\beta \leftrightarrow \alpha$  фазового переходу у Nb, V та сплавах 5BMЦ і ВЦУМ

T, K	Nb	Nb <sub>ок.</sub>	V	V <sub>ок.</sub>	5BMЦ	ВЦУМ
T <sub>1</sub>	880	1040	770	910	960	770
T <sub>2</sub>	1020	1150	990	1130	1240	1070

ок. – окисдовані зразки.

Встановлено, що попереднє окисдування Nb і V підвищує температури початку абсорбції водню T<sub>1</sub> (табл. 1), але дослідження термічної стабільності оксидних плівок на металах V групи і сплавах на їх основі показали, що вони можуть захищати від наводнення лише в області температур до 973 К. Тому проведені дослідження впливу захисного алюмінідного покриття (Al, Sn) на розчинність водню в ніобієвому сплаві 5BMЦ за підвищених температур.

Дослідження проводили методом електропровідності за наводнення з газової фази тиском 0,5 МПа. Попередні вимірювання температурних залежностей електроопору показали, що в інтервалі температур 293-1323 К сплав 5BMЦ з алюмінідним покриттям товщиною 800 мкм водень не поглинає. Кінетику наводнювання вивчали в температурному інтервалі існування твердого розчину водню у сплаві (1173 К) (рис. 2а). Спочатку визначали вихідний електроопір, потім запускали в робочу камеру водень і фіксували його зміну у часі. У вихідних зразках сплаву 5BMЦ розчинення водню закінчується після 1 год. У зразках з покриттям абсорбція водню починається після 3 год. і завершується після 8-9 год. ізотермічного відпалу у водні.

У випадку сплаву ВЦУМ застосовували інтерметалічне берилієве покриття «БКН» (Be + Cu + Ni) товщиною 2,5 мкм, нанесене газотермічним методом. Дослідження показали (рис.2б), що наводнювання зразків без покриття при температурі 1173 К відбувається за 40-50 хв., а з покриттям за 3 год. При цьому час захисної дії покриття складає 1год. і зі зменшенням температури до 1073 К зростає більш, ніж у два рази. Проведено металографічний та рентгеноструктурний аналізи досліджуваних систем метал-покриття до та після наводнювання.

## ВПЛИВ ГІДРИДОУТВОРЕННЯ НА КОНСТАНТУ МАГНІОСТРИКЦІЇ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ d-ПЕРЕХІДНИХ ТА РІДКІСНОЗЕМЕЛЬНИХ МЕТАЛІВ

*Іваницький Р.І., Прокоп'юк В.А., Замора Я.П.,*

Тернопільський національний педагогічний університет ім. В.Бойко (Україна),

*Наговська І.В., Тростянчин А.М.,*

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України  
(Україна, м. Львів)

Сплави на основі перехідних металів, маючи особливу електронну структуру, володіють низкою цінних фізичних властивостей і знайшли широке застосування у техніці. Сьогодні особлива увага дослідників спрямована на розроблення нових магнітних матеріалів на основі сплавів d-перехідних (Fe, Co) та рідкісноземельних металів (Nd, Sm, Dy, Tb). Як технологічне середовище при їх обробці часто застосовують водень. При цьому наводнювання сплавів та сполук на основі рідкісноземельних металів (РЗМ) може приводити як до зростання, так і до зменшення величини обмінної електронної взаємодії, яка визначає магнітні характеристики матеріалу. Тому їх величина залежить не тільки від хімічного складу сплаву, існуючих в ньому фазових перетворень, але й від умов проведення хіміко-термічної обробки. Особливо це стосується константи магніострикції  $\lambda$ . Явище магніострикції полягає у зміні геометричних розмірів зразка у магнітному полі, тому  $\lambda$  є функцією його напруженості, температури, фазово-структурного стану матеріалу і оцінюється безрозмірною величиною  $\Delta l / l$ , де  $\Delta l$  – видовження зразка за накладання магнітного поля, а  $l$  – його довжина. При цьому слід враховувати, що РЗМ інтенсивно взаємодіють з воднем і можуть утворювати гідриди, формування яких у сплавах суттєво змінює їх структуру і фазовий склад. Механізм впливу процесу гідридоутворення на магніострикцію не достатньо вивчений, що вимагає проведення нових досліджень у цьому напрямку. Тому у роботі послідовно розглянуті закономірності формування магнітного і атомного порядку при переході від чистих наводнених металів до подвійних і потрійних сплавів з метою оптимізувати режими проведення водневої обробки для поліпшення їх магніострикції.

Дослідження впливу водню на електропровідність Ni, Co та сплавів системи Fe–Ni показали, що всі зміни електроопору спостерігаються у температурній області існування феромагнетизму, що свідчить про зменшення кількості некомпенсованих d-електронів, які відповідають за ковалентну складову сил міжатомного зв'язку. Отриманий результат вказує на пришвидшення дифузійних процесів у наводнених металах. Дослідження поліморфного перетворення у кобальті, яке відбувається дифузійним шляхом, підтвердило цей ефект. Отримано, що температура поліморфного перетворення  $\alpha$ -Co  $\leftrightarrow$   $\beta$ -Co під впливом розчиненого водню зростає на 25-30 K.

Нами вперше зроблена спроба застосувати термічну обробку у водні для зміни магніострикції Ni і Co (рис.1). Вимірювання константи магніострикції проводили оптичним методом за допомогою інтерферометра Майкельсона. Зауважимо, що  $\lambda$  нікелю має досить високе значення  $(3-6) \cdot 10^{-5}$ , однак низька температура точки Кюрі робить малоефективним високотемпературний відпал. Крім того, за нагріву в околі температури 473 K його константа магніострикції змінює знак, тобто видовження зразків нікелю під впливом магнітного поля переходить у їх стиснення. Цей результат зумовлений зміною магнітоеластичної енергії нікелю, на яку термічна обробка в області температур нижче 573 K практично не впливає. Тому за водневого відпалу при 873 K (3 год.)  $\lambda$  нікелю зростає лише від 4,6 до  $5,8 \cdot 10^{-5}$ . У випадку кобальту ефект від ізотермічного відпалу у водні при 1073 K (3 год.) більш значний –  $\lambda$  змінюється від 9,2 до  $28 \cdot 10^{-5}$ . Однак у промисловості чистий кобальт внаслідок своєї крихкості не застосовується.

Дослідження впливу водню на процеси атомного впорядкування у сплавах системи Fe–Ni і Fe–Co показали, що за наводнювання змінюються ступінь атомного порядку і

температура Курнакова, що позитивно впливає на їх фізико-механічні властивості. Оскільки сплави системи Fe–Co окрихчуються під час вальцювання, для підвищення пластичності їх легують ванадієм, оптимальний вміст якого реалізовано у ванадієвому перміндіюрі К50Ф2 (Co – осн.; Fe – 48; V – 1,7; домішки – 0,03 мас.%). Встановлено, що під впливом водневої обробки у цьому сплаві зростає об’ємний вміст впорядкованої фази FeCo. Знайдене у сплаві фазове перетворення при 823 К є наслідком утворення сегрегацій ванадію. Тому, застосовуючи водневу термообробку, необхідно враховувати можливість утворення гідридних фаз на основі цього елемента.

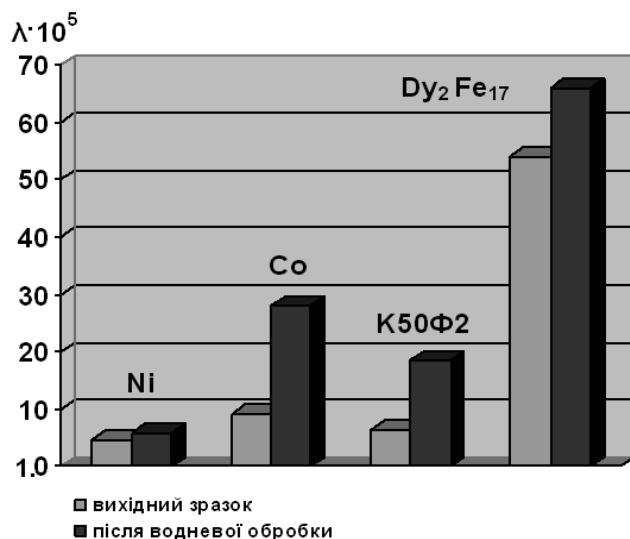


Рисунок 1 – Зміна константи магнітострикції Ni, Co та деяких магнітострикційних сплавів до та після проведення водневої обробки

Відомий спосіб обробки магнітострикційного сплаву К50Ф2 полягає у нагріві зразків до 1173 К у вакуумі з наступним відпалом за цієї ж температури впродовж 5 год. Потім повільне охолодження до температури 1023 К з подальшим швидким охолодженням на повітрі. Отримана за цим способом константа магнітострикції λ сплаву К50Ф2 рівна  $(60 - 65) \cdot 10^{-6}$ .

На основі проведених у роботі досліджень для поліпшення λ запропоновано вирізати стрічки з фольги під кутом біля 45° до напрямку вальцювання, що забезпечує співпадання напрямку намагнічування зразків з віссю найлегшого намагнічування сплаву, а потім відпалювати їх у водні тиском 0,1 МПа за температури 1023 К протягом 3 год. для збільшення у сплаві об’ємного вмісту впорядкованої фази FeCo і швидко охолоджувати нижче 823 К для запобігання утворенню гідридів ванадію. Поєднання цих трьох чинників призводить до зростання λ сплаву К50Ф2 від  $64 \cdot 10^{-6}$  до  $95 \cdot 10^{-6}$  (на 45–50%) за зниження температури відпалу (на 150 К) і скорочення тривалості обробки (на 2 год.) (рис. 1).

Проведено дослідження впливу водню на структуру, фазові перетворення і магнітострикцію інтерметалічної сполуки Dy<sub>2</sub>Fe<sub>17</sub>. Ця сполука є феримагнітною, тобто в ній існує дві магнітні підґратки (Fe і Dy) з протилежно спрямованими магнітними моментами, різниця яких створює намагніченість  $J_s = M_{Fe} - M_{Dy}$ , якій відповідає точка Кюрі  $T_c = 363$  К. За утворення гідриду DyH<sub>x</sub> частина 5d-електронів Dy, які раніше взаємодіяли з 3d-елекtrонами Fe, утворюють хімічні зв’язки з 1s-елекtrонами водню, що призводить до зростання точки Кюрі наводненої сполуки Dy<sub>2</sub>Fe<sub>17</sub> з 363 до 553 К. Наслідком цього є збільшення λ від  $54 \cdot 10^{-5}$  до  $66 \cdot 10^{-5}$  (рис.1). Отже, у випадку інтерметалічних сполук РЗМ формування гідридної фази приводить до позитивного результату.

Таким чином, врахування процесів гідридоутворення при застосуванні водню як технологічного середовища у процесі обробки феро- та феримагнітних металів і сплавів дозволяє підвищити їх константу магнітострикції.



## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ СУДОВ ОТ КОРРОЗИИ И БИОПОВРЕЖДЕНИЙ

*Киселев А.А., Выхристюк П.Н., Коржавин Д.В.,*  
Академия ВМС ЗС Украины им. П.С.Нахимова  
(Украина, г. Севастополь)

В настоящее время применяемые технологии защиты подводной части судов от коррозии и биоповреждений лакокрасочными материалами не соответствуют современному мировому уровню как по срокам защиты так и по влиянию на окружающую среду.

Электрохимическая (протекторная или катодная) защита от коррозии подводной части судов или вообще не применяется или применяется частично, это связано с тем что многие вопросы самой системы не доисследованы это в первую очередь касается обеспечения равномерности распределения защитного потенциала по всей подводной части корпуса, особенно винто-рулевого комплекса, где наличия различных материалов (корпус: низколегированная сталь, винт-латунь бронза, сталь, и т.п) даже применение КЩУ (контактно-щеточного устройства) соединяющее электрически в одно целое корпус, вал винта и баллер руля, не решают полностью проблему.

Еще сложнее стоит вопрос по защите подводной части судов от обрастания и биоповреждения., так как применяемые для этой цели лакокрасочные материалы содержат токсины загрязняющие окружающую среду и применение их запрещено международными организациями.

Современные физико-химические технологии(электролиз морской воды, ультразвук, анодное растворение меди и т.п) обеспечивают защиту от обрастания и биоповреждения на практически неограниченный срок, но и здесь не все вопросы решены.

Этой проблемой длительное время занимался Черноморский НИИ технологии судостроения, но в связи с реорганизацией этим вопросом сейчас занимается Научный центр ВМС Академии ВМС им. П.С.Нахимова, отрабатывая технологию защиты, применительно к условиям эксплуатации судов и кораблей с учетом экономической эффективности так как эти технологии требуют существенных затрат, но обеспечивают защиту подводной части судов на неограниченный срок.

Для уточнения эффективности применения технологии защиты от обрастания судов физико-химическими способами были приведены натурные испытания с целью получения в натуральных условиях океана технологических параметров и ресурсных характеристик опытных образцов электролизера типа 2Б5-370/20МВ и устройства анодного растворения меди УАРМ –1600; определения и проверки в натуральных условиях параметров и режимов обшивки корпуса судна и шелевой камеры. Проводились эксплуатационные испытания опытных образцов электролизера и УАРМ-1600 а также на стенде обрастания. Режимы испытаний устройств, контролируемые параметры и периодичность их определения приведены в таблице 1.

Через электролизер с помощью насосов марки НЦВ 40/80 (основной) НЦВ 63/80 (резервный) обеспечивался постоянный проток забортной воды с заданной величиной расхода. Питание электролизера током при стабилизированном напряжении от двух выпрямительных агрегатов типа ВАКС-17,5-30, электрической схемой предусмотрено автоматическое отключение источников питания при снижении расхода морской воды ниже 18 м<sup>3</sup>/ч, а также автоматическое отключение источников при токовых перегрузках. Управление и контроль параметров электрического питания осуществлялись со щита местного управления и щита с тепловыми реле. Общая потребляемая мощность стенда обрастания около 40 кВт.

Таблиця 1 – Режимы испытаний устройств

Наименование объектов испытаний	Режимы и параметры испытаний							Концентр. целевого продукта
	Расход морской воды, м <sup>3</sup> /2	Давление м.в.кгс/см <sup>2</sup>			Напряжение, В	Токовая нагрузка, А	Режим работы, Ч Врем.рав Врем.пер	
		Перед электролизером	После первой секции	После электролизера				
Электролизер 2Б5-370/20	20±5%	3±10%	измеряет	измеряет	27±2%	измеряет	Непрер.	Определ. иодометр. методом
Установка УАРМ-1600	18±10%				измеряет	4±2%	От 1 до 2 От 22 до 23	Определ. колориметрическим методом

В период испытаний электролизер работал постоянно с кратковременными перерывами продолжительность от 2 до 40 часов и в заданном номинальном режиме. В процессе испытаний ежедневно контролировались и регулировались при необходимости следующие параметры:

- расход морской воды через электролизер;
- перепад давления на электролизере;
- напряжение, токовая нагрузка на секциях;
- концентрация активного хлора на выходе электролизёра.

Таблиця 2 – Режимы испытаний систем защиты

Наименование объектов испытаний	Режимы и параметры испытаний					Режим работы
	Расход морской воды, м <sup>3</sup> /ч	Размер реагента, м <sup>3</sup> /ч	Расход сжатого Воздуха, м <sup>3</sup> /ч	Длительность защиты, ч		
1. Система защиты наружной обшивки корпуса судна:						Непрерывно на стоянке
а) распылитель № 1	-	10±10%	10±10%	-		
б) распылитель № 2	-	10±10%	10±10%	2через 2		Периодично на стоянке
2. Опытная защита щелевой камеры	10±10%	0,5±10%	-	24		Непрерывно

Через установку УАРМ-1600 с помощью насоса марки НЦВ100/30 обеспечивался постоянный проток воды расходом 18м<sup>3</sup>/4. Питание УАРМ-1600 осуществлялось от выпрямительного агрегата типа ВАГЗ-12/24, управление и контроль со щита местного управления.

В период испытаний установка УАРМ-1600 работала на заданной нагрузке в заданном периодическом режиме включения и отключения с обязательным изменением полярности тока при каждом включении. В процессе испытаний контролировались и регулировались следующие параметры:

- расход морской воды через УАРМ;
- напряжение и токовая нагрузка;

– концентрация ионов меди.

Эксплуатационные испытания опытных систем защиты от обрастания наружной обшивки корпуса судна проводились при заданном режиме испытаний систем, контролируемые параметры и периодичность их определения приведены в табл.2

Распылители были установлены на бортовом киле правого борта судна в районе 35-125 шпангоутов. Участок корпуса в этом районе был окрашен только 4-мя слоями краски ЭКЖС-40. Выступающие за бортовой киль четыре секции носового распылителя и пять секций кормового распылителя крепились непосредственно к наружной обшивке корпуса при помощи жестких хомутов. Устройство для подачи в распылители реагента и сжатого воздуха.

В период испытаний распылитель № 1 работал круглосуточно на стоянках в заданном режиме. Распылитель № 2 работал также по режиму распылителя № 1. Ежедневно контролировались и регулировались расходы реагента и сжатого воздуха. Расход поступающего в распылители воздуха контролировался по показаниям манометров и визуальна по выходу пузырьков воздуха на поверхность воды и устанавливался таким образом, чтобы обеспечить равномерность его распределения по защищаемой поверхности корпуса.

**Результаты испытаний.** Электролизер 2Б5-370/20 работал с перерывами, общая продолжительность которых составила 240 часов. Нарботка электролизера в условиях повышенной солености и температуры морской воды составила 4120 ч., в бассейне Черного моря – 430 ч., общая наработка за отчетный период составила 4550 ч.

За период работы электролизера аварий или выхода из строя узлов и блоков питания установки отмечено не было. Температура морской воды на выходе электролизера превышала температуру заборной воды на 0,7-1,0 °С, перепад давления на электролизера находился в пределах 0,7-0,9 кгс/см<sup>2</sup>. Таковая нагрузка на секциях электролизера изменялась от 300 до 350 А при океанской солености, от 140 до 180 А в Черном море.

**Выводы.** На основании полученных испытаний можно спроектировать установку по защите от обрастания подводной части судов на практически неограниченный срок.

## ВАЖЛИВІ АСПЕКТИ КОНТРОЛЮ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

*Кучеров К.І., Пеліхатий М.М., Солнцева О.О.*

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
(Україна)

**Вступ.** Розвиток промисловості, особливо металургійної, хімічної, газонафтовидобувної та переробної, розвиток енергетики та транспорту обумовлює збільшення викидів в атмосферу великих кількостей промислових відходів, продуктів згоряння вуглеводнів та інших хімічно небезпечних і отруйних речовин. Захоронення токсичних відходів промисловості, отрутохімікатів сільськогосподарського призначення, які не контролюються, неутилізовані запаси армійського ракетного палива і боєприпасів, тимчасові сховища небезпечних речовин і т.п. становлять значну небезпеку для населення України. Різноманітні фізико-хімічні процеси, які при цьому відбуваються (випаровування, газоподібні виділення та інші) надзвичайно шкідливі для населення, особливо для здоров'я дітей і репродуктивної функції українських жінок. Отруєння дихально-легеневого тракту і слизової оболонки, постійні головні болі, стан поганого самопочуття населення забруднених районів негативно впливає на працеспроможність населення. У разі несанкціонованих викидів в атмосферу, пожеж, природних та техногенних аварій і катастроф, значно зростає ризик ураження населення отруйними речовинами, особливо у густонаселених районах [1, 2].

В останні десятиріччя суспільство все ширше використовує у своїй діяльності дані про стан якості природного середовища. Ця інформація потрібна в повсякденному житті людей, у господарчій діяльності, будівництві, а також при надзвичайних обставинах – для виявлення небезпечних явищ природи, що насуваються. Але зміни в стані навколишнього середовища відбуваються і під впливом біосферних процесів, пов'язаних з діяльністю людини. Визначення внеску антропогенних змін являє собою специфічну задачу [3].

Центральне місце в системі охорони навколишнього середовища займає контроль стану атмосферного повітря, перш за все тому, що забруднення повітряного басейну має глобальний характер і створює глобальну екологічну загрозу. Ефект впливу на довкілля залежить від характеру і поширення джерел забруднення. Забруднювачі повітря можуть викликати широке коло проблем, включаючи корозію, ерозію, зменшення видимості, неприємні запахи, завдавати шкоди рослинам і зерновим культурам, негативно впливати на здоров'я тварин і людей. Вони не тільки впливають на повітря, але, крім того, можуть забруднювати воду, харчові продукти. Основним джерелам забруднення повітря повинен бути наданий найвищий пріоритет при моніторингу і управлінні їх впливом на загальне здоров'я людей і довкілля.

Згідно до Закону України «Про охорону атмосферного повітря» усі промислові підприємства, установи та організації незалежно від форм власності і підпорядкування повинні здійснювати контроль за обсягом і складом забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря [4].

**Актуальність досліджень.** На сьогоднішній день в активному оберті знаходиться до 100 тисяч штучно синтезованих речовин, які використовуються при сучасному виробництві та викидаються у атмосферне повітря і утворюють там нові сполуки, вплив яких на оточуюче природне середовище та на стан здоров'я людей ще не вивчений. Тому постійний контроль за станом атмосферного повітря є не тільки дуже важливим, але й актуальним з точки зору прогнозування обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря та їх концентрацій. Періодичний контроль дає можливість не тільки охарактеризувати об'єкт дослідження та застосовані виробничі та технологічні процеси, а й може стати основою інформаційної бази для прийняття відповідних рішень стосовно

екологічно-безпечного функціонування промислових підприємств, що контролюються. Таким чином, з одного боку, контроль джерел викидів є регістратором стану об'єктів, що досліджуються, а з іншого – є джерелом інформації, необхідної для вирішення задачі прогнозування екологічно-безпечного функціонування промислових підприємств, що контролюються. При застосуванні контролю викидів забруднюючих речовин стаціонарними джерелами, необхідно враховувати усі речовини, що забруднюють атмосферне повітря. Змінюваність значень речовин викидів, які вимірюються у часі, залежить не тільки від застосованої на підприємстві технології виробництва, фактору старіння обладнання, впливу оточуючого середовища, а й від декількох інших факторів (висоти джерела викидів, похибки вимірювань, та ін.), але вплив оточуючого середовища та старіння обладнання є головними причинами змінювань у часі чисельних значень речовин, що контролюються. Взагалі, фактори, які визначають варіації значень речовин, що контролюються, нерівноімовірні. Тому сукупність співвідношень усіх отриманих чисельних значень речовин, що підлягають контролю, з достатньо високою імовірністю відповідає стану об'єкту та фіксується на даний час випробувань. Накопичення великих об'ємів чисельних даних при періодичному контролі стаціонарних джерел забруднюючих речовин в атмосферне повітря дає можливість практичного застосування такої інформаційної бази для вирішення питання прогнозування екологічно-безпечного функціонування промислових підприємств, що контролюються. Таким чином, головною засадою системи контролю є визначення величин викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від джерел викидів та порівняння їх чисельних значень з нормативними. До системи контролю за дотриманням дозволених обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря та їх концентрацій обов'язково входить контроль фактичного забруднення атмосфери основними викидами підприємства в контрольних точках.

**Постановка задачі.** Для сучасної оцінки екологічно-безпечного стану оточуючого природного середовища на базі вірогідної оцінки рівня антропогенного впливу на нього, треба розрахувати прогнозу оцінку екологічно-безпечного функціонування промислового підприємства у довкіллі, імовірність відказу обладнання на джерелі викидів, яке призводить до перевищення рівня ГДК хоча б одним-єдиним значенням з усіх забруднюючих речовин, що контролюються на даному джерелі та імовірність виникнення аварійної ситуації на джерелі викидів, внаслідок якої буде перевищено значення ГДК хоча б для однієї з контролюємих на даному джерелі речовини. Причому під аварійною ситуацією розуміється сукупність як форс-мажорних обставин (стихійні лиха, бойові дії, та інші), так і людського фактору (порушення технології виробництва, помилки в управлінні обладнанням, та інші. На базі отриманих даних можна зробити висновок щодо екологічно-безпечного функціонування контролюємого підприємства у атмосферному повітрі.

**Результати досліджень.** Якщо за результатами аналізу концентрації шкідливих речовин у контрольних точках будуть менше або дорівнювати власним нормативним величинам при будь-яких швидкостях вітру, то можна вважати, що режим викидів, який здійснюється підприємством, в цілому, відповідає нормативному. У разі перевищення фактичної концентрації над нормативною, необхідно встановити причини, які викликали порушення, а потім провести необхідні заходи, що забезпечать зниження значень викидів забруднюючих речовин до нормативного рівню.

На сучасному етапі контролю за станом атмосферного повітря виконується не тільки періодичний контроль викидів забруднюючих речовин стаціонарними джерелами підприємств, організацій та установ (пересувні джерела викидів у цій роботі розглядати не будемо), але й постійний контроль стаціонарними постами спостереження гідрометеорологічної служби, пересувними та стаціонарними лабораторіями Державної екологічної інспекції та спеціалізованими атестованими лабораторіями. Треба зазначити, що контактні методи контролю атмосфери і визначення концентрацій отруйних речовин

---

в повітрі надзвичайно небезпечні для життя і здоров'я людей й не можуть використовуватися для отримання інформації про типи отруйних речовин та їх концентрацій в районах надзвичайних ситуацій. Безумовно, що найпрогресивнішим та сучасним методом контролю стану атмосферного повітря є лазерний метод.

Триєдиний контроль умов забруднення атмосфери, який є недоступним для традиційних методів контролю шляхом відбору проб, може бути задіяний тільки при використанні лазерних дистанційних малоінерційних методів, які реалізуються практично шляхом використання автоматизованого лазерного комплексу (АЛК), наприклад, пристрою для аналізу викидів в атмосферу техногенних джерел. АЛК дозволяє виявляти і визначати концентрацію більш 80 забруднюючих речовин, найбільш важливих в екологічному відношенні у вигляді газоподібних молекул і аерозолів, АЛК функціонально об'єднує побудовані оптичні системи, робота яких повністю автоматизована. В основу роботи АЛК покладені лазерні методи спектроскопічного детектування забруднюючих речовин в атмосфері. Метод контролю якості атмосферного повітря є дистанційним, оперативним, без втручання у роботу підприємства. У порівнянні зі звичайними методами (наприклад, хімікохроматографічним аналізом і т. п.), лазерне детектування має ряд унікальних переваг.

При цьому проводяться чисельні розрахунки та знаходяться відповідні значення різноманітних коефіцієнтів та індексів як критерій якості атмосфери та для порівняння рівня забруднення атмосфери як у різних містах України, так і різноманітними забруднюючими речовинами (індекс забруднення атмосфери окремою домішкою, комплексний індекс забруднення атмосфери міста, коефіцієнт для вираження концентрації домішки в одиницях ГДК та ін.). Завдяки усім цим діям ми знаємо де, у якому обсягу і в яких концентраціях відбуваються викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин. Наприклад, ми володіємо інформацією, що в Донбасі та Придніпров'ї концентрація шкідливих речовин в атмосфері перевищує гранично допустимі норми у 5-10, а з окремих інгредієнтів – навіть у 15-20 разів. З однієї точки зору така інформація необхідна, оскільки вона дозволяє не тільки надати оцінку стану забруднення атмосферного повітря, а й розробити відповідні заходи щодо її поліпшення і тому є корисною. Але з іншої точки зору уся ця інформація лише констатує сам факт забруднення атмосферного повітря певними речовинами, який вже відбувся у часі і попередити який вже неможливо.

Прогнозною оцінкою екологічно-безпечного функціонування промислового підприємства у довкіллі, буде величина

$$\prod_{i=1}^n p_i, \quad (1)$$

де  $p_i$  – імовірність екологічно-безпечного функціонування промислового підприємства у атмосферному повітрі на кожному з  $i$ -тих джерел викидів.

Під імовірністю екологічно-безпечного функціонування  $i$ -го стаціонарного джерела будемо розуміти імовірність знаходження усіх контролюємих речовин на даному джерелі у полі допусків та позначати як  $p_i$ . Сам контроль джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря визначимо як випадковий процес  $Y(x_j, t)$ , який реєструє у часі стан досліджуємого підприємства за точки зору забруднення атмосферного повітря і де  $\bar{x}_j = \bar{x}(x_1, \dots, x_m)$  – це набір значень речовин, які контролюються,  $j$  – номер речовини, а  $m$  – їх кількість,  $j = \overline{1, m}$ . Задачу прогнозування екологічно-безпечного функціонування промислових підприємств у атмосферному повітрі, тобто надання науково обґрунтованого судження що до імовірного стану об'єкту у наступному часі, можна сформулювати таким чином: треба оцінити

імовірність екологічно-безпечного функціонування промислових підприємств, що контролюються, у термін часу  $t_{нк} > t_k$ . Тобто сукупності чисельних значень реалізації контролю на  $i$ -тих джерелах повинні відповідати таким вимогам

$$Y_j(\overline{x_j}, t) < Y_{i, ГДК}(\overline{x_j}, t), \quad (2)$$

де  $i$  – номер джерела,  $\overline{x_j}, j = \overline{1, m}$  – речовини, що контролюються,  $t$  – момент часу в інтервалі  $t_k \leq t \leq t_{нк}$ ,  $Y_{i, ГДК}(\overline{x_j}, t)$  – сукупність значень ГДК для  $j$  контролюємих речовин на кожному з  $i$  стаціонарних джерел викидів. Тоді достатньою імовірностною характеристикою сукупності можливих становищ екологічно-безпечного функціонування підприємства, яке контролюється, буде такий функціонал

$$F(t) = P[Y_i(\overline{x_j}, t) < Y_{i, ГДК}(\overline{x_j}, t)], \quad (3)$$

де  $i$  приймає усі значення від 1 до  $n$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $j$  – вибіркві значення з послідовності  $j = \overline{1, m}$ , які відповідають наявним речовинам, що контролюються, на кожному з  $i$ -тих джерел викидів, які обстежуються, а  $t_k \leq t \leq t_{нк}$ .

Далі спробуємо розрахувати імовірність, завданою формулою (3). Імовірність  $p_i$  можна обчислити таким чином:

$$p_i = 1 - p_{i, во} - p_{i, ac}, \quad (4)$$

де у даному дослідженні у якості  $p_{i, во}$  та  $p_{i, ac}$  будемо розуміти наступні відповідні значення  $p_{i, во}$  – імовірність такого відказу обладнання на  $i$ -му джерелі викидів, яке призводить до перевищення рівня ГДК хоча б одним-єдиним значенням з усіх  $j$  забруднюючих речовин, що контролюються на даному джерелі;

$p_{i, ac}$  – імовірність виникнення аварійної ситуації на  $i$ -му джерелі викидів, внаслідок якої буде перевищено значення ГДК хоча б для однієї з контролюємих на даному джерелі речовини. Причому під аварійною ситуацією розуміється сукупність як форс-мажорних обставин (стихійні лиха, бойові дії, та інші), так і людського фактору (порушення технології виробництва, помилки в управлінні обладнанням, та інші).

Отже, для того щоб спрогнозувати екологічно-безпечне функціонування промислового підприємства у атмосферному повітрі, треба розрахувати імовірність, що задається формулою (1). А з урахуванням (4) формула (1) прийме остаточний вид

$$P = \prod_{i=1}^n (1 - p_{i, во} - p_{i, ac}) \quad (5)$$

**Висновки.** Якщо на підприємстві, що контролюється, значення  $p_{i, во}$  та  $p_{i, ac}$  близькі до нуля, то тоді відповідні значення  $p_i$  будуть близькими до одиниці, отже і значення  $P$  також буде близьким до одиниці, а наданий нами прогноз екологічно-безпечного функціонування підприємства, яке досліджується у доквіллі, можна бути розцінювати як майже достовірний.

При наявності на досліджуємому підприємстві достатньої інформаційної бази у якості значень забруднюючих речовин, що підлягають періодичному контролю, та відповідних спостережень за виникненням аварійних ситуацій протягом де-якого тривалого часу ( $t_{пк}, t_{ок}$ ), (де  $t_{пк}$  – час проведення першого періодичного контролю,  $t_{ок}$  – час проведення останнього періодичного контролю), можна обчислити накопичені ретроспективні статистичні дані, врахувати дані діагнозу, та надати прогнозну оцінку екологічно-безпечного функціонування контролюємого підприємства у атмосферному повітрі за допомогою формули (5), у якій замість значень ймовірностей  $p_{i, во}$  та  $p_{i, ac}$  треба буде використати відповідні значення відносних частот.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Черногор Л. Ф. Взрывы на газопроводах и аварии на газовых хранилищах – источник экологических катастроф в Украине / Л. Ф. Черногор // Екологія і ресурси. – 2008. – №3. – С. 56-72.
2. Черногор Л. Ф. Найбільша аварія на газоконденсатному родовищі на Харківщині та її наслідки / Л. Ф. Черногор // Національна безпека: український вимір. – 2009. – № 4 (23). – С. 59-70.
3. Програма охорони навколишнього природного середовища м. Харкова на 2008-2012 рр. (№249/08) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.city.kharkov.ua/uk/document/view/id/3685>.
4. Про охорону атмосферного повітря : закон України від 16.10.92 №2707-ХІІ (із змінами та доповненнями) // Відомості Верховної Ради України. – 1992. – № 50.



## **ЭФФЕКТИВНАЯ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДОСТАВКИ ПРИРОДНОЙ ПРЕСНОЙ ВОДЫ ВМЕСТО БАЛЛАСТА МОРСКИМ ТРАНСПОРТОМ**

*Леонов В.Е., Лошкарев А.Г., Иванченко О.Г.,*  
Херсонская государственная морская академия  
(Украина)

Рост требований к морским судам в части ужесточения экологических аспектов их эксплуатации создает немало проблем для судовладельцев и приводит к значительному росту эксплуатационных расходов [1]. Стремление прибрежных стран к чистоте прилегающих вод вылилось в резкое повышение уровня контроля за составом сбрасываемого балласта. Разработанная ИМО в 2004 году «Международная конвенция по контролю и управлению судовым водяным балластом и осадками» еще не вступила в силу, но уже сейчас ряд стран выставляют более жесткие требования к составу балласта, доставляемого судами в их воды и дальнейшее повышение этих требований является неизбежным. Существующие методы управления балластом несовершенны и не могут обеспечить его полное обеззараживание [2]. При одном из таких методов – замене балласта в море возможно возникновение опасных ситуаций, связанных с ухудшением остойчивости судна или возникновением чрезмерных напряжений в конструктивных элементах и такая операция может проводиться только в соответствии с рекомендациями соответствующего классификационного общества при соблюдении определенных условий в отношении погоды, глубины моря и др.

С другой стороны в мире наблюдается дефицит пресной воды. По данным ООН, уже сейчас более 1,2 млрд людей живут в условиях постоянного дефицита пресной воды, около 2 млрд страдают от него регулярно (в сухой сезон и т. п.). По прогнозам ФАО, к середине третьего десятилетия XXI в. численность живущих при перманентной нехватке воды превысит 4 млрд человек. [3] Район Персидского залива является одним из самых нуждающихся в пресной воде. Текущее водопотребление в Саудовской Аравии в 7 раз превышает уровень естественного пополнения водных ресурсов ее территории, в ОАЭ – в 15, в Кувейте – в 20 раз. Дефицит восполняется за счет опреснения морских вод Персидского залива [3].

В то же время этот район является лидером по добыче и вывозу нефти. Так, Саудовская Аравия в 2010 году добывала и поставляла на мировой рынок ежедневно 8,19 млн. баррелей нефти, Для других стран Персидского залива эта цифра составляла: Кувейт - 2,3 млн., ОАЭ – 2,31 млн. Ирак – 2,4, Иран – 3,7 млн.

Из африканских стран в Нигерии наблюдается острый дефицит пресной воды при значительном вывозе нефти (ежесуточная добыча 2,06 млн баррелей) [4].

Таким образом, вывоз нефти из этих районов сопровождается завозом в качестве балласта значительного количества морской воды, содержащей вредный для морской среды фито-био-планктон.

Представляется целесообразным в качестве балласта завозить в эти районы пресную воду [2]. В зависимости от степени подготовки балластных танков к перевозке, доставленная вода может использоваться для самых разных целей, начиная от потребления населением в качестве питьевой и заканчивая техническими целями в различных отраслях промышленности.

К настоящему времени мировое сообщество уже накопило некоторый опыт по экспорту пресной воды.

Так, соглашения по транспортировке воды заключены между Турцией и Израилем; Белоруссией и Объединёнными Арабскими Эмиратами, Кенией, Киргизией и Германией и другими странами. Между Израилем и Турцией заключен договор на 20 лет на доставку

по морю 50 млн. м<sup>3</sup> ежегодно по цене 0,7 долларов за кубический метр воды. Объёмы других подобных контрактов измеряются сотнями миллионов долларов [6].

В данной работе рассмотрена техническая возможность транспортировки пресной воды в качестве балласта. В качестве перевозчика выбран танкер дедвейтом 35000 тонн, построенный в Китае в 2000 году. Наибольшая длина судна 171,2 метра, осадка 9,75 метра. Судно имеет изолированную систему балласта и емкость танков составляет 18163 м<sup>3</sup>. При выгрузке судна прием балласта производится по специальной программе, обеспечивающей сохранение прочностных характеристик судна во время грузовых операций. По окончании выгрузки судно может принять дополнительное количество балласта, необходимое для обеспечения мореходных качеств во время балластного перехода.

Прием в качестве балласта пресной воды требует для судна небольших конструктивных изменений. В частности, необходимо вывести на главную палубу трубопровод балластной системы с фланцем для подсоединения шланга подачи пресной воды. Для подъема шланга на борт и удобства его подсоединения также необходима установка кран-балки с лебедкой.

Подачу пресной воды к судну проще всего обеспечить с помощью плавающей емкости, изготовленной из гибкого материала. До прихода судна в порт эта емкость может заполняться либо на акватории порта либо в другом месте и затем буксироваться к борту судна. Емкость должна иметь горловину, для присоединения к шлангу с фланцем, который подается на борт судна и подсоединяется к судовой балластной системе. Нижний конец шланга входит в горловину емкости и заканчивается погружным насосом. Питание насоса может быть либо подано с берега, либо обеспечиваться с судна.

В процессе забора воды из плавемкости более тяжелая морская вода будет вытеснять пресную воду вверх и таким образом будет обеспечен постоянный подпор пресной воды к месту ее забора.

По окончании выгрузки нефти судно завершает прием балласта. Так как нам нужно избегать приема дополнительного балласта при переходе то следует оставить незаполненными часть балластных танков для возможности корректировки дифферента и метацентрической высоты во время рейса.

По прибытии судна в порт погрузки откатка балласта происходит по стандартной схеме, обеспечивающей сохранение продольной прочности судна во время погрузки нефти. При этом используются насосы балластной системы судна. Для приема балласта (в нашем случае пресной воды) целесообразно использовать плавемкости, аналогичные применяемым при приеме пресной воды.

Предложенный вариант перевозки пресной воды в балластных танках судов позволяет с весьма незначительными затратами исключить на данном направлении перевозок балластные рейсы судов. Из стран Персидского залива будет вывозиться нефть, а обратными рейсами доставляться коммерческий груз – так необходимая этим странам пресная вода.

Приведенная схема не является единственно приемлемой. В зависимости от местных условий вода в портах погрузки и выгрузки может подаваться на судно и выгружаться также по трубопроводу, проложенному к ближайшему водоему либо береговой емкости. При увеличении объема таких перевозок вместо плавемкостей целесообразней использовать танкера-водолеи соответствующей вместимости. Под накопление и фидерную доставку воды можно переоборудовать однокорпусные танкера.

В развитие такого способа доставки пресной воды также можно рассматривать такой его вариант как перевозка питьевой воды путем соответствующего дооборудования системы изолированного балласта. Также предоставляется возможным при транспортировке принятой воды низкого качества производить ее доработку на судне во время рейса.

Можно дополнительно принимать пресную воду и в грузовые танки. Качество такой воды будет низким, но можно провести ее доочистку, которая может проводиться как на судне при установке специального оборудования, так и на береговом предприятии после выгрузки с судна [5]. Такая вода после соответствующей обработки может найти применение для питьевых, хозяйственно-бытовых и рекреационных целей и для обеспечения нужд промышленности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Леонов В. Е., Ходаковский В. Ф., Куликова Л. Б. Основы экологии и охрана окружающей среды : монография / Под редакцией В.Е. Леонова. – Херсон: Издательство Херсонского государственного морского института, 2010. – 352 с.
2. Леонов В. Е., Лошкарев А. Г. Инновационные решения по проблеме снижения вредного воздействия на морскую среду балластных вод : матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції [Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2011)] (23-25 травня 2011р., м. Херсон). Том 2. – Херсон : Видавництво Херсонського державного морського інституту. 2011. – С. 257-261.
3. Данилов-Данильян В. И. Дефицит пресной воды // Век глобализации. – М., 2008. – № 1 – 245 с.
4. Нефтегазовая и нефтеперерабатывающая промышленность: тенденции и прогнозы : Аналитический бюллетень. – М., 2011. – Выпуск 1 «Итоги 2010 года». – 354 с.
5. Леонов В. Є., Шерстюк В. Г., Бень А. П. Технологія очищення стічних вод з метою захисту гідросфери : монографія / За редакцією В. Є. Леонова. –Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2008. – 152 с.
6. Березкан М. Глобальная проблема нехватки пресной воды // Русское географическое общество [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.rgo.ru](http://www.rgo.ru)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИМПУЛЬСНОГО ДИОДА

*Литвиненко В.Н.,*

Херсонский национальный технический университет  
(Украина),

*Дощенко Г.Г., Короленко А.В.,*

Херсонская государственная морская академия  
(Украина)

В схемах переключения импульсные диоды работают в режиме насыщения, для которого очень важно иметь минимальное время распределения накопленного заряда, которое связано с временем жизни носителей тока. Традиционным методом уменьшения времени жизни носителей тока является введение в толщу кристалла диодной структуры примесей, которые имеют большое сечение захвата носителей тока. Наиболее часто в качестве такой примеси используется золото [1].

В настоящей работе было опробовано влияние дополнительного отжига диодных структур после диффузии золота на их обратные токи.

Структуры исследуемых диодов изготавливались по стандартной планарно-эпитаксиальной технологии [2] на кремниевых эпитаксиальных структурах n-типа проводимости с удельным сопротивлением 1 Ом·см и толщиной 15 мкм. Диффузия золота в сформированные  $p^+$ -n диодные структуры проводилась при температуре 1100°C.

Известно [3], что атомы золота, которые находятся в междоузлиях кристаллической решетки Si владеют донорными свойствами и, отдав электроны в зону проводимости, заряжаются положительно. Атомы золота, находясь в узлах кристаллической решетки Si, владеют акцепторными свойствами, то есть создают в запрещенной зоне Si акцепторные уровни, на которые из валентной зоны переходят электроны и заряжают их отрицательно. Очевидно, что если акцепторные уровни созданы в n – базе диода, то они будут эффективно захватывать неосновные носители заряда – дырки, инжектированные из p – области диода за время его прямого включения. Это позволяет значительно повысить быстродействие диода.

Как показала практика изготовления диодов по данной технологии, легирование диодных структур золотом имеет и негативную сторону – взаимодействуя со структурными дефектами в кремнии золото приводит к увеличению обратных токов диодов.

Настоящая работа посвящена разработке технологии, позволяющей уменьшить обратные токи диодов. Исходя из приведенных выше рассуждений, очевидно, для уменьшения уровня обратных токов диодов необходимо увеличить плотность акцепторных уровней в запрещенной зоне кремния. Для этого необходимо дополнительно перевести хотя бы часть атомов золота, которые находятся в междоузлиях, в узлы кристаллической решетки Si.

С этой целью были проведены эксперименты по выбору температуры отжига диодных структур в инертной среде при температуре более низкой, чем температура диффузии золота. Были опробованы температуры отжига структур в диапазоне 950-1000°C с длительностью процесса отжига 20-50 минут. Как показали исследования, наиболее эффективной температурой отжига является  $T = 960^\circ\text{C}$  и время отжига 40 минут.

В таблице 1 приведены результаты разбраковки диодных структур по обратному току десяти партий диодных структур до и после их отжига в инертной среде при температуре 960°C на протяжении 40 минут (причем, значения обратных токов диодов в партии усреднялись). Как видно из таблицы, на половине партий диодных структур обратные токи существенно уменьшились и стали отвечать критерию годности ( $I_{обр} \leq 1$  мкА при  $U_{обр} = 80$  В).

Таблиця 1 – Значения обратного тока диодных структур

Номер партии	Средние значения $I_{обр}$ , мкА в партии до обработки	Средние значения $I_{обр}$ , мкА в партии после обработки
1	1,25	0,02
2	1,15	0,03
3	1,72	1,75
4	1,25	0,05
5	2,43	0,05
6	1,35	1,12
7	1,29	1,21
8	2,61	0,03
9	1,37	1,35
10	3,55	1,98

Механизм исправления диодов по уровню обратных токов можно объяснить следующим образом. Очевидно, в процессе отжига при  $T = 960^{\circ}\text{C}$  часть атомов золота, находящихся в междоузлиях, где они имеет донорные свойства, переходит в узлы кристаллической решетки кремния. Перейдя в состояние замещения (в узлы), атомы золота имеют уже акцепторные свойства, то есть создают в запрещенной зоне кремния акцепторный уровень, который, заряжаясь отрицательно, служит эффективным центром захвата неосновных носителей заряда – дырок n-базы диода, существенно снижая при этом уровень обратных токов диода.

Таким образом, проведение отжига диодных структур, легированных золотом, при температуре  $T = 960^{\circ}\text{C}$  в течение 40 минут в инертной среде, очевидно, позволяет увеличить плотность акцепторных уровней в запрещенной зоне кремния, что в свою очередь приводит к существенному снижению уровня обратных токов диодов. Уменьшение обратных токов p<sup>+</sup>-n диодов можно объяснить захватом и удержанием продолжительное время неосновных носителей тока n-базы – дырок отрицательно заряженными акцепторными уровнями, расположенными в запрещенной зоне кремния.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Болтакс Б. И., Бахадырханов М. К., Городецкий С. М. и др. Компенсированный кремний. / Под ред. Б. И. Болтакса. – Л. : Наука, 1972. – 266 с.
2. Курносое А. И., Юдин В. В. Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. – М. : Высшая школа, 1986. – 368 с.
3. Болтакс Б. И. Диффузия и точечные дефекты в полупроводниках. – Л. : Наука, 1972. – 384 с.

## ТЕХНОЛОГИЯ МАГНИТНОГО УПРОЧНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА, ДЕТАЛЕЙ МАШИН И КОНСТРУКЦИЙ

*Малыгин Б.В., Ходаковский А.В.,*  
Херсонская государственная морская академия  
(Украина)

**Вступление.** Известно, что магнитное упрочнение инструмента и деталей машин транспорта и флота изучено недостаточно. Для промышленности необходимы эффективные, экономичные и оперативные способы и устройства для упрочнения деталей машин и оборудования. Перспективным способом повышения ресурса изделий является магнитно-импульсная обработка (МИО), при которой устраняется до 70...95% концентраций внутренних, поверхностных, усталостных и монтажных напряжений, повышается надежность и ресурс работы машин и механизмов. Практика показала, что МИО в десятки раз экономичнее, безопаснее и экологически полезней традиционных способов упрочнения [1].

**Постановка задачи** и краткое обобщение работы «Лаборатории ресурсосбережения» ХГМА в области применения достижений прикладного магнетизма в машиностроении и на флоте. Задача решалась с позиций создания систем управления МИО. Подробная информация, по сути и работе программ в области прикладного магнетизма, изложена в литературе [2, 3, 4]. Программа управления свойствами, исходя из желаемых результатов, была заложена в блок автоуправления магнитно-импульсной установкой «Магнитрон–Универсал», на которой и обрабатывались изделия. Ниже изложены полученные результаты исследований.

В работе изучались теоретические предпосылки для промышленного применения магнитно-импульсной обработки. При МИО материал изделий избирательно поглощает магнитную энергию. Избыточная энергия системы уменьшается, кристаллиты и домены сплава переводятся в более устойчивое состояние. Энергия перенапряженных зон разассигнуется, спонтанная намагниченность перегруженных сжатием (растяжением) зерен стабилизируется. Вектор намагниченности на их границах самосогласуется за счет перераспределения магнитной энергии. При этом механические и технологические свойства деталей машин и механизмов повышаются.

Опыты показали, что сущность магнитного упрочнения заключается в спонтанном диспергировании веществом энергии вихревых микропотоков, которые избирательно перераспределяют ее по массе, упрощают тензорный спектр теплового потока. Например, повышается равномерность и скорость охлаждения деталей в узлах трения в 1,5...2,7 раза. После МИО избыточная энергия системы снижается в 1,5...3,0 раза, а вероятность разрушения изделия уменьшается не менее чем на 50%. Релаксационные процессы после магнитной обработки изделия завершаются через 12...20 часов. Магнитная энергия расходуется на совершенствование электронных оболочек атомов поверхности доменов и упорядочивание магнитных моментов базовых атомов матрицы сплава.

Как показали опыты, магнитное насыщение материала при обработке ферромагнитных изделий не должно превышать 20...80%, что обусловлено течением релаксационных процессов. Уточнялась природа износа стальных деталей в узлах трения скольжения. Было установлено, что МИО изменяет электромагнитную, гравитационную, химическую и тепловую энергию атомов поверхности трения. Величина электромагнитной и тепловой энергии в элементарной ячейке домена стали после обработки возрастает, а гравитационной и химической – снижается в десятки раз. Количество и скорость роста микротрещин на соприкасающихся поверхностях уменьшается. В узлах трения скольжения происходит магнитная цементация микротрещин, а намагниченные продукты износа деталей улучшают смазку рабочей поверхности.

Изучались факторы разрушающие или упрочняющие узел трения скольжения. При магнитной обработке упрочняющие силы повышаются, а разрушающие узел силы уменьшаются. Чем выше скорость рассеивания электромагнитной энергии в материале, тем быстрее охлаждается узел трения и повышается его ресурс. Уточнялись схемы контактирования шероховатых поверхностей трущихся пар. Вследствие МИО деталей силовое поле рабочей пары снижается, а угол смещения (смятия) микрочастиц материала уменьшается. При МИО улучшаются традиционные характеристики узла трения скольжения: критерий тепловых превращений, скорость химических реакций в зоне трения, критерий реакционной гомохронности, число Фурье, критерий гидродинамической гомохронности, критерий энергетической гомохронности, коэффициент инерциальной реакции, коэффициент смещения под давлением и коэффициент препятствия разрушению.

Опыты по влиянию МИО на кинетику смазки узлов трения показали, что магнитная обработка улучшает охлаждение, повышает адгезию смазки, снижает скорость жидкостного разрушения микротрещин (расклинивающий эффект Ландау-Дерягина) поверхности детали. Однородность и толщина масляной пленки в узле смазки повышается в десятки раз. Магнитная поляризация частиц смазки распространяется на десятки монослоев молекул. Поляризованные частицы смазки компонуют в узлах трения более прочную пленку, которая наиболее полно отражает микрорельеф поверхности детали. После МИО компоненты смазки более избирательно закрепляются на перенапряженных участках детали, уменьшая поверхностные напряжения. После МИО деталей узла трения повышаются механические и технологические свойства материала, ускоряется прирабатываемость трущихся поверхностей, повышается саморегулирование механизма, увеличивается активация компонентов смазки и адгезия на трущихся поверхностях, ускоряется течение химических реакций, повышается скорость охлаждения. Магнитная обработка ускоряет процесс «электро-динамического запоминания» зернами и кристаллитами детали энергетического состояния системы, снижая избыточную энергию.

Поставленная в работе задача – разработать новую технологию и установки для промышленного использования возможностей прикладного магнетизма – решалась за счет использования информационных программ в системе управления свойствами материалов новых методик и техники экспериментальных исследований.

Проанализирована эффективность традиционных методов исследований в области магнитного упрочнения. Разработаны новые методики ведения экспериментальных работ, в основу которых положена способность магнитной энергии спонтанно изменять свойства материала. Для устранения остаточных напряжений в режущем инструменте, деталях машин и конструкциях необходимо ускорить поглощение и диспергирование магнитной энергии. Новый способ оценки распределения избыточной энергии в фазах стали при МИО устраняет избыточную энергию практически в любых фазах, повышая механические свойства, увеличивая теплостойкость, скорость охлаждения и тензорные характеристики стальных деталей в узлах трения скольжения. Предложена гипотеза магнитного упрочнения металлических изделий, основанная на способности вещества дискретно поглощать электромагнитную энергию. Оптимальная дискретность поглощения энергии обеспечивается программой управления магнитно-импульсной обработкой. Реальные физические тела спонтанно поглощают электромагнитную энергию, самосовершенствуя структуру и свойства. Металлические изделия поглощают энергию дискретно, концентрируют локально, а диспергируют объемно. Энергия поглощается участками с некомпенсированными атомными связями, микроструктурными нарушениями и перенапряженными доменами сплава. Вещество ступенчато рассеивает энергию по участкам с большим магнитным и электрическим сопротивлением. Межкристаллитное магнитное «самосовершенствование системы» основано на сложных процессах микровзаимоиндукции и микрогистерезисе. Результаты упрочнения зависят от состава материала, размеров и условий работы изделия.

---

Гипотеза магнитного упрочнения была подтверждена на образцах материала, металлорежущем инструменте, деталях машин, механизмах и конструкциях. Опыты показали, что наиболее существенными факторами являются: размер кристаллитов, содержание легирующих элементов, образующих полезные, соединения типа карбидов, ассоциации «трудных доменов», замедляющих диспергирование электромагнитной энергии, магнитная проницаемость и её тензорный спектр. Чем выше была магнитная проницаемость металла, тем быстрее улучшалась сталь и тем меньше энергии необходимо для устранения избыточных напряжений. Масса и габариты изделия, также влияли на технологию магнитного устранения структурных нарушений [1]. При МИО массивных и крупногабаритных заготовок требуется многократная объемная и локальная их обработка.

Новая технология упрочнения включала объемное намагничивание, выдержку после обработки, локальную МИО участков с повышенными усталостными напряжениями, вторичную выдержку и размагничивание (если это необходимо). В опытах исследовались особенности магнитной обработки материалов, инструмента и деталей машин, применяемых на транспорте и флоте. Магнитное упрочнение инструмента из быстрорежущей стали и лезвийного инструмента со вставками из твердых сплавов показало, что стойкость режущего инструмента повышается после объемной магнитной обработки при напряженности поля не менее 200 кА/м. Концентрации внутренних напряжений в инструменте снижаются в 2...4 раза, теплостойкость его возрастает на 25...50%, а стойкость при обработке заготовок из чугуна, стали, сплавов цветных металлов и пластмасс повышается не менее чем на 50%. Разработана технология упрочнения ножей гильотинных, плоскопараллельных, летучих и сегментных ножниц.

Оптимальный режим МИО: напряженность поля 100...600 кА/м, время импульсов 0,8...2,0 с, число импульсов 3...15. Инструмент массой до 10 кг обрабатывается объемно, а большей массы – локально на глубину 10...100 мм. Предложен режим упрочнения оборудования дляковки, штамповки, прокатки и литья металлов. Опыты показали, что после МИО стойкость оснастки для холодной и горячей штамповки изделия из черных и цветных металлов повышается в 1,3...2,0 раза [1]. Термомеханический износ технологического оборудования, работающего при температуре 300...600°C, после локальной МИО уменьшался на 20...70%, стойкость литейной оснастки повышается на 30...80%. Стойкость инструмента заготовительных участков транспортных цехов возрастала в 1,3...2,5 раза. Расчеты показали, что за счет МИО затраты на ремонт снижаются в 2,0...2,5, а простой оборудования уменьшаются в 2...5 раз.

**Выводы.** Прикладной механизм является новым резервом среди технологий ресурсосбережения изделий. Направление управляемой магнито-импульсной обработкой инструмента, деталей машин одно из самых перспективных для нужд транспорта и флота. Для автоматизации магнитного упрочнения изделий необходимы новые блок-программ и информационные технологии управления свойствами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Малыгин Б. В., Бень А. П. Магнитное упрочнение изделий. Теория и практика : монография. – Херсон : Издательство ХГМИ, 2009. – 350 с.
  2. Боровков Е. И., Малыгин Б. В., Рябинин Л. И. О новых возможностях прикладного магнетизма в технике, промышленности, медицине // Спецвыпуск НИИ Астрологических проблем и космической безопасности. – СПб. : Международная академия МАИСУ, 2010. – 66 с.
  3. Боровков Е. И., Малыгин Б. В., Рябинин Л. И., Погорлецкий Д. С. Новые технологии для магнитной обработки изделий с целью улучшения экологии и безопасности жизнедеятельности человека // Вестник Международной академии. – СПб., 2011. – № 3 (57). – С. 80-112.
  4. Боровков Е. И., Рябинин Л. И., Малыгин Б. В., Ходаковский А. В. Разработка новых интеллектуальных технологий в сфере жизнеобеспечения человека // Вестник Международной академии. – СПб., 2011. – № 2 (56). – С. 92-116.
-



## ПРОЕКТУВАННЯ НАВІСКИ РОЗПУШНИКА ЗА УМОВИ МІНІМІЗАЦІЇ ЇЇ МАТЕРІАЛОЄМНОСТІ ТА ЗМЕНШЕННЯ ЗУСИЛЬ В НАЙБІЛЬШ НАВАНТАЖЕНИХ ЛАНКАХ

*Пелевін Л.Є., Мельниченко Б.М.,*

Київський національний університет будівництва і архітектури  
(Україна)

**Вступ.** В конструкціях навісок розпушників гідроциліндри зміни кута розпушення знаходяться в безпосередній близькості до робочого органу та сприймають значні динамічні навантаження в процесі розпушення, що негативно впливає на їх працездатність та довговічність. Тому при роботі розпушника необхідно проводити розрахунок робочого органу та системи підвіски на міцність та довговічність, а також визначити необхідні зусилля в залежності від заглиблення робочого органу, режимів роботи та фізико-механічних властивостей ґрунту.

**Актуальність.** Зростання обсягу будівельно-ремонтних робіт та вимог до якості їх виконання зумовлює необхідність появи нової техніки. До будівельних машин висувається ряд як професійно-конструктивних, так і ергономічних вимог: економічність, багатофункціональність, мобільність, безпечність, зручність та ін. Так як землерийні машини працюють в умовах великих змінних динамічних навантажень та підвищеного абразивного зношування, процес вдосконалення навісок направлено на оптимізацію форми та основних робочих параметрів з метою зменшення напруг у них.

**Постановка задачі.** Розробка математичної моделі паралелограмної навіски розпушника з визначенням напружень, що виникають в окремих ланках навіски, з метою визначення найбільш та найменш навантажених ланок і можливість регулювання навантажень при перехідних процесах: при заглибленні та виглибленні зуба розпушника.

А також розрахунок зусиль при різанні та відриванні ґрунту від масиву та визначити найменш енергоємний режим заглиблення та виглиблення зуба розпушника з ґрунту.

**Результати досліджень.** Розрахунок розпушувального обладнання на міцність є необхідною складовою процесу проектування. При розрахунку на міцність за основу приймають положення машини, за яких виникають найбільші навантаження [1].

*Перше розрахункове положення* – по відомому зусиллю ваги трактора  $G_T$  та розпушувального обладнання  $G_R$  визначають максимально можливе зусилля заглиблення зуба  $P_z$  із умови підняття машини. *Друге розрахункове положення* – визначення умов виглиблення зуба при максимальному його заглибленні. В такому випадку силу  $P_B$  визначають із умови перекидання розпушника. Після побудови математичної моделі з прикладеними до неї навантаженнями на елементи навіски, за допомогою ЕОМ були визначені схеми напружень ланок навіски, що зображені на рис. 1:

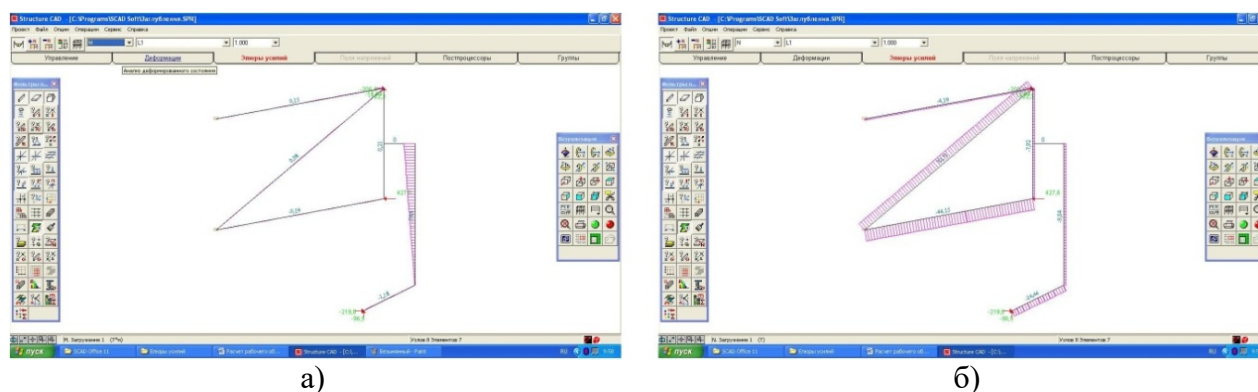


Рисунок 1 – Схеми зусиль на елементи навіски розпушника при заглибленні:  
а) – від згинального моменту; б) – від стискаючої повздовжньої сили

Як видно із схеми навантажень найбільші навантаження припадають на нижню ланку навіски DC, стояк розпушника та гідроциліндр DB керування зміни положення навіски. Закономірності зростання опорів руйнування однорідних ґрунтів залежать від траєкторії робочого органу землерийної машини. Для визначення виникаючих динамічних навантажень викликає інтерес процес занурення робочого органу, коли навантаження зростають найбільш інтенсивно [2]. Для зменшення енергоємності заглиблення зуба розпушника в ґрунт, а також для зменшення навантажень на ланки навіски запропоновано імпульсну подачу гідрорідини до гідроциліндрів навіски розпушника та в залежності від яких були визначені траєкторії руху зуба розпушника (рис. 2).

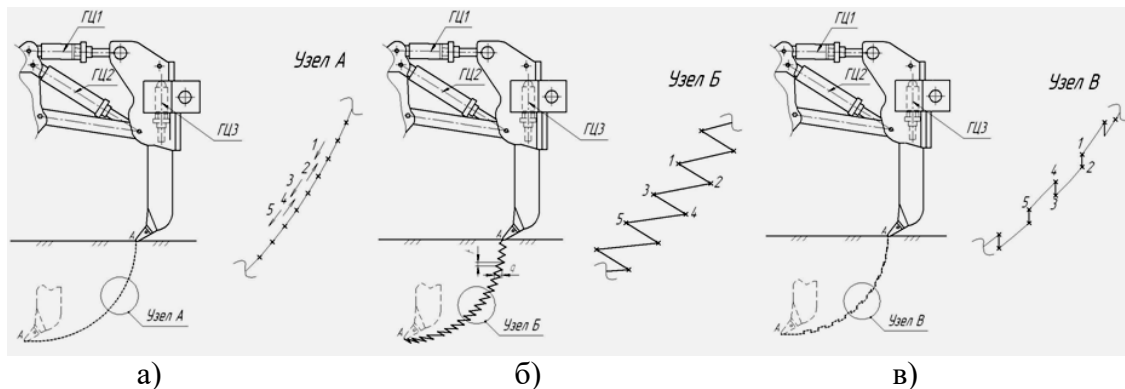


Рисунок 2 – Траєкторії заглиблення зуба розпушника при імпульсній подачі гідрорідини: а) до ГЦ2, б) до ГЦ1, в) до ГЦ3

Аналіз траєкторії руху робочого органу при імпульсній подачі гідрорідини в різні гідроциліндри навіски показав, що ГЦ2 (рис. 2а) зуб розпушника відтворює зворотно-поступальний рух, при цьому відтворюється різання ґрунту ріжучою кромкою та зминання ґрунту площадкою зносу зуба; при імпульсній подачі до ГЦ1 (рис. 2б) траєкторія руху робочої кромки має зигзагоподібний характер і основний опір ґрунту знову визначається його зминанням, що значно підвищує енергоємність його розробки; при імпульсній подачі рідини у ГЦ3, який був додатково встановлений до навіски, (рис. 2в) траєкторія руху робочої кромки має ступінчатий характер, при цьому ґрунт руйнується відривом елементів стружки від масиву, що згідно [3] носить найменш енергоємний характер. Для визначення найменш енергоємного режиму руйнування ґрунтів при зануренні робочого органу були визначені сили руйнування робочого середовища при різних способах занурення робочого органу, а саме для різання мерзлого ґрунту  $P = 20,5кН$ , а зусилля для відривання від масиву  $P_B = 14,3кН$ .

**Висновки.** Отримані схеми навантажень дають змогу зменшувати поперечний переріз ланок з найменшим навантаженням і таким чином зменшувати їх матеріалоємність. В залежності від способу розробки, а саме при різанні та відриванні були визначенні зусилля руйнування ґрунту в процесі занурення зуба розпушника в ґрунт. Проаналізувавши які, можна зробити висновок що руйнування ґрунту відривом, при роботі ГЦ3, є на 30% менш енергоємним процесом ніж руйнування різанням, при роботі ГЦ1 та ГЦ2.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Домбровский Н. Г., Гальперин М. И. Строительные машины. – М. : Высш. шк., 1985. – 224 с.
2. Холодов А. М. Основы динамики землеройно-транспортных машин. – М. : Машиностроение, 1968, – 156 с.
3. Лозовой Д.А. Разрушение мерзлых грунтов. Методы интенсификации и создание системы машин для стесненных условий строительства. – Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1978. – 184 с.

## МАГНИТОЛЕВИТАЦИОННАЯ ДОРОГА – СОЛНЕЧНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

*Плаксин С.В., Толдаев В.Г., Шкиль Ю.В.*

Институт транспортных систем и технологий «Трансмаг» НАН Украины  
(Украина, г. Днепропетровск)

Транспортные системы представляют один из главных элементов инфраструктуры современной цивилизации, развитие которой чревато двумя базовыми проблемами: истощение традиционных источников энергии и загрязнение окружающей среды с непоправимым ущербом мировой экосистеме. Вопросы энергообеспеченности и экологичности особенно остры в сфере высокоскоростного транспорта, который чрезвычайно энергоемок и экологически «грязен». Скоростные авто- и железнодорожные трассы становятся «смертельными рубцами» на теле экосистем тех территорий, по которым они проложены. Однако есть перспективный вид высокоскоростного наземного транспорта во многом лишенный этих недостатков. Речь идет о транспортных системах, использующих принцип магнитной левитации (маглев) [1]. На местности путевая структура маглева прокладывается на опорах высотой 10-20 метров, что позволяет в минимальной степени влиять на имеющуюся техническую инфраструктуру и минимизировать вредное воздействие на экосистемы территорий. К тому же магнитолевитационный транспорт на электродинамической подвеске настолько энергоэффективен [2], что его функционирование могут обеспечить фотоэнергетические установки, использование которых потребует решения проблем сезонной и суточной цикличности дефицита и избытка электроэнергии. Эти вопросы логично решаются включением магнитолевитационной дороги, снабженной фотоэнергетическими установками, в интеллектуальные энергетические сети территорий, по которым дорога проходит. Таким образом, магнитолевитационная дорога становится как потребляющим, так и энергогенерирующим предприятием.

Принцип устойчивого развития, которым руководствуются в настоящее время страны, заботящиеся о своем будущем и будущем человечества, требует жесткого баланса технологических, экологических и социально-экономических аспектов функционирования технической системы. В этом плане объединение в одном объекте – маглев-дороге – транспортных и энергогенерирующих функций способствует также решению экономических вопросов отведения земель под размещение элементов активной путевой структуры маглева.

Для использования активной путевой структуры кольцевой маглев-трассы как солнечной электростанции необходимо согласование ее мощности, имеющей квазистохастический характер, с региональными и национальной энергосетями. Решение подобных задач выполняется средствами интеллектуальной энергетической системы (ИЭС, в англоязычной литературе распространено наименование smartgrid), поэтому подсистема энергоснабжения маглева также рассматривается как элемент такой сети. Базовые возможности ИЭС позволяют сочетать все варианты генерации и накопления энергии, решая при этом главную проблему – балансировку энергии на входах и выходах объединенной энергосети. Компенсация дисбаланса энергии в сети решается как ее динамической реконфигурацией, так и аккумулярованием энергии.

Выбор топологии кольцевой трассы маглева, проходящей через большинство областных центров страны проведен с учетом пассажиропотоков с перспективой их роста в будущем [3]. Предлагаемое высокоскоростное транспортное кольцо (рис. 1) практически не потребует изменений в сложившейся транспортной сети и в то же время обеспечит существенный рост скоростного пассажиропотока в Украине.

При расчетах локальной мощности отдельных участков маглев-дороги учитывается как значительная неравномерность суммарной и мгновенной инсоляции различных

регионов Украины, так и различия статистических характеристик суточной (дневной) мощности. В работе проведен анализ модельных данных, основанных на многолетних спутниковых наблюдениях (1985-2005 гг). Установлено, что распределение мощности инсоляции на территориях, по которым проходит трасса маглева, близко к распределению Джонсона [4]. Данные характеристики позволяют достаточно надежно оценить необходимые объемы аккумулируемой энергии и энергетический трафик между маглев-дорогой и локальными энергосетями.

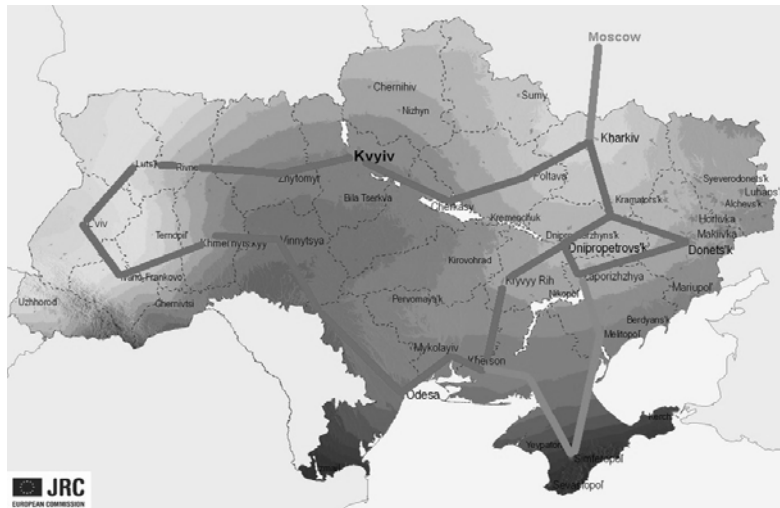


Рисунок 1 – Кольцевая трасса маглева на карте годовой инсоляции территории Украины

Активная путевая структура маглева представляет удобную пространственную форму для размещения светопоглощающих элементов фотоэнергетических установок. Ширина двухпутевого полотна позволяет разместить не менее 5 м<sup>2</sup> солнечных панелей горизонтального положения на 1 погонный метр пути [5]. Оптимизируя конфигурацию и ориентацию опорных сооружений и прочих элементов путевой структуры как носителей солнечных панелей, можно значительно повысить энергоотдачу всей конструкции [6].

В работе показано, что при общей протяженности магистрали порядка 3,5 тыс км, возможно получение не менее 2000 МВт пиковой мощности солнечной электростанции, интегрированной в маглев-дорогу.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дзензерский В. А. Высокоскоростной магнитный транспорт с электродинамической левитацией / В. А. Дзензерский, В. И. Омеляненко, С. В. Васильев, В. И. Матин, С. А. Сергеев. – К. : Наукова думка, 2001. – 480 с.
2. Фотоэлектрическое энергообеспечение транспорта на магнитном подвесе./ С. В. Плаксин, Ю. В. Шкиль // Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України : збірник наукових праць. Спеціальний випуск. – К., 2005. – С. 98-100.
3. Разработка экономического обоснования концепции развития магнитолевитирующего транспорта на Украине : Отчет о НИР (заключительный). ИТСТ НАН Украины «Трансмаг». – Днепропетровск, 1995. – 64 с.
4. Дзензерский В. А., Каспрук Е. В., Хачапуридзе Н. М., Шкиль Ю. В. Оценка статистических характеристик падающей энергии солнечного излучения // Відновлювана енергетика ХХІ століття : матеріали ХІІ Міжнародної конференції (АР Крим, смт. Миколаївка, 12-16 вересня 2011р.). – С. 156-160.
5. Бочаров В. И. Транспорт на сверхпроводящих магнитах / В. И. Бочаров, И. В. Салли, В. А. Дзензерский – Издательство Ростовского университета, 1988. – 152 с.
6. Мхитарян Н. М. Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. Опыт и перспективы – К. : Наукова думка, 1999. – 320 с.

## ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ПРИРОДНОГО ГАЗА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

*Погорлецкий Д.С., Коновалов М.Ю., Клименко.В.В.,*  
Херсонская государственная морская академия  
(Украина)

**Актуальность исследования.** Быстрый рост промышленности и транспорта в XX веке работающих на природном газе, привел к такому увеличению объемов и токсичности выбросов, которые уже не могут быть растворены в окружающей среде до концентраций, безвредных для человека, животного и растительного мира. В настоящее время природный газ, как энергоноситель используется очень широко в энергетике и на транспорте. В двигателях внутреннего сгорания работающих на природном газе, в котельных установках, работающих на газе, сгорание происходит далеко не полностью и в атмосферу выбрасывается несгоревший углеводород (СН) и вещества, которые отравляют окружающую среду: например угарный газ (СО). Это приводит к непродуктивному расходованию топлива и загрязнению окружающей среды [3].

На сегодняшний день стоимости и расходу энергоносителей, а также экологическому аспекту уделяется значительное внимание, многие исследователи ищут пути экономии. Учитывая это, магнитная обработка топлива, как эффективный и технологически простой метод достижения этих целей очень актуальна.

**Решение задач.** В качестве объекта исследования взят природный газ который состоит из: водорода (H<sub>2</sub>), метана (СН<sub>4</sub>), оксида углерода (СО), азота (N<sub>2</sub>), углекислого газа (СО<sub>2</sub>), кислорода (О<sub>2</sub>), сероводорода (H<sub>2</sub>S), цианистоводородная (синильная) кислота (HCN). Обработывается магнитным полем активатора на постоянных магнитах [4].

Как нам известно, топливо в основном состоит из углеводородов. Газообразное топливо содержит целый ряд углеводородных органических соединений, где среднее количество атомов углерода в молекуле составляет 7-8, а водорода 10-11 [4]. При воздействии градиентного магнитного поля на молекулы углеводорода удается получить молекулярные комплексы с малым содержанием углерода и низким молекулярным весом, которые обладают более высокой теплотой сгорания. Таким образом, предполагается возможность экономии газа при совершении одной и той же работы [1].

С точки зрения физики это объясняется следующим – при воздействии магнитного поля с определенной величиной магнитной индукции молекулы газа ионизируются и двигаются в направлении противоположном направлению внешнего магнитного поля. В тоже время молекулы углеводородов изменяют свою конфигурацию, вследствие чего притяжение между молекулами уменьшается. Разная полярность молекул углерода и кислорода в газе позволяет им притягиваться, обеспечивая более полное сгорание. В результате этого при одинаковом объеме газа выделяется больше теплоты, а также уменьшается количество вредных выбросов[2]

В Херсонской Государственной Морской Академии, в лаборатории «Ресурсосбережения» при кафедре «Судовых энергетических установок и общинженерной подготовки» была разработана установка для исследования влияния магнитного поля на свойства природного газа с различными схемами расположения магнитов. Установка снабжена двумя линиями топливопроводов, что позволяет проконтролировать температуру сгорания, не активированного топлива, а также температуру сгорания активированного топлива (при переключении запорных кранов) при неизменности условий эксперимента физико-химического состава газа, давление газа, температуры воздуха, условий горения.

Магнитное поле создается активатором, который представляет собой набор пар магнитов работающих по принципу дискретно-градиентной обработки, он разработан для двигателей, отопительных котлов и аппаратов, работающих на газообразном топливе.

Магнитный активатор топлива используемый в отопительных котлах и аппаратах изготавливается в виде двух разъемных полуцилиндров, а для использования на топливной системе двигателей внутреннего сгорания (ДВС) судов, автомобилей, спецтехники представляет собой две гибкие пластины, габаритные размеры и количество магнитов которых зависят от мощности двигателя и объема (для котельных агрегатов в зависимости от заявленной тепловой мощности). Во время исследований нами применялись несколько схем расположения магнитов, которые были спроектированы на базе исследований научной лаборатории «Ресурсосбережения» Херсонской Государственной Морской Академии.

**Выводы.** Полученные результаты исследований с учетом основных погрешностей приборов, позволяют сделать следующие выводы:

- магнитный активатор действительно влияет на процесс сгорания,
- зафиксировано возрастание температуры сгорания газа,
- необходимо уменьшить относительную погрешность измерений,
- необходимо увеличить типовой ряд активаторов с применением новых схем и увеличенной магнитной индукцией.

В дальнейшем планируется исследовать различные типы магнитных активаторов с целью определения математической зависимости между параметрами градиентного магнитного поля и воздействием на природный газ с привязкой к расходу природного газа. В перспективе планируется проверка результатов исследований на промышленном оборудовании с получением технических актов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Третьяков И. Г. Влияние магнитного поля на физико-химические свойства топлив / И. Г. Третьяков, В. А. Баленко // Электронная обработка материалов. – 1990. – № 1. – С. 28-29.
2. Кудрявский Ю. П., Погудин О. В., Зеленин В. И., Нечаев В. А. Разработка и испытания аппаратов и устройств – фильтр модификаторов для обработки углеводородного топлива в магнитном поле. Выбор оптимальных конструкций, модификаторов, обеспечивающих снижение удельного расхода топлива на 10- 20% // Фундаментальные исследования. – 2006. – № 1 – С. 81-82.
3. Дудышев В. Д. Электроогневая технология-эффективный путь решения энергетических и экологических проблем // Экология и промышленность России. –1997. – № 3.
4. Некрасов Б. В. Основы общей химии. – М : Химия, 1973 – 656 с.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭКОСИСТЕМ: БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ, ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИКО-СОЦИОЛОГИЧЕСКАЯ И ЗАДАЧА

*Роман Е.Г.,*

Национальный природный парк «Олешковские пески»

(Украина, г. Херсон),

*Настасенко В.А.,*

Херсонская государственная морская академия

(Украина)

В настоящее время важнейшей составляющей стратегии охраны природы является путь сохранения экосистем [2]. Актуальным использование подобной методологии становится и для Херсонской области. Некоторые подходы к выполнению такого восстановления обсуждаются в данной работе. При этом основное внимание уделяется восстановлению фаунистического компонента экосистем, как наиболее подвижной и уязвимой составляющей части природной среды.

**Принятие решений относительно реаклиматизации видов животных.** Для того, что бы ответить на этот вопрос, необходимо знать и верно оценивать соответствующие параметры. Некоторые из них описаны далее.

1. **Va.** (Здесь и далее параметры обозначены латинскими буквами в соответствии с приведенной далее формулой). Относительная биологическая ценность того или иного компонента фауны: вида, обитающего (или обитавшего) на данной территории. Введение этого параметра поможет достаточно точно определить, восстановление какого вида является более предпочтительным из соображений его значимости, как компонента природных экосистем.

2. **Sa.** Стоимость реаклиматизационных работ для каждого объекта. Продолжая рассматривать пример с тремя упомянутыми видами, можно дать следующее простейшее ранжирование успешного заселения в соответствии с затраченными средствами.

3. **Vt.** Биологическая ценность той или иной территории, на которой планируется восстанавливать отдельные популяции или экосистемы в целом.

4. **St.** Экономические аспекты работ на разных территориях: то есть, где производство работ будет стоить дороже, а где – дешевле.

5. **S.** Социальные аспекты. Например, выпуск хищников нередко сопровождается активным противодействием местного населения. И, наоборот, акклиматизация копытных почти всегда воспринимается положительно.

6. **F.** Размеры предполагаемого финансирования

Необходимо отметить, что пункты №№ 3 и 4 в общем, аналогичны пунктам №№ 1 и 2. Но их оценка гораздо сложнее: это вытекает из самой природы описываемых объектов. Вообще реальный набор факторов, могущих влиять на выбор, заметно больше: здесь представлен минимальный набор.

Что касается самого способа принятия решений, то здесь, во-первых, возможен тот, который можно назвать традиционным: параметры оцениваются, после принимается решения. Второй способ предусматривает использование математических методов: численное выражение значимости разных факторов (параметров), поиск оптимального выражения с помощью расчетов.

Простейшая формула для подобных расчетов может иметь вид:

$$P = Va (I_1) - Ca (I_2) + Vt (I_3) - Ct (I_4) - S (I_5) + F (I_6)$$

где **P** – степень предпочтительности выполнения работ на той или иной территории, остальные обозначения параметров соответствуют тем, которые были приведены ранее; в скобках – коэффициенты. Такие коэффициенты могут принимать положительные

значения, а для показателя **S** значение может иметь и различный знак – в зависимости от того, будет ли общая социальная реакция положительной или отрицательной. Данное выражение, разумеется, является простейшим - рабочий, пригодный к использованию аппарат моделирования будет более сложным.

**Инженерно-технические подходы и решения.** Реакклиматизационные мероприятия, зачастую, требуют использования новых технических и инженерных подходов. Это относится к таким аспектам и этапам этих работ: 1) методы отлова и транспортировки животных (например, технологии дистанционного обездвиживания, в которых используются специальные системы оружия, заряды, составы и т.д.); 2) методы содержания, изоляции и сохранения формируемых группировок (в т.ч. электрические, излучающие и иные устройства отпугивания животных от внутренних границ территорий, где они содержатся); 3) способы создания достаточно больших популяций в условиях наличия населенных пунктов и транспортных магистралей (туннели и мосты для контактов разобщенных дорогами и изгородями частей популяции).

**Особые ситуации, их предвидение и подготовка к ним.** Гибель животных вследствие инфекционных заболеваний и стихийных бедствий, равно как и кризисные социально-экономические явления, могут резко осложнить успех восстановления той или иной популяции или экосистемы. Поэтому учет и прогнозирование возможности возникновения таких ситуаций – одна из важнейших составляющих успеха. Соответствующие теоретические разработки уже имеются и применяются в различных отраслях человеческой деятельности. К ним, в частности, относятся многочисленные теории оценки риска и теории катастроф. Необходимо отметить, что в данном случае под катастрофами понимаются резкие изменения динамического типа поведения систем [1].

**Выводы.** Восстановление природных экосистем в целом и фаунистического их компонента в частности, действительно является сложной задачей, требующей не только биологических, но и иных подходов: информационно-аналитических, инженерно-технических, и социолого-экономических.

Назрела необходимость в разработке соответствующей теории, которая бы включала в себя и «качественный» (текстовой) и «количественный» (математический) компоненты. Тем не менее, необходимо подчеркнуть, что создание подобной теории в целом и аппарата моделирования в частности, не должно быть самоцелью: все это должно служить практическим целям. В данном случае главной практической целью является восстановление экосистем.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Рубин А. Б. Биофизика. Теоретическая биофизика. Т. 1. – М. : Высшая школа, 1987. – 319 с.
2. Donlan, C. J. Restoring America's big, wild animals. // Scientific American. – 2007. – June. – P. 70-77.



## ПЕРЕРАБОТКА КРАСНЫХ БОКСИТОВЫХ ШЛАМОВ НИКОЛАЕВСКОГО ГЛИНОЗЕМНОГО ЗАВОДА

*Сичко В.М., Сичко И.А., Грищенко Г.В.,*

Николаевский национальный университет имени В.А Сухомлинского  
(Украина)

Проблема ресурсосбережения особенно актуальна в строительстве, так как минеральные ресурсы на производство строительных материалов составляет около трети всех затрат.

Основную часть металлургических отходов составляют шлаки. Металлургические шлаки получают как побочный продукт при выплавке металлов. Основным потребителем металлургических шлаков является цементная промышленность. Они также применяются в качестве заполнителей для бетонов и активных минеральных добавок.

Красные боксидные шламы – отходы алюминиевой промышленности поступают в отвал после прохождения специальных водоотстойников, откуда часть технической воды, богатой щелочами, возвращается обратно на завод в качестве компонента в рабочий процесс.

Нами проведены исследования по использованию в производстве керамических стеновых материалов красных бокситовых шламов – отходов Николаевского глиноземного завода, которые образуются при переработке бокситов на глинозем.

Основную массу шлама составляет двухкальциевый силикат, гидроокись и окись железа, гидросиликат кальция, гидроалюмосиликат натрия.

Анализ полученных результатов показывает, что при производстве керамических изделий можно использовать красные бокситовые шламы Николаевского глиноземного завода. При этом оптимальная добавка этих шламов в керамическое сырье составляет 15-20%. Кроме этого, экспериментально установлено, что наличие бокситовых шламов позволяет на 100-150° С снизить температуру отжига керамических изделий. Изучение химико - минералогического состава красного бокситового шлама показывает, что существуют предпосылки для использования его в качестве комплексной корректирующей добавки при помолу цемента. При этом основными сдерживающими факторами являются:

- неоднородность состава
- повышенное содержание гидравлически активных компонентов, которые при добавке шлама в сырьевую смесь приводят к набуханию, загустеванию и схватыванию сырья.

А при добавке в цемент более 15% шлама сокращаются сроки схватывания цемента. Использование красного шлама Николаевского глиноземного завода на Ольшанском цементном заводе (Николаевская область), позволит сократить расход исходного сырья (глины и известняка), сократить расход доменного шлака, а, главное, снизить себестоимость 1 тонны цемента.

Красные шлаки используют в качестве добавки при изготовлении красного обыкновенного кирпича. Так добавки 15-20% красного шлама в сырьевую смесь позволяет облегчить сушку смеси и снизить температуру обжига кирпича.

Следует отметить, что под воздействием атмосферной среды в шламе могут протекать различные химические реакции. Шлам, пролежавший в отвалах 1,5-2 года показал более высокую прочность, чем свежий, но при увеличении сроков хранения до 4-5 лет, активность шлама значительно снижается.

Проведенные предварительно эксперименты показали целесообразность применения красных шламов для получения ячеистых бетонов, что позволяет снизить стоимость изделий без снижения прочностных характеристик.

## АНАЛИЗ СТРОИТЕЛЬСТВА СОВРЕМЕННЫХ СКОРОСТНЫХ КОРАБЛЕЙ И ЭКРАНОПЛАНОВ. ЗАЩИТА ИХ КОРПУСОВ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

*Стогний Г.В.,*

Академия военно-морских сил им. П.С. Нахимова  
(Украина, г. Севастополь)

**Введение.** По содержанию в земной коре алюминий является самым распространённым металлом. Массовая доля его составляет около 8,8, превышая содержание железа примерно в 1,7 раза. Применение алюминия и особенно его сплавов весьма распространено в современной промышленности. Алюминий имеет специфические теплофизические свойства: он обладает высокой теплоёмкостью, теплопроводностью и скрытой теплотой плавления при относительно низкой (680 градусов) температуре плавления. Он не магнитен, обладает высокой электрической проводимостью и в настоящее время на мировых судостроительных, кораблестроительных компаниях наблюдается тенденция развития судостроения высокоскоростных кораблей из алюминиевых сплавов со специальными защитными средствами, от обнаружения их электромагнитных полей с внедрением защитных новаций типа Stealth, а также актуальные проблемы защиты корпусов кораблей от электромагнитных излучений и коррозии при эксплуатации таковых в скоростном морском потоке.

**Актуальность исследований.** Все агрегаты и системы на кораблях, (корпуса которых изготовленных из алюминия) в том числе винты, линии вала, насадки, винто – рулевая группа корабля, устройства и т.д., как правило изготовлены из различных металлов:- стали, нержавеющей стали, бронзы и т.д., а при этих конструктивных особенностях реально возникает и развивается контактная коррозия металла, которая имеет существенные разрушительные характеристики особенно в скоростных потоках морской воды, что практически до настоящего времени достаточно не исследована и не изучена эффективность и надёжность катодной защиты корпусов кораблей изготовленных из алюминиевых сплавов от контактной коррозии в скоростном потоке морской воды до 50 м/секунду. Поэтому возникла необходимость исследования и изучения влияния электромагнитных излучений на разделе трёх сред при скорости потока морской воды от 0 до 50 м/с, для защиты корпусов и агрегатов кораблей и судов в военном судостроении от электромагнитных излучений изготовленных из алюминиевых сплавов.

**Анализ последних достижений** Главенствующими, определяющими факторами в морских сражениях, в победах были и остаются скрытность и скорость кораблей. По этому США активно развернули работу по созданию кораблей невидимок. Для решения этой программы они еще в 30 годах пригласили передовых физиков, в том числе и Эйнштейна. С его активным участием провели так называемый «Филадельфийский эксперимент» с эсминцем «Элдридж», который пытались окутать мощным электромагнитным полем. Эксперимент не удался. «Элдридж» просто «прыгнул» в пространстве и времени.

После этого ими была создана другая технология Stealth, для летающих аппаратов. Они создали самолёты В-2 и Ф- 117 А, и беспилотные самолёты Stealth, в которых использовались специальные геометрические формы, для максимального рассеивания радарных волн и плюс специальный материал, поглощающий или рассеивающий электромагнитные сигналы. Типовые радары как правило обнаруживают корабль на расстоянии 50-60 миль. В то же время корпус из Stealth они способны обнаружить за 15-20 миль. Наиболее оригинальным примером является американский корабль «Sea shadow» (Морская тень), борта которого скошены под 45 градусов, но скорость у него всего 13 узлов. Этот недостаток учли и устранили шведские судостроители.

С 1993 года шведский флот построил ракетный катер типа «Smuge» - на воздушной подушке скорость, которого превышает более 50 узлов. Вооружён противокорабельными ракетами, имеет два торпедных аппарата и 40 мм. автоматическую пушку. Водоизмещение = 140 тонн, но главное достоинство катера, корпус изготовлен по технологии Stealth. Но и на этом шведские инженеры судостроители не остановились, они ещё заложили 14 корветов «Visby». Материалы корпусов изготовлены с добавлением углеродных нитей, поглощающих электромагнитные излучения и меньше чем за 11 миль корабль не засечешь, а при включении активных помех корабль не видно до 5-6 миль.

Французы активно пытаются навести на корпус старого фрегата «Лафайет» покрытие системы Stealth и покрыли его корпус специальным слоем. После этого фрегат виден на радаре как небольшой корвет, по которому нецелесообразно выпускать ракету так как по расчётам это не экономно даже в боевых условиях.

В 2005 году был спущен Российский корвет «Стерегущий» являющийся головным из новой серии 20380. Его невидимостью занималось ЦМКБ «Алмаз», которым упор делался не на форму корпуса, а на новую технологию. Достраиваются «Сообразительный», «Бойкий», «Стойкий», «Совершенный», разработана экспортная версия проект 20382 «Тигр».

Для решения вопросов безопасности и своих интересов в прибрежной зоне, американцы утвердили и фактически активно реализуют программу строительства высокоскоростных кораблей - USS Independence (LCS-2) – боевой тримаран.

Программа строительства тримаранов – кораблей прибрежной зоны нового поколения (литоральных боевых кораблей – ЛБК) – есть одной из основных, которая реализовывается сегодня ВМС США. Её цель – серийное строительство и введение в боевой состав флота около 50 высокоскоростных и высокоманевренных боевых кораблей (двух типовых размеров: малого – до 1000 тонн и большого 2500 – 3000 тонн), оснащённых современными комплексами ударного и оборонительного вооружения, а также радиотехническим вооружением.

По замыслу американцев, ЛБК должны стать органичными дополнениями мощных ударных сил, а их основными «врагами»: - малозумные неатомные подводные лодки, надводные корабли среднего и малого водоизмещения, выставленные на минных позициях мины и минные комплексы, а также объекты береговой системы обороны противника.

Особенности новых кораблей, модульный принцип строительства: в зависимости от поставленной задачи и театра военных действий на борт кораблей могут устанавливаться разные боевые комплексы. Их проектирование осуществляется с использованием «принципа открытой архитектуры», что в будущем даст возможность очень быстро и легко внедрять новые технологические способы и использовать новейшие технологии. В результате ЛБК станут мощной и универсальной силой, обладающей высоким боевым потенциалом, манёвренностью и скрытностью действий.

Первенец нового поколения военных тримаранов с аутригирами, введён в строй ВМС США в 2010 г., USS independence, его стоимость около 700 млн. долларов. В соотношении полезной нагрузки к единице собственной массы, корабль будет одним из самых эффективных военных кораблей и рекордсменом среди ЛБК в отношении высоты взлётно-посадочной полосы над уровнем моря. Его корпус и надстройка полностью выполнены из алюминия. Дизайн тримарана обеспечивает повышенную устойчивость на морской волне, а также существенные размеры внутренних отсеков и большую грузоподъёмность. Корабль приспособлен для решения боевых заданий: выявление и уничтожение мин, борьбе с подводными и надводными кораблями противника, поддержание десанта – всё зависит от набора модулей. В данный момент разработаны модули трёх типов: – противоминный, противокорабельный и ударный. В противокорабельном и противоминном вариантах, корабль способен нести беспилотные летательные аппараты (БЛА), а также подводные аппараты, предназначенные для поиска

и уничтожения подводных целей. В ударном варианте корабль будет оснащён БЛА с противокорабельными ракетами малой дальности. А большая взлётно-посадочная полоса используется для двух противокорабельных вертолётов и БЛА различного назначения. Поскольку тримаран имеет очень большую стойкость к качке, он способен принимать летательные аппараты в открытом море при выполнении боевых операций, при шторме до 5 баллов. В будущем на его палубу смогут садиться не только вертолёты Sea Hawk 60, а и гораздо-мощные Sea Stallion H-53. На борту корабля способны базироваться надводные катера для спецназа борьба с пиратством, терроризмом выполнение специальных операций в том числе и диверсионных. Корабль вооружён 57-мм пушкой, зенитно-ракетным комплексом самообороны «Вулкан» МК.15, имеется возможность установления ПКР, а так же противоминного оборудования. Для борьбы с пиратами, блокады морских путей и обеспечения огневой поддержки во время решения различных заданий на корабле установленный модуль с артиллерийской пушкой (GMM). Он состоит из двух универсальных башен с 30- мм автоматической пушкой МК44 Mod 2. Стреляет очередями без перегрева и особенно она эффективна при борьбе с пиратами на малогабаритных катерах. Боезапас пушки – 800 выстрелов. На сегодняшний день USS independence тримаран самый большой в мире и наиболее активно и результативно занимается борьбой с наркотрафиком [1, 3, 4]

Но все вышеуказанные проекты кораблей водоизмещающие и поэтому ограничены в первую очередь в подходе к береговой зоне, в манёврах и скорости в прибрежной акватории, это в определённой мере сковывает борьбу с пиратством и террористическими проявлениями в отдельных регионах. Поэтому реально встал вопрос о необходимости использования амфибийных средств, то есть экранопланов и экранолётов.

По сути, экранный эффект – это та же воздушная подушка, только образуемая путём нагнетания воздуха не специальными устройствами, а набегающим потоком. То есть «крыло» такие аппараты создаёт подъёмную силу не только за счёт разреженного давления над верхней плоскостью (как у «нормальных» самолётов), а дополнительно за счёт повышенного давления под нижней плоскостью, создать которое возможно только на очень небольших высотах, (от нескольких сантиметров до нескольких метров). Эта высота соизмерима с длиной средней аэродинамической хорды (САХ) крыла. Поэтому крыло у экраноплана стараются выполнить с небольшим удлинением. Эффект экрана связан с тем, что возмущения (рост давления) от крыла достигают земли (воды), отражаются и успевают дойти до крыла. Таким образом, рост давления под крылом получается большим. Скорость распространения волны давления, конечно, равна скорости звука.

$$h \leq \frac{l \cdot V}{2 \cdot v},$$

где  $l$  – ширина крыла (хорда крыла),  $V$  – скорость звука,  $h$  – высота полёта,  $v$  – скорость полёта.

Чем больше САХ крыла, ниже скорость полёта и высота — тем выше экранный эффект. Традиционно на скоростях полётов у самой земли принято считать высотой действия экрана половину хорды крыла. Это даёт высоту порядка метра. Но у достаточно больших экранопланов высота полёта «на экране» может достигать 10 и более метров. Центр давления (общая точка приложения силы) экранного эффекта находится ближе к задней кромке, центр давления «обычной» подъёмной силы – ближе к передней кромке, поэтому, чем больше вклад экрана в общую подъёмную силу, тем больше центр давления смещается назад. Это приводит к проблемам балансировки. Изменение высоты меняет балансировку, изменение скорости – тоже. Крен вызывает диагональное смещение центра давления. Поэтому управление экранопланом требует специфических навыков.

Достоинства экранопланов и экранолётов все они без исключения изготовленные из лёгких и прочных сплавов алюминия, что позволяет обеспечить высокую живучесть, достаточно высокую скорость, высокую экономичность и более высокую

грузоподъемность по сравнению с самолётами, так как подъемная сила складывается с силой, образующейся от экранного эффекта. Экранопланы по скоростным, боевым и грузоподъемным характеристикам превосходят суда на воздушной подушке и суда на подводных крыльях. У них полностью отсутствует проблема обрастания морскими водорослями, а следовательно значительная экономия средств из-за отсутствия доковых и покрасочных операций, что не могут себе позволить водоизмещающие суда и корабли.

Для военных немаловажна малозаметность экраноплана на радарх вследствие полёта на высоте нескольких метров, а то и сантиметров. С применением технологий Stealth они стали быстроходными, морскими «невидимками», невосприимчивыми к противокорабельным минам. Для экранопланов не важен тип поверхности, создающей эффект экрана – они могут перемещаться над замёрзшей водной гладью, снежной равниной, над бездорожьем и т. д.; как следствие, они могут перемещаться по «прямым» маршрутам, им не нужна наземная инфраструктура: мосты, дороги и т. д. А главное современные экранолёты гораздо безопаснее обычных самолётов: в случае обнаружения неисправности в полёте амфибия может сесть на воду даже при сильном волнении. Причём это не требует совершения каких-либо пред посадочных манёвров и может быть осуществлено просто сбросом газа (например в случае неисправности двигателей). Также и сама неисправность двигателя зачастую не столь опасна для крупных экранопланов ввиду того, что они имеют несколько двигателей, разделённых на стартовую и маршевую группу, и неисправность двигателя маршевой группы может быть компенсирована запуском одного из двигателей стартовой группы. Экранолёты относятся к безаэродромной авиации – для взлёта и посадки им нужна не специально подготовленная взлётная полоса, а лишь достаточная по размерам акватория или ровный участок суши.

В 1990-е годы история с экранопланами получила совершенно неожиданный поворот. Проанализировав перспективность этого вида техники и придя к выводу о значительном отставании работ (за фактическим отсутствием таковых) в области экранопланостроения, конгресс США создал специальную комиссию, призванную разработать план разработок экранопланов. Члены комиссии предложили обратиться за помощью к специалистам из РФ и вышли напрямую в ЦКБ по СПК. Руководство последнего поставило в известность Москву и получило разрешение от Госкомоборонпрома и Министерства Обороны на проведение переговоров с американцами под патронажем Комиссии по экспортному контролю вооружения, военной техники и технологий МО РФ. Российская сторона согласилась организовать посещение американскими исследователями базы в Каспийске, всего за 200 тысяч долларов, где они смогли без ограничений детально отснять на фото- и видеопленку подготовленный к вылету специально для этого визита «Орлёнок». После этого визита, американцы начали разработку своих собственных экранолётов.

В постсоветский период, начиная с 1993 года и по настоящее время, единственным реальным разработчиком и строителем экранопланов в России являлась группа конструкторов, организованная Дмитрием Николаевичем Сеницыным, входившая сначала в компанию «Технологии и Транспорт», а затем с 2001 года преобразованная в компанию «Амфибийные Транспортные Технологии» (ЗАО «АТТ»). В составе «Технологии и Транспорт» группа разработала проект малого экраноплана «Амфистар», а также после постройки 2-х опытных образцов, выпустила серию из 10 аппаратов. В составе ЗАО «АТТ» и ЗАО «Арктическая Торгово-Транспортная Компания» (ЗАО «АТТК») был создан модернизированный вариант того же экраноплана с названием «Акваглайд». Этой модели было построено 8 штук. Все работы велись под наблюдением Российского Морского Регистра Судоходства и каждый аппарат имел сертификат Российского Морского Регистра. Совместно с Регистром были разработаны и «Правила сертификации малых экранопланов класса А», что узаконило экранопланы как средство передвижения на море. Таким образом, Дмитрий Сеницын и его коллеги создали первый в мире гражданский экраноплан.

На третьем международном гидроавиасалоне «Геленджик-2000», который проходил на Чёрном море с 6 по 10 сентября 2000, Авиационный военно-промышленный комплекс «Сухой» впервые продемонстрировал свою новую разработку – экранолёт С-90. Главный конструктор экранолёта Александр Поляков. Новый летательный аппарат предназначен для пассажирских и грузовых перевозок в интересах различных ведомств, в том числе силовых. Он может использоваться в трёх режимах – как самолёт, экраноплан и судно на воздушной подушке. Максимальный вес экранолёта в первом варианте 7900 кг, во втором – 9500 кг и в третьем – 10500 кг. Коммерческая загрузка – 2500, 3100 и 4500 кг соответственно. Диапазон высот полёта – от 0,5 метра до 4000 метров. Дальность — свыше 3000 километров. В фирме Георгия Бериева делают грузопассажирский Бе-2500. Малые и средние экранопланы собираются строить и строят в Комсомольске-на-Амуре, Иркутске, Москве, Нижнем Новгороде, Чкаловске.

В США компания «Боинг» в настоящее время разрабатывает экранолёт для переброски воинских контингентов и военной техники к местам конфликтов (проект Pelican). Он будет иметь длину 152 м и размах крыльев 106 м. Двигаясь на высоте 6 м над поверхностью океана (имея возможность подниматься на высоту 6000 м), Pelican сможет перевозить до 1400 тонн груза на расстояние 16 000 км. Ожидается, что экранолёт сможет брать на борт около 17 танков M1 Abrams.

Китай готов стать лидером в разработке экранопланов. В Китай разработки ЦКБ Ростислава Алексеева попали по контракту, по которому специалисты ЦКБ по СПК разработали модернизированный вариант экраноплана «Волга-2» и передали проект китайской стороне. Представители китайского Инженерно-строительного университета в Шанхае объявили, что заканчивают разработку проектов нескольких моделей экранопланов – высокоскоростных транспортных средств, летающих на небольшой высоте над поверхностью воды. Уже до конца этого десятилетия планируется начать опытное производство аппаратов грузоподъемностью от 10 до 200 т, а к 2017 году на регулярные транспортные перевозки выйдет более 200 экранопланов, способных перевозить грузы массой более 400 тонн. Подобные суда станут незаменимым средством для скоростного пассажирского и грузового сообщения между островами Юго-Восточной Азии.

Южная Корея. В сентябре 2007 года правительство Южной Кореи объявило о планах строительства к 2012 году предназначенного для коммерческих целей крупного экраноплана. Ожидается, что аппарат будет способен перевозить до 100 тонн грузов со скоростью 250-300 км в час. Его масса будет равна 300 тонн, размеры – 77 метров в длину и 65 метров в ширину. На разработку экраноплана правительство выделяет на ближайшие пять лет 91,7 млн долларов. К разработке такого летательного аппарата, пишет агентство Ёнхап, Южная Корея приступила ещё в 1995 году. У экранопланов-амфибий большие перспективы в области спасения людей, потерпевших бедствие на море. Единственное, чем в данной ситуации может помочь самолёт, – сбросить спасательный груз на воду, вертолёт обладает малой вместительностью, а водные суда – малой скоростью, а значит, и придут на помощь не сразу. Спасательный экраноплан может приводняться, а на его борту может размещаться целый медицинский центр для обеспечения помощи раненым. И такие проекты уже разрабатываются. У экранопланов также большие перспективы в области пассажирских и грузовых перевозок, как международных, так и для внутренних нужд отдельных регионов и организаций. Международные «трассы» экранопланов будут в разы короче, чем используемые сегодня железнодорожные, автомобильные или морские маршруты. С учётом особенностей географического и геополитического расположения территории государства Украина, её ландшафта, наличия двух морей, большого количества рек, при условии создания амфибийных средств, Вооружённым силам Украины позволит интенсивно выполнять круглогодично задачи по обнаружению и уничтожению подводных лодок, пуска крылатых ракет морского базирования, переброски десанта и военной техники, в скоростном режиме (не рискуя быть затопленными до

начала проведения десантных операций). А спецназу выполнять задачи по борьбе с проявлениями терроризма и пиратством в морских экономических зонах, независимо от сезона. Тем более, что в мире сейчас, похоже, назревает бум экранопланостроения. Весьма вероятно, что эти машины станут важной составляющей частью, мировой транспортной системы, а в вооруженных силах некоторых стран мира появятся оснащённые экранопланами группировки. В 1992-2002 годы в ИМО (Международная морская организация) при активном участии Российской Федерации была осуществлена работа по разработке, согласованию и введению в действие изменений в «Международные правила предупреждения столкновения судов в море» (МППСС-72), а также разработано первое международное «Временное руководство по безопасности экранопланов». Этим самым было констатировано международное признание экранопланов как нового перспективного морского транспортного средства и создана юридическая основа для развития этого вида транспорта и его коммерческой эксплуатации на международных линиях.

В соответствии с классификацией ИМО, экранопланы подразделяются на три типа: Тип А – экранопланы, которые способны эксплуатироваться только на высотах действия «эффекта экрана» (высота полета не более размера хорды крыла); Тип В – экранопланы, способные кратковременно и на ограниченную величину увеличивать высоту полета над экраном; Тип С – экранопланы, способные на длительное время отрываться от экрана на неограниченную высоту полета (экранолёты). Для всех экранопланов основным режимом эксплуатации является полёт в непосредственной близости к поверхности с использованием «экранного эффекта» Это означает, что они постоянно находятся внутри сферы эксплуатации обычных судов и должны подчиняться «Международным правилам предупреждения столкновений судов на море». В связи с этим, совместным решением ИМО и Международной организации гражданской авиации (ИКАО) экраноплан рассматривается не как самолёт, который может плавать, а как судно, способное летать. Поскольку некоторые экранопланы обладают способностью увеличивать высоту полёта за пределы действия «экранного эффекта» и даже летать на такой высоте, где действуют авиационные правила, то, для разделения сферы юрисдикции ИМО и ИКАО все экранопланы были разделены в «Руководстве» на три типа по их способности и наличию разрешения на эксплуатацию и за пределами высоты действия «экранного эффекта» [5-10]. На прошедшем в Севастополе V Международном салоне изобретений и новых технологий «Новое время» был представлен проект невидимого для радаров катера, сообщает корреспондент «Севастопольского меридиана». Изобретатель из Киева Александр Березин представил проект уникального катера-тримарана, невидимого для радаров. В основе проекта - технология «Стелс», при которой корпус катера состоит из геометрических плоскостей, расположенных под определёнными углами, что значительно уменьшает эффективную отражающую поверхность и делает судно практически невидимым для радаров. Плоскости корпуса расположены так, что отражённый сигнал локатора не приходит в исходную точку. По проекту, тримаран сделан из композитов, алюминия и титановых сплавов. Это высокотехнологическое, скоростное, многоцелевое судно нового поколения с улучшенными характеристиками. По утверждению изобретателя, «корабль может иметь длину от 25 до 100 метров и более, и рассчитан на скорость свыше 100 километров в час». «При этом тримаран способен ходить при любых погодных условиях, даже во время значительного шторма», - добавил Александр Березин. Изобретение уже запатентовано и по мнению экспертов, ему нет равных.

**Постановка задачи.** Цель исследований – изучение влияния электрохимической коррозии и электромагнитных излучений на корпуса и конструкции кораблей и экранопланов, при эксплуатации их в высоких морских скоростных потоках, выше 50 м/с. Научная новизна исследований, позволит своевременно устанавливать защиту и предотвращать разрушение корабельных конструкций, изготовленных из алюминиевых сплавов и таким образом реально продлит сроки эксплуатации и сократит затраты на их производство в судостроении и ремонте.

**Результаты исследования.** Катодная защита одно из наиболее высоко эффективных средств для предотвращения коррозии корпусов кораблей и судов в морской воде, выполненных из алюминиевых сплавов. Это относится, прежде всего, к подводной части корпусов кораблей и судов, катеров, катеров на подводных крыльях и воздушных подушках и безусловно амфибийных кораблей и судов. Режим эксплуатации, которых коренным образом отличается от режима эксплуатации водоизмещающих суден. Угроза коррозионных и эрозионных разрушений этих корабельных конструкций усугубляется высокой их скоростью при движении в морском потоке и наличием других, контактирующих с корпусами конструкций металлов, существенно отличающееся электрохимическими характеристиками.

Проблемы защиты от внешних препятствий, в том числе от влияния сильных электромагнитных излучений (СЭМИ) небольшой продолжительностью есть чрезвычайно широкою и охватывает целый комплекс вопросов. Больше узкою есть задача повышение качества и надёжности путём правильного конструирования и строительства и эксплуатации корабельных конструкций по технологии стэлс. Актуальность этих вопросов возрастает по мере возрастания сложности решаемых задач в морских акваториях как внутренних так и внешних вода Мирового океана, повышению качества и надёжности в боевых условиях, в борьбе с пиратством и проявлениями террористическими актами. Поэтому существует несколько путей решения этих задач. На мой взгляд основными методами защиты при реализации полученных научных разработок и результатов в проблемах защиты корпусов скоростных кораблей, в военном судостроении от электромагнитных полей и излучений, это создание экспериментальным путём прежде всего форм корабля под определёнными антирадарными углами и экранирование, для рассеивания и поглощения электромагнитных излучений. Поэтому цель данной работы, проведение теоретических исследований процесса защиты корпусов скоростных кораблей, путём создания так называемого много-слоеного бесконечного экрана. Структура, которого состоит: алюминий – полистирол – алюминий. [ 10]

Для оценки эффективности принятого трёхслойного экрана необходимо провести исследование процессов распространения (СЭМИ) в пяти областях, для этого применим следующие формулы и параметры импульса, которые влияют:

$$E(t) = E_m \cdot \sin(\omega \cdot t) \cdot e^{-\alpha t}; H(t) = H_m \cdot \sin(\omega \cdot t) \cdot e^{-\alpha t}; E_m = 50 \cdot 10^3 \text{ В/м,}$$

$H_m = 133 \text{ А/м, } t$  – время воздействия;  $\alpha$  – коэффициент снижения;  $\omega = 2\pi f$ , где  $f$  – частота.

С одной стороны на экран, который находится у поверхности воды падает плоская электромагнитная волна. В результате своего падения на границу раздела двух сред с различными электромагнитными характеристиками (воздух – металл) волна отражается и преломляется, а в самом экране частично поглощает энергию электромагнитного поля. Расходы на отражение на границе раздела двух сред связанные с различными значениями полных характеризующих сопротивления сред.

$$E_2 = \frac{2 \cdot Z_2}{Z_1 + Z_2} \cdot E_1; H_2 = \frac{2 \cdot Z_2}{Z_1 + Z_2} \cdot H_1$$

где  $E_1, E_2$  – напряжение электрического поля в воздухе и соответственно в первом металлическом слое;  $H_1, H_2$  – напряженность магнитного поля в воздухе и соответственно в первом слое металла;  $Z_1 = 120 \cdot \pi$  – волновое сопротивление воздуха;  $Z_2$  – волновое сопротивление металла.

Для обозначения потерь на погашение в области 2 необходимо рассмотреть процессы распространения электромагнитной волны в металле. В основной среде практически всегда можно пренебречь смещёнными излучениями в сравнении с излучениями проводимости. Следовательно тогда уравнения Максвелла будет выглядеть:



$$\operatorname{rot} \bar{H} = \sigma \bar{E}; \operatorname{rot} \bar{E} = -\mu_{\alpha} \frac{\partial \bar{H}}{\partial t}$$

Формула напряжённости магнитного поля в зависимости от толщины металлического слоя экрана будет иметь вид:

$$H(Z_2) = H_2 \cdot e^{\frac{Z_2}{\delta_2}} \cdot \cos\left(\frac{Z_2}{\delta_2}\right),$$

где  $Z_2$  – толщина экрана металлического слоя,  $\delta_2 = \sqrt{\frac{2}{\omega \cdot \mu_2 \cdot \sigma_2}}$  – глубина проникновения электромагнитной волны в металл;  $\epsilon_2, \mu_2$  – абсолютная диэлектрическая и магнитная проницаемость металла соответственно.

Электрическое поле практически полностью отражается на границе воздух – металл. Незначительная его часть, что проникает в металл, полностью поглощается. Поэтому в диэлектрике и во втором металлическом слое необходимо рассматривать только магнитную составляющую.

На границе металл – диэлектрик электромагнитная волна вновь отражается и поглощается. Уравнение Максвелла для электромагнитной волны диэлектрика будут иметь вид:

$$\operatorname{rot} \bar{H} = \epsilon_{\alpha} \frac{\partial \bar{E}}{\partial t}; \operatorname{rot} \bar{E} = -\mu_{\alpha} \frac{\partial \bar{H}}{\partial t}.$$

Если принять формулу падающей электромагнитной волны как:

$$E(t) = E_m \cdot \sin(\omega t) \cdot e^{-\alpha t}, H(t) = H_m \cdot \sin(\omega t) \cdot e^{-\alpha t},$$

где  $E_m$  – амплитуда напряжённости электрического поля электромагнитной волны;  $H_m$  – амплитуда напряжённости магнитного поля электромагнитной волны;  $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$ , где  $f$  – круговая частота колебаний поля (СЭМИ);  $\alpha$  – коэффициент затухания электромагнитной волны.

Тогда поглощение магнитной составляющей ЭМП в диэлектрике в зависимости от глубины проникновения будет характеризоваться:

$$H(z_3) = H_3 \cdot \mu_{\alpha} \cdot \epsilon_{\alpha} \cdot \sin(\omega \cdot t) \cdot e^{-\alpha t} \cdot (\alpha^2 - t^2) \cdot e^{\frac{z_3}{\delta_3}},$$

где  $z_3$  – толщина диэлектрика  $\delta_3 = \sqrt{\frac{2}{\omega \cdot \mu_3 \cdot \sigma_3}}$  – глубина проникновения электромагнитной волны в диэлектрик;  $\epsilon_3, \mu_3$  – абсолютная диэлектрическая и магнитная проницаемость диэлектрика соответственно.

Отражения и поглощения во втором слое алюминия вычисляются аналогично как и по первому металлическому слою.

На рисунках 1 - 4 представлены прохождения электрической и магнитной составляющих электромагнитной волны через композитный экран алюминий-полистирол-алюминий, в котором толщина слоя 2 миллиметра. Амплитуда напряжённости электрического и магнитного полей сильных электромагнитных излучений составляют соответственно  $E_m = 50 \cdot 10^3$  В/м,  $H_m = 133$  А/м.

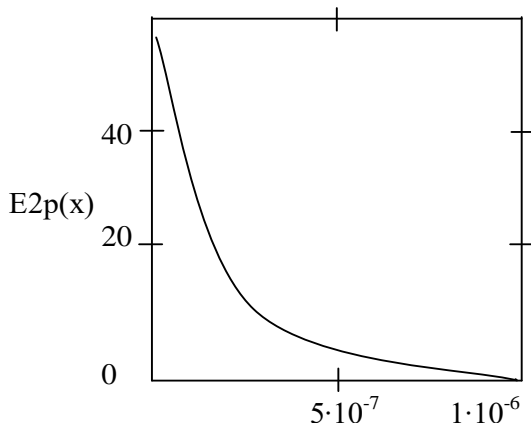


Рисунок 1 – Затухание электрической составляющей СЭМИ в первом металлическом слое экрана

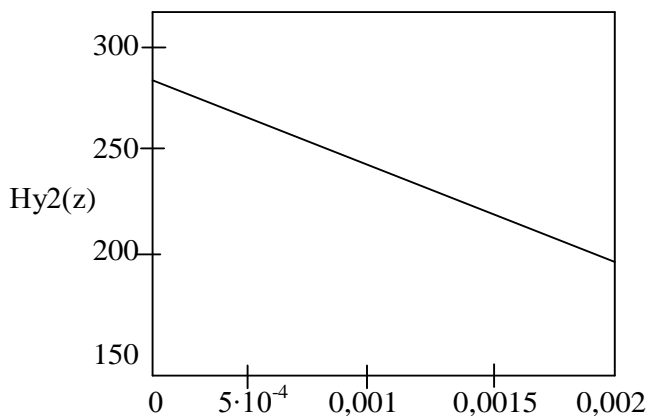


Рисунок 2 – Затухание магнитной составляющей СЭМИ в первом металлическом слое экрана

Из рисунка 1 видно, что электрическая составляющая, которая прошла в металл полностью поглощается в первом металлическом слое, поэтому далее рассматриваем только магнитную составляющую.

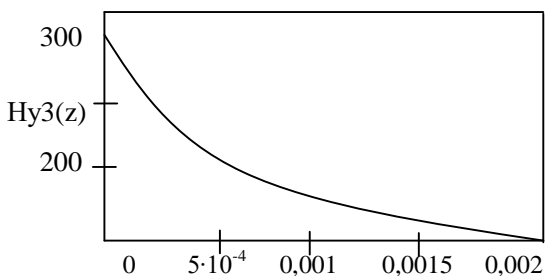


Рисунок 3 – Затухание магнитной составляющей СЭМИ в диэлектрическом слое экрана

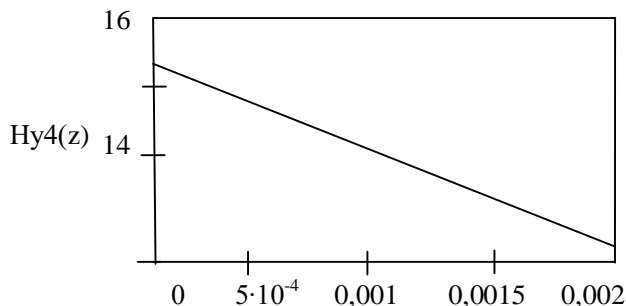


Рисунок 4 – Затухание магнитной составляющей СЭМИ во втором металлическом слое экрана

Остальное снижение электромагнитных полей происходит при отражении их на границе металл-воздух [9].

**Выводы.** Таким образом, в результате проведённых теоретических исследований было определено, что для уничтожения электрической составляющей СЭМИ, достаточно использовать металлический экран. Основные потери в этом случае происходят за счёт отражения на границе воздух – металл. За счёт поглощения в экране электрическая составляющая полностью затихает. В тоже время, для нейтрализации негативного воздействия магнитных излучений на радио электронную аппаратуру использование металлического экрана будет недостаточно, так как на границе воздух – металл произойдёт наведение излучения, а поглощение в металле незначительное. Поэтому для экранирования от магнитных полей необходимо использовать диэлектрический экран. С учётом вышеизложенного можно сделать вывод, что наиболее целесообразно для защиты скоростных кораблей изготовленных из алюминиевых сплавов использовать, кроме форм, с отражающими углами, необходимо использовать композиционные экраны со структурой металл-диэлектрик-металл.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пасичанский И. USS Independence (LCS-2) – боевой тримаран // Камуфляж. – 2011. – № 5 – 28 с.
2. Стогний Г. В. Исследования, влияния скорости потока морской воды на контактную коррозию металлов : материалы Всеукраинской научно-практической

конференції «Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування», (14-16 жовтня 2011 р., м. Херсон) – С. 65-72.

3. Калашников В. Н. Черноморский судостроительный завод. Назад, в прошлое // Судостроение и ремонт. – 2010. – № 41 – С. 8

4. Кутовой С. Корабли – невидимки // Судостроение. – 2006. – № 1-2 – С. 69.

5. Стогний Г. В. Перспективы строительства скоростных кораблей «невидимок», эффективность и надёжность катодной защиты алюминиевых сплавов от коррозии : материалы Всеукраинской научно-технической конференции молодых учёных и студентов «Удосконалювання проектування й експлуатації морських суден та споруд» – 2011. – С. 167-174.

6. Шенкнехт Р. Суда и судоходство будущего. – М. : Судостроение, 1981. – С. 91-112.

7. Южная Корея намерена в 2012 году приступить к коммерческой эксплуатации экранопланов // Сообщение ИТАР-ТАСС. – 27.09.07.

8. Lange R. H. and Moor J.W. Large wing-in-ground effect transport aircraft // Journal of Aircraft. – 1980. – V. 17, IV, N 4. – P. 260-266.

9. Кучер Д. Б. Екранування радіоелектронних засобів від потужних електромагнітних випромінювань // Збірник наукових праць. – 2008. – № 1. – С. 71-73.

10. Березин А. На пятом Международном салоне изобретений и новых технологий, представлен проект уникального катера – тримарана // Информационный портал «Севастопольский меридиан» : [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meridian.in.ua/news/1866.html>

## ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

*Тригуб С.Н.,*

Херсонская государственная морская академия  
(Украина)

Оптический квантовый генератор – лазер – один из мощнейших инструментов сегодняшней науки. Не возможно перечислить все области его применения, так как каждый день для лазера находят новые задачи.

Известно, что с помощью лазера, который генерирует световые лучи, могут выполняться разнообразные задачи благодаря его свойствам. Когерентность, монохроматичность, высокая энергетическая плотность позволяют решать сложные технологические операции.

Современная лазерная техника позволяет регулировать длительность, энергию и даже форму лазерного излучения. Регулируется и частота следования импульсов; это очень важно, так как от частоты следования импульсов существенно зависит средняя мощность лазерного излучения. В настоящее время широкое практическое применение получили углекислотные или, иначе,  $CO_2$ -лазерах, одним из важных достоинств которых является их универсальность, поскольку характеристики самих процессов накопления энергии и излучения позволяют работать и в импульсном, и в импульсно-периодическом, и в непрерывном режимах. Во всех случаях  $CO_2$ -лазер генерирует инфракрасные лучи.

В данной работе нас интересует так называемая лазерная термохимия, в основе которой лежит тепловое воздействие лазерного излучения на поверхность полимера, подлежащего модификации. Даже при применении лазеров умеренной мощности свойства обработанных полимерных материалов отличаются от свойств материалов, подвергнутых воздействиям обычного термического нагрева [1]. При импульсном лазерном воздействии материалы оказываются в условиях наличия весьма высоких температур; темп нагрева лазерного излучения может составлять  $10^6 \dots 10^{11}$  К/с (при обычном темпе охлаждения  $10^3 \dots 10^6$  К/с). При лазерном воздействии преобладают реакции с участием радикалов, причем результатом воздействия на полимер многих факторов может стать формирование химической структуры поверхности материала, отличной от структуры, возникающей при обычной термической обработке поверхностей [2]. Для легирования тонких поверхностных слоев полимерного материала в частности, в микроэлектронике применяется лазерное излучение.

Весьма перспективным способом модификации полимерного материала с целью достижения заданных свойств является воздействие лазерного излучения, поглощаемого непосредственно границей раздела двух фаз: твердое тело–газ или твердое тело–жидкость.

В работе [3] рассмотрены химические процессы, протекающие в поверхностном слое терморезистивного полифенилена под действием лазерного излучения с длинной волны  $\lambda = 10,6$  мкм. При такой обработке удаляются низкомолекулярные фракции, что способствует более полному завершению основной реакции синтеза. Кроме того, происходит частичная деструкция концевых групп и стимулируется процесс дегидрирования ароматических ядер, что обуславливает увеличение содержания шитого полимера в поверхностном слое. Воздействие на полиэтилен (ПЭ) и политетрафторэтилен (ПТФЭ) непрерывного ( $\lambda=10,6$  мкм) и импульсного ( $\lambda=0,53$  и  $1,06$  мкм) лазерного излучения исследовано в [4]. Обнаружено, что импульсное воздействие при удельной мощности до  $10^7$  Вт/см<sup>2</sup> не приводит к структурным изменениям в указанных полимерах. Авторы этой работы делают вывод о специфическом характере воздействия ЛИ с  $\lambda = 10,6$  мкм вследствие квазирезонансного поглощения излучения и колебательно-поступательной релаксации поглощенной энергии.

Лазерное излучение используется также для формирования на твердой поверхности тонких полимерных пленок [5]. Свойства таких пленок существенно отличаются от свойств пленок, полученных традиционными химическими методами. Для модификации поверхностей полимерного материала часто используют лазеры, работающие в далекой УФ-области (150...200 нм). Теория фотохимических и термических процессов, протекающих при воздействии УФ-излучения на полимерные материалы изложена в [6].

В работе [7] исследовались макрокинетические особенности воспламенения полимерного материала при нерезонансном воздействии излучения непрерывного CO<sub>2</sub>-лазера с  $\lambda=10,6$  мкм на эпоксидную смолу ЭДТ-10 и стеклопластики с ЭДТ-10 при удельной мощности облучения 40 Вт/см<sup>2</sup>. Воспламенение смолы ЭДТ-10 в реализованных условиях не наблюдалось; это объясняется невыполнением необходимых температурных условий из-за малой массы кокса в зоне воздействия. Исследования показали, что при лазерном инициировании способность полимерного материала к воспламенению определяется абляционной стойкостью конденсированных продуктов термической деструкции. Наличие наполнителя в полимерном композиционном материале повышает общую абляционную стойкость материала, т.е. максимально возможную температуру в зоне облучения. В результате исследований в работе [8] были определены кинетические параметры термического разложения полимерного композиционного материала и предложена физико-математическая модель пиролиза и воспламенения полимерного материала под действием лазерного излучения. Несколько уточненная и детализированная модель пиролиза и воспламенения полимерного материала разработана в [9], в которой рассматривалось их газофазное воспламенение.

В работе [10] исследованы макрокинетические закономерности лазерного разрушения термореактивных полимеров при непрерывном и импульсном воздействии и выяснена роль карбонизованного слоя при лазерном инициировании воспламенения. Показано, что процесс лазерной деструкции имеет тепловую природу, а соотношение фазовых и химических превращений в зоне воздействия полностью определяется временными параметрами подвода энергии. Предложена следующая теплофизическая схема процесса разрушения полимеров под воздействием непрерывного лазерного излучения. Поглощение лазерного излучения поверхностным слоем полимерного материала приводит к нагреву зоны облучения до температуры, соответствующей началу активного термического разложения. Механизм поглощения носит, по-видимому, молекулярный характер.

Использование лазерного излучения позволяет изучать поведение полимерного излучения в экстремальных условиях воздействия высоких тепловых нагрузок. В работе [11] применяя метод рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС), который дает возможность путем возникновения внешнего фотоэффекта под действием рентгеновского излучения определить электронную структуру поверхности твердого тела, а также может использоваться для химической идентификации поверхностных компонентов, проведено исследование воздействия лазерного излучения на поверхность эпоксидной смолы ЭДТ-10 и органопластика на основе ПА-6, в котором связующим служила та же эпоксидная композиция. Состав поверхности коксового слоя определялся в зависимости от атмосферы, в которой проводился пиролиз (воздух или аргон). Во всех случаях детально исследовался состав поверхностного слоя коксов, причем были обнаружены существенные изменения химического состава в результате лазерной модификации. Наблюдавшиеся изменения коксового слоя можно объяснить различными температурами поверхности деструктирующих ПМ, а также различным характером протекания процессов деструкции из-за влияния наполнителя.

В работе [12] предпринята оптимизация условий лазерной обработки эпоксидного полимера на основе ЭД-22, отверженной метафенилендиамин (МФДА), с целью обеспечения максимального эффекта снижения горючести. Для обработки использовался непрерывный CO<sub>2</sub>-лазер с удельной мощностью  $q = 22...48$  Вт/см<sup>2</sup>. Облучение

проводилось на воздуху при переменном времени экспозиции  $\tau = 110...242$  с, но при фиксированной дозе облучения 2,5 кДж. Выбор дозы был основан на результатах предварительных экспериментов [13], так как в этих условиях не наблюдалось существенного ухудшения физико-механических свойств образцов. Установлено, что зависимости КИ от  $q$  и  $\tau$  имеют явно выраженный максимум. Анализ УФ-спектров пленочных образцов показал, что при лазерном воздействии увеличивается поглощение в интервале  $\lambda = 290...350$  нм; это свидетельствует об интенсивном образовании хиноидных структур с ростом  $q$ , проявляющихся как хромофоры. Последующая агломерация хиноидных структур, приводящая к образованию сопряженных фрагментов матрицы, усиливает процессы коксообразования.

Проведенный анализ литературного обзора показал, что с помощью лазерной обработки можно выполнить целенаправленное изменение состава и строения полимерного материала, т.е. возможна физическая модификация полимерного материала, что в свою очередь даст возможность эффективной защиты полимерной матрицы от воздействия пламени.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Грунвальд Э., Дивер Д., Ким Ф. Мощная инфракрасная лазерохимия. – М. : Мир, 1981. – 135 с.
2. Селиванов С. Е., Шиян А. А. Оптимизация поверхностной термообработки полимерных материалов для снижения их горючести // Химическая физика. – 1992, т. II. – № 12, – С. 1677–1682.
3. Коршак В. В., Саид-Галиев Э. Е., Никитин Л. Н. и др. // Доклады АН СССР. – 1983, – Т. 269, № 5. – С. 1119–1122.
4. Бахрамов С. А., Милявская И. Х., Хабибуллаев П. К. // Тез. докл. Всесоюз. конф. «Применение лазеров в народном хозяйстве». – Звенигород, 1985. – С. 161.
5. Красовский А. М., Толстопятов Е. М. // Поверхность. – 1985. – № 1 – С.143-149.
6. Jellinek H.H.G., Srinivasan R. // J. Chem.Phys., 1984, v.88, № 14, – P. 3048 – 3051.
7. Бычков С. Г., Десятков А. В., Бикетов А.А., Машакова С.М. Инициирование воспламенения полимерных материалов излучением CO<sub>2</sub>-лазера // Тез. докл. VI Всесоюз. конф. по горению полимеров и созданию ограниченно горючих материалов. – М. : Наука, 1986. – С. 29-30.
8. Решетников С. М., Ворончихин С. Г. Исследование процессов пиролиза и воспламенения полимерных материалов. // Тез.докл. III Респ. научн.-техн. конф. «Применение пластмасс в строительстве и городском хозяйстве» – Харьков : Изд. ХИИГХ, 1991. – С. 200.
9. Кодолов В. И., Липанов А. М. О моделировании процессов коксообразования при пиролизе и горении полимерных материалов // Химическая физика. –1990. – Т. 9, № 12. – С. 1674-1677.
10. Бычков С. Г., Машакова С. М., Ксандопуло Г. И., Богатырева Н. А. Модель воспламенения полимерных материалов лазерным излучением // Тез. докл. I Междунар. конф. по полимерным материалам пониженной горючести. – Алма-Ата : Изд. АН СССР, 1990. – С. 11-13.
11. Повстугар В. И., Михайлова С. С., Ларионов К. А. и др // Материалы 8 Всесоюзного симпозиума по горению и взрыву. – Черногоровка, 1986. – С. 98-101.
12. Богатырева Н. А., Тимошкин А. М., Бычков С. Г., Ксандопуло Г. И. Оптимизация условий лазерной обработки эпоксидного полимера с целью снижения его горючести // Тез. докл. I Междунар. конф. по полимерным материалам пониженной горючести. – Алма-Ата : Изд. АН СССР, 1990. – С. 200-202.
13. Богатырева К. А., Тимошкин А. М., Бычков С. Г. Влияние модификации поверхности полимера на его огнестойкость. – Тез. докл. обл. науч.-техн. семинара «Применение лазеров в науке к технике». – Тольятти, 1989. – С. 11.

## ВОДНЕВА ПРОНИКНІСТЬ ТРИТІЮ КРІЗЬ СТАЛІ ТЕРМОЯДЕРНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

*Федоров В.В.,*

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України (Україна, м. Львів),

*Дьоміна Є.В., Прусакова М.Д.,*

Інститут металургії і матеріалознавства ім. А.А.Байкова РАН (Росія),

*Іваницький Р.І.,*

Тернопільський національний педагогічний університет ім. В.Бойко (Україна),

*Засадний Т.М.,*

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України (Україна, м. Львів)

Найчастіше вузли реакторів та труби теплообмінника в енергетичних установках виготовляють з нержавних аустенітних, хромомарганцевих та феритно-мартенситних сталей, недоліком яких є висока газопроникність. Тому забезпечення низьких значень водневої проникності є необхідною умовою розробки нових конструкційних матеріалів сучасної енергетики. Це дає змогу зменшити їх схильність до водневого окрихчення у напруженому стані та запобігти втратам водню і його ізотопів у довкілля, що, враховуючи радіоактивність тритію, має важливе екологічне значення. Визначити водневу проникність можна на основі вимірювання кінетичних та температурних залежностей проникання водню крізь зразки у вигляді мембрани. Рівняння дифузії у цьому випадку мають вигляд :

$$P = P_0 \cdot \exp(-E_P/RT), \quad D = D_0 \cdot \exp(-E_D/RT), \quad S = S_0 \cdot \exp(-H_S/RT),$$

де  $P$  – коефіцієнт водневої проникності,  $D$  – коефіцієнт дифузії,  $S$  – розчинність водню,  $E_P$  та  $E_D$  – енергії активації відповідних процесів,  $H_S$  – теплота розчинення,  $P_0$ ,  $D_0$  і  $S_0$  – передекспоненційні множники.

Розчинність водню розраховується за формулою  $S = P/D$ , де  $P$  і  $D$  визначали в одному експерименті.

Слід відзначити, що не обов'язково проводити безпосередні вимірювання проникання радіоактивного тритію, оскільки практично для всіх реакторних сталей справджується «ізотопний» ефект  $P_T / P_H = (m_H / m_T)^{1/2}$ , де  $P$  та  $m$  – проникність і маса відповідного ізотопу, тобто можна розрахувати втрати тритію, визначивши швидкість проникання водню. Згідно вказаного ефекту та умови, що рівень радіаційної безпеки при роботі термоядерної енергетичної установки не повинен перевищувати 1 Кюрі в день, розраховали критичне значення  $P_c = 2,4 \cdot 10^{-12}$  моль/м·с·Па<sup>1/2</sup>, порівняння якого з проникністю водню крізь реакторні сталі вказує на необхідність її зменшення від 6 до 200 разів, що можна досягнути легуванням, хіміко-термічною обробкою або нанесенням відповідних захисних покриттів чи плівок. Необхідно враховувати також проникання водню крізь зварні з'єднання та вплив іонного опромінювання на реакторне обладнання.

В роботі узагальнені результати дослідження водневої проникності реакторних сталей та її зміни під впливом вказаних вище чинників в інтервалі температур 573–1173 К. Об'єктом вивчення вибрали хромомарганцеві сталі ЕП-838 і Х12Г20В з різними системами легування та феритно–мартенситну сталь 10Х9ВФА, розроблені в Інституті металургії і матеріалознавства ім. А.А.Байкова РАН (Росія). Для порівняння дослідили аустенітні нержавні сталі 12Х18Н10Т і 316SS (виробництво США). Поверхню зразків модифікували захисними покриттями, оксидними плівками та протонним опроміненням.

Розчинність водню у зварних з'єднаннях сталей розраховували за водневою проникністю, враховуючи співвідношення площ основного металу та зварного шва і коефіцієнтом дифузії водню, визначеним методом електропровідності у зразках, вирізаних безпосередньо зі зварного шва, отриманого лазерним зварюванням. Крім того,

проводили металографічний, рентгеноструктурний і мікрорентгеноспектральний аналізи до та після проведення термообробки у водні.

Встановлено, що термічна обробка сталі ЕП–838 у водні впродовж 5-8 год. ( $T = 900-980\text{ K}$ ) змінює її фазово-структурний стан внаслідок формуванням збагачених марганцем мікрообластей типу  $\text{Fe}_3\text{Mn}$  і зменшує водневу проникність нижче  $983\text{ K}$  (температура поліморфного  $\alpha \leftrightarrow \beta$  перетворення у фазі  $\text{Fe}_3\text{Mn}$ ). Найважливішим наслідком збільшення концентрації Mn за рахунок Ni при переході від сталі ЕП–838 до сталі Х12Г20В є зниження водневої проникності у 8-12 разів, яке задовольняє вимогам екологічної безпеки.

Для забезпечення необхідного рівня фізико–механічних характеристик та тривкості до радіаційного розпухання під опроміненням сталі ЕП–838 і Х12Г20В легують металами III–IV груп та рідкісноземельними елементами. Так, легування сталі Х12Г20В скандієм зменшує потік водню, а збільшення вмісту вольфраму і титану не тільки знижує водневу проникність, але й підвищує на 15-20% міцнісні характеристики. Поява у цьому випадку зламів на політермах проникання водню при  $983\text{ K}$  зумовлена збільшенням вмісту вуглецю, який зв'язує легуючі елементи у карбіди, сприяючи утворенню інтерметалідів  $\text{Fe}_3\text{Mn}$  на межах зерен та виділенню мікрообластей  $\alpha$ -заліза в аустенітній матриці сталі, що підтверджено металографічним та мікрорентгеноспектральним аналізами.

Необхідною умовою формування гомогенних оксидних плівок з доброю адгезією та щільністю і тривких до дії відновлювального середовища є чергування оксидування з витримкою у газоподібному водні, який відновлює нетривкі оксидні фракції і, розчиняючись у сталях, пришвидшує перерозподіл легувальних елементів.

Створені таким чином захисні плівки стійкі до дії водню за температур до  $973-1023\text{ K}$ , а також поліпшують жаротривкість залізохромистих сталей. Циклічне оксидування сталей 10Х9ВФА, ЕП–838 та 12Х18Н10Т зменшує водневу проникність у 120-160 разів, а енергію активації проникання на 30%. Виявлено, що на поверхні цих сталей формується хромиста шпінель  $\text{FeO}_2 \cdot (\text{Fe}, \text{Cr})_2\text{O}_3$ , а у випадку сталі Х12Г20В – шпінель зі структурою  $\text{MnCr}_2\text{O}_4$ , яка також понижує водневу проникність нижче екологічно безпечного рівня  $P_c$ . З проведених досліджень можна зробити практично важливий висновок – чим більший вміст хрому у сталі, тим менша її воднева проникність після циклічного оксидування.

Одностороннє опромінення зразків досліджуваних сталей протонами незначно зменшує водневу проникність, що можна пояснити згладжуванням мікрорельєфу поверхні. Суттєво посилює ефект двостороннє опромінення, яке знижує потік водню майже вдвічі. Критична температура термодесорбції імпантованого водню зі сталей 12Х18Н10Т, ЕП–838 і 10Х9ВФА знаходиться в інтервалі  $600-640\text{ K}$ , що підтверджено даними вимірювання електроопору і мікротвердості. Встановлено, що бар'єрна дія прониканню водню оксидів зі шпінельною структурою після імпантації протонів посилюється, а енергія активації процесу проникання зменшується. Звідси можна зробити висновок, що протонне опромінення не відновлює такі оксиди, а підвищує їх гомогенність та адгезію. Таким чином, водневу тривкість реакторних сталей можна значно поліпшити, застосовуючи сумісний вплив термообробки у газоподібному водні і протонного опромінення під час формування захисних оксидних плівок.

У зв'язку з проблемою захисту реакторного обладнання від наводнювання дослідили інтерметалічні берилієві покриття та особливості їх деградації у середовищі водню. Покриття двох типів: «БМ» (Be+Mo) та «БКН» (Be+Cu+Ni) наносили на зразки зі сталі 12Х18Н10Т газотермічним методом. Встановлено, що при значній різниці в товщинах («БМ» –  $25\text{ мкм}$ , «БКН» –  $2,5\text{ мкм}$ ) ефект бар'єрної дії останнього у два рази вищий, що, згідно з металографічним аналізом, є наслідком більшої його щільності та гомогенності. Тому для запобігання втрат водню і його ізотопів під час експлуатації



енергетичного обладнання найперспективнішими є захисні покриття на основі берилію типу «БКН», які зменшують водневу проникність нижче екологічно безпечного рівня  $P_c$ .

Відомо, що основна частка втрат тритію під час роботи реактора припадає на зварні з'єднання сталей. На основі отриманих у роботі результатів розраховані значення проникності тритію крізь зварні з'єднання досліджених реакторних сталей. Вивчення впливу термічної обробки у вакуумі і водні ( $T=873$  К, 10 год.) на структуру зварних з'єднань сталей 10Х9ВФА і Х12Г20В показало, що на границі розділу основний метал – зварний шов утворюється проміжна зона з дрібнозеренною структурою, яка за наявності розчиненого водню зростає, що можна пояснити водневим знеуглецюванням і пришвидшенням рекристалізації за наводнювання.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАМКНУТЫХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭНЕРГОУСТАНОВОК С СУДОВЫМ ОБШИВОЧНЫМ ТЕПЛООБМЕННЫМ АППАРАТОМ

*Федоровский К.Ю., Ениватов В.В.,*

Севастопольский национальный технический университет  
(Украина)

**Введение.** Повышение надежности, эффективности и экологической безопасности эксплуатации энергоустановок судов и морских технических средств – одни из наиболее важных проблем судостроения на сегодняшний день. Особое внимание следует уделить одной из наиболее ответственных систем, обеспечивающих работу судовых энергетических установок (СЭУ), – системе охлаждения (СО). При эксплуатации судов технического флота (плавкраны, землечерпалки и др.) в загрязненной акватории и на мелководье, возникает проблема предотвращения засорения СО, вследствие попадания в нее (донно-заборная арматура, кингстонные ящики, фильтры, теплообменники, насосы и др.) инородных тел таких, как твердые нерастворимые частицы, водоросли, моллюски и проч. Как следствие, возникают значительные коррозионно-эрозионные повреждения и засорение элементов системы, что приводит к дополнительным затратам на обслуживание и ремонт, и, часто, простоя судов технического флота. С точки зрения обеспечения экологической безопасности и выполнения требований морских конвенций является нецелесообразным эксплуатация судов и морских технических средств с разомкнутой СО СЭУ, наносящей значительный экологический ущерб окружающей среде, в прибрежной зоне, в которая сосредоточены основные биоресурсы морей.

В качестве устройств теплоотвода заборной воде в СО ЗСО могут быть использованы судовые обшивочные теплообменные аппараты (СОТОА). Достоинством СОТОА является достаточная простота в изготовлении, обслуживании и ремонте при эксплуатации. Такие устройства теплоотвода образуются элементами набора корпуса, обшивки судна и дополнительных навариваемых пластин, внутри каждого элемента по лабиринтному каналу движется охлаждаемая пресная вода.

СОТОА может быть размещен на различных участках обшивки корпуса судна, при этом ориентация относительно вертикального положения (угол наклона  $\varphi = 0^\circ$ ) теплоотдающих поверхностей может быть под различными углами, вплоть до горизонтальной (угол  $\varphi = -90^\circ$ ). При работе СОТОА с наклонными поверхностями и теплоотводе в неподвижную заборную воду – теплоотдача осуществляется при свободной конвекции – требуемая площадь теплообменного аппарата оказывается значительной. В таких случаях возникает необходимость интенсификации теплоотдачи, которая может быть реализована за счет подачи сжатого воздуха со стороны судовой обшивки [1-3]. Достоинством данного метода, с точки зрения эксплуатационных затрат, является то, что подаваемый сжатый воздух – довольно распространенная рабочая среда на судах и морских технических средствах. При этом использование воздуха с целью интенсификации не оказывает вредного влияния на экосистему и экипаж судна.

Результаты визуальных исследований [2] интенсификации теплоотдачи за счет подачи воздуха по сравнению с теплоотдачей наклоненной поверхности при свободной конвекции [1], позволила судить о перспективности данного метода для наклоненной поверхности и необходимости проведения соответствующих развернутых теплотехнических исследований с целью уточнения зависимостей, описывающих процесс.

В работе [4] показаны результаты начального этапа теплотехнических исследований процесса теплоотдачи в случае газожидкостной интенсификации в обшивочном теплообменном аппарате ЗСО СЭУ при различных расходах подаваемого на наклонную поверхность.

**Цель работы** – определение влияния угла наклона  $\varphi$  теплоотдающей поверхности на процесс теплоотвода в СОТОА при различных расходах газа  $W_{\text{ГЛ}}$  для газожидкостной интенсификации; определение эффективности метода газожидкостной интенсификации теплоотдачи от наклонных поверхностей в ЗСО энергоустановок судов и морских технических средств.

**Изложение основного материала.** При проведении экспериментальных исследований определено влияние на теплоотдачу угла наклона  $\varphi$  теплоотдающей поверхности и количество подаваемого на поверхность воздуха  $W_{\text{ГЛ}}$ . Полученные результаты экспериментальных теплотехнических исследований процесса интенсификации показаны на рисунке 1. Семейство кривых 1–7, характеризующих зависимость коэффициента теплоотдачи  $\bar{\alpha}$  от угла наклона  $\varphi$  теплоотдающей поверхности при различных удельных расходах газа  $W_{\text{ГЛ}}$ .

Сопоставление полученных данных с результатами представленными в работе [1] для вертикальной ориентации поверхности теплоотвода ( $\varphi = 0^\circ$ ) позволило оценить их достоверность.

Детальный анализ полученных результатов позволил выявить некоторые особенности процесса теплоотдачи от наклонной поверхности, с использованием данного метода. Следует отметить, что при увеличении угла наклона в сторону газожидкостных струй до значений, близких к  $\varphi = -30^\circ$ , наблюдается увеличение значения коэффициента теплоотдачи. Это объясняется уменьшением угла раскрытия газожидкостной струи [2] и, вследствие высоких скоростей увлекаемой струей газа охлаждающей жидкости, большую турбулизацию, разрушающую пристенный пограничный ламинарный подслои, а, наряду с высокой скоростью, еще и «скребущий» эффект прилегающих и совершающих в ходе движения поперечные пульсации пузырьков воздуха. Этот эффект наблюдается при всех удельных расходах подаваемого воздуха (рис. 1).

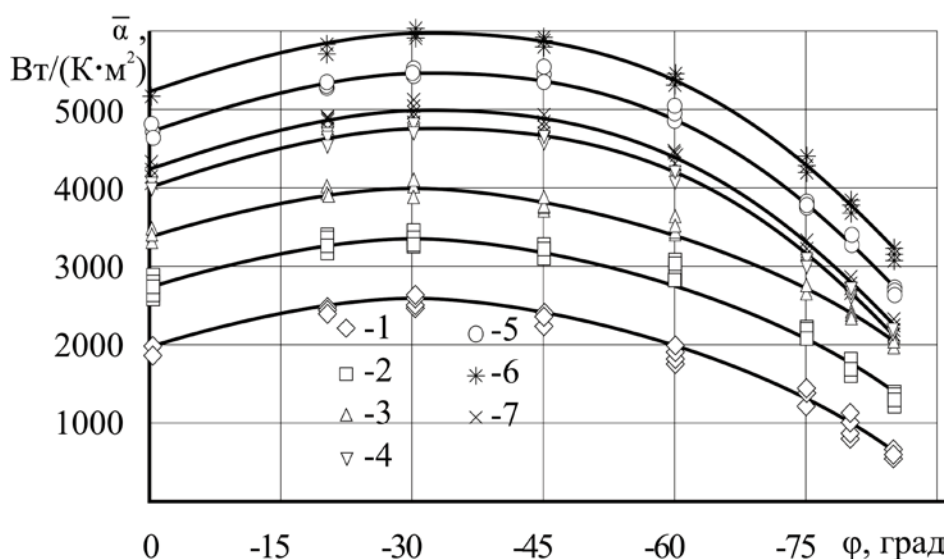


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента теплоотдачи от угла наклона теплоотдающей поверхности при различных  $W_{\text{ГЛ}}$ : 1 –  $2,9 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ ; 2 –  $1,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ ; 3 –  $3,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ ; 4 –  $6,6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ ; 5 –  $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$ ; 6 –  $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$ ; 7 –  $5,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$

На рисунке 1 видно, что коэффициент теплоотдачи достигает максимума при углах наклона  $\varphi$ , близких к  $-30^\circ$ , при всех значениях удельного расхода подаваемого воздуха. Так при удельном расходе воздуха, равном  $W_{\text{ГЛ}} = 2,9 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ , и угле наклона теплоотдающей пластины, равном  $\varphi = -30^\circ$ , коэффициент теплоотдачи принимает значения  $\bar{\alpha} \approx 2500 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , а при  $W_{\text{ГЛ}} = 5,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$  и том же угле составляет уже  $\bar{\alpha} \approx 6000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ . При углах наклона, близких к горизонтальной ориентации СОТОА, коэффициент теплоотдачи сохраняет высокие значения даже при небольших удельных

расходах газа. Для удельного расхода  $W_{\Gamma L} = 2,9 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$  и угле наклона  $\varphi = -85^\circ$  коэффициент теплоотдачи  $\bar{\alpha} \approx 700 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , а при  $W_{\Gamma L} = 5,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$  и том же угле  $\bar{\alpha} \approx 3200 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ . Это указывает на высокую эффективность выбранного метода интенсификации теплоотдачи для применения в системах охлаждения, использующие СОТООА, расположенные на участках корпуса морских технических средств, имеющих почти горизонтальную ориентацию.

На рисунке 1 видно характерное изменения формы кривых, отображающих зависимость коэффициента теплоотдачи от угла наклона поверхности, при удельных расходах воздуха больших значению  $W_{\Gamma L} = 6,6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ . Кроме того, на рисунке 1 видно, что при дальнейшем увеличении угла наклона СОТООА коэффициент теплоотдачи уменьшается, что объясняется увеличением количества пузырьков воздуха, которые вытесняют жидкость вдоль поверхности теплообменного аппарата. Как следствие, это приводит к увеличению их среднего размера, образованию пузырей неправильной, расплюсченной формы, а так же скоплений пузырей, всплывающих как единое целое.

Используя зависимости, представленные в [1], рассмотрим степень интенсификации теплоотдачи газожидкостными струями по сравнению со случаем свободной конвекции. Соответствующие зависимости показаны на рисунке 2.

Как видно из графиков, эффективность метода интенсификации по сравнению с теплоотдачей при свободной конвекции резко возрастает по мере уменьшения температурного напора между теплоотдающей поверхностью и забортной водой при всех рассматриваемых удельных расходах воздуха и углах наклона теплоотдающей поверхности.

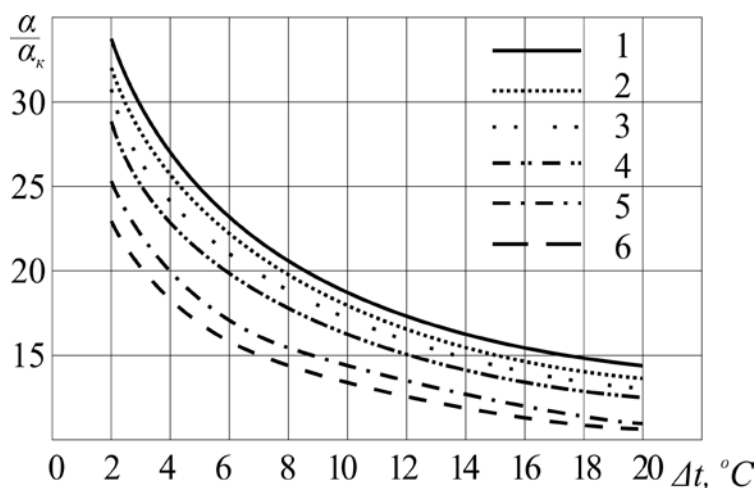


Рисунок 2 – Зависимость  $\alpha/\alpha_k$  от температурного напора при  $\varphi = -30^\circ$ : 1 –  $2,9 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ ; 2 –  $1,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ ; 3 –  $6,6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ ; 4 –  $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$ ; 5 –  $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$ ; 6 –  $5,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$

При малых температурных напорах ( $\Delta t \approx 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ) и удельных расходах подаваемого воздуха (порядка  $W_{\Gamma L} = 2,9 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ ) эффективность теплоотдачи газожидкостным струям в сравнении со свободной конвекцией повышается в 23 раза и 30 раз, в соответствии с изменением угла наклона  $\varphi$  от  $-30^\circ$  до  $-75^\circ$ .

При больших удельных расходах (порядка  $W_{\Gamma L} = 5,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$ ) и тех же температурных напорах ( $\Delta t \approx 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ) увеличение теплоотдачи при углах  $\varphi = -30^\circ$  и  $\varphi = -75^\circ$  достигает соответственно 33 раза и 45 раз. Так же следует отметить, что повышение температурного напора приводит к уменьшению степени интенсификации  $\alpha/\alpha_k$  и примерной ее стабилизации при  $\Delta t > 20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Для  $W_{\Gamma L} = 2,9 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$  при углах наклона  $\varphi = -30^\circ$  и  $\varphi = -75^\circ$  эффективность устанавливается на значениях  $\alpha/\alpha_k$  соответственно 11 и 14, а для  $W_{\Gamma L} = 5,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$  – 14 и 22 раза. Данное явления объясняется изменением скорости движения жидкости вдоль теплоотводящей поверхности при увеличении угла ее

наклона и увеличением конвективной составляющей коэффициента теплоотдачи  $\alpha_k$ . При этом наилучшим является теплоотвод при значения угла наклона порядка  $\varphi = -60 \dots -80^\circ$ .

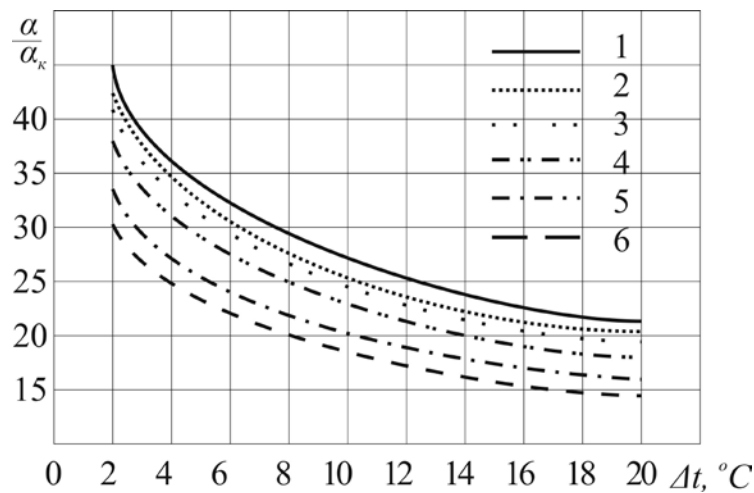


Рисунок 3 – Зависимость  $\alpha / \alpha_k$  от температурного напора при  $\varphi = -75^\circ$ : 1 –  $2,9 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ ; 2 –  $1,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ ; 3 –  $6,6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ ; 4 –  $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$ ; 5 –  $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$ ; 6 –  $5,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$

Таким образом, в случае подачи газа на поверхность, газожидкостные струи, кроме турбулизирующего воздействия на пограничный подслои, сохраняют достаточно высокую скорость даже при больших углах наклона, что обуславливает высокую степень интенсификации теплоотдачи.

**Выводы.** Таким образом, на основании полученных частных результатов по теплоотдаче в таких условиях, следует выполнить обобщающую обработку данных экспериментальных исследований, что увеличит их ценность и возможность более широкого использования для расчета теплопередачи в СОТОА ЗСО. Это позволит эффективно использовать теплоотводящие площади и, следовательно, значительно снизить эксплуатационные затраты, улучшить энергетические характеристики, а также уменьшить массогабаритные параметры и стоимость теплоотводящих элементов надежных и экологически безопасных СО СЭУ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федоровский К. Ю. Устройства и системы охлаждения энергетических установок морских технических средств : дис... д-ра техн. наук: 05.08.05. – Севастополь, 1991. – 347 с.
2. Федоровский К. Ю., Ениватов В. В. Газожидкостная интенсификация теплоотдачи от судовой обшивки при различных углах ее наклона // Вестник СевГТУ. Сер. Механика, энергетика, экология : сб. науч. тр. – Севастополь, 2009. – Вып. № 97 – С. 59-61.
3. Федоровский К. Ю., Ениватов В. В. Повышение эффективности экологически безопасных систем охлаждения морских энергоустановок // Науковий вісник ХДМІ : науковий журнал. – Херсон, 2009. – № 1(1). – С. 161-165.
4. Федоровский К. Ю. Повышение эффективности систем охлаждения СЭУ с теплоотводом забортной воде / К. Ю. Федоровский, В. В. Ениватов // Судовая энергетика: состояние и проблемы : матер. 5-ой междунар. науч.-техн. конф., (10-11 ноября 2011, Николаев). – Николаев, 2011. – С. 176-179.

## АНАЛІЗ РЕГАЗИФІКАЦІЙНИХ УСТАНОВОК СКРАПЛЕНОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ ПРИЙМАЛЬНИХ ТЕРМІНАЛІВ

*Чеплюха М.О., Бондаренко М.С.,*

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
(Україна, м. Київ)

**Вступ.** Скраплений природний газ (СПГ, англ. LNG — liquefied natural gas) – газ, штучно одержаний шляхом охолодження до мінус 160 °С, для більш зручного зберігання та транспортування. До споживачів надходить у газоподібному стані після обробки на спеціальних регазифікаційних установках.

На сьогоднішній день в світі спостерігається тенденція стрімкого зростання споживання скрапленого природного газу. За даними Міжнародної групи імпортерів СПГ (International Group of Liquefied Natural Gas Importers) прогнозується, що частка СПГ світового споживання газу на 2030 рік складе 25 %, при цьому Європейського регіону – 42 %. У 2010 році частка СПГ в Європі склала понад 20 %, через 5 років може досягти 50 % від існуючого споживання газу [1].

Основною сировиною для одержання скраплених вуглеводних газів є штучні і природні нафтові гази, такі як:

- супутній нафтовий газ на газобензинових заводах;
- газ термічної і термокаталітичної переробки нафти і нафтопродуктів на установках крекінгу, піролізу і коксування, алкілування й інших процесів;
- штучні гази на заводах синтетичного моторного палива (заводи деструктивно-гідрогенізаційної переробки вугілля і важких нафтопродуктів, синтезу моторного палива з оксиду вуглецю, водню й ін.);
- природні гази, які містять крім метану, деяку кількість більш важких вуглеводнів. (так як в природних газах вміст більш важких вуглеводнів – пропану і бутану невеликий, скраплений газ одержують з них дуже рідко);
- газоконденсатні родовища промислового значення.

Виділяються три етапи виробництва скрапленого природного газу:

- розвідувальні роботи, видобування природного газу та скраплення;
- транспортування;
- зберігання та регазифікація з подальшим використанням.

**Актуальність дослідження.** У зв'язку з віддаленістю розташуванням виробників від імпортерів природного газу транспортування включає транзит через треті країни, що призводить до енергетичної залежності споживачів та додаткової вартості газу. Вагомими перевагами споживання скрапленого газу є можливість вирішення питання диверсифікації імпортування енергетичних ресурсів, з метою регулювання цінової політики; поставки до споживача не залежно від місця знаходження виробника; зменшення витрат на будівництво магістральних трубопроводів. СПГ властива висока ексергетична цінність, що може бути використано для генерації енергії. За рахунок використання холоду СПГ існує можливість знизити вартість магістрального газу.

**Постановка задачі.** Вибір існуючих схемних рішень регазифікації СПГ (за літературними даними та реалізованими проектами) для подальшого техніко-економічного аналізу їх порівняльної ефективності та розробки нових пропозицій щодо складу та параметрів енергетичного обладнання схемних рішень з метою зниження собівартості магістрального газу.

**Результати досліджень.** В світі нараховується понад 68 діючих приймальних СПГ-терміналів. Регазифікаційний термінал на відміну від заводу по скрапленню природного газу має менші капітальні витрати, які складають до 12 % від повної вартості виробництва СПГ. Існують фактори, які беззаперечно впливають на вибір системи регазифікації: операційні витрати (споживання палива, технічне обслуговування); природоохоронні

обмеження (наприклад, об'єм викидів) та наявність постачальників обладнання на ринку; впливають також кліматичні умови (географічне розташування терміналу).

Основними складовими вартості будівництва терміналу з прийому СПГ є наступні [2]: причал – 11 %; СПГ-сховище – 45 %; технологічне обладнання – 24 %; допоміжне обладнання – 16 %; основне будівництво – 4 %.

Перед поданням до звичайної газопровідної мережі скраплений природний газ регазифікується з метою переведення його в газоподібний стан і забезпечення тиску в газовій магістралі. Нагрів СПГ досягається за рахунок тепла морської води або повітря, або за рахунок тепла, отриманого в результаті спалювання СПГ чи іншого палива, завдяки насосам та детандерам створюється необхідний тиск.

Значну вартість в процесі регазифікації складає процес випаровування СПГ, що потребує як капітальних витрат, так і витрат на обслуговування систем нагріву. Вода є унікальним теплоносієм враховуючи доступність ресурсу та високі теплофізичні властивості. Проте виникає необхідність застосовувати спеціальне водозабірне устаткування, антикорозійні покриття та захист теплообмінних апаратів від морських відкладень. В процесі нагріву скрапленого газу, який є низькотемпературною рідиною, існує небезпека замерзання води у випарнику. Нижче наведені принципові схеми регазифікаційних установок різного типу, які представлені в літературі та реалізовані на об'єктах.

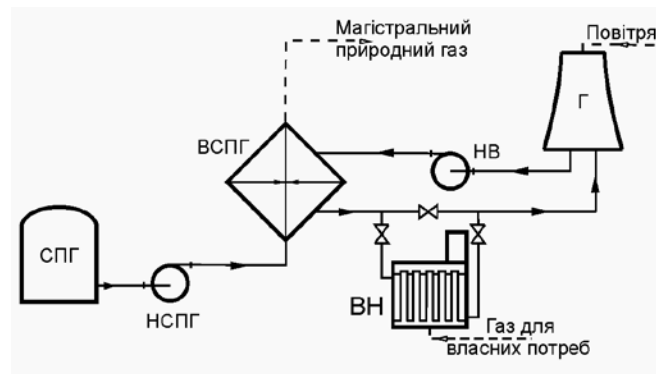


Рисунок 1 – Принципова схема регазифікаційної установки з водяним теплоносієм

В якості нагрівника водяного контуру тут використовується градирня Г, (повітряний теплообмінник). Подібні установки користуються попитом в районах де температура навколишнього повітря є досить високою, оскільки напряму впливає на витрату палива в водяному нагрівнику ВН, що використовується як додатковий (піковий) нагрівник теплоносія, і споживає природний газ як паливо.

Більш стійким до замерзання у випарнику СПГ є розчин вода-етиленгліколь (рис. 2), що також застосовується в якості теплоносія.

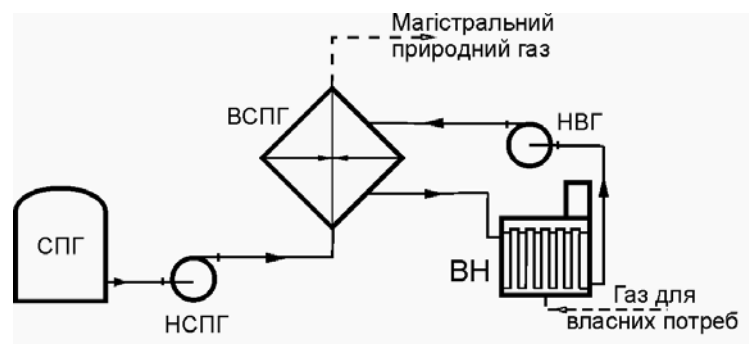


Рисунок 2 – Принципова схема регазифікаційної установки з теплоносієм – розчином вода-етиленгліколь

Розчин вода-етиленгліколь (60/40 % за масою) циркулює в замкнутому контурі системи регазифікації, випарником ВСПГ виступає газовий водонагрівач. Споживання газу є складовою експлуатаційних затрат і впливає на загальну вартість магістрального газу.

На сьогоднішній день в практиці використовуються випарники наступного конструктивного виконання: трубчаті, відкритого типу, з проміжним контуром та закритого типу, які використовують теплоту згорання природного газу. Випарники відкритого типу (рис. 3) використовують морську воду як джерело тепла в процесі регазифікації.

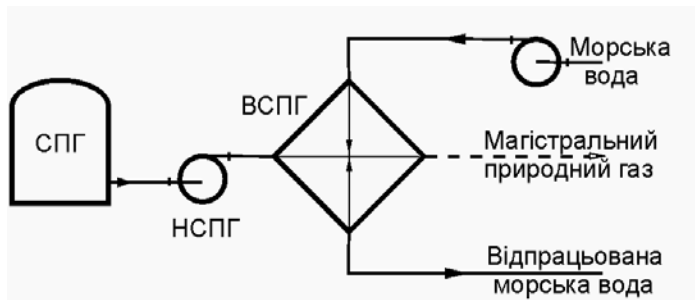


Рисунок 3 – Принципова схема регазифікаційної установки відкритого типу

Потік теплоносія, проходячи зверху вниз з зовні стінки вертикального трубчатого теплообмінника, нагріває СПГ, який підіймається вгору. Система відкритого контуру виключає замерзання морської води, проста в експлуатації та обслуговуванні, але має велику вартість при будівництві. Це пов'язано з необхідністю прокачування великої кількості морської води через систему нагріву, додатковими витратами на її фільтрування; обмеженнями охорони навколишнього середовища, щодо зниження температури відпрацьованої морської води перед скиданням.

Випарники закритого типу (рис. 4) нагрівають СПГ продуктами згорання природного газу у топці. Відхідні гази проходять крізь товщу води, в якій знаходиться змійовик, що виконує роль поверхні теплообміну в процесі регазифікації, і потрапляють в атмосферу. Експлуатаційна витрати досить високі у зв'язку зі спалювання газу для нагріву води.

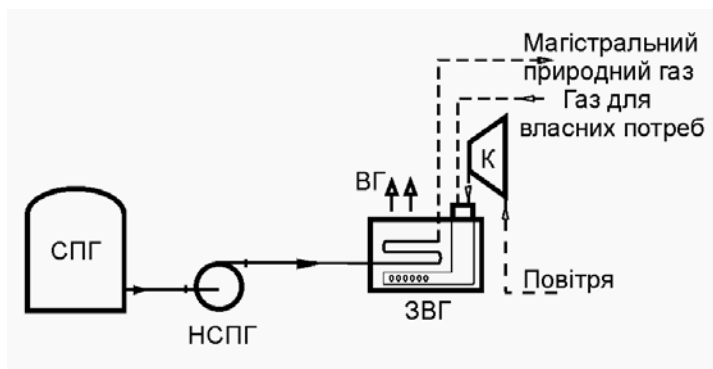


Рисунок 4 – Принципова схема регазифікаційної установки закритого типу

Крім регазифікації СПГ за допомогою прямого нагріву (двоконтурні системи) використовуються системи з проміжним контуром (триконтурні). В якості проміжного контуру вибирається пропан, фторовані вуглеводні або холодильний агент як теплоносії з низькою температурою замерзання. Процес регазифікації включає випаровування холодильного агента за рахунок теплоносія третього контуру (наприклад, води, розчин вода-етиленгліколь) з наступною конденсацією після нагріву СПГ.

Триконтурні схеми (рис. 5) досить економічні, але через наявність ще одного низькотемпературного контуру, ускладнення схеми регазифікації та обладнання для



нагріву (наприклад, горілок) можуть потребувати великих капітальних витрат. Прикладом регазифікаційного терміналу представленої схеми є Нью Орлеанський термінал *U.S. Gulf Coast* компанії *Mustang*

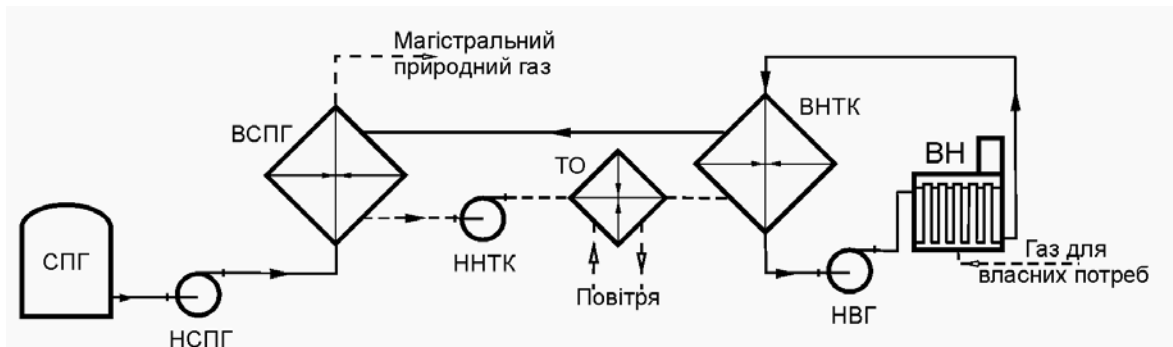


Рисунок 5 – Принципова схема триконтурної регазифікаційної установки з проміжним теплоносієм

При правильному використанні холоду СПГ енергетичними установками можна досягти підвищення загальної економічності в процесі регазифікації, що дасть змогу знизити вартість магістрального газу. Заплановані до будівництва та реконструйовані термінали мають більш розширену інфраструктуру, яка включає енергетичні установки для вироблення електричної енергії в паротурбінних або газових циклах, розподілу продуктів повітря або системи охолодження повітря, а також води і т.д. Рис. 6 ілюструє схему регазифікаційної установки приймального СПГ-терміналу, на якому розміщено електростанцію.

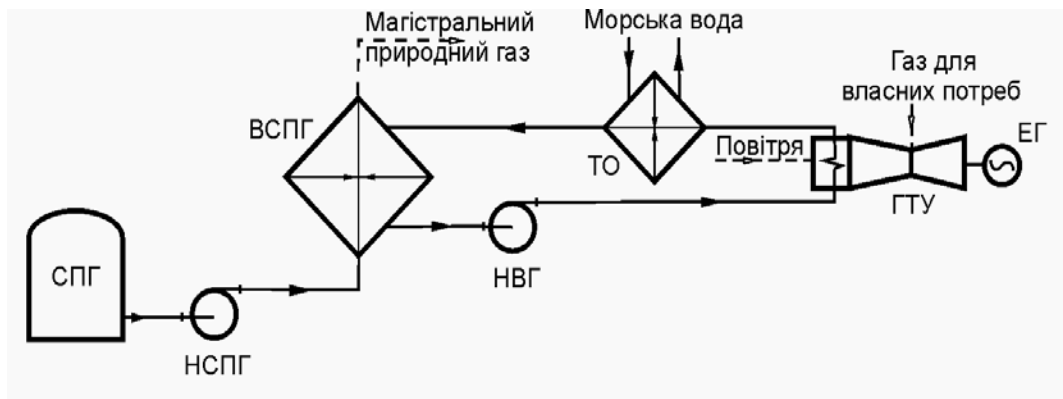


Рисунок 6 – Принципова схема регазифікаційної установки з ГТУ

На електростанції в якості двигуна використано газотурбінну установку (ГТУ). Теплоносій для нагріву скрапленого газу у вигляді розчину вода-етиленгліколь використовує відібраний холод, отриманий у випарнику, для охолодження повітря на вході до ГТУ. Це дозволяє зменшити витрати, пов'язані з будівництвом електростанції, а також мати більш високий коефіцієнт використання природного газу на місці його розвантаження та зберігання, що напряду впливає на підвищення економічності вироблення електроенергії та зниження вартості газу. Прикладом існуючого регазифікаційного терміналу з ГТУ є термінал Японії «*Senboku LNG Terminal*», на якому введена в експлуатацію у листопаді 2009 року електростанція потужністю 1100 МВт (270 МВт×4) компанії «*Osaka Gas*».

Варіантом використання холоду СПГ в енергетичній установці є теплоутилізаційний котел (ТУК) газотурбінної установки (рис. 7), що використовується в якості випарника водяного контуру системи регазифікації на приймальному терміналі. Таким чином охолоджуються відхідні гази в ГТУ, та зменшуються викиди CO<sub>2</sub>, CO та NO<sub>x</sub> у навколишнє середовище.

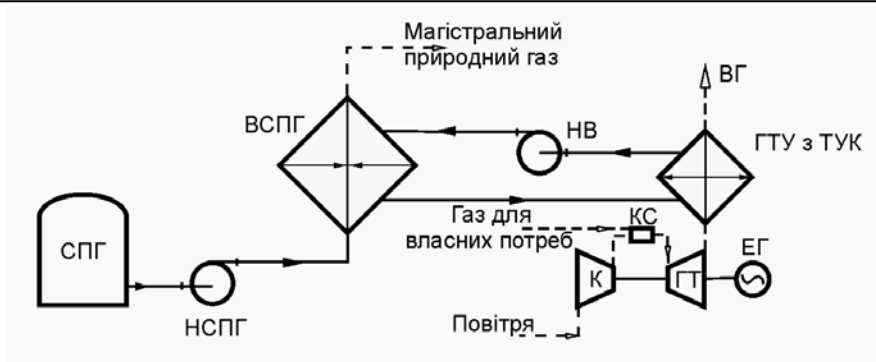


Рисунок 7 – Принципова схема регазифікаційної установки ГТУ з ТУК

На рис. 8 представлено варіант електростанції, що працює за циклом Ренкіна. В паротурбінній установці (ПТУ) головний конденсатор виконує роль нагрівника водяного контуру, що забезпечує випаровування СПГ. Отже, холод, отриманий після регазифікації газу, утилізується як охолоджувач відпрацьованої пари та повітрям завдяки градирні (теплообмінника нагріву).

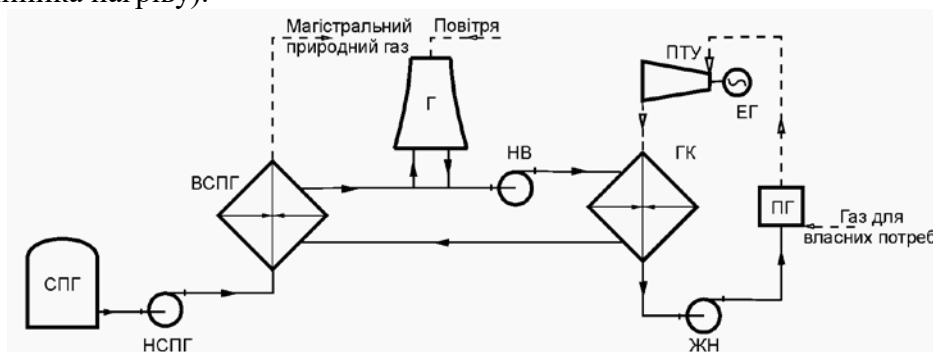


Рисунок 8 – Принципова схема регазифікаційної установки з ПТУ

Прикладом одночасного використання двох чи більше видів випарників є СПГ-термінал Індії, Дахедж (рис. 9), на якому одночасно виробляється електроенергія за допомогою ГТУ з ТУК. Для нагріву СПГ застосовуються два види випарників: трубчаті та закритого типу, які використовують теплоту згорання природного газу. Завдяки утилізації холоду СПГ в контурі з теплообмінником закритого типу зменшуються викиди у навколишнє середовище ГТУ та споживання природного газу для регазифікації скрапленого газу, що підвищує загальну економічність установки.

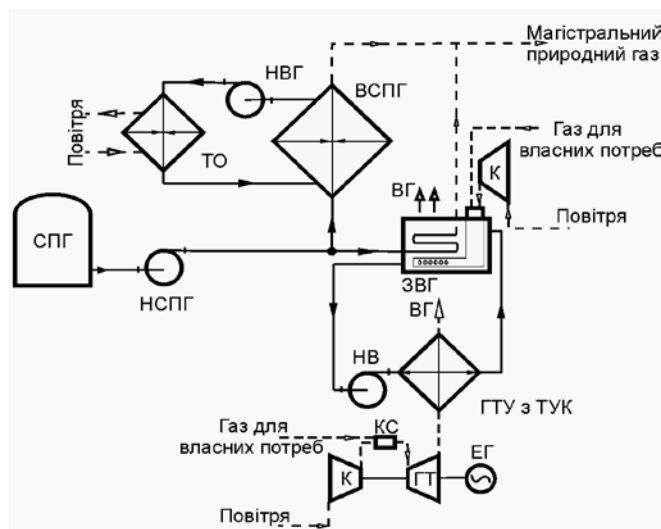


Рисунок 9 – Принципова схема регазифікаційної установки з двома випарниками

Альтернативним варіантом зменшення собівартості магістрального газу при зменшенні експлуатаційних витрат є використання різних видів випарників для регазифікації скрапленого природного газу (рис. 10). Це обумовлено тим, що кожний з існуючих випарників має власні недоліки пов'язані або з великими капітальними витратами, або з витратами при експлуатації. Тому при комбінованому використанні декількох видів можна досягти оптимальної вартості регазифікаційного процесу.

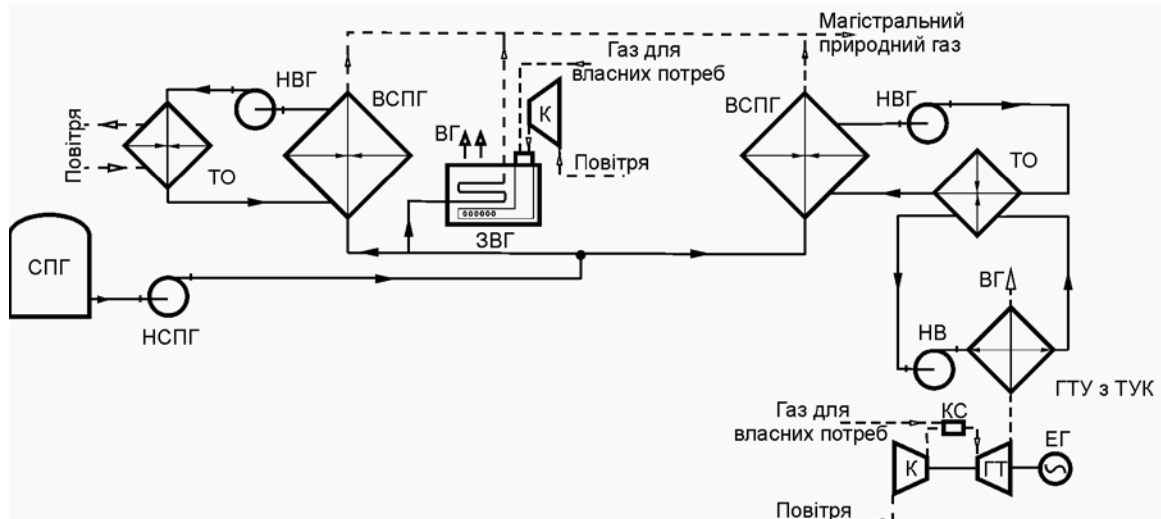


Рисунок 10 – Принципова схема регазифікаційної установки з трьома випарниками

**Висновки.** Аналіз існуючих літературних джерел, матеріалів конференцій вказує на різноманітність варіантів схемних рішень регазифікаційних установок, що відрізняються складом енергетичного обладнання та тепловою економічністю. Максимально ефективними очевидно будуть варіанти з виробленням додаткової електроенергії. Доцільність використання того чи іншого варіанту комплектації потребує подальшого, більш детального дослідження з використанням методів імітаційного математичного моделювання процесів побудови та функціонування СПГ-терміналів. В якості альтернативних варіантів регазифікаційних установок можуть виступити багатоконтурні схеми. Вибір оптимального складу схем регазифікації СПГ нових приймальних терміналів повинен базуватися на дослідженні техніко-економічних показників устаткування.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Тру Уоррен. Сжиженный фактор кардинально меняет рынок газа [Электронный ресурс] / Уоррен Тру; [пер. з англ. Д. Казакова] // Oil&Gas Journal, 7 March, 2011 – №5 – pp. 100-109. – Режим доступу до журн.: <http://www.ogj.ru/articles/2011/05/1>.
2. Энциклопедия газовой промышленности / [пер. с франц. ; ред. пер. Баниев К.С]. – 4-изд. – М. : «ТВАНТ», 1994. – 884 с.
3. Лавренченко Г. К. Криогенные комплексы производства и отгрузки СПГ, его приема, хранения и регазификации в системе международной торговли / Г. К. Лавренченко, А.В. Копытин // Технические газы. – 2010. – №3. – С. 2-19.
4. Бондаренко Н. С. Использование криогенной энергии сжиженного природного газа при регазификации [Электронный ресурс] : материалы V міжнародної науково-технічної конференції [«Суднова енергетика: стан та проблеми»], (Миколаїв, 10-11 лист. 2011 р.). – Режим доступу: <http://conference.nuos.edu.ua/catalog/files/lectures/11840.pdf>.
5. Eisentrout Brian. Study focuses on six LNG regasification system [Electronic resource] / B. Eisentrout, S. Wintercorn, B. Weber // LNG journal, July-August, 2006. – Access mode: <http://www.cbi.com/imagesuploadstetchnical/articlesLNGjournaljulAug06.pdf>.
6. Baudat Ned. Ambient air vaporization [Electronic resource] : Conference Zeus development corp [«LNG Moving Offshore»], (September 9, 2004). – Access mode: <http://www.lngexpress.com/mlomlopresNedBaudat.pdf>.

## **ЗМЕНШЕННЯ ВТРАТ ПРИРОДНОГО ГАЗУ ШЛЯХОМ МОДЕРНІЗАЦІЇ УЩІЛЬНЕНЬ ЗАПІРНОЇ АРМАТУРИ НА КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЯХ МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВОДІВ**

*Ярема І.Т., Колиб'як П.В., Наконечний Ю.І., Антонов А.М.,*  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(Україна)

На технологічних лініях компресорних станцій (КС) магістральних газопроводів України використовується велика кількість кульових кранів від Ду-50 до Ду-200 виробництва фірми «Грове» (Італія), «Бітгер» (ФРН), «Пленті» (Англія), «Тяжпромарматура» (Росія) та інші. Термін експлуатації таких кранів на деяких КС магістральних газопроводів України становить 25 і більше років. Причиною виходу з ладу пластмасових ущільнень кульового затвору є ерозійне зношування та пошкодження робочої поверхні при попаданні в зону контакту абразиву та інших твердих механічних частинок. Підвищення ефективності ущільнень кульових кранів досягається через удосконалення конструкцій та використання сучасних полімерних і полімеркомпозиційних матеріалів.

Одним із найвідповідальним і в той же час ненадійним вузлом запірної арматури є ущільнення поворотного штоку. Існуючі традиційні матеріали та конструкції, що в даний час застосовуються для їх виготовлення (сальникові набивки, гумові кільця), незважаючи на цілий ряд переваг, у багатьох випадках не забезпечують достатньої герметичності та надійності роботи арматури. Авторами розроблена нова конструкція пластмасового ущільнення штоку, що дозволяє в залежності від умов роботи змінювати жорсткість набору ущільнень і тим самим досягати оптимального питомого радіального зусилля на шток та корпус крана і забезпечити герметичність вузла. При монтажі ущільнення встановлюється з незначним попереднім натягом по штоку для забезпечення в процесі роботи рівномірного зношування робочих поверхонь. Зміна форми поперечного перерізу з шевронного на півкруглий відкриває нові можливості установки і використання ущільнення, розширює діапазон роботи при різних тисках робочого середовища.

В деяких кульових кранах, як імпортного так і вітчизняного виробництва, втрата герметичності та витоки газу відбуваються через пошкодження ущільнень фланців. Проблема загострюється ще й через те, що для зняття крана і його подальшого ремонту необхідно повністю зупинити роботу компресорної станції. Пропуски газу через шпилькові з'єднання та фланці кранів приводять до суттєвих втрат газу, погіршення екологічної ситуації та пожежної безпеки на прилеглої до місця експлуатації території КС. Авторами розроблена наступна технологія: в кільцевий зазор між шпилькою та фланцем крана встановлюється ущільнюоче кільце, виготовлене з композиційного полімерного матеріалу та натискна металева втулка відповідних розмірів. При затягуванні штатної гайки шпильки натискна металева втулка тисне на ущільнюоче кільце, полімерний матеріал якого за рахунок поперечних та осьових деформацій заповнює і ущільнює всі зазори в замкнутому просторі між шпилькою, корпусом, фланцем та натискною втулкою. В результаті таких пластичних деформацій полімерних втулок забезпечується герметичність цієї конкретної шпильки. Суттєвою перевагою такого запропонованого способу є те, що процес герметизації шпилькового з'єднання можна здійснювати безпосередньо під час роботи станції не стравлюючи газу з корпусу крана і не знижуючи тиск газу в газопроводі.

**СЕКЦІЯ 8:**  
**БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ**

## КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ШУМОВОГО РЕЖИМА ГОРОДА ХАРЬКОВА

*Абракитов В.Э., Абракитова Н.В.,*

Харьковская национальная академия городского хозяйства (Украина),

*Селиванов С.Е.,*

Херсонская государственная морская академия

(Украина)

При исследовании шумового режима различных объектов городского хозяйства, где человек подвергается воздействию шума, при исследовании путей оптимизации акустических условий на городских территориях, при разработке шумозащитных мероприятий, определении их эффективности и др. крайне важно иметь информацию о количественных и качественных характеристиках акустических процессов, которые происходят при этом.

Величина шумового загрязнения, распределённого по территории города, значительно колеблется от точки к точке. Одна из главных задач, которые возникают перед градостроителями в проектной практике, заключается в том, чтобы предусмотреть зоны влияния будущих источников шума, предвидеть шумовой режим жилой застройки и реализовать конкретные решения в этой области.

Полученные данные, которые характеризуют основные источники города, позволяют составить карту источников городского шума. На карту наносят в условных обозначениях основные источники и указывают их эквивалентные уровни шума в дБА.

Нашим личным вкладом в решение проблемы борьбы с шумом явились исследования шума в г. Харькове и др. городах [1, 2]. Наше собственное исследование проводилось с использованием аппаратных и программных средств, подробно описанных в монографиях [3, 4] и защищённых патентом Украины [5].

Изыскания по построению карт шума, в соответствии с общепринятой практикой геоинформационных исследований делились на два последовательных этапа - полевой (натурные измерения акустических параметров) и камеральный (обработка полученных результатов, построение карт шума) - (рис. 1).

На первом этапе использовались переносные приборы – шумомер и карманный персональный компьютер (КПК), а также программное обеспечение ArcPad 10. Исследователь выдвигался в контрольную точку на местности, включал GPS-приёмник КПК и по сигналам со спутника осуществлял GPS-навигацию. Точные данные о местонахождении внутри КПК автоматически передавались в программу ArcPad для PocketPC.

На рис. 2 приведена карта шума исследуемого района, характеризующая распределение уровней звука (в дневное время), выраженных в дБА.

Данные вносились в специально созданный шейп-файл. Фиксация самих контрольных точек и их привязка к местности требуют минимального участия человека.

Проделав необходимые измерения, переходим к камеральному этапу исследований и переносим данные в настольный компьютер.

Создание карт шума позволяет осуществлять мониторинг акустического загрязнения окружающей среды, изучить закономерности распространения шума в городской застройке, корректировать проектные решения и т.п.

В работе рассмотрена методология создания карт шума населенных мест с использованием прикладного программного обеспечения ArcGis. В качестве территории, подлежащей исследованию, был избран густонаселенный район в центральной части г. Харькова. На базе непосредственных натурных измерений созданы карты шума: общая, построена по показателю: уровень звука, дБА; и карты спектрального анализа шума, построены по показателю уровень звукового давления, дБ в октавных полосах частот со

среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц.

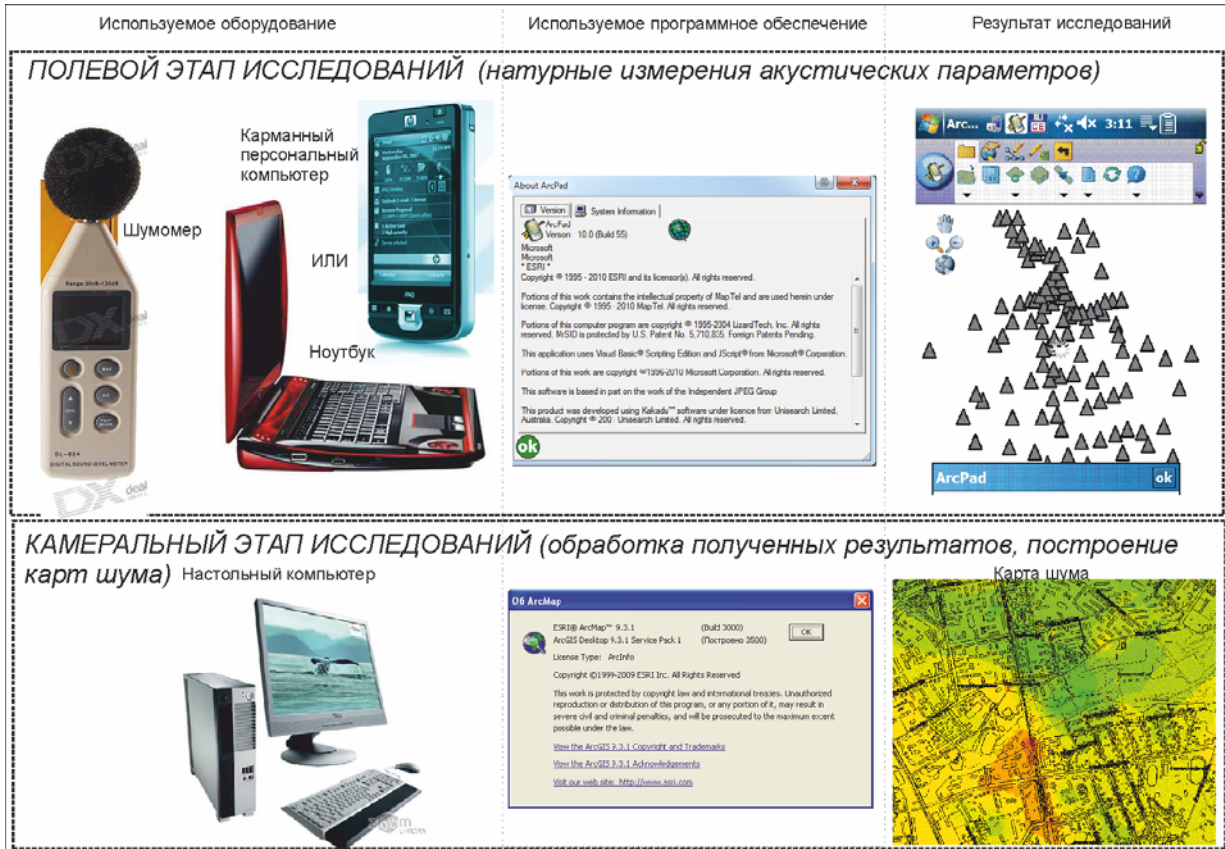


Рисунок 2 – Принципиальная схема проведения измерений

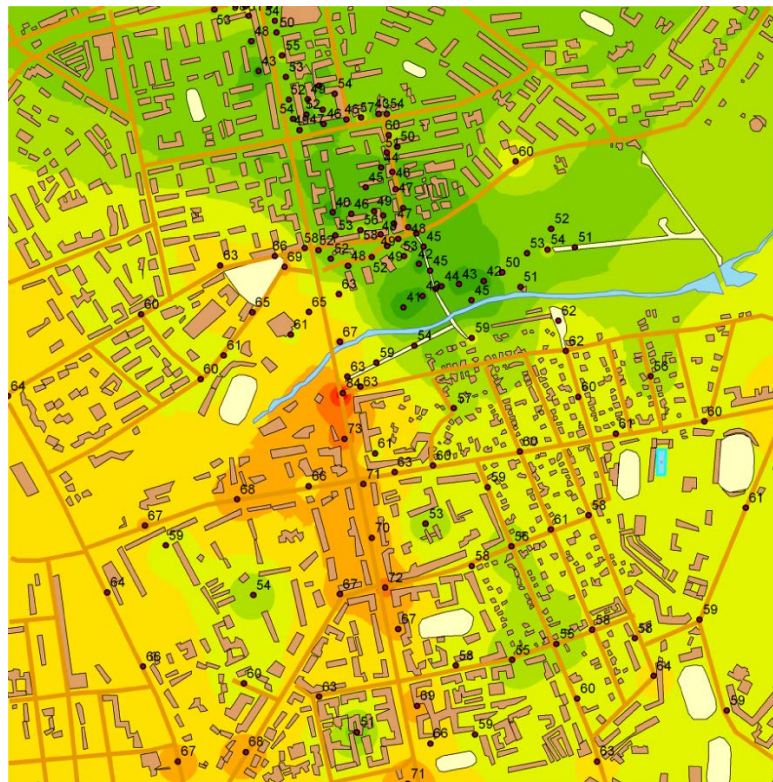


Рисунок 2 – Конечный результат исследований - карта шума исследуемого района (построено по показателю: уровень звука, дБА)

Зелёным цветом на картах шума выделены зоны акустического комфорта, жёлтым – приемлемые, граничащие с превышением уровней над нормативными; красным

цветом обозначены зоны с заведомо недопустимыми уровнями.

Процесс натуральных измерений шума очень лёгок во всех отношениях – характеризуется крайне низкой трудоёмкостью и очень высокой степенью автоматизации, требует наличия приборов крайне малой массы и размеров (вес современных шумомеров и КПК измеряется в граммах), и выдвигает невысокие требования к производителю измерений: (лаборант может иметь неполное среднее образование и должен лишь быть обучен обращению с КПК и шумомером).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абракітов В. Е. Натурные исследования шумового режима на территории г. Киева / В. Е. Абракітов, О. Ю. Нікітченко // Науковий вісник будівництва. – Х. : ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2011. – Вип. 62. – С. 267-273.
2. Абракітов В. Е. Картографування шумового режиму центральної частини м. Донецьк / В. Е. Абракітов, О. Ю. Нікітченко // Строительство, материаловедение, машиностроение : Научн.-техн. сб. – Дн.-ск, ПГАСА, 2011. – Вип. 62. – С. 10-14.
3. Абракітов В. Е. Картографування шумового режиму центральної частини міста Харкова : монографія. / В. Е. Абракітов; Харьк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х. : ХНАМГ, 2010. – 266 с.
4. Абракітов В. Е. Моделювання в акустиці : монографія / В. Е. Абракітов; Харьк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х. : ХНАМГ, 2011. – 227 с.
5. Пат. 51229 Україна, МПК04В 1/82. Спосіб ослаблення інтенсивності звукових хвиль / В. Е. Абракітов – Опубл. 12.07.2010, Бюл. № 13.
6. Абракітов В. Э. Экспериментальные исследования шумового режима в Салтовском жилом массиве г. Харькова/ В. Э. Абракітов // Комунальне господарство міст. – Х. : ХНАМГ, 2011. – Вип. № 99. – С. 71-75.
7. Абракітов В. Э. Методологическая основа составления карты шума г. Харькова. / В. Э. Абракітов // Науковий вісник будівництва. – Х. : ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2009. – Вип. № 55. – С. 279-284.
8. Абракітов В. Э. Натурные исследования шума г. Харькова. / В. Э. Абракітов. – Х. : Парус, 2008. – 68 с.
9. Абракітов В. Е. Шумовий режим центральної частини м. Київ в районі вулиці Хрещатик / В. Е. Абракітов // Безпека життєдіяльності людини як умова сталого розвитку сучасного суспільства : матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції: Науково-техн. збірник. – К. : Основа, 2011. – С. 231-237.



## ПІДГОТОВКА КУРСАНТІВ ДО ПРОВЕДЕННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ

*Аветісян В.Г.,*

Національний університет цивільного захисту України  
(Україна, м. Харків)

**Вступ.** Розширення завдань оперативно-рятувальної служби потребує відповідної підготовки підрозділів. Особливість полягає в тому, що надзвичайні ситуації трапляються щодня тому реагування на них повинно бути своєчасним та ефективним. Цього можна досягти тільки при комплексному підході, який передбачає: зміну структури підрозділів, відповідне їхнє оснащення та підготовку особового складу. Підготовку курсантів до проведення аварійно-рятувальних робіт здійснюють навчальні заклади МНС України зокрема факультет оперативно-рятувальних сил НУЦЗУ. Процес підготовки потребує певних змін, а для цього потрібно:

- визначити узгодити та законодавчо закріпити напрямки підготовки;
- організувати навчання таким чином, щоб випускник мав змогу користуватися отриманими знаннями одразу після випуску, а не затрачував певний час на придбання практичних навичок.

**Актуальність дослідження.** На сьогоднішній день підготовка курсантів до проведення аварійно-рятувальних робіт мало чим відрізняється від підготовки яка відбувалася 10-20 років тому, як по формі так і по змісту [1]. Основними видами занять залишаються лекції та практичні заняття, які за відсутності відповідної матеріальної бази проводяться у класі. Такий підхід дає курсантам теоретичну базу для подальшого розвитку, який проходить вже на практичній роботі але враховуючи різноманітність надзвичайних ситуацій та їхню непередбачуваність такий підхід занадто ризикований. Має місце тенденція зменшення часу який відводиться на вивчення спеціальних дисциплін, що не дає курсантам змогу твердо засвоїти отримані знання. Таке положення приводить до того, що в підрозділах знизився рівень професійної підготовки пожежних-рятувальників. Крім того відсутність фахівців «вузької» спеціалізації наприклад водолазів, висотників, кінологів та ін. зменшують тактичні можливості підрозділів. У теперішній час немає законодавчо закріпленого переліку надзвичайних ситуацій за ліквідацію яких відповідають підрозділи МНС, а в яких випадках вони надають допомогу іншим рятувальним службам. Це призводить до не визначеності конкретних напрямків підготовки особового складу.

**Постановка питання та його вирішення.** Основною проблемою є визначення напрямків підготовки особового складу та підвищення її якості.

Рішення цієї проблеми можливе наступними напрямками:

- визначення видів надзвичайних ситуацій за ліквідацію яких несуть відповідальність підрозділи МНС, у яких видах надзвичайних ситуацій вони надають допомогу іншим службам на законодавчому рівні конкретизація цих напрямків у підзаконних актах (накази; статuti; настанови; інструкції та ін.);
- відповідно до визначених видів визначити напрямки підготовки;
- відповідно до вибраних напрямків створити систему підготовки фахівців рятувальної справи всіх рівнів;
- розподілити напрямки підготовки між вищими навчальними закладами МНС України та привести її у відповідність.

Основними надзвичайними ситуаціями ліквідація наслідків яких може бути покладена на підрозділи МНС слід вважати:

- НС природного характеру такі як: землетруси; повені та підтоплення; урагани та буревії; зсуви ґрунту; лісові та степові пожежі;
- НС техногенного характеру: пожежі (наземні та підземні окрім шахт та

копалень); аварії пов'язані з вибухом небезпечних хімічних речовин; рятування людей при транспортних аваріях (ДТП; залізничний транспорт; водний; повітряний та трубопровідний) [2].

Для успішного рішення завдань по проведенню рятувальних робіт особовий склад пожежно – рятувальних підрозділів (як пожежні, так і керівники робіт) повинен пройти спеціальну підготовку. У результаті її він повинен навчитися оцінювати можливість руйнувань конструкцій будинків і споруджень, знати правила й порядок порятунку людей із завалів (технологію пошуку потерпілих у завалах, порядок їхньої розробки, способи проникнення в завали та ін. ), прийоми роботи зі спеціальним устаткуванням і спорядженням, засобами малої механізації. Для цього в пожежному підрозділі повинні бути підготовлені такі фахівці, як оператори для роботи з судинами які знаходяться під високим тиском (ПРП, компресори й т.д.), електрогазоварювальні підрильники, стропальники такелажники та ін.

Основну увагу при підготовці особового складу варто приділяти технічній підготовці та удосконаленню тактичних прийомів використання наявного на озброєнні устаткування. Підготовка повинна проводитися з урахуванням особливостей розвитку й гасіння пожежі, характеру завдань, які доводиться виконувати особовому складу при гасінні пожеж, руйнуванні будівель та ін.

У процесі підготовки особового складу, що буде виступати в ролі керівника рятувальних робіт, належну увагу необхідно приділити умінню тактично мислити та організовувати роботу підлеглих підрозділів із застосуванням засобів механізації.

При цьому рекомендується при підготовці керівного складу:

– на початковому етапі створювати прості ситуації, які не вимагають виконання багато етапних дій і прийняття складних рішень. Керівник занят перед кожним застосуванням указує, що потрібно зробити, для чого це потрібно і як це потрібно зробити. При цьому пропонувані до виконання операції повинні поступово ускладнюватися;

– надалі тим, яких навчають, пропонується самостійно приймати рішення на використання різноманітного обладнання. При цьому спочатку прості ситуації повинні поступово ускладнюватися до таких, які вже вимагають прийняття багатоходових рішень. Наприклад, вибір типу обладнання для підйому конструкції, маса якої визначена візуально, підйом конструкції з використанням декількох типів засобів механізації, підйом конструкції й витяг з-під її «постраждалого» та ін.

– надалі керівникам пропонується виконання всього комплексу рятувальних робіт з пошуку, деблокування, витягу й транспортування «потерпілих». При цьому повинні використовуватися всі наявні в підрозділі сили й засоби, поступово умови виконання повинні ускладнюватися (нічний час, обмежена кількість сил і засобів, збільшення обсягу розроблювального завалу та ін. ).

У результаті такої підготовки керівний склад здобуває теоретичні знання і практичні навички керування силами й засобами, застосування різних способів і прийомів проведення робіт по порятунку людей.

Підготовку до проведення аварійно рятувальних робіт курсанти університету проходять на кафедрі «Пожежної тактики й аварійно-рятувальних робіт» при вивченні дисципліни «Організація аварійно-рятувальних робіт». Метою даної дисципліни є вивчення основ організації, і тактики проведення рятувальних робіт при ліквідації різних надзвичайних ситуацій (НС). Підготовка курсантів ведеться по трьох напрямках 1. Вироблення в курсантів стійкості при проведенні рятувальних робіт в екстремальних умовах, уміння швидко адаптуватися до роботи в зоні ЧС; 2. Вироблення в курсантів уміння й навичок використання технічних засобів ведення рятувальних робіт; 3. Вироблення вмінь і навичок керування підлеглими підрозділами при проведенні рятувальних робіт у різних умовах. Дисципліна читається на 3, 4, і 5 курсах і складається з 6 розділів, у яких послідовно вивчаються:

– теоретичні аспекти організації аварійно рятувальних робіт, такі як правила проведення розвідки зони ЧС, правила надання невідкладної допомоги постраждалої, прийоми й способи транспортування потерпілих й ін.;

– питання організації аварійно рятувальних робіт при різних аваріях зокрема: при руйнуванні будинків і споруджень, при викиді небезпечних хімічних речовин, в умовах радіоактивного випромінювання, при аваріях на транспорті, рятування на воді.

– питання підготовки підрозділів до дій в умовах НС техногенного й природного характеру.

Засвоєння знань курсантами по кожній темі проходить у три етапи:

Перший етап інформаційний, завдання цього етапу одержання знань на лекції по даній темі;

Другий етап закріплення отриманих знань, завдання цього етапу перевірка рівня засвоєння курсантами даної теми;

Третій етап застосування отриманих знань у ході практичного виконання аварійно - рятувальних робіт, завдання цього закріпити знання й прищепити навички курсантам застосування отриманих знань [3].

Вищою формою закріплення знань курсантів є підсумкові тактичні навчання, які проводяться з курсантами 4 курсу щорічно разом з гарнізоном й іншими рятувальними службами на спеціальному полігоні в обстановці яка максимально наближена до реальної.

**Висновок.** Такий підхід дозволяє більш ефективно готувати фахівців до ліквідації наслідків НС. Створити правове поле для діяльності рятувальників під час проведення аварійно-рятувальних робіт. Також надасть можливість випускникам ВУЗів МНС ефективно навчати підлеглих діям по ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Ключ П. П., Палюх В. Г. Тактична підготовка особового складу ний охорони. – Харків : Основа, 1995. – 266 с.
2. Шойгу С. К. й ін. Підручник рятувальника. – М. : МНС Росії, 1997. – 519 с.
3. Стрілець В. М. Імітаційне моделювання аварійно рятувальних робіт // Системи обробки інформації : сб. науч. тр. – Харків : НАНУ, ПАНИ, ХВУ, 1999. – Вып. 2 (6). – С. 78-82.

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ

*Андронов В.А.,*

Национальный университет гражданской защиты Украины  
(Украина, г. Харьков)

Синтетические органические полимеры в современной жизни человека приобретают все большее значение. Масштабы их применения во всех областях нарастают с огромной скоростью, прежде всего потому, что стоимость их производства на сегодняшний день значительно меньше стоимости природных материалов. Несмотря на то, что синтетические органические полимеры горючи по определению, их внедрение в область пожарной безопасности и огнезащиты различного назначения развивается очень бурно и в мире и в Украине.

Как показала практика использования огнезащитных покрытий в Украине на протяжении последних 10-15 лет, покрытия на основе синтетических органических полимеров – это одно из наиболее эффективных средств защиты строительных конструкций от пожаров и связанных с ними чрезвычайных ситуаций.

Гарантийный срок службы или долговечность огнезащитного покрытия в условиях эксплуатации напрямую связан со сроком эксплуатации самих зданий и сооружений. В связи с тем, что сроки эксплуатации строительных конструкций исчисляются десятками лет, возникает вопрос сохранения эффекта огнезащиты покрытий в процессе длительной эксплуатации. Отечественные и зарубежные производители, указывая срок службы материала в технических условиях, чаще всего «завышают» этот показатель. Проверить же при сертификации в Украине правдоподобность этих данных не представляется возможным. И здесь можно назвать несколько причин. Во-первых, в Украине до сих пор не существует нормативный документ для единой оценки продолжительности сохранения полимерным покрытием огнезащитной эффективности. Во-вторых, проведение экспериментальных испытаний, которые учитывали бы все факторы внешнего воздействия, а также их интенсивность во время эксплуатации покрытия – это дорогостоящее исследование, требующее значительных временных затрат. И, в-третьих, для проведения эксперимента необходимы четкие и однозначные рецептуры исследуемых материалов, которые очень часто скрываются, особенно зарубежными разработчиками.

Таким образом, можно считать, что современные огнезащитные полимерные материалы, применяемые в Украине, с точки зрения их долговечности используются «вслепую». На наш взгляд, когда речь идет о жизни и здоровье людей, такой «безответственный» подход неприемлем.

Поэтому актуальной задачей является создание национального украинского нормативного документа для единой комплексной оценки продолжительности сохранения полимерным покрытием огнезащитной эффективности, который должен быть основан на комплексном общем подходе к процессам, протекающим с покрытием в процессе эксплуатации. Сложность заключается в том, что общее свойство у рассматриваемого класса огнезащитных покрытий только одно – они созданы на основе полимеров. Механизмы и химизмы огнезащитного действия в разных покрытиях принципиально различные. В связи с этим существуют трудногорючие, трудновоспламеняемые, самозатухающие, теплостойкие, интумисцентные или вспучивающиеся огнезащитные полимерные покрытия, существенно отличающиеся друг от друга химической природой соединений, обеспечивающих огнезащитное действие. Как правило, композиция для покрытия, кроме полимерного связующего и отвердителя, содержит различные химические соединения (замедлители горения или антипирены), а также твердые дисперсные фракции различной формы (наполнители), которые в свою очередь могут иметь антипирирующий эффект.

В отличие от долговечности пластмасс, резин и других конструкционных материалов долговечность полимерного покрытия в большинстве случаев характеризуется не только изменением свойств и состояния полимерного (органического) слоя, но и состоянием подложки, которое обычно оценивается по степени развития коррозионного процесса на подложке или по изменению адгезионных характеристик покрытия.

Опираясь на результаты экспериментов, проведенных отечественными и зарубежными исследователями, можно выделить основные процессы, приводящие к потере покрытиями огнезащитных и других характеристик в процессе эксплуатации:

– химические процессы в покрытии, в том числе на поверхности наполнителей, являющиеся результатом диффузии внешних реагентов (воды, кислорода, активных газов, растворов кислот, оснований, солей) и активизирующих их факторов (солнечное излучение, температура и др.);

– фотохимические процессы в покрытии, протекающие под воздействием солнечного излучения и тепла;

– физико-химические процессы в покрытии, приводящие к структурным изменениям за счет активации сегментальной подвижности полимерных цепей солнечным излучением и температурой;

– электрохимические процессы, протекающие в зоне адгезионного контакта (в случае металлической или железобетонной подложки);

– биохимические процессы, являющиеся результатом биологического повреждения (грибами, бактериями или продуктами их жизнедеятельности) компонентов покрытия.

Однако, в большинстве случаев, к уменьшению огнезащитной эффективности полимерных покрытий приводит одновременное протекание нескольких видов процессов. Это значительно осложняет задачу оценки долговечности огнезащитного полимерного покрытия.

Таким образом, можно утверждать, что долговечность и сроки службы огнезащитных полимерных покрытий в процессе эксплуатации будут определяться следующими тремя видами процессов:

1) процессами в полимерной матрице с потерей технологических, прочностных и других эксплуатационных свойств;

2) процессами с участием антипиренов и веществ, обеспечивающих огнезащитную эффективность с потерей огнезащитных свойств;

3) процессами в зоне адгезионного контакта с потерей адгезионно-прочностных свойств.

Для определения сроков службы и долговечности огнезащитных полимерных покрытий используются два независимых подхода: ускоренные климатические испытания [1, 2] и испытания в условиях эксплуатации (натурные). В связи с трудоемкостью, дороговизной и большими временными затратами проведения натуральных испытаний, на практике часто используются ускоренные испытания в климатических камерах, моделирующих условия, приближенные к реальным условиям эксплуатации. На основе экспериментальных данных определяется скорость уменьшения огнезащитных характеристик и экстраполяцией на шкалу времени находится предельный срок, когда покрытие полностью теряет огнезащитную эффективность. Алгоритм испытаний обычно основан на определении изменения огнезащитных характеристик во время экспозиции образцов в определенных условиях эксплуатации. При этом не учитывается интенсивность и механизмы воздействия внешних реагентов и факторов. Для учета всех факторов, влияющих на интенсивность уменьшения сроков службы покрытия (разрушения) необходимо методом ускоренных испытаний установить реальное состояние вышедшего из строя покрытия, а также ввести допущение, что относительные скорости разрушения при ускоренных испытаниях и при испытаниях в натуральных условиях совпадают.

---

Эти граничные условия дают возможность рассчитать длительность эксплуатации покрытия  $\tau$  в зависимости от нескольких факторов:

$$\tau = \frac{\tau_o \cdot \omega^{-\alpha}}{H} \cdot e^{U/T},$$

где  $\tau_o$  – «индуктивный период» эксплуатации покрытия, в течение которого изменение огнезащитных и других свойств незначительно;  $\alpha$  и  $U$  – константы для данного покрытия, зависящие от химической природы полимера и антипиренов, условий эксплуатации, природы подложки и др.;  $\omega$  – относительная влажность воздуха;  $H$  – доза коротковолнового излучения ( $\lambda < 400$ );  $T$  – температура.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р12. 3. 047 - 98 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля».
2. ГОСТ 9.401 – 91 ЕСЗКС «Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов».

## СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ВЫПОЛНЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ И РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

*Беликов А.С., Чаплыгин А.С.,*

ГВуз «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры»  
(Украина, г. Днепропетровск)

*Голендер В.А.,*

НППИТ (Украина, г. Харьков)

**Вступление.** Статистические данные Министерства чрезвычайных ситуаций (МЧС) Украины позволяют утверждать, что сравнительно велика тенденция роста показателей возникновения ЧС в Украине. Особо высок риск проявления различных ЧС в промышленных регионах Украины. При этом не редки случаи, когда погибают люди, в том числе и дети.

Проведенный анализ возникновения экстремальных ситуаций в Украине показывает, что ЧС в первую очередь связаны с грубыми нарушениями технологии производственных процессов, технологии строительства и эксплуатации объектов и систем обеспечения жизнедеятельности, нарушениями экологического равновесия в среде обитания, что неизбежно создает предаварийную ситуацию по вине деятельности Человека.

Одной из также существенных причин возникновения ЧС в Украине является физический износ технологического оборудования, используемого в различных сферах деятельности людей. Согласно данных ООН, членом которой является и Украина, физический износ машин и оборудования, зданий и сооружений на сегодняшний день у нас достиг величины порядка 80%.

**Актуальность.** В связи с этим, обеспечение безаварийной безопасной жизнедеятельности населения Украины является одной из актуальнейших задач национальной безопасности государства. Для ее решения необходимо постоянно, в государственных масштабах технически и технологически обновлять состояние техники, обеспечивающей безопасность жизнедеятельности, охрану труда населения, а так же создавать и содержать в готовности соответствующие специальные подразделения и службы, сопричастные к безопасному выполнению ремонтно-восстановительных (РВР) и аварийно-спасательных (АСР) работ особенно в экстремальных ситуациях.

**Постановка задачи.** Предупреждение ЧС, их локализация, ликвидация, а также ликвидация последствий являются актуальными вопросами современности, которые следует законодательно формулировать на государственном уровне, а их решение следует возлагать на силы и средства подразделений МЧС, а так же на специализированные организации, которые призваны выполнять ремонтно-восстановительные работы.

В основе локализации, ликвидации ЧС и их последствий заложен комплекс мер, осуществляемых как заблаговременно, так и в период проведения АСР и РВР, которые, в свою очередь, направлены на выполнение следующих мероприятий:

- создание специальных спасательных и специальных строительных подразделений, их подготовку, оснащение необходимой техникой, а так же разработка тактико-технического обеспечения к ней;
- совершенствование единой системы оповещения и связи;
- организация и выполнение АСР на месте ЧС, связанные со спасением терпящих бедствие людей, оказанием помощи пострадавшим, сохранением материальных ценностей и с ликвидацией последствий ЧС (проведение РВР и других видов работ).

Важно отметить и то, что в любых экстремальных условиях, первоочередными задачами проведения аварийно-спасательных работ является обеспечение безопасности и

спасаемых, и спасателей, а так же создание условий для возможности оперативного оказания доврачебной помощи пострадавшим.

Сама система мер оказания помощи людям, терпящим бедствие в зоне ЧС, предполагает организацию специальных спасательных, медицинских, технических и охранных подразделений; их оперативную доставку к месту проведения АСР; соответствующее оснащение этих подразделений необходимой техникой и оборудованием.

Кроме того, здесь немаловажной является задача разработки тактико-технического обеспечения для руководителей работ, необходимого для принятия оптимальных решений и рационального проведения АСР и РВР в экстремальных условиях.

Как показывает опыт, большая часть аварий и чрезвычайных происшествий происходит в зданиях и сооружениях. К тому же, из служебных информативных источников известно, что наиболее сложными ЧС являются те, которые связаны с разрушениями зданий и сооружений (осложнение проведения АСР экстремальными условиями, трудоемкость проведения РВР). Первопричины этих разрушений могут быть разными, вместе с тем от них непосредственно зависят масштабность ЧС, их последствия, сложность и объем выполняемых работ.

Одним из главных факторов, который обеспечивает успех достижения положительных результатов ведения АСР и РВР, является фактор снижения потерь времени. С ним связывают такие виды работ:

- профилактическая работа по обслуживанию охраняемых объектов;
- оперативность прибытия и развертывания аварийно-спасательных подразделений на месте возникновения ЧС;
- применение специального спасательного оборудования, которое оперативно должно быть развернуто и задействовано;
- создание тактико-технического обеспечения к использованию отдельных единиц аварийно-спасательной и ремонтно-восстановительной техники, укомплектования ими аварийно-спасательных комплексов (АСК), прибывающих в зону ЧС.

Результаты исследований. Проведенный нами анализ ликвидации разного рода экстремальных ситуаций, произошедших в Украине в последние годы, показал, что еще не в достаточной мере решены вопросы, связанные с оперативным прибытием в зону ЧС специальных подразделений, их рационального оснащения ремонтно-восстановительной и аварийно-спасательной техникой, а так же тактико-техническим обеспечением к ней. А это затрудняет, а иногда и препятствует безопасному ведению АСР и РВР.

Сократить время проведения АСР и РВР, обеспечив безопасность и спасаемым и спасателям, оказавшимся в зоне обрушенных зданий и сооружений, на наш взгляд, можно за счет решения следующих задач:

- проведение заблаговременного обслуживания зданий и сооружений, которое профилактически должно осуществляться соответствующими специальными службами и подразделениями;
- разработка оптимальных маршрутов следования к потенциально опасным объектам;
- использование более скоростных и маневренных транспортных средств;
- создание ремонтно-восстановительных и аварийно-спасательных комплексов (АСК), рациональное их комплектование средствами механизации, оперативное и безопасное их применение;
- разработка тактико-технического обеспечения к использованию средств механизации, входящих в состав АСК;
- оценка масштабов разрушений, определение возможного снижения несущей способности конструкций;
- принятие заблаговременных мер к укреплению отдельных конструкций или зданий и сооружений в целом;



– использование бортовых персональных компьютеров (РС) для оперативного задействования тактико-технического обеспечения выполнения АСР и РВР.

Анализ источников, описывающих психофизическое состояние людей, находящихся в экстремальных условиях замкнутого пространства, показывает, что время высвобождения пострадавших из завалов при обычных условиях лежит в пределах до трех-четырёх суток. В экстремальных ситуациях при воздействии на людей обрушенных конструкций оно значительно сокращается. Это лишний раз подтверждает, что одним из важнейших факторов эффективного проведения АСР является время.

Безусловно, повышению производительности работ при разборке завалов и существенному сокращению времени, затрачиваемого на извлечение из них пострадавших, способствует применение средств механизации

Одним из недавних примеров является опыт создания в г. Харькове (Украина) аварийно-спасательного комплекса АСК и многофункционального комплекса АСК-МФ, эксплуатационные испытания, которых проводились в Харьковском гарнизоне пожарной охраны.

Первая из них смонтированы на базе шасси микроавтобуса «Газель» (ГАЗ-33023) и укомплектованы различными устройствами для тушения возгораний на ранних стадиях и для выполнения некоторых видов АСР.

Вторая же машина базируется на шасси автомобиля «Камаз 53213» и имеет значительно больший спектр возможного ее применения. Этот многофункциональный комплекс АСК-МФ может использоваться при локализации и ликвидации пожаров, дымоудалении, при проведении в зоне ЧС аварийно-спасательных и ремонтно-восстановительных работ значительных объемов, в том числе в разрушенных зданиях и сооружениях.

Однако до настоящего времени фактически мало уделялось внимания созданию тактико-технического обеспечения к его применению, а также научно не обосновано рациональное его оснащение средствами малой механизации для ведения АСР и РВР.

Кроме того, на тактико-технические особенности ведения ремонтно-восстановительных работ и АСР оказывают влияние также природно-климатические, гидрологические, геологические и другие факторы.

**Вывод.** Вопросы сокращения времени проведения АСР в разрушенных зданиях и сооружениях до сих пор есть актуальными. Не был осуществлен комплексный подход к вопросу снижения потерь времени на отдельных этапах проведения АСР и РВР, начиная с момента получения тревожного сообщения о ЧС вплоть до ликвидации ее последствий.

Выбор средств механизации для проведения специальных видов работ требует обоснованности их применения, которое осуществляться заблаговременно при разработке к ним тактико-технического обеспечения, с целью принятия, в дальнейшем, оперативных решений руководителем работ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сыровой В. В. Разведка пожара : учебное пособие. – Харьков: ХИПБ МВД Украины, 1995. – 59 с.
2. Касьян А. И. Теория принятия решений при проведении аварийно-спасательных работ / А. С. Беликов, А. И. Касьян, Г. Г. Капленко и др. // Строительство, материаловедение, машиностроение. – 2009. – Вып. 45. – С. 191-197.
3. Касьян А. И. Создание машины быстрого реагирования для работы в экстремальных условиях / Матеріали 7-ї науково-методичної конференції «Безпека життєдіяльності». – Харків, 2007. – С. 105-106.

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РОБІТ, МІНІМІЗАЦІЇ РИЗИКІВ НА РЕЖИМНІЙ ТЕРИТОРІЇ КОЛИШНЬОГО УРАНОВОГО ВИРОБНИЦТВА ВО «ПХЗ»

*Беліков А.С., Капля О.І., Пилипенко О.В., Капленко Г.Г.,*  
ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»  
(Україна)

**Вступ.** Співробітники служб фізичного захисту, охорони та режиму ДП «38 ВІТЧ», охороняють режимну територію колишнього уранового виробництва ВО «ПХЗ», на якій зберігаються різні радіаційно-небезпечні, хімічно-небезпечні, вибухо-небезпечні речовини, матеріали ядерно-паливного циклу, заражені металеві, чугунні та нержавіючі деталі, трубопроводи та багато інших матеріальних цінностей.

**Актуальність.** Основою для забезпечення безпеки робіт, мінімізації ризиків на режимній території колишнього уранового виробництва ВО «ПХЗ» є виконання основних принципів забезпечення радіаційної безпеки при практичній діяльності ДП «38 ВІТЧ».

**Постановка задачі.** Радіаційна безпека повинна забезпечуватися:

- проведенням комплексу заходів правового, організаційного, інженерно-технічного, санітарно-гігієнічного, психологічного, медико-профілактичного, агротехнічного, виховного та освітнього характеру;
- здійсненням органами державної влади та керування, суспільними об'єднаннями, іншими юридичними особами і громадянами заходів щодо дотримання правил, норм і нормативів в сфері радіаційної безпеки;
- інформуванням населення щодо радіаційної обстановки та заходів щодо забезпечення радіаційної безпеки;
- навчанням населення в сфері забезпечення радіаційної безпеки.

До технічних заходів відносять такі заходи які зменшують вірогідність потрапляння порушників та цивільного населення на територію південного, північного та інших промислових майданчиків, в умовах радіаційно-забруднених територій колишнього уранового виробництва ВО «ПХЗ», на яких знаходяться небезпечні або стратегічні підприємства, об'єкти, споруди, будівлі, хвостосховища, відвали тощо.

До організаційних заходів відносять підбір та роботу з кадрами, проведення планових (позапланових) інструктажів та перевірок документів, підвищення знань стосовно профілю та специфіки роботи тощо.

**Результати досліджень.** Для забезпечення безпеки робіт, мінімізації ризиків на хвостосховищах м. Дніпродзержинська, що є режимними територіями колишнього уранового виробництва ВО «ПХЗ» ДП «38 ВІТЧ» необхідно:

1. Провести оснащення технічними засобами для реєстрації гама-випромінювань. Використання індивідуальних дозиметрів дозволить визначати не абстрактні, а фактичні значення доз опромінення конкретної особи (від охоронця до начальника зміни та інших осіб з особового складу воєнізованого ДП «38 ВІТЧ»).
2. Створити інформаційну базу щодо сховищ (картки на сховища), що обслуговуються ДП «38 ВІТЧ».
3. Скласти єдиний реєстр радіоактивних відходів, що знаходяться в приповерхових сховищах, розташованих на території Південного та Північного промайданчиків по власній схемі або на прикладі вже існуючої схеми оцінки об'ємів та видів РАВ та ДІВ, що прийняті для захоронення або зберігання підприємством МСК УкрДО «Радон».
4. Проводити щорічний моніторинг території несення службових обов'язків співробітниками ДП «38 ВІТЧ».
5. Проводити моніторинг ґрунтів на території хвостосховищ для вчасного перешкоджання проникненню радіонуклідів в нижчі горизонти.

6. Провести укріплення стін, схилів та насипі сховищ для запобігання потрапляння РАВ та ДІВ до водоносних горизонтів за рахунок технічної групи захисних заходів (закладання полімерної плівки або бетонування периметру сховищ).

7. Впроваджувати заходи щодо зменшення впливу ДІВ (альфа, бета-випромінювання) при різних погодних умовах: використання засобів індивідуального захисту, зволоження дорожнього покриття, змивання радіоактивного пилу з одягу.

8. Перенести пости спостереження, якщо вони знаходяться в місцях з перевищенням допустимих доз опромінення.

Відповідно до Закону України «Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання» статті 3 службовці та населення мають право отримувати компенсації за перевищення установлених дозових границь випромінювання та шкоди, які причинені ув'язку з впливом іонізуючих випромінювань.

Для визначення категорій персоналу та населення необхідно:

а) згідно п. 5.2. ДБН В.1.4-2.01-97 ДП «38 ВІТЧ» створити власні пости та лабораторії радіаційного контролю. Служби радіаційного контролю та всі вимірювальні системи повинні пройти акредитацію в Держстандарті у відповідності до діючих норм та правил; мати протоколи щодо забезпечення єдиних вимірів на території України; проходити щорічні повірки;

б) провести атестацію робочих місць співробітників служб ДП «38 ВІТЧ» та виявити документально рівень додаткових небезпек і загроз при охороні та фізичному захисті території колишнього уранового виробництва ВО «ПХЗ» (з урахуванням фактичних рівнів доз опромінення при використанні контрольних засобів та індивідуальних дозиметрів);

в) згідно п. 5 ОСПУ-2005, щодо організації робіт з ДІВ та забезпеченням радіаційної безпеки при їх погодженню, кожний об'єкт повинен мати санітарний паспорт. Санітарний паспорт не видається до тих пір, поки на підприємстві не будуть усі необхідні умови для виконання радіаційно-гігієнічних регламентів (п. 5.2 цих Правил). Санітарний паспорт дає право на проведення робіт з ДІВ. Для отримання паспорта треба підготувати необхідний перелік документів, згідно з Додатком 6 чинних Правил. Створена комісія складає акт прийомки (реконструкції, модернізації) хвостосховищ та вказує вид, тип і характеристику джерел випромінювання, а також види робіт з ними (практична діяльність);

г) після виконання основних нормативно-правових вимог та складання санітарного паспорта – визнати співробітників служб охорони та фізичного захисту ДП «38 ВІТЧ», які постійно перебувають на режимній радіаційно-забрудненій території колишнього уранового виробництва ВО «ПХЗ», як персонал – категорія Б. Згідно п. 4.3. НРБУ-97, категорія Б (персонал) – особи, які безпосередньо не зайняті роботою з джерелами іонізуючих випромінювань (ДІВ), але у зв'язку з розташуванням робочих місць (в даному випадку виконанні своїх службових обов'язків на робочому місці) в приміщеннях та на промислових майданчиках об'єктів з радіаційно-ядерними технологіями можуть отримувати додаткове опромінення.

9. При отриманні позитивних зрушень по п. 20 до Міністерства палива та енергетики України внести пропозицію щодо внесення доповнень в «Списки виробництв, робіт, професій, посад і показників, зайнятість в яких дає право на пенсію за віком на пільгових умовах», згідно до статті 13 Закону України «Про пенсійне забезпечення» в Список №1, Список №2, та мати пільги при виході працівників та співробітників служб охорони та фізичного захисту ДП «38 ВІТЧ», які постійно перебувають на режимній території колишнього уранового виробництва ВО «ПХЗ» на пенсію за віком.

10. Вийти з проханням до Міністерства палива та енергетики про визначення статусу режимної території колишнього уранового виробництва ВО «ПХЗ» та статусу прилеглих територій.

11. Проведений аналіз та дослідження стану радіаційної небезпеки на режимній території ВО «ПХЗ», дозволили визначити основні перспективні напрямки подальшої роботи з ДП «38 ВІТЧ».

12. ДП «38 ВІТЧ» спільно з ДП «Бар'єр» продовжити роботу з подальшим визначенням статусу ДП «38 ВІТЧ» та його співробітників, які перебувають на радіаційно-забрудненій території колишнього уранового виробництва ВО «ПХЗ» та населення, що проживає на прилеглих територіях ВО «ПХЗ».

Соціальний захист є системою мір, здійснюваних як державою, так і підприємцями. Для першого наявність соціальної захищеності є критерієм ефективного функціонування. Оскільки, від того, на скільки захищене суспільство, залежить добробут держави, ступінь конфліктності й ступінь уразливості з боку зовнішнього середовища. Для підприємця соціальний захист необхідний як один зі способів мотивування праці, оскільки дозволяє задовольнити не тільки фізіологічні, але й екзистенціальні, соціальні потреби.

В Україні перехід до ринкових відносин надзвичайно загострив, насамперед, соціальні проблеми й привів до зниження рівня життя населення, тоді як саме в цій категорії фокусируються всі зусилля й результати діяльності держави в області соціального захисту.

Для соціальної політики української держави властиві множинність, не системність і суперечливість нормативних правових актів, що регулюють діяльність системи соціального захисту населення, їхня невідповідність тенденціям розвитку вітчизняної й міжнародної практики; дефіцит ресурсів у бюджетах всіх рівнів для фінансування заходів щодо соціального захисту; організація соціального захисту населення переважно на засадах соціального забезпечення; нерозвиненість систем соціального страхування й соціального самозахисту громадян.

**Висновок.** У цілому соціальна політика, що має місце в ДП «38 ВІТЧ», відображає інтереси трудового колективу та відповідає діючим законам і нормативним актам України.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» від 18.01.2001 №2245-111.
2. Нормы радиационной безопасности Украины (НРБУ-97). – Киев : МОЗ, 1997. – 121 с.
3. Основні санітарні правила протирадіаційного захисту України (ОСПУ) ДСП 6.074.120-01 – Київ: МОЗ, 2001. – 135 с.

## МАРКИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ В ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИДРОАКУСТИЧЕСКОГО КАНАЛА СВЯЗИ

*Бочаров М.С., Скина М.И.,*

Отделение гидроакустики Морского гидрофизического института НАН Украины  
(Украина, г. Одесса)

Рассматриваются вопросы реализации электронно-цифровых маркеров с применением гидроакустического канала передачи данных и информации о маркируемом объекте (человек, груз, судно и пр.) работающие в режимах приём-ответ и аварийной сигнализации.

Гидроакустический маркер предназначен для обнаружения терпящих бедствие объектов (людей, судов, грузов) подвижными средствами поисково-спасательных служб (морскими и авиационными) затопленных объектов, а также для поддержки принятия решения по приоритету спасения (подъёма) множества объектов либо обеспечению необходимого оснащения для подъёма по массогабаритным показателям затонувших объектов.

В основу разработки для осуществления возможности поиска находящихся на поверхности или под водой объектов используется распространяющийся в воде звук (ультразвук) и включающее в себя блок селективного вызова (поисковый прибор) и множество блоков ответа на запрос (приёмоответчиков) - гидроакустические маркеры. Достаточно малое затухание звука в воде позволяет обеспечить большие дальности функционирования устройства. Использование распространения звука в обе стороны, от блока вызова до приёмоответчиков и от приёмоответчиков до блока вызова – в обратном направлении (режим «запрос-ответ») позволяет измерять время распространения сигнала до запрашиваемого блока, расстояние до него и, в итоге, определение его местоположения. Применение режима работы прибора, когда приёмоответчики находятся в режиме ожидания и формируют и излучают свой сигнал (ответный) только после приёма запросного сигнала и периодическая подача тонального короткого сигнала позволяет экономить энергию источника питания приёмоответчика.

Применение гидростатической системы включения позволяет производить включение источника питания только после попадания приёмоответчика в воду. Это продлевает срок функционирования приёмоответчика.

Реализация гидроакустического маркера также может включать ряд конструктивных особенностей, которые повышают эксплуатационные характеристики и функциональность. Так в состав приёмоответчика включен преобразователь напряжения, повышающий напряжение и накопитель энергии (накопительная ёмкость), позволяющие получить большую энергию и большую мощность ответного сигнала при малогабаритном и маломощном источнике питания. Для селективного вызова используется кодовое разделение сигналов запроса, что обеспечивает высокую помехозащищённость; В качестве сигнала запроса используются сигналы с частотной манипуляцией – сигналы, частота которых меняется в соответствии с законом кодирующего сигнала. Частотная манипуляция обеспечивает максимальную устойчивость приёма сигналов в условиях интерференции, флуктуаций и замираний. Для расширения функциональности и совместимости с существующими подобными системами оснащаются блоком радиочастотного вызова (для обеспечения периодической подачи сигнала бедствия наземным спасательным службам), блок приёма данных GPS; Использование в качестве дополнительного информационного наполнения передаваемых данных о грузах (грузовых контейнерах) маркировочные данные согласно ISO 3166-88 «Коды для представлений названий стран»

Функционирование системы:

- в исходном состоянии приёмответчик крепится к объекту (спасательный жилет, на палубе судна, к перевозимому грузу) и система находится в дежурном режиме;

- при ручном включении кнопкой или при попадании в воду, при помощи гидростатических датчиков, происходит запуск устройства в работу. Далее по полученным, с датчиков, данным устройство определяет своё состояние (на поверхности, в воде, на глубине) и согласно этому включает те или иные блоки которые актуальны в этом состоянии. Если блок на поверхности или в приповерхностном слое воды включаются блоки определения координат, радиоканал, и гидроакустический канал в режиме ожидания. При этом производится попытка определения координат устройства посредством GPS приёмника и последующая периодическая передача в эфир наземным службам спасения по радиоканалу сигнала бедствия с пакетом координат. Гидроакустический блок ожидает вызывного сигнала.

При погружении под воду в работу включается только гидроакустический блок в активном режиме (производится периодическая подача тонального импульса бедствия и постоянная готовность к приёму сигналов). Состояния устройства постоянно контролируется, и режим переключается в зависимости от условий.

Поиск объектов осуществляется по принятым координатам по радиочастотному каналу бедствия, либо если объект находится под водой в зоне бедствия (5-20км или более) производится вызов устройства погруженным в воду излучателем и замер времени прихода ответного сигнала для определения дальности до приёмответчика, а также определения его координат. При удачном пеленге приёмответчика производится его опознавание посредством специализированных команд, что позволяет при большом количестве приёмответчиков определить приоритеты поиска наиболее ценных или важных объектов. Также применяется дополнительный набор команд, расширяющий возможности устройства.

Реализация гидроакустического канала связи в данной реализации устройства гидроакустического маркирования имеет преимущество перед существующими аналогами, которые могут осуществлять поиск только надводных объектов и не различают принадлежность устройства тому или иному объекту, что в свою очередь увеличивает шансы положительного исхода при проведении поисково-спасательных работ на воде.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Нелепо Б. А., Смирнов Г. В., Шадрин А. Б.. Интегрированные системы для гидрофизических исследований. – Л. : Гидрометиздат, 1990. – 236 с.
2. Бочаров М. С., Скипа М. И. Возможности передачи информации в условиях априорной неопределённости параметров акустического канала связи с применением адаптивного моделирования // Консонанс-2009. Акустичний симпозіум : збірник праць. НАН України, Інститут гідромеханіки (29 вересня-1 жовтня 2009 р.) – Київ, 2009. – С. 109-114.
3. Николаев Б. И. Последовательная передача дискретных сообщений по непрерывным каналам с памятью. – М. : Радио и связь, 1988. – 263 с.
4. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. – М. : Вильямс, 2003. – 1104 с.
5. Гончар А. И., Шлычек Л. И.. АНПА. Гидроакустические системы. – Запорожье : НТЦ ПАС НАН Украины, 2008. – 223 с.

## **НАУЧНО-ОБОСНОВАННЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПЕРЕСМОТРУ ГОСУДАРСТВЕННЫХ САНИТАРНЫХ ПРАВИЛ И НОРМ ПРИ РАБОТЕ С ВИЗУАЛЬНЫМИ ДИСПЛЕЙНЫМИ ТЕРМИНАЛАМИ**

*Будянская Э.Н.,*

НИИ гигиены труда и профессиональных заболеваний Харьковского национального медицинского университета (Украина),

*Селиванов С.Е.,*

Херсонская государственная морская академия (Украина),

*Чернышева О.Н.,*

НИИ гигиены труда и профессиональных заболеваний Харьковского национального медицинского университета (Украина),

*Прокофьев М.И.,*

НДЦ «ТЕЗИС» НТУУ «Киевский политехнический институт» (Украина)

В настоящее время в Украине является весьма актуальным направление регламентации новых гигиенических нормативов, а также пересмотр действующих, в частности – санитарных правил и норм при работе с визуальными дисплейными терминалами (ВДТ).

Результаты собственных многолетних комплексных клинико-лабораторных исследований позволили разработать научно – обоснованные методические подходы к пересмотру санитарных правил и норм (СанПиН) для пользователей при работе с ВДТ.

Основными неблагоприятными факторами производственной среды для работающих с ВДТ являются электромагнитные поля (ЭМП), статическое электричество, мягкое рентгеновское излучение, ультрафиолетовое излучение и др. Одной из особенностей работы для пользователя ВДТ является высокая степень напряжения их зрительного анализатора, сопровождающегося нервно-эмоциональным напряжением, обусловленным восприятием самосветящихся символов и знаков.

По результатам углубленного медицинского обследования пользователей ВДТ среди них отмечены высокие уровни заболеваемости (как среди мужчин, так и среди женщин). Установлено, что среди пользователей ВДТ молодого возраста преобладают заболевания зрительной системы (до 32%), а с увеличением возраста растет число соматических заболеваний (до 37%). Уровни заболеваемости пользователей ВДТ, которые регистрируются такими специалистами как терапевт, офтальмолог, невропатолог и отоларинголог достоверно повышаются с увеличением трудовой нагрузки пользователей – суммарного времени работы за ВДТ. У них выявлены расстройства нервной, сердечно-сосудистой, эндокринной, иммунной систем, что в итоге приводит к преждевременному старению организма.

В настоящее время в странах Западной Европы и России действуют стандарты по охране труда, которые регламентируют работу пользователей ВДТ персональных компьютеров: в Великобритании это стандарт «Board statement on restrictions on human exposure to static and time varying electromagnetic fields and radiation // Documents of the NRPB. Chilton. Didcot. Oxfordshire 1993. VOL. 4. No 5, 69 p., Review of the scientific evidence for limiting exposure to electromagnetic fields (0 - 300 GHz) // Documents of the NRPB. Chilton. Didcot. Oxfordshire. 2004. VOL. 15. No 3, 215 p.; в Швейцарии - Visual display units: Radiation protection guidance (International Labour Office, Geneva, 1994, 52 p.); в Швеции – TCO'06 MEDIA DISPLAYS, VERSION 1.0 (TCO'06), который регламентирует эксплуатацию ВДТ на катодных трубках, а также жидкокристаллических дисплейных терминалов (ЖДТ). Документ TCO'06 пришел на смену действовавшему ранее стандарту TCO'03 FLAT PANEL DISPLAYS, VERSION 3.0. В России с 30 июня 2003 года

введен в действие документ СанПиН «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03».

В Украине действуют «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин». Затверджено: Наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду 26.03.2010 № 65, Зареєстровано в Міністерстві юстиції України. за № 293/17588, а так же «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» ДСанПиН 3.3.2.007-98, которые давно устарели. В этих документах отсутствуют гигиенические нормативы напряженности электромагнитных полей на рабочих местах пользователей ЖДТ. В «ДСанПиН 3.3.2 007-98» нормативы напряженности электромагнитных полей находятся в разногласии с теми нормативами, которые приведены в документе «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин». «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» N 293/17588-2010.

В «ДСанПиН 3.3.2 007-98» полностью отсутствуют нормативы уровней излучений от ВДТ и ЖДТ электромагнитных полей в низкочастотном диапазоне (5Гц -2кГц; 2 кГц - 60 кГц).

С целью научно-обоснованного пересмотра действующих нормативных документов, определяющих положения СанПиН, нами сформирован комплексный интегральный показатель прогноза неблагоприятного действия факторов физической природы малой интенсивности на здоровье пользователей ВДТ. Этот показатель отражает состояние иммунной системы пользователей ВДТ и ее основных показателей – антитела к тиреоглобулину, Т-супрессоры, проницаемость эритроцитарных мембран, активность лизоцима, Т-хелперы, лейкоциты, активность комплемента, иммуноглобулины.

Разработанная компьютерная система прогноза неблагоприятного действия ВДТ на организм пользователей с целью обоснования профилактических мероприятий содержит:

- банк данных (БД) для хранения и пополнения информации об условиях труда и состоянии здоровья, в том числе - клинко-диагностических исследованиях по каждому обследуемому;

- базу знаний, содержащую сведения, полученные в результате математического анализа и моделирования рассматриваемых процессов и экспертной оценки результатов исследований;

- программный комплекс, позволяющий модифицировать и обрабатывать информацию банка данных;

- комплекс программ, реализующих методы математической статистики для обработки информации банка данных и пополнения базы знаний.

По результатам проведенных медицинских осмотров пользователей ВДТ конкретизирована степень влияния на них комплекса вредных факторов. Все категории пользователей ВДТ были распределены по профессиональной принадлежности и условиям труда на такие подгруппы: оператор; инженер-математик-программист; инженер-электронщик; лаборант (техник).

Сведения о результатах обследования каждого пользователя ВДТ занесены в три базы данных (БД): анкетные данные; данные по условиям труда (профессиональный маршрут); данные о состоянии здоровья (клинко-лабораторные, диагностические данные). Анкетные данные исследуемого пользователя ВДТ содержат информацию: пол, возраст и его табельный номер. Профессиональный маршрут пользователя ВДТ содержит информацию о стаже работы (общий стаж работы с ВДТ), классификации и суммарном времени работы с ВДТ в течение одного месяца, уровнях электромагнитных излучений по электрической и магнитной составляющим.

Клинко-лабораторные данные о состоянии здоровья представляют собой основную часть данных, подлежащую статистическому анализу. Они подразделяются на подгруппы, содержащие информацию о формуле крови, состоянии иммунной (клеточное



звено; гуморальное звено) и эндокринной систем, о перекисном окислении липидов и реологии крови.

Кроме того, к этой группе относятся диагностические данные – диагнозы, поставленные врачами-специалистами, которые содержатся в БД в кодированном виде в соответствии с Международной классификацией болезней и травм.

Установлено, что важнейшими показателями условий работы с ВДТ являются такие временные показатели: общий стаж работы с ВДТ; среднее оценочное время наработки с использованием ВДТ за один календарный месяц.

Разработанная система компьютерного прогноза неблагоприятного воздействия ВДТ на организм пользователей, содержит:

- подсистему создания и сопровождения основных специализированных баз данных, позволяющую проектировать архитектуры и системы управления базами иммунологических, биохимических, реологических показателей, а также показателей микроэлементного состава плазмы и эритроцитов периферической крови;

- подсистему статистической обработки иммунологических, биохимических, реологических показателей, а также показателей микроэлементного состава плазмы и эритроцитов периферической крови;

- подсистему прогноза клинико-лабораторных показателей в зависимости от гигиенических факторов и факторов профессионального маршрута.

На сегодня основные специализированные БД содержат данные профмаршрута, гигиенических показателей, клинико-лабораторных показателей (иммунологические, биохимические, реологические), показателей микроэлементного состава плазмы и эритроцитов периферической крови, полученных по результатам обследования 600 пользователей. Общее число введенных показателей в БД составляет более 50 тысяч.

Первым этапом разработанной системы компьютерного прогноза неблагоприятного воздействия ВДТ на организм пользователей является проведение обычного одномерного дисперсионного анализа, в котором группы пользователей группируются с учетом пола, возраста и среднего времени работы в месяц (СРВ). Целью этапа является нахождение условий оптимальной группировки данных и предварительное определение наиболее чувствительных ко времени нагрузки пользователей ВДТ показателей иммунного статуса. Наибольшие отклонения в иммунной системе выявлены в возрастной группе до 30 лет, что подтверждает тезис о том, что лица молодого возраста наиболее подвержены влиянию неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса. Для более детального анализа указанных тенденций использовали многомерные методы дисперсионного анализа, получено обобщающее представление о характере наблюдаемых изменений и установлена их статистическая значимость для диагностики неблагоприятного воздействия ВДТ на здоровье. По результатам анализа определен суммарный эффект влияния фактора времени работы пользователей ВДТ по всему комплексу изучаемых параметров в исследуемых группах. В качестве раннего диагностического критерия предложен интегральный показатель (ИП).

Исследования иммунного статуса у пользователей ВДТ позволяют сделать заключение о значительных изменениях изучаемых показателей. В частности, наблюдаются значительные изменения в виде снижения процентного содержания лимфоцитов в периферической крови, тимус-зависимых форм, происходящие за счет недостаточности в процентном или абсолютном количестве основных субпопуляций с хелперной и супрессорной активностью. На этом фоне активизируется В-система иммунитета, что выражается в повышении количества В-лимфоцитов в периферической крови, а также в повышении их функциональной активности – увеличении в сыворотке крови Ig классов А, М, G.

Такой комплекс сдвигов (выраженная активизация гуморального звена на фоне недостаточности со стороны стимулирующих клеточных факторов и полноценного контроля со стороны клеточного звена) приводит, очевидно, к нарушению процессов

иммунологической толерантности, что, в конечном итоге, влечет за собой повышение интенсивности синтеза аутоантител: к ДНК (нативной и денатурированной), к антигенам щитовидной железы, кардиолипинуому антигену.

Используя разработанную компьютерную систему прогнозирования неблагоприятного действия ВДТ на организм пользователей получены новые данные о взаимосвязи показателей их состояния здоровья (иммунной системы, перекисного окисления липидов, системы антиоксидантной защиты) от возраста, стажа работы с ВДТ и от суммарного времени работы за ВДТ в месяц.

Спектр выявленных изменений в иммунном статусе пользователей свидетельствует о существенных отклонениях показателей клеточного и гуморального звена. Суть последних состоит в том, что с увеличением трудовой нагрузки у пользователей ВДТ возникает дисбаланс клеточных популяций, снижается количество иммунокомпетентных клеток, представляющих клеточное звено (*T*-лимфоцитов) и повышается на этом фоне число и функциональная активность индукторов гуморального звена *B*-лимфоцитов, после чего возникает интенсификация аутопроцессов в организме. Активизация *B*-системы иммунитета подтверждается регистрируемым повышением уровня иммуноглобулина *G*, а также накоплением в крови противоорганных антител (накопление в организме пользователей ВДТ антител в ткани щитовидной железы).

Система прогнозов прослеживает направленность и степень выраженности указанных выше изменений и их зависимость как от производственных факторов, так и возраста пользователей ВДТ.

Сопоставление величины ИП с отдельными показателями СанПиН, входящими в их структуру, позволяет определить критическое время работы за ВДТ, предложить меры профилактики и коррекции здоровья пользователей ВДТ. Есть основания принять в качестве критического времени работы за ВДТ величину  $70 \pm 10$  часов в месяц. Отмечается нелинейность корреляционной зависимости, что свидетельствует о качественном изменении функционального состояния здоровья пользователей ВДТ при величине трудовой нагрузки, превышающей указанное время.

В заключение следует отметить, что ИП является наиболее чувствительным к суммарной трудовой нагрузке пользователей ВДТ, что позволяет рекомендовать его в качестве раннего диагностического критерия для определения состояния здоровья пользователей ВДТ. Впервые разработан методический подход к пересмотру предельно допустимых уровней ЭМП.

Разработаны методические подходы и обоснован выбор методов математического анализа; созданы основные базы клинических данных и клинико-лабораторных показателей; рассмотрены подходы к построению интегральных показателей, характеризующих отдельные группы частных показателей здоровья пользователей ВДТ как по отдельным системам, так и по всему организму пользователей в целом, что позволяет снизить требования к однотипности наборов показателей для групп испытуемых и обследуемых в разные периоды времени. Предлагаемые подходы позволяют строить ИП различного типа, согласованные с конечными целями исследования с минимальными потерями информации. Структурированный подход к формированию множества частных интегральных показателей позволяет в ряде случаев снизить требования к необходимому объему выборочных исходных данных.

## ТРЕНАЖЕРНАЯ ПОДГОТОВКА МОРЯКОВ В АСПЕКТЕ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ НА ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ СУДАХ (HEAVY LIFT)

*Годованюк С.П.,*

Херсонская государственная морская академия  
(Херсон)

**Вступление.** Профессионализм – это свойство человека, работающего умело и результативно. Работа, требующая профессионализма от работника, называется профессиональной, а работник – профессионалом. Профессионализм приобретает в процессе специальной подготовки, либо длительной самостоятельной работы.

Не только техника, но любая профессиональная деятельность требует от человека-деятеля особых свойств. Как индивид он должен обладать значительной нервно-психической устойчивостью, иметь высокий уровень развития общих и специальных способностей. Как личности ему необходимы ответственность, настойчивость, обстоятельность, неторопливость, но оперативность. Как субъект деятельности он должен иметь концептуальную модель, достаточно полную для решения большинства задач, известных профессиональному сообществу, или ему самому. Для коллективной деятельности каждый из ее субъектов должен быть психологически совместим с сотрудниками и в концептуальной модели иметь знания и умения, необходимые для деловых взаимодействий с ними.

Выход из противоречия между требованиями к профессионализму людей и возможностями профессиональной подготовки был найден в методах и практике тренажерной подготовки профессионалов. Первоначально попытались использовать так называемые «психологические» тренажеры, моделирующие на элементарном тестовом материале некоторые функции профессионала и развивающие процессы восприятия, памяти, внимания, оперативного мышления, сенсомоторных координаций. Но перенос умений и навыков на реальную сложную деятельность оказался неэффективен. И в дальнейшем стали создавать специальные тренажеры для каждого типа человекотехнических систем, на которых обучали профессионалов и поддерживали необходимый уровень профессионализма после перерывов в работе, а также проводили реабилитационные мероприятия после аварий, фрустрирующих любого профессионала как человека.

**Основная часть.** Необходимо отметить, что важнейшим фактором устойчивого и надежного функционирования морского транспорта является безопасность судоходства, обеспечение которой основывается на комплексе организационных и технических мероприятий. Анализ аварийности на флоте показывает, что наряду с наличием чисто технических причин аварийных случаев (изношенность корпусов, судовых устройств и механизмов), 70-80 процентов аварийных случаев произошли по вине судоводителей.

Мировая практика доказала, что наиболее эффективным средством профессиональной подготовки моряков являются тренажеры. Позволяя максимально приблизить условия обучения к условиям реальной деятельности, тренажеры в значительной степени обеспечивают выполнение психолого-дидактических требований к процессу формирования навыков и умений. Еще в Советском Союзе ей уделяли большое внимание, в частности для подготовки эксплуатационного персонала энергопредприятий (РД 34.04.526-87). Со временем в условиях научно-технического прогресса была увеличена функциональность компьютеризированных тренажеров-симуляторов при уменьшении соответствующей затратной части. Но как и в прошлые годы, на тренажерную подготовку возлагаются такие задачи как повышение надежности, безопасности и эффективности эксплуатации.

Анализ современного состояния тренажерной подготовки судоводителей показывает, что для повышения качества подготовки судоводителей требуется комплексный подход, в рамках которого необходимо выполнить следующие работы:

1. По тренажерной технике – разработать принципы функционирования, создать информационно-программное обеспечение и сконструировать тренажер визуализацией и имитацией работы на судах;

2. По математическому обеспечению – продолжить совершенствование базовых моделей, обратив особое внимание на расширение спектра моделируемых ситуаций;

3. По технологии обучения – разработать научно-обоснованную методическую базу тренажерной подготовки судоводителей, сделав акцент на обучении способам выхода из ситуаций, грозящих возникновению транспортных происшествий;

4. Наметить направления учета психологических качеств судоводителей для повышения эффективности тренажерной подготовки.

Рассмотрим в частности процесс погрузки (выгрузки) тяжеловесных негабаритных грузов.

Все стадии перевозки (погрузка, размещение, крепление, перевозка, выгрузка) сопровождаются необходимыми расчетами прочности, нагрузки, действия инерционных сил. Например, одна операция подвешивания груза на гаке (крюке для подъема груза) подразумевает: определение порядка подвоза груза с борта судна; учет диаграмм вылетов кранов (возможности крана при работе, зависимость грузоподъемности крана от вылета стрелы, высоты подъема груза и глубины его опускания); расположение мест стропления на грузе; определение возможности штабелирования и перевозки на открытой палубе; определение положения центра тяжести относительно центра симметрии груза; учет ограничений по силе сдавливания на грузе при подъеме, оценка необходимости использования спредеров и балансиров; оценка погодных условий при грузовых операциях (скорость ветра, освещенность, осадки).

Перечисленные пункты призваны продемонстрировать, как много условий необходимо выполнить для осуществления всего лишь одной операции и каких колоссальных усилий требует комплекс работ, выполняемых при обработке груза в порту. При несоблюдении данных условий есть вероятность серьезного повреждения дорогостоящего груза.

На экипаж судна возлагается трудная задача по проведению всего комплекса грузовых операций, которые можно разделить на следующие направления:

- - организация коммуникации и связи;
- - контроль остойчивости и посадки судна;
- - подготовка к работе кранов и вооружение стрел;
- - безопасность грузовых операций;
- - проведение крепления груза;
- - подготовка судна к рейсу.

Для проведения такого вида работ требуется квалифицированный персонал, имеющий, как правило, опыт подобных грузовых операций.

Одним из способов подготовки кадров для работы на тяжеловесных судах (heavy lift) является обучение на тренажерах-симуляторах. Тренажер (от англ. train – воспитывать, обучать, тренировать), учебно-тренировочное устройство для отработки рабочих навыков, выработки и совершенствования техники управления машиной (механизмом).

Преимущества работы на тренажерах-симуляторах наиболее очевидны, если оборудование является: сложным; эксплуатационно небезопасным; по какой-то причине недоступным для обучения; требующим высоких затрат при эксплуатации.

Использование тренажеров-симуляторов кранов позволяет значительно уменьшить вероятность несчастных случаев, сократить общее время обучения. Принимая во внимание стоимость работы на настоящем оборудовании и время работы с инструктором,

тренажер-симулятор крана позволяет значительно сократить затраты на обучение. При этом вероятность несчастных случаев и повреждения оборудования сводится к нулю, что является несравнимо более ценным, чем финансовый аспект. В настоящее время тренажеры-симуляторы кранов используются в учебных заведениях и портах во всех странах мира.

Степень имитации реального функционирования оборудования является залогом успеха в обучении специалистов при помощи тренажеров-симуляторов.

Аспектами эффективной имитации являются: видеомодель и дисплей, физические характеристики программного обеспечения, панель управления, динамическая платформа и рабочая станция инструктора.

Видеомодель включает трехмерное изображение места работы подъемного крана. Видеомодели объектов должны быть максимально точными для обеспечения эффекта присутствия. Например, грузы должны отбрасывать тень для того, чтобы изображение было реалистичным и давало ощущение трехмерности. С другой стороны, необходимо достаточное количество деталей, чтобы создать реалистичные изображения, но не перегружать систему, для сохранения скорости вычислений в режиме реального времени.

Каждый видеоканал представляет собой либо жидкокристаллический дисплей, либо проектор и экран. Кроме того, каждый видеоканал должен быть компьютеризированным для обеспечения генерации изображения, представленного на этом канале. Количество видеоканалов может варьироваться от одного до десяти и более.

Тренажеры-симуляторы должны точно отображать реальность. Грузы останавливаются либо отскакивают при столкновении с другими объектами. Крен и дифферент судов также должны выглядеть настоящим. Тренажеры-симуляторы не являются развлекательными видеоиграми. Созданные для обучения, они должны быть эмоционально-нейтральными. Но на них реализуются программы аварийных ситуаций, изменение погодных условий, времен суток и др.

Большинству кранов имеют 3 степени свободы: тангаж (наклон вверх-вниз), рыскание (отклонение от горизонтального направления движения), крен (колебания из стороны в сторону).

Специализированные тренажеры-симуляторы подъемных кранов предполагают наличие отдельного компьютера со специализированным программным обеспечением – рабочей станции инструктора. На рабочей станции инструктор может разрабатывать различные обучающие сценарии. С рабочей станции инструктор может изменять различные параметры сценария (разнообразные погодные условия). Курсанты проходят подготовку в формате имитации дневного или ночного времени. Инструктор задает скорость ветра и его направление, имитацию поломки, пожара и др. Безусловно, программное обеспечение рабочей станции инструктора должно включать объемную базу данных, в которой фиксируется прогресс каждого курсанта. В базе данных также содержится информация относительно количества передвижений в час, количества столкновений, и т.д.

В рамках договора, подписанного 12 ноября 2010 года в Кельне между «Марлоу Навигейшн» и Немецким государственным Фондом Инвестиции и развития (DEG), было открыто финансирование программы развития учебно-тренажерной базы Херсонского государственного морского института (ныне академия).

Реализация одного из объектов проекта «Развития обучения по работе с тяжеловесными грузами и оффшорными ветряными электростанциями» была осуществлена в августе 2011г. совместно с индийской компанией «ARI» (Advanced Research International). В ХДМА в аудитории 116 учебного корпуса №1 установлен современный тренажер, который имитирует грузовые операции, проводимые на судне. Аналогов тренажеру в Украине нет. Подобный комплекс установлен только на Филлипинах в тренажерном центре «Марлоу Навигейшн». Уникальность тренажера в том, что он многофункционален и предусматривает комплексную работу всех участников

грузовых операций с имитацией визуального и звукового сопровождения. Для реализации этой цели в лаборатории оборудованы следующие рабочие места: старшего помощника капитана (руководителя грузовых операций), панель управления балластными операциями, две кабины для крановщиков, пульт управления и контроля над работой всех участников грузовых операций. Все участники процесса используют связь, подобную связи на судне.

Цель курса заключается в поэтапной отработке грузовых операций: захват груза, его подъем, контроль крена, балластировка судна, погрузка и размещение груза на судна, контроль устойчивости и прочности корпуса судна после окончания грузовых операций. Курс подготовки включает в себя теоретическую и практическую части. В теоретической части рассматриваются вопросы техники безопасности, история развития перевозки тяжеловесных грузов морем, компании и суда как мировые лидеры таких перевозок. В практической части тренажерной подготовки отрабатываются навыки работы как на одном кране, так и работа в тандеме. Весь процесс загрузки может быть записан и в последующем детально проанализирован.

Программа, которая обслуживается 19 компьютерами, предусматривает возможность двух типов погрузки. Первый тип – это единичные грузы, такие как контейнеры, металл в рулонах, металлопрокат и др. Эта операция проводится одним крановщиком под контролем руководителя курсов. В результате отрабатываются навыки управления манипулятором крана, звуковые команды и команды, подаваемые руками с берега. В результате слушатели курса получают сертификат крановщика судового крана.

Второй тип тренажерной подготовки более сложный. На нем отрабатывается погрузка тяжеловесных грузов одним и двумя кранами. Суть процесса погрузки заключается в слаженных действиях всех участников: руководителя грузовых операций, оператора балластных операций, двух крановщиков и руководителя курса. Такие грузовые операции являются не только сложными, но и опасными, так как могут привести к потере устойчивости судна и, как следствие, к его опрокидыванию.

На сегодняшний день программное обеспечение позволяет производить погрузку на два типа судна с шестью разными грузами, при этом одно из судов может использовать кроме балласта понтон для обеспечения устойчивости.

Визуализация курса осуществляется на двух 57-дюймовых мониторах. Это позволяет руководителю грузовыми операциями полностью контролировать процесс погрузки с любой точки, как с берега, так и с судна, а оператору балластировки судна следить за креном судна. Кроме этого, имеются дополнительные мониторы для получения дополнительной информации.

Подготовка крановщиков проводится в кабинах, которые точно отражают реальные условия работы. Визуализация картинки реализована на семи 46-дюймовых мониторах в каждой кабине, что обеспечивает обзор с кабины на объект погрузки.

Отдельное внимание уделяется снаряжению кранов для подъема тяжеловесных грузов, а также правилу их крепления на судна.

Присутствие инструктора — характерная особенность всех тренажеров. Он осуществляет не только контроль, но и управление обучением. Большое внимание уделяется оснащению пульта инструктора средствами выдачи обобщенной информации о ходе погрузки.

По окончании курса слушатели получают соответствующий сертификат.

Слушателями курсов могут быть как курсанты, так и моряки, имеющие небольшой практический опыт работы на судах, а также действующие помощники капитанов.

**Вывод.** Применение тренажеров в профессиональном образовании - это не самоцель и не дань моде, а настоятельная необходимость. Это разумное создание искусственных условий, имеющих большие дидактические преимущества и потенциальные резервы. Такие искусственные условия создают реальные возможности, во-первых, для планирования всех звеньев процесса обучения (предъявление учебной

информации, усвоение ее, выполнение учебной деятельности, анализ характера и качества этой деятельности, корректирующие воздействия на нее и др.), во-вторых, для оптимального их функционирования, в-третьих, для управления познавательной деятельностью курсантов и слушателей. Именно наличие возможностей для управления познавательной деятельностью обеспечивает эффективность применения упражнений с использованием тренажеров. Наличие такого тренажерного комплекса дает возможность курсантам ХДМА более качественно подготовиться для работы в качестве матросов (сертификат крановщика судового крана), будущих старших помощников капитанов (HEAVY LIFT курс), что в большой степени повышает конкурентоспособность курсантов и выпускников Херсонской государственной морской академии.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Андреев В. Н. Вопросы совершенствования тренажерной подготовки судоводителей речного флота : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Новосибирск, 2001.
2. Положение о пункте тренажерной подготовки эксплуатационного персонала энергопредприятий РД 34.04.526-87.
3. Дружилов С. А., Суходольский Г. В. Инженерная психология профессионализма // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 6. – 2002. – Выпуск 3 (№ 22). – С. 98-105.

## **ПРАКТИКА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ОРГАНОМ МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ**

*Голота А.А.,*

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба  
(Украина, г. Харьков)

Несмотря на то, что после мероприятия, в котором мне было оказана честь участвовать, прошло почти три года, актуальность поднятых на нем вопросов не только не снизилась, а наоборот возросла в силу особой необходимости их практического решения.

В мае 2009 года Министерством труда и социальной политики АР Крым с привлечением должностных лиц центральных органов исполнительной власти, сотрудников министерств, государственных администраций и органов местного самоуправления в городе Судаче было проведено довольно редкое в наше время, но очень важное и ожидаемое многими специалистами, связанными со сферой охраны труда, мероприятие – семинар на тему «Государственное управление охраной труда как часть полномочий Совета министров Автономной Республики Крым, местных государственных администраций и органов местного самоуправления в области охраны труда». До данного семинара в развитие данной проблемы я выступал на страницах журнала «Охрана труда».

Хочу особо подчеркнуть, что тема разговора не была навязана определенным должностным лицом или формальным планом сотрудничества. Мудрость организаторов мероприятия в том, что они, анализируя свои сложнорешаемые проблемы, провели мониторинг в других областях страны, с которыми происходят постоянные рабочие контакты и консультации. Выяснилось, что целый ряд проблем объективно назрел практически повсеместно. Кроме специалистов Крыма в работе семинара принимали участие представители отдела занятости и охраны труда Львовской облгосадминистрации и отдела по вопросам труда Харьковского горсовета. Абсолютно все организаторы и участники семинара были настроены на то, что обмен мнениями по наиболее проблемным вопросам охраны труда и коллективная работа по выработке их практических решений будет способствовать дальнейшему объединению усилий различных государственных и ведомственных структур, быстрейшему принятию оптимальных решений полномочными органами. Однако в своем большинстве поднятые вопросы, к сожалению, и по сей день находятся в процессе их практического решения.

Все участники семинара с большой благодарностью восприняли редкую сейчас возможность услышать друг друга, обменяться мнениями относительно возможного оперативного решения стоящих задач, были единодушны во мнении, что главное не стоять на месте, что проведенная совместная работа потенциально станет существенным катализатором решения многих актуальных проблем в области безопасной жизнедеятельности населения. Чего я желаю и настоящей международной научно-практической конференции.

О проведенном мероприятии уже информировалось в средствах массовой информации, поэтому я хотел бы остановиться только на тех вопросах, от решения которых, на мой взгляд, в первую очередь зависит создание условий для реализации государственных задач в указанной сфере деятельности структурами государственной власти и органами местного самоуправления.

В основе моих научных наблюдений лежала повседневная практическая работа по выявлению и изучению взаимосвязей элементов территориальной (городской) системы управления охраной труда, без реализации которых невозможно говорить именно о системе, т.е. как о чем-то целом, представляющем собой единство закономерно расположенных и находящихся во взаимной связи частей. В противном случае это будет комплекс, т.е. совокупность мероприятий по обеспечению безопасной жизнедеятельности



населения города Харькова. Испытывая потребность в нормальной организации работы отдела, я поставил себе конкретный вопрос: территориальное управление охраной труда и профилактика производственного травматизма – это должны быть системы или комплексы и кто должен быть инициатором их создания?

Население г. Харькова составляет полтора миллиона жителей плюс почти полмиллиона приезжих и студентов. При этом штат отдела по вопросам труда управления труда и социальной защиты населения Департамента охраны здоровья и социальных вопросов Харьковского городского совета составлял 3 человека. Говоря обобщенно, основными направлениями работы отдела по вопросам труда являлись (что практически не изменилось): подготовка и контроль выполнения программы занятости населения, контроль трудовых отношений, выполнения трехсторонних соглашений и коллективных договоров; контроль охраны труда и социальная защита граждан, работающих во вредных условиях, подготовка и контроль выполнения программы улучшения безопасности, условий труда и производственной среды, учет и профилактика травматизма производственного характера, организация работы городского совет по вопросам безопасной жизнедеятельности населения; организация общественных работ; организация работы городского социально-экономического совета и Комитета доступности маломобильных групп населения; организация текущих проверок по названным вопросам.

Город делится на 9 районов, в каждом из которых в управлениях труда и социальной защиты населения работает 2-3 специалиста по вопросам охраны труда и профилактики производственного травматизма. Фактически это работа по обеспечению безопасной жизнедеятельности населения, т.е. решению проблем безопасного пребывания человека в окружающей среде в процессе различных видов его деятельности (в т.ч. трудовой).

Согласно ст. 31 Закона Украины «Об охране труда» субъектами государственного управления охраной труда являются Кабинет Министров Украины, специально уполномоченный центральный орган исполнительной власти по надзору за охраной труда, министерства и другие центральные органы исполнительной власти, Совет Министров Автономной Республики Крым, местные государственные администрации и органы местного самоуправления.

В соответствии с Законом Украины «Об охране труда», охрана труда – это система правовых, социально-экономических, организационно-технических, санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических мероприятий и средств, направленных на сохранение жизни, здоровья и трудоспособности человека в процессе трудовой деятельности. То есть перечисленные составляющие понятия охраны труда являются неотъемлемыми и взаимосвязанными частями.

Не думаю, что я ошибусь, если скажу, что полномочия субъектов государственного управления охраной труда также должны представлять собой систему, в которой ведомственные полномочия не должны дублировать друг друга или же случайно не охватывать какую-либо составляющую понятия охраны труда.

В основном так оно и есть. Но при этом в ходе повседневной работы имеют место несрабатывания отдельных узлов взаимодействия этой системы и она начинает давать сбои как система зажигания в машине.

Актуальность темы проведенного семинара в том, что всякая работа должно начинаться с того, что каждый субъект системы достаточно четко должен знать свою сферу деятельности, не должен опасаться получить претензии надзорных структур за превышение своих прав или неполное выполнение своих обязанностей, не должен и не хочет быть зависим от недоработок других субъектов.

Сделать это непросто, но на сегодняшний день только одна структура – Госгорпромнадзор – согласно ст. 33 Закона Украины «Об охране труда» осуществляет комплексное управление охраной труда на государственном уровне, реализует государственную политику в этой области и осуществляет контроль за исполнением

функций государственного управления охраной труда министерствами, другими центральными органами исполнительной власти, Советом министров АРК, местными государственными администрациями и органами местного самоуправления.

Именно Госгорпромнадзор координирует работу министерств, других центральных органов исполнительной власти, Совета министров АРК, местных государственных администраций, органов местного самоуправления, предприятий, других субъектов предпринимательской деятельности в области безопасности, гигиены труда и производственной среды.

Сказанное выше – не претензия указанному центральному органу исполнительной власти. Наоборот, на местах у нас было очень много хороших примеров взаимопонимания и взаимодействия. Я хочу сказать именно о нашей коллективной поддержке и созданию условий Госгорпромнадзору для осуществления своих полномочий. Важно, кстати, иметь ввиду целый ряд следующих одна за одной реорганизаций данного надзорного органа, что явно не содействовало стабилизации его работы.

Непростое дело со стороны рекомендовать какие либо инициативы в работе Госгорпромнадзора. Но в этом заинтересованы практически все. Все государственные структуры и органы местного самоуправления ждут упорядочения своей работы, каждый специалист охраны труда хочет уверенно чувствовать себя на своем рабочем месте.

Думается, с нашей помощью территориальным подразделениям центрального органа исполнительной власти, во-первых, необходимо проанализировать где отсутствуют субъекты государственного управления охраной труда. Сославшись на законодательство, необходимо направить в эти органы власти, учреждения и организации соответствующие запросы. При получении ответов, противоречащих законодательству, обратиться в надзорные правоохранительные органы.

Да и сами органы прокуратуры, осуществляющие надзор за соблюдением законов, способны определить, где существуют бреши в системе государственного управления охраной труда. Должен сказать, что в последнее время эти правозащитные органы провели активную работу по изучению состояния охраны труда, в том числе деятельности органов местного самоуправления. Вместе с тем, хотелось бы получить от них и действенную помощь в формировании структур охраны труда, которые должны существовать и создание которых не всегда должным образом воспринимается отдельными руководителями. Ведь не секрет, что не вникая глубоко в суть вопроса, кое-кто из руководителей вместо конкретного выполнения требования закона с подачи подчиненных лиц говорит о его нецелесообразности.

В частности речь идет об отдельном подразделении охраны труда, который должен быть в горсовете, облгосадминистрации и других структурах. Отрицать значение работы по охране труда и наличие такой структуры напрямую не берется никто, но вместо ее создания придумываются разные варианты, не обеспечивающие закрытие определенной зоны ответственности в системе государственного управления охраной труда. Неграмотно, например, придумано создание должностей специалистов охраны труда в отдельных Департаментах Харьковского горсовета, когда в законе сказано, что это должно быть одно конкретное подразделение, естественно созданное в аппарате горсовета и подчиненное первому заместителю мэра города. Необходимо четко определить механизм создания структуры охраны труда, определенной в ст. 35 Закона Украины «Об охране труда».

Часто отсутствие структур охраны труда чиновники объясняют наличием государственных надзорных и профилактических органов: Госгорпромнадзора, Фонда социального страхования от несчастных случаев и профзаболеваний, СЕС и др.

Но ведь сферы их деятельности не будут дублироваться, если каждый будет заниматься своим основным делом: органы местного самоуправления, например, – контролем наличия системы управления охраной труда на предприятиях и в организациях, социальной защитой работающих во вредных условиях, содействием учебе по охране

труда, чего требуют коллективные договора. Госгорпромнадзор – контролем за состоянием охраны труда, организационно-технической сферой деятельности. Фонд социального страхования – контролем и финансированием профилактики охраны труда на предприятиях, в учреждениях и организациях, обучением охране труда. В городе Харькове в этом направлении достигнуто понимание представителей соответствующих сторон, но нет понимания горисполкомом своей роли в решении общей задачи.

Так, в функции Департамента охраны здоровья и социальных вопросов Харьковского городского совета были полномочия по реализации государственной политики в сфере охраны труда на территории г. Харькова, что не соответствует действительности, так как для этого нет соответствующей исполнительной структуры. В тоже время, специалисты отдела по вопросам труда управления труда и социальной защиты населения, заданием которого, согласно положения, является создание условий для реализации государственной политики в сфере охраны труда и профилактики травматизма непромышленного характера, не могут сосредоточиться на делегированных полномочиях, связанных с контролем охраны труда и обеспечением социальной защиты работников предприятий, учреждений и организаций всех форм собственности, в том числе занятых на работах с вредными и опасными условиями труда, качеством проведения аттестации рабочих мест относительно их соответствия нормативно-правовым актам об охране труда, предоставлением работникам в соответствии с законодательством льгот и компенсаций за работу во вредных условиях, фактически экспертизой условий труда, из-за потока не свойственных им задач. Вместе с этим возникает вопрос – почему в органах самоуправления не создаются должности специалистов по экспертизе условий труда, как это делают в Крыму? Практика возложения функции охраны труда на управления труда и социальной защиты населения, к сожалению, является очень распространенной.

Важное значение имеет внедрение международного стандарта безопасности – OHSAS 18001:1999 (Серия оценки профессионального здоровья и безопасности) на предприятиях города, который является одной из обязательных условий при работе с иностранными инвестициями.

Работа советов по вопросам безопасной жизнедеятельности населения различных уровней, которые согласно своих Положений должны заниматься координацией деятельности различных структур в вопросах охраны труда, не имеет четких полномочий, часто становится приложением к административному органу власти, теряет демократические основы при рассмотрении стоящих проблем. Одновременно возникает вопрос -- почему в законе «Об охране труда» в ст. 35 нет требования о создании советов БЖДН в органах местного самоуправления? Одновременно существенной проблемой является отсутствие четкого разделения сфер работы советов БЖДН и комиссий по чрезвычайным ситуациям. Необходимо определить целостность, структуру и границы работы по обеспечению безопасной жизнедеятельности населения. Необходимо обеспечить расширение социального диалога. Необходимо обеспечить эффективную работу советов безопасной жизнедеятельности и через предоставление им реальных прав.

Кроме освещенных выше проблем хотелось бы адресовать государственным структурам, имеющим властные полномочия, несколько вопросов и предложений:

– очень важно четко разъяснить: что включает в себя понятие «контроль охраны труда» согласно п. 8 ст. 34 Закона «О местном самоуправлении в Украине»? Многими оно воспринимается как всеохватывающая обязанность структур соцзащиты по охране труда вместо реальной работы по социальной защите граждан, работающих во вредных условиях. С одной стороны это имитация полномочий, а с другой – это реальная сфера экспертизы условий труда;

– необходимо разработать систему составления доступного всем органам власти реестра предприятий, находящихся на их территории, особенно с вредным производством.

Одновременно единообразно определить круг предприятий, организаций и учреждений, представляющих отчетность;

– всем структурам охраны труда необходимо активизировать привлечение науки в сферу своей работы, в чем она многократно заинтересована сама. Как пример, подчеркиваю особое значение взаимодействия отдела по вопросам труда Харьковского горсовета с кафедрами безопасной жизнедеятельности населения Харьковского национального технического университета «Харьковский политехнический университет» и Университета гражданской защиты Украины;

– необходимо четко определиться в какой взаимосвязи находятся принятия государственной, региональной и территориальной программ улучшения безопасности, условий труда и производственной среды;

– отсутствуют четкие подходы к расчетам по формированию штатов отделов по вопросам труда. При существующей нагрузке нет четкого обоснования сферы ответственности и уровня полномочий. Вообще непонятно какие аргументы вкладываются в высказывания о сокращении должностей государственных служащих при такой нагрузке по обеспечению безопасной жизнедеятельности населения;

– во избежание замечаний надзорных органов по поводу эффективности работы структур охраны труда исполнительных органов местного самоуправления необходимы аргументированные обоснования широты их полномочий, т.е. необходимого уровня охвата всех предприятий, учреждений и организаций, критерии формирования этого уровня;

– обеспечить создание структур охраны труда и экспертизы условий труда органов местного самоуправления в рамках возложенных полномочий, численность сотрудников должна соответствовать полномочиям. Должны быть четко определены направления работы и задачи специалистов, чтобы не допускать необоснованных спекуляций по поводу их количества;

– разработать и утвердить на высшем уровне систему обмена информацией в сфере безопасной жизнедеятельности населения.

## ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ТЕПЛООВОГО ВОСПЛАМЕНЕНИЯ КАПЛИ ЖИДКОСТИ

*Гусев В.Н., Селиванов С.Е.,*

Херсонская государственная морская академия (Украина),

*Кулик М.И.,*

Национальный университет имени В.Н. Каразина,

(Украина, г. Харьков)

Впервые процесс воспламенения был освещен Я. Г. Вант-Гоффом [1], который качественно описывает процесс воспламенения, дает определение температуры воспламенения: «температура воспламенения есть такая температура, при которой начальная потеря теплоты, обусловленная теплопроводностью и т.д., равна теплоте, которую за то же время образует приращение». А. С. Предводителев отмечает [2], что определение температуры воспламенения, данное Я. Г. Вант-Гоффом, совершенно не предполагает, что температура воспламенения есть величина постоянная, характеризующая физико-химические свойства горючего вещества, внешние теплотери могут изменить численное значение температуры воспламенения. Температура воспламенения веществ и материалов зависит от механизма и скоростей реакции, идущих в предпламенный период (реакции низкотемпературного окисления).

Вопрос о воспламенении капли – переход от испарения к устойчивому горению – до настоящего времени изучен недостаточно, несмотря на большое количество экспериментальных и теоретических работ [3 - 6].

Как известно, воспламенение капли происходит лишь тогда, когда над ее поверхностью образовывается горючая смесь из паров жидкости и воздуха, параметры которой (концентрация и температура) соответствуют условиям воспламенения данной жидкости. Температура, при которой происходит переход от режима испарения к режиму устойчивого горения капли – температура воспламенения

При любом механизме процесса воспламенения появлению пламени предшествует период относительно медленного нарастания скорости реакции, соответствующей разогреванию горючей смеси в условиях медленного повышения температуры при тепловом воспламенении. Этот период называется периодом задержки (индукции) воспламенения.

Температура воспламенения и период индукции воспламенения являются важнейшими параметрами, характеризующими воспламеняемость топлива. Однако обе эти величины не являются физическими константами, так как зависят не только от свойств топлива, но и от состава смеси, начальных значений давления и температуры, условий теплообмена, размеров и материала аппаратов, в которых происходит воспламенение, а также мощности источника зажигания (при принудительном воспламенении).

Таким образом, основной задачей, стоящей перед теорией воспламенения капли жидкого топлива, является определение: температуры воспламенения; времени задержки (индукции) воспламенения.

Экспериментально определяемый период индукции  $t_{i_{\text{экс}}}$  капли жидкости помещенной в поток нагретого воздуха можно представить как сумму времени прогрева капли  $t_{i_{\text{нр.}}}$  от начальной температуры  $\Theta^*$  до температуры потока  $T$  нагретого газа и времени саморазогрева за счет химической реакции от температуры потока до температуры воспламенения  $T_0$ . Обозначим это время через  $t_{i_{\text{экс}}}$ .

Для анализа  $t_{i_{\text{нр.}}}$  и  $t_{i_{\text{экс}}}$  можно воспользоваться нестационарной теорией воспламенения О. М. Тодеса [7] и из уравнения

$$\frac{d\Theta}{dt} = \frac{\exp \Theta}{\tau_o} - \frac{\Theta}{t_e}, \quad (1)$$

где  $t_e$  – время тепловой релаксации (прогрева или охлаждения) вещества,  $\tau_o$  – минимальный (адиабатический) период индукции;  $\exp \frac{\Theta}{\tau_o}$  – теплоприход к веществу;  $\frac{\Theta}{t_e}$  – теплоотвод от вещества.  
получить

$$t_{i_{np}} = \tau_o \int_{\Theta^*}^0 \frac{d\Theta}{\exp \Theta - \frac{\tau_o}{t_e} \Theta}, \quad (2)$$

$$t_{i_{ucm}} = \tau_o \int_0^1 \frac{d\Theta}{\exp \Theta - \frac{\tau_o}{t_e} \Theta} = \tau_o \varphi \left( \frac{\tau_o}{t_e} \right), \quad (3)$$

где  $\Theta = \frac{(T_s - T)}{(RT^2 / E)}$  – относительный разогрев капли;  $\frac{\tau_o}{t_e} = \beta$  – относительный адиабатический период индукции.

Нами проведено приближенное вычисление интеграла (3), с учетом, что при воспламенении капли величина  $\Theta = 1$  (1.35), а величина  $\beta$  равна  $e$ .

В результате полученного запишем (3) в виде

$$t_{i_{ucm}} = \tau_o \int_0^1 \frac{d\Theta}{\exp \Theta - \frac{\tau_o}{t_e} \Theta} \approx \tau_o \frac{\pi}{e\sqrt{2}} \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{\beta}{e}}}, \quad (4)$$

Полученное выражение (4), описывает приближенную зависимость периода индукции саморазогрева капли жидкости от температуры окружающей среды в интервале  $\beta$  близких к  $e$ .

Заметим, что при экспериментальном определении температур воспламенения капель жидкости значение  $\beta = e$  никогда не достигается (время индукции капель всегда конечно), поэтому выражение (4) можно использовать для сравнения экспериментальных данных по времени индукции с расчетными.

Представляет интерес для сравнения провести вычисление в среде Mathcad интеграла стоящего в левой части (4) и полученного приближенного выражения. Для этого используем типичные значения:  $T_s = 300$  К,  $T = 973$  К,  $\alpha = 133,74$  Вт/(м<sup>2</sup>К),  $R = 8,314$  Дж/(мольК),  $E = 200$  кДж/моль,  $c = 1995,78$  кДж/(м<sup>3</sup>К),  $q = 37,1$  МДж/кг,  $k_f = 4,285 \cdot 10^6$ , при диаметре 2 мм,  $S = 12,56 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>,  $V = 4,187 \cdot 10^{-9}$  м<sup>3</sup>;  $\beta$  берем от 0,2 до 2,7 с шагом 0,2.

Результаты полученных вычислений приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Значения  $t_{i_{экс}}$  при изменении  $\beta$

$\beta$	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7
Точне значення	6,27	6,80	7,45	8,30	9,44	11,11	13,87	19,86	72,13
Приблизне значення	7,59	8,11	8,75	9,57	10,68	12,28	14,93	20,67	71,43

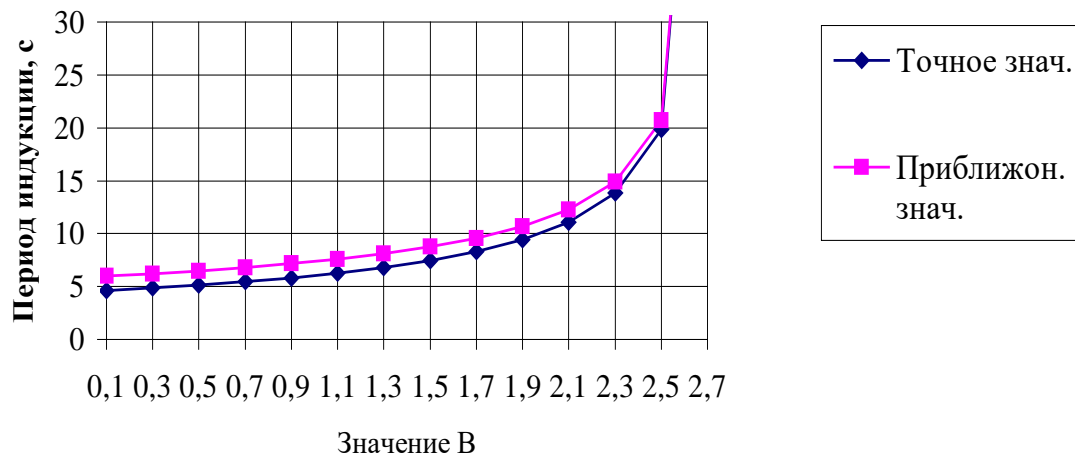


Рисунок 1 – Зависимость  $t_{i_{\text{экс}}}$  от  $\beta$

По результатам полученных вычислений строим график зависимости  $t_{i_{\text{экс}}}$  от  $\beta$  (рис. 1). Полученные кривые на рис. 1 указывают на их качественную схожесть.

Таким образом, полученное приближенное выражение (4) для определения периода индукции можно использовать в интервале  $\beta$  близких к  $e$  ( $\beta < e$ ) с достаточно высокой точностью и его решение можно производить с помощью простых алгебраических действий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вант-Гофф Я. Г. Очерки по химической динамике / Я. Г. Вант-Гофф. – Л. : ОНТИ, 1936. – 178 с.
2. Предводителев А. С. О фронтовом процессе испарения и сублимации сферических частиц / А. С. Предводителев // Труды ОГУ, сер. физ. наук. – 1960. – Т. 150, вып. 7. – С. 97-109.
3. Тепло- и массообмен : Т. 5 – Минск, 1966. – С. 965-974.
4. Горение неоднородных систем и научные основы сжигания топлива : материалы Третьего Всесоюзного совещания по теории горения, Т. 2. – М., 1960. – С. 145-149.
5. Polimeropoulos C. E. Combust / C. E. Polimeropoulos, R. L. Peskin // Flame. – 1969. – 13. – P. 1245-1249.
6. Горение и взрыв : материалы третьего Всесоюзного симпозиума по горению и взрыву. – М. : Наука, 1972. – 150 с.
7. Тодес О. М. Теория теплового взрыва. Тепловой взрыв реакции «нулевого» порядка / О. М. Тодес // Физическая химия. – 1939. – Т. 13, вып. 7. – С. 868.

## ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ТА ПРИРОДООХОРОННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В АЕРОПОРТАХ

*Запорожець О.І.,*  
Національний авіаційний університет  
(Україна, м. Київ)

**Постановка проблеми.** Географічні інформаційні системи (ГІС) - це інформаційна технологія, що успішно розвивається, ефективно що застосовується в багатьох галузях. Загалом, більшість застосувань ГІС, як на транспорті, так і в інших областях, визначається їх здатністю зв'язувати просторову і описову інформацію і можливістю їх сумісного аналізу. Корпоративна ГІС об'єднує потужність бази даних і розвинуті можливості візуалізації, забезпечувані електронними картами. Важливою особливістю ГІС в цих застосуваннях є те, що у всіх них використовується єдина програмна і інформаційна основа, відносно мало залежна від апаратних засобів.

ГІС – універсальна технологія для роботи з просторовими даними. Причому, на різних видах транспорту є свої специфічні задачі, які можуть ефективно вирішуватися за допомогою ГІС. Ось тільки деякі з них для аеропортів: управління майном аеропортів; управління територією; вибір місць і будівництво нових об'єктів інфраструктури аеропорту; моніторинг і планування повітряних коридорів; оцінка і планування пропускної спроможності; оптимізація парковки літаків; екологічна оцінка; моделювання і моніторинг шумового забруднення; управління здачею площ в оренду; інформування пасажирів за планом розвитку аеропорту і найближчого його оточення.

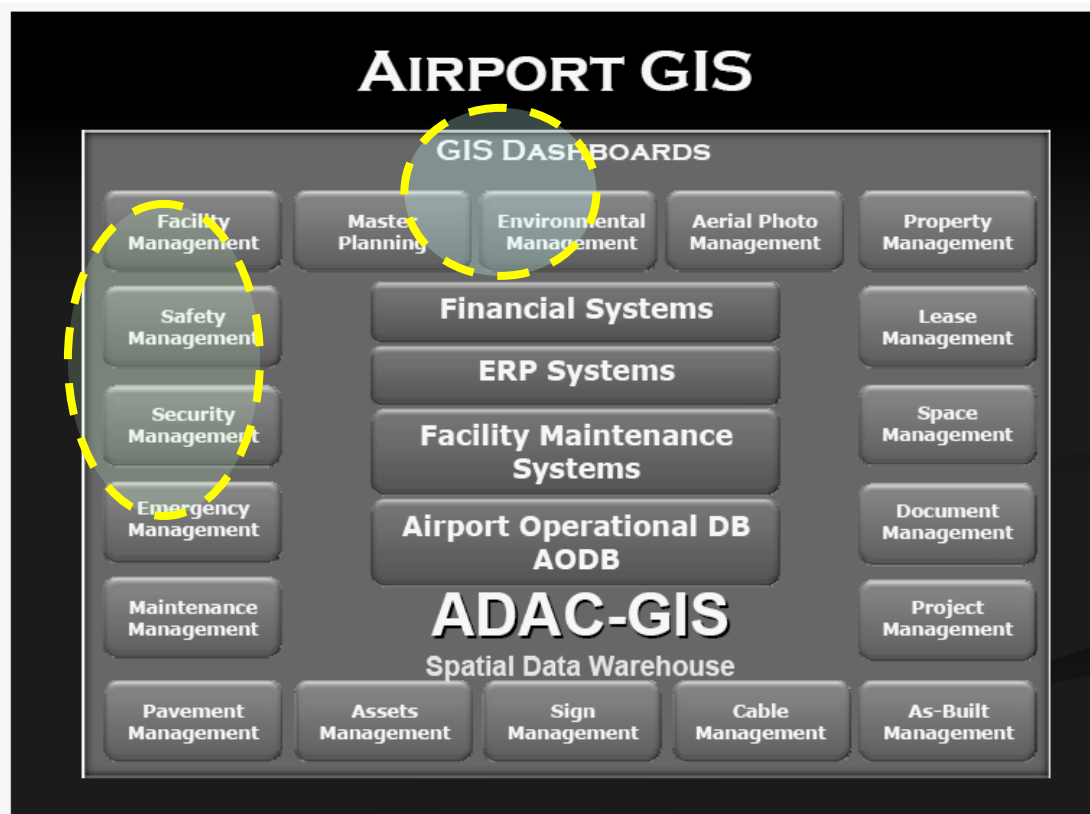


Рисунок 1 – Складові сучасної ГІС аеропорту

Забезпечення безпеки в аеропортах було істотно переглянуте в останні роки. З'явилися розробки управління природоохороною діяльністю (environmental management), безпекою (safety management), авіаційною безпекою (aviation security management), кризовими ситуаціями (emergency management), рис. 1. ГІС надає потужні аналітичні можливості для розуміння уразливості існуючих об'єктів, а також шляхи



інтеграції розрізних засобів інформаційної безпеки в єдине середовище. Аеропорти виявили, що ГІС є невід'ємною частиною добре продуманої інфраструктури забезпечення безпеки по периметру – від керування терміналом контролю і управління доступом.

**Основні результати досліджень.** Аеропорт використовує ГІС-додаток для відображення впливу його об'єктів на оточуюче середовище: рівнів шумового або електромагнітного забруднення, концентрацій забруднення повітря, поверхневих вод і ґрунту; ризиків третьої сторони; утворення відходів; споживання палива і енергетичних ресурсів, т.д.

ГІС-карти складають основу документів, потрібних для фінансування робіт по захисту від шуму і інших екологічних чинників населення, що проживає поблизу цього аеропорту, де рівень шуму (інших чинників) перевищує встановлені стандарти. Крім того, ГІС використовується при плануванні розширення аеропорту, а саме для аналізу можливої дії на населені пункти при різних варіантах розміщення злітно-посадочних смуг.

Крім накладання на карту ізоліній (контурів) шуму, ГІС має необмежений потенціал для широкого використання в службах наземного і повітряного забезпечення: підтримка нормативно-законодавчої бази діяльності аеропорту; ідентифікація і документування подій шуму пов'язаних з повітряними суднами (ПС); виявлення ПС, які порушують правила польотів (коридори); створення і публікація звітів про події шуму і інших чинників впливу на оточуюче середовище; зниження (мінімізація) впливу шуму, створюваного ПС в поточні і прогностні періоди; ефективна обробка скарг населення на вплив шуму, з прив'язкою до реальної статистики, виявленню типу і місця ПС; посилення енвайроментального іміджу аеропорту; прогноз і оптимізація графіка руху повітряних суден з інтеграцією даних підсистем ГІС в розрахункові моделі.

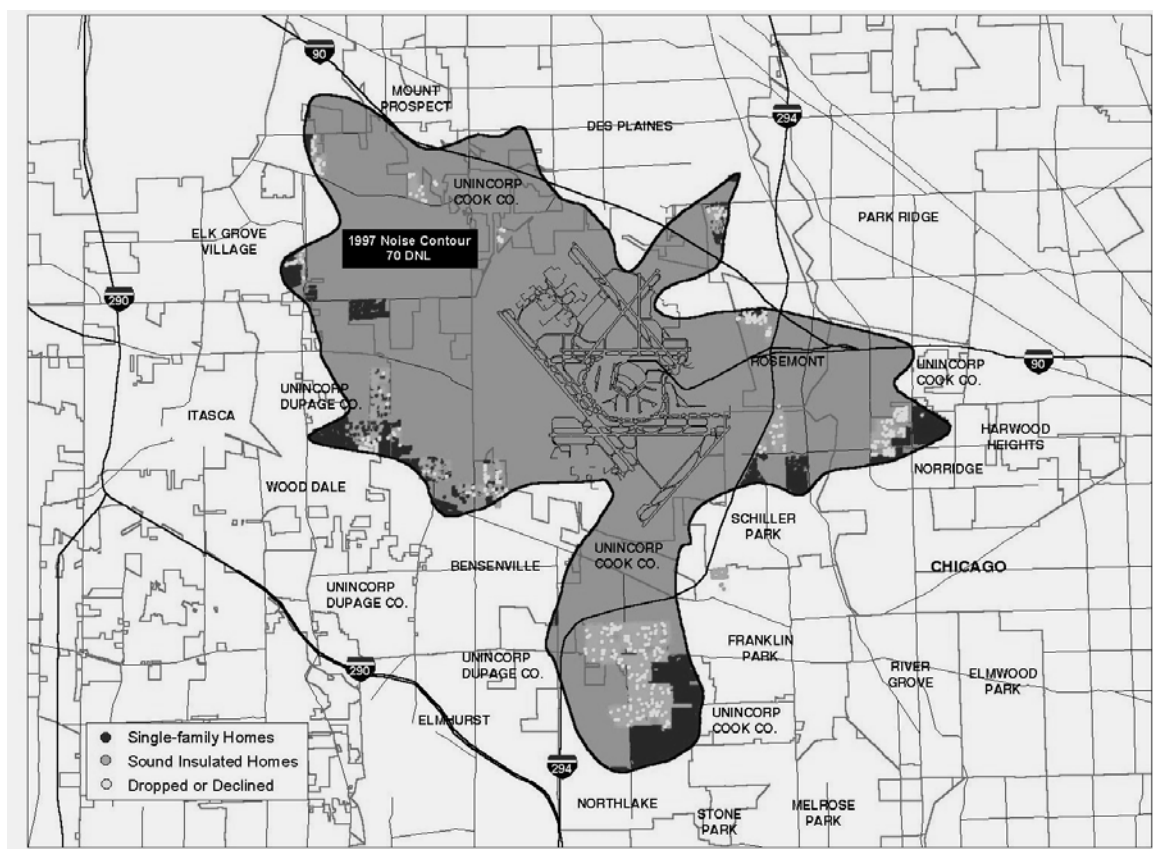


Рисунок 2 – Карти шуму аеропорту для програми звукоізоляції будівель

ГІС є очевидним рішенням в підготовці документів «Програми зменшення шуму літаків в околиці аеропорту», які необхідні, щоб отримати фондів, наприклад комунального власника аеропорту, для програми звукоізоляції будівель, які потрапляють в зони з наднормативними рівнями шуму. Щоб визначити, які будинки і землеволодіння

потрапляють в область з рівнями шуму вище за нормативне значення, наприклад 65 дБА еквівалентного рівня шуму в денний час доби, аеропорт повинен створити відповідну базу даних (рис. 2). Створена ГІС видає карти на рівні окремих земельних ділянок, де відображаються дані про використання земель, адреси, вулиці, магістралі, юридичні межі, зонування і загальні планові позначення, а також супутня інформація (рис. 2). Вона також включає векторизовані технічні дані та фотографії.

ГІС-забруднення повітря – це, в першу чергу, моделювання розповсюдження і впливів забруднення від точкових та просторових джерел на місцевості (рис. 3) і в атмосферному повітрі, оцінка найближчих та майбутніх наслідків екстремальних ситуацій забруднення. Сучасні системи дозволяють розглядати сценарії, які включають джерела викиду забруднюючих речовин: повітряні судна до 500 типів літаків і вертольотів; дорожній рух – понад 70000 дорожніх ділянок (1500 джерел на кожній ділянці); індустриальні джерела до 1500 точкових, лінійних, площадних і об'ємних джерел; агреговані джерела (сіткові джерела) – до 3000 вузлів розрахункової сітки для джерел малої продуктивності, наприклад, засобів обслуговування ПС в аеропорту.

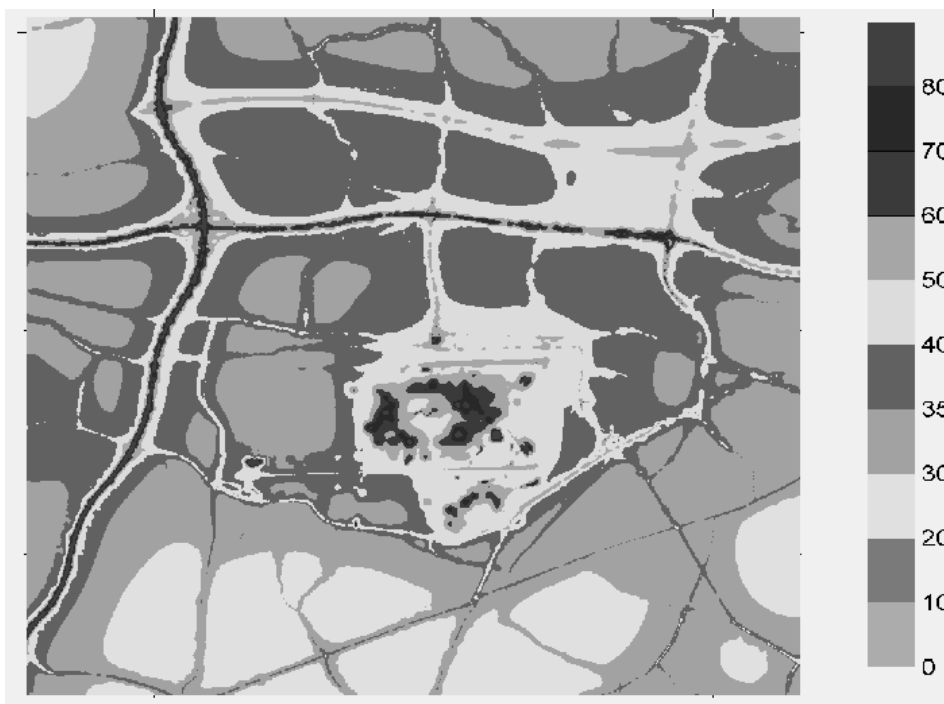


Рисунок 3 – Карти забруднення повітря аеропорту оксидами азоту

Екологічна складова включає не тільки аналіз, оцінку і прогнозування впливів на довкілля, але й поводження окремих екосистем. Наприклад, ГІС-птахи - спостереження за колоніями птахів в околиці аеропорту. Статистичний аналіз даних спостереження і ГІС-технології візуального відображення дозволяють обґрунтовувати рекомендації до дій авіаційного персоналу з метою попередження зіткнень ПС з птахами, що, як правило, є чинником скоєння авіаційних подій (небезпеки польотів) в районі аеропорту.

**Висновки.** Розроблені сьогодні моделі та розрахункові програми визначення впливів цивільної авіації на довкілля все більше знаходять застосування в ГІС- програмах. Корпоративні ГІС все більше включають аналітичні моделі екологічної безпеки, безпеки польотів та авіаційної безпеки аеропорту.

## КРИТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЗАЖИГАНИЯ, ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОРЕНИЯ И САМОПРОИЗВОЛЬНОГО ПОГАСАНИЯ ЧАСТИЦЫ ЖЕЛЕЗА В ВОЗДУХЕ КОМНАТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

*Калинчак В.В., Черненко А.С.,*

Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова (Украина),

*Селиванов С.Е.,*

Херсонская государственная морская академия (Украина),

*Калинчак А.И.,*

Одесская государственная академия холода (Украина),

*Шанюк С.А.,*

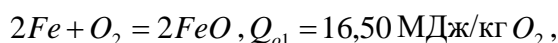
Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова (Украина)

Актуальной задачей является обеспечение безопасности перевозки лёгковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) на судах морского и речного транспорта.

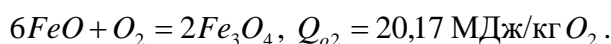
Раскаленные металлические частицы, фрикционные искры, движущиеся в смесях воздуха и паров ЛВЖ (химически-реагирующая смесь), представляют собой пожарную опасность. Для оценки пожарной опасности используют критическое условие зажигания Зельдовича и соотношение между временем высокотемпературной жизни металлической частицы и временем зажигания паров ЛВЖ. Зажигание смеси произойдет лишь в том случае, когда время «высокотемпературной жизни» раскаленных частиц превышает время зажигания химически-реагирующей смеси.

Малоизученными являются вопросы о механизме одновременного возникновения плотного и пористого окислов, роли теплотерь на излучение, стефановского течения и диффузионного сопротивления в процессах зажигания, горения и самопроизвольного погасания накалившихся частиц железа, попадающих в холодную газообразную окислительную среду. В данной работе, на примере стальной частицы, эти недочёты устраняются.

Последовательное образование окислов на примере железа происходит следующим образом. В результате диффузии катионов железа через плотный слой вюстита  $FeO$ , плотно прилегающего к поверхности частицы железа, происходит образование вюстита



а при последующем доокислении вюстита образуется магнетит:



В результате окисления металла при образовании конденсированных окислов вблизи поверхности частицы возникает стефановское течение, которое направлено к поверхности частицы. Это объясняется тем, что только один газообразный компонент реакций (кислород), расходуется на образование оксидов. При этом массовый поток инертного газообразного вещества равен нулю. Поэтому стефановский поток увеличивает массоперенос кислорода к поверхности частицы и, следовательно, увеличивает скорости образования плотного и пористого оксидов. В работе получено выражение для массовой скорости стефановского течения  $U_s$  у поверхности частицы:

$$U_s = (k_1 + k_2)C_{O_2s}; k_1 = \frac{D_v}{h_1}$$

где  $k_1$  и  $k_2$  – константы химических реакций образования окислов, м/с;  $D_v$  – коэффициент диффузии катионов железа через слой вюстита,  $m^2/s$ ;  $h_1$  – толщина плотного окисла, м;  $C_{O_2s}$  – относительная массовая концентрация окислителя на поверхности частицы.

Обычно предварительно нагретые металлические частицы до невысоких температур, когда они еще не светятся в видимом диапазоне, в воздухе комнатной температуры практически инертно охлаждаются. Естественно, в этом случае в начальный момент времени тепловыделение за счет протекающих химических реакций меньше теплоотвода от частицы. Для зажигания частицы в начальный момент времени необходимо превышения химического тепловыделения над суммарными теплопотерями, что возможно только при превышении начальной температуры частицы определенного критического значения. Именно это критическое значение начальной температуры и будем называть температурой зажигания. А соответствующий ей диаметр частицы – диаметром зажигания.

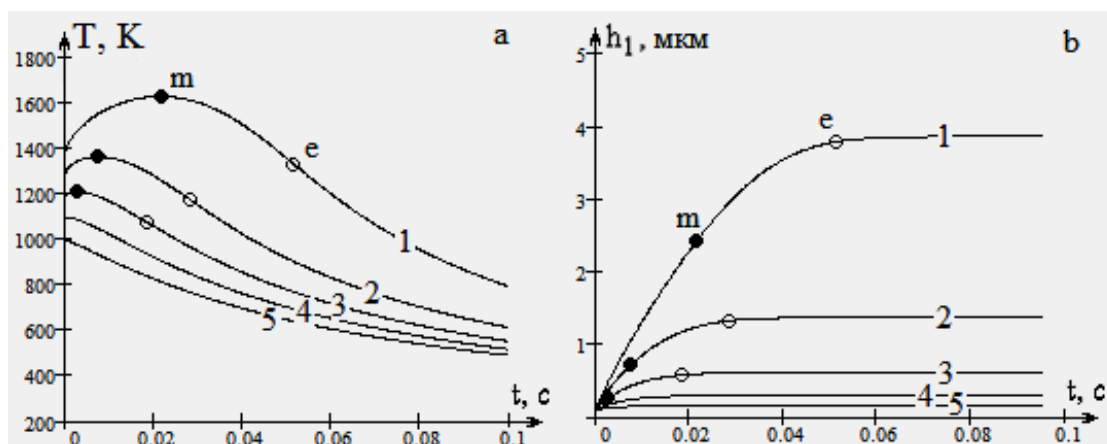


Рисунок 1 – Временные зависимости температуры частицы железа  $d_b=100$  мкм (а), толщины плотного окисла FeO (б) в воздухе комнатной температуры  $T_g = T_w = 293$  К,  $h_{b1} = h_{b2} = 0.1$  мкм,  $C_{O_2\infty} = 0.23$  при различных начальных температурах частицы  $T_b$ :  
1)1400 К; 2)1300 К; 3)1200 К; 4)1100 К; 5)1000 К

Таким образом, раскалённая частица при начальной температуре, меньшей температуры зажигания будет монотонно остывать (рис. 1а, кривая 5). В этом случае частица ведет себя практически как инертная. То есть для остывания частицы необходимо, чтобы химическое тепловыделение было меньше теплоотвода.

Если начальную температуру частицы взять больше температуры зажигания (рис. 1а, кривые 1-3) то на начальном этапе ее температура с течением времени увеличивается. То есть, для зажигания необходимо, чтобы химическое тепловыделение было больше теплоотвода.

Очевидно, что за условие вынужденного зажигания металлической частицы нужно принимать условие равенства временной производной по температуре нулю.

Применив условие стационарности, получена в аналитическом виде зависимость диаметра зажигания от начальной температуры (рис. 2).

Диаметр зажигания частицы  $d_{e1} < d_i < d_{min}$  уменьшается с ростом начальной температуры, что связано с относительным увеличением теплопотерь с газом (рис. 2).

Для больших частиц, лежащих в интервале  $d_{min} < d < d_{e2}$ , основную роль в препятствии зажигания играют теплопотери излучением. Для таких частиц увеличение диаметра способствует относительному росту теплопотерь на излучение по сравнению с теплопотерями с газом молекулярно-конвективным путем. В тоже время к единице поверхности частицы приносится меньше кислорода. Это приводит к уменьшению химического тепловыделения. Поэтому для зажигания частицы большого диаметра ( $d_{min} < d < d_{e2}$ ) необходимо поднять начальную температуру частицы (рис. 2). Именно учет теплопотерь на излучение приводит к появлению верхнего предела области зажигания по диаметру. Для этой области размеров диффузионно-кинетическое отношение в критических точках  $Se > 1$ , что говорит о важной роли массопереноса

кислорода к поверхности. Стефановское течение способствует дополнительному притоку кислорода к единице поверхности частицы и уменьшению теплоотдачи от частицы. Это приводит к понижению для данного диаметра критического значения начальной температуры, а также к увеличению до 1,5 раз критического диаметра  $d_{e2}$ , определяющего верхний предел по диаметру области вынужденного зажигания металлической частицы в воздухе комнатной температуры.

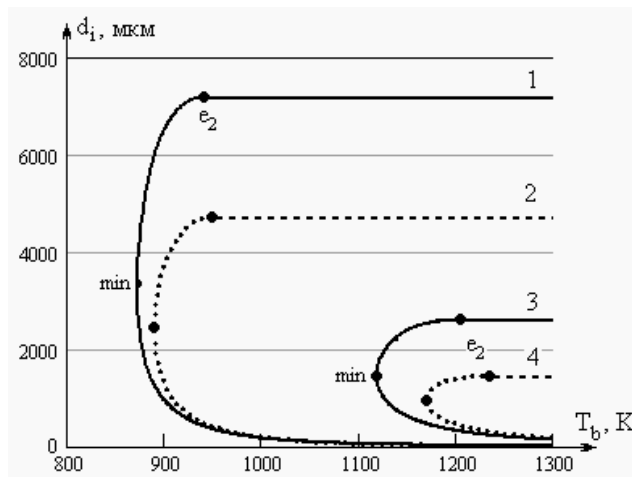


Рисунок 2 – Влияние начальной температуры на критический диаметр зажигания в воздухе комнатной температуры: 1, 3 – учет стефановского течения; 2, 4 – его не учитывают; 1, 2 –  $h_b = 0.1$  мкм; 3, 4 –  $h_b = 1$  мкм.

Начальная температура частицы определяет не только условие зажигания частицы данного размера (рис. 1), но и влияет на время «жизни» фрикционной частицы и максимальную температуру горения.

На первой стадии (высокотемпературной стадии) толщины оксидных слоев практически линейно растут со временем (рис. 1б, кривые 1-3). Средняя скорость нарастания окислов существенна и имеет порядок 10-100 мкм/с. С нарастанием оксидной пленки растет диффузионное сопротивление движению ионов через оксидный слой. Температура частицы достигает максимального значения ( $t. M$ ) и начинает уменьшаться. Скорость роста окислов после точки  $e$  резко уменьшается на несколько порядков, что является признаком самопроизвольного погасания. Окисление металла продолжает протекать в кинетической области ( $Se \ll 1$ ) и толщины окислов практически изотермически медленно растут. Увеличение начальной температуры частицы при  $T_b > T_{b,cr}$  приводит к росту максимальной температуры высокотемпературного окисления, толщин плотного и пористого оксидов и диаметра всей частицы, которое наблюдается в эксперименте. Высокая начальная температура частицы инициирует значительную скорость химической реакции, тепловыделение от которой дольше поддерживает окисление. С ростом начального диаметра частицы химическое тепловыделение уменьшается, что отражается на снижении температуры горения и скорости окисления, а, следовательно, к росту времени горения и снижению толщины окисла после погасания.

Стефановское течение приводит к существенному увеличению максимальной температуры горения, скорости химической реакции, времени высокотемпературного окисления, критических значений толщин окислов после самопроизвольного погасания. Влияние стефановского течения тем больше, чем больше начальная температура и меньше диаметр частицы.

Экспериментально наблюдаемые времена высокотемпературной стадии окисления частиц [1] согласуются с расчетными значениями. Так для частицы 50 мкм расчетные времена горения при изменении начальной температуры от 1300 К до 1500 К изменялись от 7 до 50 мс. Частицы получаются черного цвета, именно поэтому в качестве их

коэффициента черноты выбран коэффициент излучательной способности оксида  $Fe_2O_3$  равный 0,89. Меньшее значение коэффициента черноты дало бы завышенные значения максимальной температуры и времени высокотемпературного окисления металлической частицы, что рассогласуется с экспериментальными данными. В тоже время небольшие изменения кинетических параметров, например энергии активации (до 5%), что характерно для частиц различных сталей, приводит к существенным изменениям температур и времен горения металлических (стальных) частиц.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Леонова Л. Ю., Курятников В. В., Спиридонов Я. Н. Определение температуры и кинетических характеристик частиц стали, диспергированной фрикционным способом // Физика аэродисперсных систем. – 1981. – Т. 21. – С. 80-84.

## КРИТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТЕПЛОМАССОБМЕНА ЧАСТИЦЫ КАТАЛИЗАТОРА

**Калинчак В.В., Черненко А.С.,**

Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова (Украина),

**Сафронков А.Н.,**

Одесская государственная академия связи (Украина),

**Селиванов С.Е.,**

Херсонская государственная морская академия (Украина),

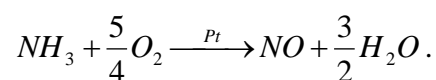
**Калугин В.В.,**

Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова (Украина)

Решение актуальной проблемы защиты окружающей среды настоятельно требует детального изучения установок аэрозольного катализа для сжигания малых содержаний в воздухе токсических и горючих газообразных веществ (аммиак  $NH_3$ , угарный газ  $CO_2$ , водород  $H_2$ , и др.). Актуальной задачей является также очистка водородосодержащих смесей, содержащую  $CO$  (яд для топливных элементов), для получения чистого водорода и дальнейшего применения его в топливных элементах. Среди существующих методов очистки наиболее перспективно применение реакции селективного каталитического окисления на платине оксида углерода в присутствии  $H_2$ . В качестве катализаторов в дисперсном виде эффективно используют оксиды металла, например железа, а также металлы переходной группы, в качестве носителей которых являются кремниевые и углеродные частицы.

Термохимические методы основаны на использовании и определении мощности химического тепловыделения, или температуры катализатора, в зависимости от концентрации горючего вещества в воздухе. Математическая теория определения критических условий гетерогенного воспламенения и погасания для реакций первого порядка с учетом массопереноса активного компонента к поверхности реакции известна уже давно [1]. Однако, в теории используют преимущественно разложение аррениусовской экспоненты методом Франка-Каменецкого, который не учитывает конечности доли молекул способных прореагировать, что существенно сказывается на точном определении критических условий воспламенения и погасания, и параметров вырождения критических условий.

В качестве примера выбрано каталитическое окисление аммиака на платиновом шарике



Критические условия воспламенения и погасания реакции на поверхности частицы катализатора можно определить, как экстремумы на зависимости концентрации от стационарной температуры, полученной из условия стационарности температуры катализатора, в следующем безразмерном виде:

$$C_a = \frac{\theta \left( 1 + \frac{\delta}{\xi} \exp\left( \frac{\theta}{1 + \gamma_g \theta} \right) \right)}{\delta \exp\left( \frac{\theta}{1 + \gamma_g \theta} \right)}, \quad (1)$$

$$\theta = \frac{T - T_g}{RT_g^2} E, \quad \delta = \frac{Q_a \rho_g k(T_g) E}{\lambda_g Nu \cdot RT_g^2} d, \quad \xi = \frac{Q_a E}{c_g RT_g^2}, \quad \gamma_g = \frac{RT_g}{E}, \quad k = k_0 \exp\left( -\frac{E}{RT} \right)$$

где  $Q_a$  – тепловой эффект реакции, рассчитанный на килограмм горючего компонента, Дж/кг;  $C_a$  – относительная массовая концентрация горючего компонента в воздухе;  $d$  – диаметр частицы или проволоки катализатора, м;  $\lambda_g$ ,  $\rho_g$ ,  $C_g$  – теплопроводность, плотность и удельная теплоемкость газа,  $T_g$  – эффективная температура газа, К;  $k$  – константа гетерогенно-каталитической химической реакции, м/с;  $Nu$  – число Нуссельта.

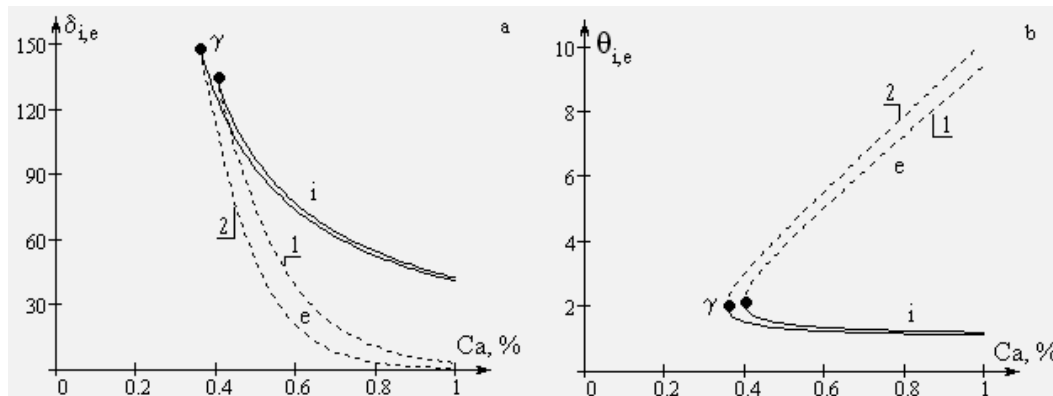


Рисунок 1 – Зависимость критических значений диаметра (а) и температуры (б) катализатора от концентрации горючего при  $\xi = 1130$ ,  $\gamma_g = 0.026$  для случая учета (1) и неучета (2) конечности числа реагирующих молекул

Для определения критических условий (рис. 1) воспользуемся условием экстремума на зависимости  $C_a(\theta)$ , в результате применения которого, получим уравнение для определения критического диаметра частицы катализатора  $\delta_{i,e}$

$$\delta_{i,e} = \xi \left( \frac{\theta_{i,e}}{(1 + \gamma_g \theta_{i,e})^2} - 1 \right) \exp \left( - \frac{\theta_{i,e}}{1 + \gamma_g \theta_{i,e}} \right). \quad (2)$$

Подстановка (2) в (1) дает выражение для критической концентрации:

$$C_{ai,e} = \frac{\theta_{i,e}^2}{\xi (\theta_{i,e} - (1 + \gamma_g \theta_{i,e})^2)} \quad (3)$$

Решая выражения (3) относительно  $\theta_{i,e}$ , получим выражение для значений температур катализатора, соответствующих критическим условиям воспламенения и погасания катализатора:

$$\theta_{i,e} = \frac{1}{\gamma_g^2 + \frac{1}{C_{ai,e} \xi}} \left( \frac{1}{2} - \gamma_g \mp \frac{1}{2} \sqrt{1 - 4\gamma_g - \frac{4}{C_{ai,e} \xi}} \right).$$

Те же результаты могут быть получены при нахождении экстремумов на зависимости диаметра от стационарной температуры  $\delta(\theta)$  [2]. Неустойчивая стационарная точка  $i$  определяет критическое условие воспламенения: при значениях концентрации горючего в газовой смеси  $C_a > C_{ai}$  катализатор выбранного диаметра ( $d < d_\gamma$ ) спустя время будет самопроизвольно переходить с низкотемпературного на высокотемпературный режим окисления. Точка  $e$  соответствует критическому условию погасания: при значениях концентрации  $C_a < C_{ae}$  катализатор (выбранного диаметра ( $d < d_\gamma$ )) будет самопроизвольно переходить с высокотемпературного на низкотемпературный режим окисления.



В интервале значений концентраций  $C_{ae} < C_a < C_{ai}$  (гистерезисная область, рис. 1) переход на высокотемпературный режим окисления возможен лишь при превышении начальной температуры катализатора некоторого критического значения (температуры зажигания). При больших тепловых эффектах реакции и невысоких температурах газа ( $\xi \gg 1$ ,  $\gamma_g \ll 1$ ) критические значения безразмерного диаметра  $\delta_i$  и температуры  $\theta_i$ , соответствующие условию воспламенения, стремятся к постоянным значениям, равным:

$$\delta_i \Big|_{\xi \rightarrow \infty, \gamma_g \rightarrow 0} \rightarrow (C_a \cdot e)^{-1}, \quad \theta_i \Big|_{\xi \rightarrow \infty, \gamma_g \rightarrow 0} \rightarrow 1.$$

Например, для случая каталитического окисления аммиака на платиновой проволоке параметры  $\xi = 1130$ ,  $\gamma_g = 0.026$ . Поэтому,

$$\delta_i = (C_a \cdot e)^{-1} = 22 \text{ и } \theta_i = 1.$$

Вырождение критических условий при воспламенении и потухании происходит при некотором минимальном значении концентрации горючего компонента, т.е.  $\partial C_{ai,e} / \partial \theta = 0$ . В итоге получим критическое значение температуры частицы катализатора, соответствующее точке вырождения (т.γ):

$$\theta_\gamma = \frac{2}{1 - 2\gamma_g}. \quad (4)$$

Подстановка (4) в (3), (2) даст  $C_{ai} = C_{ae} = C_{a\gamma}$  и  $\delta_i = \delta_e = \delta_\gamma$  в точке вырождения:

$$\delta_\gamma = \frac{\xi_\gamma (1 - 4\gamma_g)}{e^2} = \frac{4}{C_{a\gamma} \cdot e^2}, \quad C_{a\gamma} = \frac{4}{\xi_\gamma (1 - 4\gamma_g)}.$$

Критерий Семенова (диффузионно-кинетическое отношение) в точке вырождения равен:

$$Se_\gamma = 1 - 4\gamma_g, \quad Se = \frac{\delta}{\xi} \exp\left(\frac{\theta}{1 + \gamma_g \theta}\right)$$

с ростом параметра  $\gamma_g$  (температуры газа) он уменьшается.

В случае подхода Франк-Каменецкого ( $\gamma_g \ll 1$ ), эта величина постоянна и равна  $Se_\gamma = 1$ . Использование разложения аррениусовской экспоненты методом Франк-Каменецкого приводит к ошибкам, связанные с не учетом конечности скорости химической реакции с ростом температуры. Вследствие того, что  $\gamma_g > 0$ , горючая смесь на частице катализатора может воспламениться только при  $\xi C_{a\gamma} > 4$ . При использовании разложения аррениусовской экспоненты Франк-Каменецкого ( $\gamma_g \ll 1$ ) приходим к тому же результату для  $\delta_\gamma$ , значению температуры  $\theta_\gamma = 2$ , и значению  $\xi C_{a\gamma} = 4\xi$ , т.е. минимальному значению в более общем случае.

Видно (рис. 1), что на примере каталитического окисления аммиака на платиновой проволоке, модель Франк-Каменецкого при рассмотрении критических условий воспламенения и погасания применима в области концентраций горючего вдали от вырождения критических условий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Франк-Каменецкий Д. А. Диффузия и теплопередача в химической кинетики. – М. : Наука, 1987. – 491 с.
2. Калинин В. В. Влияние излучения на критические режимы тепло- и массообмена при параллельных реакциях на поверхности частицы // Физика горения и взрыва. – 1994. – Т. 30, №4. – С. 63-74.

## ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА КОРПУСА СУДНА В ОТКРЫТОМ МОРЕ

*Камаев О.Ю.,*

Херсонская государственная морская академия  
(Украина)

Ремонт корпуса судна в открытом море при выполнении рейса представляет собой не только достаточно трудоемкую операцию, но и опасную для жизни моряков, при несоблюдении ими должной техники безопасности. Еще более сложной аварийной работой является устранение пробоин или течи в днище судна.

Поступление воды внутрь судна опасно порчей груза, повреждением судового имущества, нарушением работы судовых электросетей. Кроме того, что лишняя вода влияет на водоизмещение судна и его непотопляемость, она может привести к нарушению устойчивости самого судна, вследствие большого бокового крена и, соответственно, к значительным человеческим жертвам среди членов экипажа судна и пассажиров в течение считанных минут.

Борьба за непотопляемость судна определяется комплексным решением круга задач по устранению пробоины и вызванных ею последствий, а также условиями, которыми сопровождается борьба с водой на борту судна.

Постановка судна в сухой док для ремонта корпуса может обойтись в сотни тысяч долларов, независимо от размера полученных повреждений. Причины пробоины или течи в корпусе могут быть самыми различными – от столкновения с другим судном или береговыми сооружениями до износа материала корпуса из-за его коррозии или окисления. Эти причины кроются не только в нарушениях правил эксплуатации судна, но и ошибках при его постройке или не учтенных внешних факторов – не плотные соединения или сварка листов металла, низкое качество стали, измененный из-за погодных условий рельеф дна возле берега, долгий срок эксплуатации судна без проведения капитального ремонта.

Благодаря современным и оперативным средствам спасения и связи, представленными шлюпкой свободного падения, которая позволяет покинуть судно на протяжении нескольких минут, спасательными морскими вертолетами, радиус действия которых достигает порядка двух сотен морских миль, автоматическими спутниковыми аварийными буями, подающими сигнал бедствия и координаты его затопления, экипаж имеет возможность спастись без значительного ущерба для себя.

Безусловно, каждый из этих пунктов имеет свои преимущества и недостатки. Например, вертолету для эвакуации экипажа часто необходима специальная площадка на палубе судна для посадки. Также на использование морской авиации влияет его невысокая грузоподъемность и погодные условия.

Средства связи обеспечивают соединение со спутником, но шторм может оттянуть спасение пострадавших, а сильный ветер и волнение могут отнести спасенных на большое расстояние от места крушения судна, что значительно осложнит их поиск при отсутствии радиосвязи со спасательной шлюпкой или плотом.

Для того, чтобы правильно оценить применение шлюпок свободного падения, необходимо помнить, что они имеют ограниченное количество сбрасываний, которое отрицательно сказывается на прочности их конструкции. Помимо всего прочего, при аварийном крене или дифференте высота сброса может достигать для больших судов 40-45 метров, что часто приводит к физическим травмам среди экипажа при соприкосновении шлюпки с поверхностью воды.

Для экипажа судна как правило выделяют три уровня безопасности в море:

1. Самый низкий уровень безопасности – когда человек находится непосредственно в воде. При этом его жизни угрожает такое явление как гипотермия (переохлаждение). Температура большинства вод при прохождении судна составляют порядка 10°C, что без индивидуальных средств спасения (гидротермокостюм) позволяют пробыть в холодной

воде не более получаса. Даже при температуре воды в 25°C время нахождения человека составит не более восьми часов, после чего наступит потеря сознания, а потом и смерть.

2. Средний (приемлемый) уровень безопасности – нахождение членов экипажа судна на коллективных средствах спасения (надувной спасательный плот или спасательная шлюпка) при условии их оборудования защитным тентом от непогоды. Например, отсутствие тента на шлюпке при отрицательной температуре воздуха приведет к гибели половины экипажа уже в первые сутки. Главное преимущество коллективных средств спасения – изоляция от холодной воды и запас продовольствия и воды на борту.

3. Самый высокий уровень безопасности – само судно. Даже будучи обездвижено и лишено электричества, судно позволяет избежать воздействия большинства внешних факторов (качка, ветер, дождь, снег и т.д.), его проще обнаружить с помощью радиолокационных устройств или визуально с воздуха или воды, на нем присутствуют необходимые инструменты и запасы провизии для выживания.

Таким образом, наиболее предпочтительный способ спасения для экипажа – спасение на борту судна, что исключает потерю судном своей непотопляемости.

За долгую историю мореплавания было разработано множество способов борьбы с водой, поступающей на борт судна. Из них наибольшее распространение получила постановка пластыря на пробоину, что прекращает прибытие воды и дает дополнительную возможность осушить отсек, для последующей заделки корпуса.

Пластырей существует три основных типа: мягкие пластыри, жесткие пластыри (закрытие пробоины деревянным щитом) и пневматические пластыри.

Пневматические пластыри представляют собой высокотехнологическую конструкцию из резиновой камеры, при наполнении которой воздухом, она за счет своего расширения закрывает пробоину.

К сожалению, сложность конструкции и ее относительная надежность привели к тому, что суда ими практически не снабжаются. Такие пластыри подходят не для всех типов пробоин, при рваных краях пробоины камера может оказаться повреждена, часто воздух выходит из наполненного пластыря, не позволяя нормально заделать пробоину.

Жесткие пластыри согласно Регистру на суда морского района плавания не поставляются. В случае необходимости их изготавливают вручную из аварийного имущества. Аварийное имущество включает в себя три главных составляющих: аварийный инструмент (например, столярный инструмент для изготовления деревянного щита полотна пластыря), аварийный материал (доски, упорные брусья, гвозди или цемент для закладывания пробоины) и аварийный инвентарь (например, трубцина или раздвижной механический упор для крепления деревянного пластыря на пробоине).

Отсутствие аварийного имущества на многих типах судов (в зависимости от их назначения и района плавания) и низкая квалификация команды, вызванная сокращением количества членов экипажа, привели к тому, что часто пробоины не заделываются до конца, в надежде, что по окончании рейса всегда можно перейти на другое судно или судоходная компания отремонтирует судно на заводе. Такими действиями уничтожается главная составляющая безопасности судновой команды – предупреждение возможной аварии, превентивные меры по обеспечению безопасности судна.

Еще одна сложность при использовании жестких пластырей – возможность их постановки только в сухом отсеке или при обнажении пробоины путем кренования и дифферентования судна. Полотно деревянного щита оставляет зазоры между его краями и корпусом судна, а устанавливаемые по периметру мягкие подушки (прокладки из войлока или пакли) не обеспечивают нормальной изоляции от просачивания воды вовнутрь отсека.

Описанные выше два типа пластырей предназначены для закрытия пробоин относящихся к малым, средним или большим (площадью до 2 м<sup>2</sup>, согласно НБЖС-83). Если размеры пробоины превышают эти показатели, раньше применяли мягкие пластыри квадратной формы, длина которых достигала по одной из сторон от 3 до 4,5 метров. Пластичность материала позволяла пластырю обеспечить его прилегание по всей площади

---

корпуса (от изогнутой до двояковыпуклой), не оставляя зазоров. Они позволяли закрыть практически любую пробоину, даже находящуюся под водою. Постановка производилась с палубы, путем обтягивания подкильных концов и шкотов с обоих бортов судна.

В наше время использование мягких пластырей на судах морского флота прекращено. Вызвано это, как уже говорилось выше, сокращением количества членов экипажа и снижением их уровня подготовки к борьбе за живучесть судна.

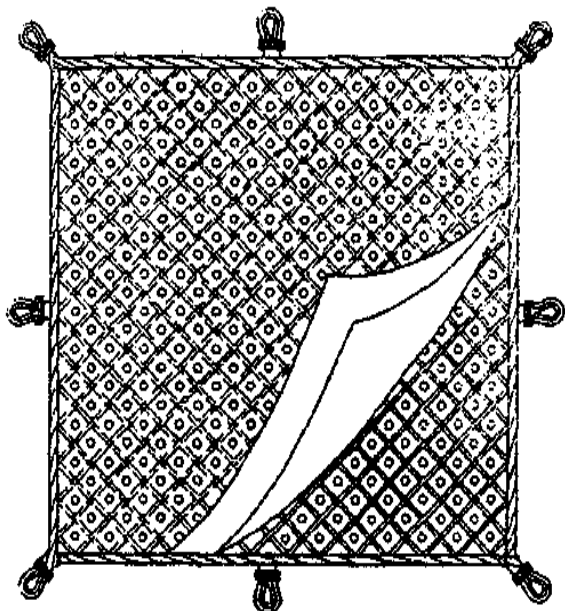


Рисунок 1 – Пластырь кольчужный (Баранова):

1 – коуш; 2 – бензель коуша; 3 – люверс; 4 – бензель ликтроса; 5 – ликтрос пластыря; 6 – ликтрос сетки-кольчуги; 7 – крышка наружная; 8 – крышка внутренняя; 9 – шайбы парусиновые; 10 – кольцо сетки.

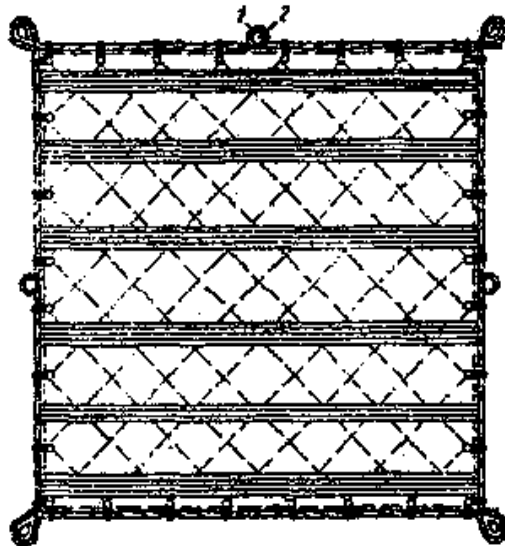


Рисунок 2 – Пластырь облегченный (Макарова):

1 – кренгельс; 2 – коуш круглый; 3 – коуш; 4 – бензель коуша; 5 – люверс выметанный; 6 – бензель ликтроса; 7 – ликтрос пластыря; 8 – крышка; 9 – войлочная прослойка толщиной около 10 мм; 10 – карман для распорных реек; 11 – распорная рейка.

Еще одним обстоятельством, повлиявшим на снятие мягких пластырей с использования – сложность постановки. Во-первых, необходимо заводить удерживающие тросы одновременно с обоих бортов судна, чему мешает постановка судна на якорь или случайные зацепы троса за винт или рулевое устройство. Во-вторых, тяжелая конструкция пластыря, что требует больших физических усилий со стороны команды.

Наиболее распространенный кольчужный пластырь (пластырь Баранова) изготовлен из проволочных стальных колец толщиной до 9 мм. Наличие парусиновых

шайб в каждом из колец, стального троса по периметру, войлочные и парусиновые прокладки на его поверхности с обеих сторон еще больше утяжеляют общий вес конструкции (рис. 1). Высокая парусность пластыря затрудняет его завод на пробоину при ветре или во время шторма.

Эту проблему постарался решить на своих судах вице-адмирал Макаров С. О., создавший облегченный вид пластыря – войлочная основа укрепленная парусиной со специальными горизонтальными карманами для распорных металлических стержней, которыми обеспечивалась стойкость конструкции к продавливанию материала пластыря внутрь пробоины (рис. 2).

Необходимо понимать, что постановка пластыря для прекращения поступления воды внутрь судна является временной мерой. Пластырь всего лишь создает необходимые условия для постановки цементного ящика (расклинивание опалубки) и заливки пробоины раствором бетона, что не только помогает восстановить непотопляемость судна, но и частично вернуть местную прочность корпуса. Такая конструкция позволяет судну минимум еще один год обойтись без капитального ремонта.

Очевидные преимущества использования мягких пластырей свидетельствуют о необходимости реорганизации их использования.

Достоинства мягких пластырей: плотное прилегание к борту судна, возможность осушения отсека и заделки пробоины, постановка производится с палубы, отсутствует необходимость использования водолазных средств. К минусам относятся: тяжелая конструкция, значительные физические усилия, необходимость привлечения действий всей команды, намотка троса на гребной винт.

Данные недостатки легко устранить при использовании современных синтетических материалов или пластмасс. Это не только облегчит общую конструкцию пластыря, но также позволит произвольно выбирать его размеры.

Использование двух заготовок из полужесткой и пластичной листовой пластмассы обеспечивает возможность задать необходимые размеры мягкого пластыря для всех типоразмеров пробоин. За счет жесткого слоя можно добиться прочности конструкции к давлению воды при постановке ниже ватерлинии. Мягкий (пластичный) слой выполнит функции прокладки между внешней жесткой конструкцией и бортом судна, не давая воде проникнуть внутрь отсека. Применение термитных или самовозгорающихся составов по периметру пластыря станет своеобразной сваркой, прочно прикрепив полотно пластыря к корпусу, не взирая на его шероховатость, форму (геометрию) или наличие зазоров, которые окажутся залиты слоем расплавленной под действием температуры пластмассы.

При размещении маломощных постоянных магнитов в нижней части пластыря можно добиться упрощения его заводки на пробоину и последующей обтяжки по борту. Электромагниты позволяют обойтись без заводки подкильных концов, за счет опускания пластыря в воду на необходимую глубину и подачи электрического тока на катушки. После этого остается только временно отключать или снижать мощность электропитания для перемещения пластыря.

Не менее интересным направлением может служить использование так называемых «металлов с памятью». Обычно жесткие пластыри крепятся на пробоине с помощью прямых или крючковых болтов, которые зацепляют за края пробоины. Подача слабого тока на стержни из металла с памятью вызовет их нагрев и изменение конфигурации, что позволит надежно зафиксировать с необходимым усилием пластырь на пробоине любой сложности. Использование пенной пластмассы (прототипом которой может служить распространенный пенопласт) в поврежденном отсеке вытеснит при ее расширении излишки воды и закроет пробоину. Плавуемость судна при этом будет восстановлена полностью. Такая технология уже применяется в конструкциях некоторых типов пластмассовых спасательных шлюпок, когда вместо воздушных ящиков между ждвумя бортами вставляется слой пенопласта для придания им дополнительной плавучести и

непотопляемости. В случае необходимости такой «заполнитель» легко устранить с помощью нагрева материала струей горячего воздуха.

Правильный подход к проведению ремонтных работ корпуса судна позволит не только спасти само судно, но и множество жизней, что особенно актуально для пассажирских судов, аварии на которых сопровождаются большим числом жертв.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Карпенко А. Г., Дмитриев В. И. Рекомендации экипажам судов по действиям в аварийных ситуациях. – М. : РосКонсульт, 2004. – 80 с.
2. Колегаев М. А., Иванов Б. Н., Басанец Н. Г. Безопасность жизнедеятельности и выживание на море : учебное пособие. – Одесса : Одесская национальная морская академия, 2008. – 416 с.
3. Камалыгин А. Л. Охрана труда на судах : методическое пособие. – Одесса : Студия «Негоциант», 2005. – 220 с.
4. Дыба В. Г., Позолотин Л. А., Чистяков В. Л. Управление безопасностью судна : учебное пособие. – Одесса : Автограф, 2004. – 334 с.
5. Международный Кодекс по Спасательным Средствам (Кодекс ЛСА) – СПб. : ЦНИИМФ, 2010. – 184 с.

## ЯКИМИ РИЗИКАМИ В ДОРОЖНІЙ ГАЛУЗІ МИ КЕРУЄМО?

*Каслін М.Д.,*

Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
(Україна, м. Харків)

Останніми роками опубліковано велику кількість наукових праць з проблем безпеки та її забезпечення. Значний внесок у вирішення проблем аналізу й оцінки ризику при аваріях на різного роду об'єктах внесли вітчизняні та закордонні вчені, з'явилося і багато урядових постанов, нормативних актів, тощо [1, 2].

Вважається, що запровадження сучасних методів оцінювання ризику техногенних і природних небезпек є одним із шляхів вирішення соціально-економічних завдань, проблем захисту населення, збереження сприятливого стану довкілля і природно-ресурсного потенціалу держави. Оцінку прийнятності ризику розглядають як перший крок до кількісного порівняння небезпеки від функціонування об'єктів, та пропонують критерії для розробки планів дій у надзвичайних ситуаціях і в життя заходів щодо зниження рівня потенційної безпеки суб'єктів.



Рисунок 1 – Фактори впливу на рівень безпеки праці у дорожньо-транспортній галузі

Розглянуто приклад розрахунку ризиків на окремому робочому місці за методикою останнього стандарту ССБП Росії, що вступив в дію з 2011 року. Він дуже схожий на методичні пропозиції Гогиташвили [3], Прохорова [4], та ще на десяток інших методик, що відомі міжнародній спільноті.

Але перегляньмо фактори впливу на рівень безпеки праці дорожньо-транспортній галузі (рис. 1). Рівнозначними впливовими причинами визначено: середовище та працюючі. Але всі розрахунки стосуються технічних систем, технологій, обладнання, та таке інше. А де ж компетенції фахівців, які дають 50% нещасних випадків та хто і як їх навчає?

### ЛІТЕРАТУРА

1. ПКМУ № 413, від 28.04.2009. Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступень ризику.
2. ПКМУ № 637, від 04.12.2002. Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів.
3. Гогиташвили Г. Оцінювання ризиків – основа управління ОП та ПБ // Промислова безпека. – 2010. – № 11. – 3 с.
4. Прохоров В. Риски. Как ими управлять // Промислова безпека. – 2010. – № 6. – 6 с.

## АНАЛІЗ НОРМАТИВНИХ ВИМОГ ЩОДО ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ НА КЛАСИФІКАЦІЮ ВАЖКОСТІ ПРАЦІ

*Касьянов М.А., Савченко І.В., Андріанова О.О., Арлінський О.Ю.,*  
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля  
(Україна, м. Луганськ)

**Аналіз стану питання.** Відомо, що одним із основних показників стану охорони праці є рівень виробничого травматизму та професійної захворюваності. Аналіз страхових нещасних випадків (НВ) на виробництві та профзахворювань показує, що у 2011 р. відбулося 13674 нещасні випадки на виробництві, в яких постраждало 14064 особи (у т.ч. 1755 – із смертельним наслідком), та виникло 5398 випадків професійних захворювань [1]. У 2011 р., у порівнянні з аналогічним періодом 2010 р., кількість професійних захворювань збільшилось на 8,7 % (з 4965 до 5396). Найбільша кількість професійних захворювань зареєстрована у Донецькій (32,6 %), Луганській (26,2 %), Дніпропетровській (18%) і Львівській (10,5 %) областях, що у сумі складає близько 87 % від загальної їх кількості по Україні.

Основною причиною високого рівня професійних і обумовлених виробництвом захворювань є не тільки невідповідність та використання недосконалих технологій, а і відсутність дієвих засобів зниження шуму, вібрації, наявність порушень параметрів мікроклімату, психофізіологічні причини, а також високі професійні ризики [2].

Відомо, що втوما це складний процес, який поєднує з одного боку об'єктивні фізіологічні зрушення у організмі людини-оператора внаслідок фізичного навантаження у процесі праці, а з другого – погіршення психічного стану, що виникає внаслідок зазначеного впливу, і призводить до погіршення ефективності у виконанні робочого завдання. А до дієвих засобів боротьби з втomoю, поряд з гарним харчуванням, спрощенням завдань, обмеженням зусиль, що вимагаються при виконанні рухів, усуненням чи зниженням шкідливої дії виробничих чинників, відносяться і такі, як забезпечення на робочих місцях оптимальних умов виробничого середовища, до яких можна віднести температуру повітря, його вологість і швидкість руху і т.ін., а також – раціональна організація праці з чередуванням періодів, пов'язаних з фізичним або розумовим навантаженням та відпочинком.

**Постановка задачі дослідження.** Необхідність врахування основних параметрів мікроклімату обумовлюється підтриманням теплового балансу між організмом людини-оператора і оточуючим його виробничим середовищем. Для нормального протікання у організмі фізіологічних процесів при постійному знаходженні у процесі теплової взаємодії з середовищем необхідно теплоту, що виділяється організмом людини, з нього відводити. У разі відповідності між кількістю цієї теплоти і охолоджуючою здатністю середовища у людини-оператора не виникає відчуття холоду чи перегріву, і тому ті мікрокліматичні умови, при яких це явище спостерігається, характеризуються як комфортні. Терморегуляція організму людини балансує його тепловиділення з розходом тепла на роботу і життєдіяльність, що забезпечує підтримку постійної температури внутрішніх його органів. А кількість тепла, що виділяється людиною, змінюється у залежності від важкості виконуваної роботи. Тому основною задачею дослідження є аналіз нормативних вимог щодо впливу параметрів мікроклімату на класифікацію важкості праці.

**Матеріали і результати дослідження.** Для усунення виробничих шкідливостей і розробки заходів, щодо попередження зниження працездатності, виникнення професійних захворювань і випадків травматизму, необхідно об'єктивно оцінювати вплив умов праці на людину-оператора. Найбільш повно його характеризує категорія важкості роботи, яка відображає сукупну дію усіх елементів праці і виробничого середовища на працездатність людини, її здоров'я, життєдіяльність. Під впливом різних шкідливих та небезпечних виробничих чинників у людини-оператора формується один з трьох якісно визначених



функціональних станів організму – нормальний, граничний, який знаходиться між нормою та патологією, і патологічний. Ознаки, які характеризують кожний з них, були фізіологічною шкалою, розробленою наприкінці минулого століття у вигляді «Міжгалузевих методичних рекомендацій» [3] з оцінки впливу умов праці на її продуктивність і ефективність виробництва. Вони виділяли шість категорій важкості умов праці на людину, які задалися окремо за санітарно-гігієнічними і за психофізіологічними факторами. Найбільш суттєвими, з точки зору, негативного впливу є чотири останні категорії, оскільки до третьої і четвертої з них відносяться роботи, при виконанні яких у організмі людини через підвищене навантаження або внаслідок не зовсім сприятливих умов праці формується початкова стадія або вже глибокий граничний функціональний стан. Основною ознакою першої з них є уповільнення фізіологічних функцій, а у другої – зниження продуктивності, підвищення рівня загальної захворюваності, з'являються обумовлені виробництвом захворювання, зростання кількості і важкості травм.

А до п'ятої і шостої категорії відносяться роботи, при виконанні яких у організмі людини формується патологічний функціональний стан (через надмірне навантаження та несприятливі санітарно-гігієнічні умови виробничого середовища) або відповідно виразно з'являються ознаки патологічного функціонального стану на ранніх стадіях. Перші з них призводять до виникнення обумовлених виробництвом хронічних та професійних захворювань, а другі – до великої кількості професійних захворювань.

При оцінці важкості праці встановлюється залежність між умовами праці і інтегральною реакцією людини та враховуються санітарно-гігієнічні і психофізіологічні виробничі елементи умов праці. З точки зору актуальності питання, що розглядається, найбільш важливими є перші, оскільки до них відносяться такі шкідливі виробничі чинники, як порушення температури, вологості і швидкості руху повітря на робочому місці, наявність токсичних речовин, пилу, вібрації, шуму, ультразвуку, теплового випромінювання, електромагнітних полів, іонізуючих випромінювань, біологічних факторів. Наведений детальний аналіз визначення категорії важкості праці дозволяв усі види роботи, що виконуються на робочому місці, за санітарно-гігієнічними і психофізіологічними факторами віднести до тієї чи іншої категорії і визначити допустимі параметри мікроклімату.

Діючі в Україні у наш час ГОСТ 12.1.005-88 [4] і нормативний документ ДСН 3.3.6.042-99 [5] встановлюють загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони, дозволяють визначати оптимальні для постійних робочих місць і допустимі для постійних і непостійних робочих місць умови мікроклімату для п'яти категорій робіт з урахуванням їх важкості та періоду року. Причому при одночасному виконанні в робочій зоні робіт різної категорії важкості рівні показників мікроклімату повинні встановлюватись з урахуванням найбільш чисельної групи працівників.

У 2001 р. в Україні набула чинності „Гігієнічна класифікація праці ...» [6], яка призначена для гігієнічної оцінки умов та характеру праці на робочих місцях з метою контролю умов праці на відповідність діючим санітарним правилам і нормам та видачі відповідного гігієнічного висновку, атестації робочих місць і т.ін. (усього 12 пунктів). За її принципами умови праці розподіляються на чотири класи, найбільш важливими з яких, з точки зору впливу на людину-оператора, мають останні два, оскільки до третього класу віднесено шкідливі умови праці з рівнями, які перевищують гігієнічні нормативи з негативними наслідками, а до четвертого – небезпечні умови праці з рівнями шкідливих факторів, вплив яких протягом робочої зміни (або ж її частини) створює загрозу для життя та виникнення важких форм гострих професійних уражень. Причому шкідливі умови праці третього класу за ступенем перевищення гігієнічних нормативів та вираженості можливих змін в організмі працюючих поділяються на 4 ступеня.

Для прийняття рішення відносно віднесення існуючих умов праці на робочих місцях до того чи іншого класу за вказаною класифікацією [6] встановлені гігієнічні критерії їх оцінки при дії хімічного фактору, факторів біологічного походження, впливу

віброакустичних факторів, за показниками мікроклімату, від важкості та напруженості трудового процесу, при дії електромагнітних полів та випромінювань, за показниками світлового середовища і т.ін. Для оцінки мікроклімату використовуються або результати вимірювань його складових згідно [5], або інтегральний показник теплового навантаження середовища, так званий ТНС-індекс, що визначається при наявності теплового опромінення не вище  $1000 \text{ Вт/м}^2$  для виробничих приміщень незалежно від пори року та відкритих територій у теплу пору року та виражається у  $^{\circ}\text{C}$  і відтворює поєднаний вплив температури, вологості, швидкості руху повітря, теплового випромінювання на теплообмін людини з навколишнім середовищем. Вищевказаною класифікацією [6] також введено два нових терміни, які є важливими при оцінці параметрів мікроклімату:

– нагрівальний мікроклімат – поєднання параметрів мікроклімату (температури повітря, вологості, швидкості руху, теплового випромінювання), при якому спостерігається порушення теплообміну людини з навколишнім середовищем, виражене накопиченням тепла в організмі вище верхньої границі оптимальної величини ( $>0,87 \text{ кДж/кг}$ ) та (або) збільшення частки втрати тепла випаровуванням поту ( $>30\%$ ) в загальній структурі теплового балансу, появою загальних або локальних дискомфортних тепловідчуттів (трохи тепло, тепло, спекотно);

– охолоджувальний мікроклімат – поєднання параметрів мікроклімату, при якому відбувається зміна теплообміну організму, що призводить до появи загального або локального дефіциту тепла в організмі ( $>0,87 \text{ кДж/кг}$ ) в результаті зниження температури «ядра» та (або) «оболонки» тіла (температура «ядра» і «оболонки» тіла відповідно температура глибоких та поверхневих шарів тканин організму).

Крім того, клас умов праці при роботі у виробничих приміщеннях у холодний період за відсутності теплового опромінення визначається для працюючих, одягнених у комплект «звичайного одягу» з теплоізоляцією 1 кло.

**Висновки.** У результаті виконаного дослідження встановлено, що діючі в Україні документи, а саме ДСН 3.3.6.042-99 [5] і гігієнічна класифікація [6], визначають за першим нормативом оптимальні для постійних робочих місць і допустимі для постійних і непостійних робочих місць для 5 категорій робіт, з урахуванням їх важкості і періоду року, а за другим – на 4 класи, причому шкідливі умови праці третього класу за ступенем перевищення гігієнічних нормативів та вираженості можливих змін в організмі працюючих поділяються на 4 ступеня. А для оцінки мікроклімату використовуються результати вимірювань його складових згідно з вказаними рекомендаціями або інтегральний показник теплового навантаження середовища, так званий ТНС-індекс, у  $^{\circ}\text{C}$ .

## ЛІТЕРАТУРА

1. Аналіз страхових нещасних випадків на виробництві та профзахворювань за 2011 рік. – Режим доступу: <http://www.social.org.ua/view/2470>.
2. Касьянов Н. А., Сухаревская О. Н., Медяник В. А. Актуальные проблемы управления охраной труда на промышленных предприятиях в условиях рыночных отношений // Вісник СНУ ім. В. Даля. – Луганськ, 2005. – №2 (84), Ч.2. – С. 228-233.
3. Оценка влияния условий труда на его производительность и эффективность производства: Межотраслевые методические рекомендации. – М. : НИИ труда, 1984. – 55 с.
4. ГОСТ 12.1.007-88. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
5. ДСН 3.3.6.042-99. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. – К. : МОЗ України, 1999. – 19 с. Увед. 01.01.2000.
6. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу / ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002, затв. Наказом Міністерства охорони здоров'я України № 528 від 27.12.2001 р. – Режим доступу: <http://document.ua/gigienichna-klasifikacija-praci-zapokaznikami-shkidlivosti--nor4882.html>.

## ДОСЛІДЖЕННЯ МЕЖ НОРМУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ НА ВИРОБНИЦТВІ

*Касьянов М.А., Савченко І.В., Гунченко О.М., Проніна Ю.Г.,*  
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля  
(Україна, м. Луганськ)

**Аналіз стану питання.** У наш час проблема забезпечення нормативних параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях, енергозбереження і екологічної чистоти при використанні систем опалення є однією з найважливіших для виробничого комплексу України. Розробка і використання механізмів, що забезпечують баланс і інтегрування інтересів між цілями підприємства і задачами охорони праці у частині створення нормальних умов для робітників, дозволить модернізувати виробництво і досягти конкурентних переваг [1, 2]. Мікроклімат приміщення характеризується сукупністю температури повітря і навколишніх огорожуючих поверхонь, відносною вологістю і швидкістю руху повітря, а також інтенсивністю теплового випромінювання [3]. Значення параметрів мікроклімату варто приймати у залежності від призначення приміщення, категорії робіт і періоду року, виходячи з вимог комфорту для людей, що знаходяться у приміщенні, і нормального протікання технологічного процесу.

**Постановка задачі дослідження.** Оскільки результати, представлені в [4] і інших джерелах показують, що нормальне тепловідчуття людини визнається двома основними параметрами температурою повітря і середньою радіаційною температурою, а їх об'єднує температура приміщення, то виникає необхідність у дослідженні меж нормування параметрів мікроклімату, з точки зору їх залежності від важкості роботи.

**Матеріали і результати дослідження.** Комбінації чинників, що впливають на самопочуття людини-оператора, намагаються позначити тим же самим вимірюваним числом, якщо вони відповідають один одному:

- у термодинамічному відношенні, наприклад, внаслідок однакового охолодження з-за випаровування для вирівнювання теплового балансу;
- у фізіологічному відношенні, наприклад, у випадках, коли спостерігається кількісна відповідність потовиділення;
- у суб'єктивній оцінці, наприклад, при відчутті тепла при ефективній температурі.

З більш, ніж 80 відомих сумарних мікрокліматичних величин найбільшого значення набула «ефективна температура». На рис. 1 і 2 показана «ефективна температура» для людини в стані фізичного спокою в одязі і без нього за нормою DIN 33403, що діє у Німеччині. Всі комбінації температури, вологості і швидкості повітря, що викликають відповідні відчуття тепла, позначаються однаковою ефективною температурою. Як базовий клімат береться нерухоме, насичене вологою повітря, наприклад, представлені у табл. 1 комбінації чинників температури приміщення, відносної вологості повітря і його швидкості мають однакову ефективну температуру в 25°C. Оскільки мікрокліматичне навантаження відбивається на її тепловому режимі, то у якості його міри використовується внутрішня температура тіла (ректальне вимірювання). Цей метод може застосовуватися в лабораторних умовах, але не на виробничих робочих місцях. Крім того, необхідно мати на увазі, що зміна внутрішньої температури тіла відбувається з деякою затримкою щодо зміни кліматичних умов.

Необхідно також відзначити, що і вимірювання потоутворення, як критерій оцінки фізичного навантаження, під впливом жару є обтяжливим на робочому місці. Перевага вимірювання частоти пульсу у порівнянні з іншими методами полягає в тому, що ця величина дуже швидко реагує на зміни навантаження на робочому місці. Так при комбінації таких мікрокліматичних чинників, як відносна вологість  $\phi = 95\%$  і температура  $t = 35^\circ\text{C}$ , частота пульсу у стані спокою вже досягає значень, що не дозволяють більше ніякого фізичного навантаження у вигляді додаткової м'язової роботи, на фоні тієї, що вже протягом тривалого часу виконується.

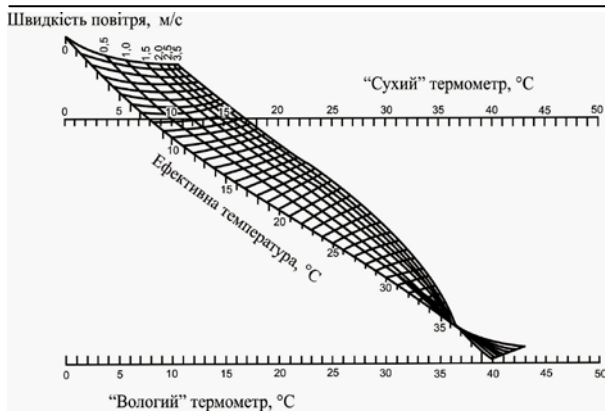


Рисунок 1 – Ефективна температура для людини в одязі (норма DIN 33403)

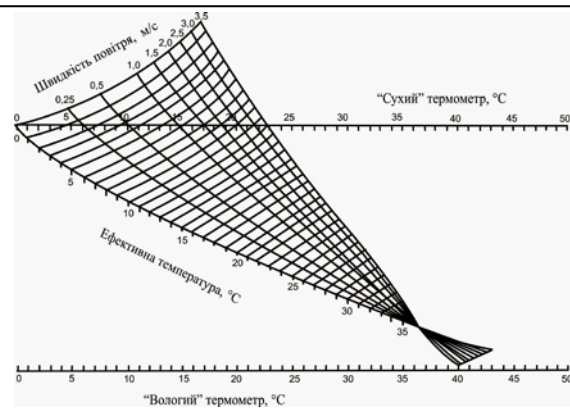


Рисунок 2 – Ефективна температура для людини без одягу (норма DIN 33403)

Таблиця 1 – Деякі комбінації температури приміщення, відносної вологості і швидкості повітря, яким відповідає одне і те ж значення нормальної ефективної температури

Температура приміщення, °C	25	26	28	30	27	29	32	28	32	37
Відносна вологість, %	100	100	100	100	75	50	25	80	42	10
Швидкість повітря, м/с	0,1	0,5	2,0	5,5	0,1	0,1	0,1	1,0	2,0	3,0
Ефективна температура, °C	25									

Мікрокліматичні умови на робочому місці вважаються завищеними, якщо частота пульсу при важкості роботи, що не змінюється, постійно зростає і перевищує значення в 120 ударів в хвилину або ж, якщо після її закінчення пульс з великою затримкою повертається до частоти спокою [5]. Виходячи з того, що в комфортній температурній зоні при виконанні роботи однакової або подібної важкості зміна температури є незначною, наприклад, у діапазоні від 2°C до 3°C, то необхідно обережно підходити до поняття загальновідомої «температури комфорту», оскільки при цьому варіюються, як важкість роботи, так і інші, у т.ч. і мікрокліматичні, умови. У табл. 2 наведено значення мікроклімату, які повинні бути забезпечені при різних видах трудової діяльності [6].

Таблиця 2 – Мікрокліматичні величини на виробництві

Вид діяльності	Температура повітря, °C			Вологість повітря, %			Швидкість руху повітря, м/с
	мін.	опт.	макс.	мін.	опт.	макс.	макс.
Канторська робота	18	21	24	40	50	70	0,1
Легка робота руками сидячи	18	20	24	40	50	70	0,1
Легка робота стоячи	17	18	22	40	50	70	0,2
Важка робота	15	17	21	30	50	70	0,4
Особливо важка робота	14	16	20	30	50	70	0,5
Робота при жарі (з навантаженням за рахунок випромінювання)	12	15	18	20	35	60	1,0-1,5

З наведених даних помітно, що із зростанням важкості роботи, температура повітря повинна зменшуватися, а швидкість його руху – збільшуватися для того, щоб створити організму людини-оператора кращі можливості для тепловіддачі.

Оптимальне значення випромінювання в приміщенні має місце тоді, коли різниця температур «повітря приміщення – навколишні поверхні» не перевищує 2°C. Навіть при «комфортній» температурі повітря холодні стіни впливають виключно неприємно, оскільки внаслідок випромінювання тілом втрачається дуже багато тепла. Для порівняння з фізіологічної точки зору, додатково до значень мікроклімату на виробництві, у табл. 2 вказано кількість тепла, що виникає при виконанні чотирьох

видів роботи різної важкості [6]. Також наведено мікрокліматичні значення, які потрібно прагнути досягти при різних видах діяльності, з яких витікає, що хоча і потрібно виходити з постійної вологості повітря  $\phi = 50\%$ , треба враховувати і те, що температура повітря і швидкість його руху змінюються залежно від важкості роботи. Це пов'язано з тим, що при зростанні важкості роботи організму необхідно надавати кращі можливості для тепловіддачі за рахунок більшої різниці температур між організмом і навколишнім повітрям.

Наведені у табл. 3 дані є дійсними тільки за умови, що робота носить багатогодинний характер [7].

Таблиця 3 – Залежність кількості тепла від важкості роботи

Фізична робота	Кількість тепла		
	Вт	кДж/год	ккал/год
Легка	140-220	500-8000	120-190
Середньої важкості	220-300	800-1100	190-260
Важка	300-380	1100-1400	260-330
Особливо важка	більше 380	більше 1400	більше 330

При тривалому м'язовому навантаженні, які супроводжуються витратами тепла  $> 270$  Вт або, відповідно,  $> 1000$  кДж/год ( $> 240$  ккал/год), необхідні періоди відпочинку, тобто наведені значення відповідають межі тривалого навантаження. При короткочасному м'язовому навантаженні мають місце наступні орієнтовні значення кількості тепла: важка фізична робота – 430-570 Вт або, відповідно, 1500-2000 кДж/год (360-480 ккал/год); особливо важка фізична робота –  $> 570$  Вт або, відповідно,  $> 2000$  кДж/год ( $> 480$  ккал/год).

**Висновки.** У результаті виконаного дослідження встановлено, що при зростанні важкості роботи організму необхідно надавати кращі можливості для тепловіддачі за рахунок більшої різниці температури між організмом і навколишнім повітрям, причому необхідно враховувати, що кількість тепла залежить не тільки від її важкості, а і від терміну її виконання.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Гунченко О. М. Удосконалення системи управління охороною праці на машинобудівельних підприємствах : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.26.01 / Гунченко Оксана Миколаївна; Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. – Луганськ : Вид-во СНУ ім. В.Далія, 2007. – 20 с.
2. Касьянов М. А. Обґрунтування необхідності дослідження методів оцінки умов праці у машинобудуванні з урахуванням комплексної дії шкідливих та небезпечних чинників / М. А. Касьянов, О. М. Гунченко, О. О. Колібабчук [та ін.] // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. тр. – Дн-вск. : ГВУЗ ПГАСА, 2011. – Вып. 62. – С. 194-199.
3. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень: ДСН 3.3.6.042-99. – [Чинний від 01.12.99]. – К. : Держспоживстандарт України, 1999. – 12 с.
4. Богословский В. Н., Сканави А. Н. Отопление : учеб. для вузов. – М. : Стройиздат, 1991. – 735 с.
5. Yaglou C. P. A method for improving the effective temperature index. // ASHRAE, 1974. – №53. – 307 p.
6. Brose M., Brüggemeyer H., Reidenbach H-D., Serick F., Siekmann H., Sutter E. Leitfaden «Nichtionisierende Strahlung» Sichtbare und infrarote Strahlung. – Köln : AKNIR. – 2005. – 29 p.
7. Spitzer, H., Hettinger, Th., Kaminsky, G.: Tafeln für den Energieumsatz bei körperlicher Arbeit: 6. Aufl. Berlin-Köln, 1982. – P. 8-10.

## **МЕРОПРИЯТТЯ ПО ОБЕСПЕЧЕННЮ ЖИВУЧЕСТІ МАШИН І МЕХАНІЗМОВ В МАШИНО-КОТЕЛЬНОМУ ОТДЕЛЕНІИ СУДНА ПРИ АВАРИЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

*Кобяков Н.Н.,*

Херсонская государственная морская академия  
(Украина)

Общеизвестно, что качество перевозки любого груза на любом транспортном средстве (или оказание транспортной услуги) всецело зависит прежде всего от качества и надежности самого транспортного средства и подготовки персонала, этим средством управляющего. Этот постулат распространяется даже на нетрадиционные транспортные средства – например, доставка подводной лодкой алмазов и золота из ЮАР в Лондон.

Качество и надежность транспортного средства (морского судна) зависят от качества постройки – процесса из многих составляющих, то есть менеджмента заказчика и строителей – конструкторов и исполнителей воли проектантов.

Построенное качественно судно требует к себе качественного внимания: планирования, обеспечения снабжением, эксплуатации и ремонта – результата составляющих воздействия на судно (сооружение) человеческого фактора. Другими словами – после хорошей постройки – нужен хороший уход за судном, то есть менеджмент.

Уход за судном (менеджмент) – это комплекс технических и организационных мероприятий, производимых технической службой, судовым экипажем и береговыми базами для поддержания в исправном состоянии судовой техники.

Во всех случаях – судовой экипаж должен быть подготовлен ко всем требуемым действиям по уходу за судном и к устранению могущих возникнуть аварийных ситуаций, как технических так и форс-мажорных. К аварийным относятся все ситуации на борту судна, которые могут стать причиной угрозы остойчивости судна или гибели людей и технических средств судна. К ним относятся:

- поступление воды вследствие нарушений герметичности корпуса или трубопроводов;
- пожары;
- критические обороты дизелей;
- выход из строя главного двигателя и поломки технических средств из-за скрытых дефектов деталей;
- воздействия стихии на корпус судна (ураганные волны и ветры, ледовая обстановка, извержения или цунами).

Указанные факторы вынуждают судовладельцев, конструкторов, органы технического надзора за флотом и особенно экипажи судов разрабатывать мероприятия как конструктивного так и оперативного характера, исключающих возникновения указанных причин, то есть разрабатывать концепции безопасности судна в целом и живучести технических средств в частности. Основой живучести судна (корабля) является конструктивная защита, заложенная в построечный проект конкретного судна. Важнейшим фактором живучести судна и машин является обучение экипажей судов грамотно эксплуатировать судно и механизмы, а также подготовка (тренировки) к борьбе за живучесть судна и технических средств – лишь часть указанных мероприятий. Так выработалось понятие безопасности судна.

Безопасность судна (корабля) – совокупность характеристик судна, гарантирующих способность судна выполнять те или иные заданные задачи, заложенные строителями, сохраняя при этом обитаемость экипажу, Остойчивость, герметичность, управляемость и скорость в течение планируемого периода эксплуатации, подтвержденного документами Классификационного общества, то есть Регистра.

Безопасность плавания в морских условиях – способность судна противостоять воздействиям морской стихии, сохраняя при этом целостность конструкции, способность держаться на воде после снятия неуправляемого воздействия любой морской стихии. В декабре 1998 г. на конференции по безопасности на море (г. Лондон) ИМО и МАКО было констатировано как вывод, что жизнестойкость судна в первую очередь зависит от прочности корпуса и люковых закрытий, являющихся основной преградой для проникновения воды во внутренние помещения. Чтобы уменьшить риск затопления, особое внимание обращается на носовую оконечность и двойное исполнение бортов корабля, обеспечивающих продольную прочность корпуса при волнении моря 8-9 баллов и наведенных волнах высотой свыше 8-12 метров.

Главное внимание обращается на суда длиной 150 м и более и в возрасте 15 лет и старше. Причиной внимания морской общественности стала гибель 12 балкеров в течение периода 1973-84 гг. после ввода в эксплуатацию крупнооннажных балкеров дедвейтом 800000–100000 тонн при перевозке руды с высоким удельным весом и зерна при подмочке в условиях океана.

Гибель указанных судов была мгновенной от 30 с. до 8 - 15 минут, когда экипажи не успевали даже принять решение о спасении. Причиной гибели были внезапные разломы корпусов балкеров на гребне волны во время штормов или при подошедших волнах–убийцах (гравитационных или волны из зоны отдаленных природных катаклизмов).

Необходимо помнить, что большинство балкеров были построены по проектам своего времени и в соответствии с уходящими в прошлое международными регистровыми Правилами. Но основной причиной стал рост тоннажа балкеров по заявкам судовладельцев и отсутствие натурных бассейновых испытаний моделей судов канцелирование (отмена) морских испытаний на предельных загрузках и волновых воздействий.

Сегодня усовершенствованы проекты судов и построечные технологии, разрабатываются более жесткие правила транспортировки грузов, к судовладельцам и экипажам предъявляются большая требовательность в исполнение положений конвенций ИМО.

Однако ИМО предупреждает о пагубности той мысли, что проблемы живучести всех типов судов уже решены, указывает на возросшее значения человеческого фактора на флоте, т.е. подготовки экипажей.

В 1977 г. на реке Джеймс (США) танкер «Marine Floridian» (дедвейт 25000 т) потерял управление из-за отказа рулевой машины и навалился на опору моста. Она разрушилась, и пролет моста рухнул в реку и частично накрыл танкер. Убытки, в том числе от загрязнения окружающей среды, составили 40 млн. долларов.

Наглядный тому пример – столкновение сухогруза с танкером (Кипр) в проливе Босфор в 1995 г.

Оба судна сгорели, вылившаяся нефть, нанесла огромный экологический ущерб, пролив был закрыт для прохода судов почти неделю. Убытки оценивались сотнями миллионов долларов

Известны также аварии танкеров, которые совершались в последние годы. Условия эксплуатации судовых силовых установок (СЭУ) постоянно меняются в зависимости от состояния моря, силы и направления ветра, температуры окружающей среды, состояния СЭУ и выучки экипажа (персонала).

Ценнейшим вкладом в практику спасания и живучести является опыт старших механиков и капитанов, прошедших через аврийные ситуации.

Одним из элементов конструктивной защиты судна является герметичность контура судна. Предусмотренные проектами судов и смонтированные при постройке, герметичные контуры (ГК) редко используются экипажами при поступлении воды в МКО. Однако имеющийся опыт говорит в пользу ГК. Если при поступлении воды в МКО экипаж закрывает элементы всего ГК, все машинное отделение мгновенно превращается в

закритий огромный сосуд с отверстием внизу и наружное давление, равное высоте столба, равному осадке судна, мгновенно прекращает поступление воды в МКО, а включенные все вентиляторы МКО создают подпор, компенсирующий утечи ГК.

Получается интересная ситуация равновесия – вода не поступает, что дает возможности экипажу подумать о средствах откачки и поиску решения заделки пробойны доступными методами. Метод успешно использован главным мех. Бариновым Ю. А. при борьбе с водой экипажа балкера «ОВРУЧ».

Интересным является опыт использования конструкций кингстонных выгородок судна для использования всасывающих трубопроводов насосов заборной воды охлаждения главных машин при осушении МКО. При этом надо знать, что устройство кингстонных выгородок многих судов это позволяет.

Указанный опыт позволил не допустить поднятия уровня воды до уровня расположения генераторов судна, бааластных и других насосов, а также предохранительных лючков картера главной машины.

Однако самой распространенной причиной аварийных ситуаций энергетических установок были и остаются пожары в машинных отсеках судов и кораблей крупного тоннажа.

Пожарной безопасностью судна считается способность судового экипажа правильно применить установленные на борту судна (корабля) технические средства и химические вещества пожаротушения, с использованием предусмотренных проектом элементы конструктивной защиты судна и систем оповещения, связи и управления всеми противопожарными средствами.

Известно, что дизельные двигатели, являющиеся основным типом машин, приводящих в движение винты кораблей и генераторы судовых электростанций, достигли вершины развития своих теплотехнических и механических возможностей: достигнуты максимальные давления, температуры сгорания и использования тяжелых, высокосернистых топлив, что требует подогрева топлива до высоких температур для нормального впрыска в цилиндры машины (дизеля).

Подогрев топлива приводит к перегреву поверхностей машин и при попадании капель топлива на такие поверхности приводит к причине его возгорания на этих поверхностях.

Системы противопожарной защиты машинных отделений и трюмов являются объемными и могут быть эффективными только при условии надежной герметизации трюма или машинного отделения огромного корабля.

Отметим, что эти системы имеют запас огнегасящего вещества только на один пуск и могут защитить или один из трюмов с горящим грузом, или машинное отделение судна, являющимся самым крупным его трюмом, в котором расположены энергетическая обстановка корабля со всеми машинами и механизмами, кроме рулевой машины, аварийной электростанции и грузовых насосов танкеров, газозовов располагаемых в помещениях вне машинных отделений. На таких судах ГК используется чаще. Практику включения ГК судна в обязательные мероприятия борьбы за живучесть разработали японцы по примеру русских моряков

Поскольку судно (корабль) отличается автономностью и ограниченностью всех запасов, потому использование гасящих составов имеющихся на вооружении превращается в задачу, которая имеет только одно правильное решение: правильное определение момента применения и пуска противопожарных систем в машинное отделение. Однако, пуск углекислоты или жидкости СЖ-Б, или пены в машинное отделение всегда связана с неминуемой остановкой всех машин и самого судна, что, зачастую, в условиях шторма или других факторов, остановка СЭУ грозит гибелью судна с людьми и грузами. Стоимость груза зачастую превышает стоимость судна. Поэтому вопрос пуска в машинное отделение огнегасящих средств требует часто судьбоносного решения и не всегда необходимо запускать объемную систему пожаротушения даже при



развившемся пожаре. Поэтому применяют систему включения гл. герметизационного контура – горение в условиях герметизации отсека (помещения) и небольшого вакуума прекращается: «нет кислорода – нет горения», то есть пожар останавливается из-за отсутствия воздуха.

Но в таком случае надо принять ряд срочных, споровистых и точных действий по приведению герметизационного контура МКО в состояние «готов», остановить ряд механизмов и машин, снизить обороты главных двигателей с целью их безопасности и меньшего потребления воздуха и вывести личный состав из машины.

Пожар «убивается» через 10–20 минут, и в этом случае необходимо быстро вернуться в машинное отделение и обеспечить ситуацию, чтобы пожар не «заработал» снова. В этом состоит искусство борьбы с пожарами в машинных отделениях – в сохранении всех запасов объемных огнегасящих средств нетронутыми до крайнего случая.

Устранение последствий пожаров в машинных отделениях опасны для людей и механизмов возможными задымленностью и повторным возгоранием после разгерметизации машинного отделения.

Необходимо срочно направить личный состав на устранение имеющихся мелких очагов оставшегося пожара и охлаждения нагретых поверхностей. Это очень важный момент. Главнейшая задача командиров: споровистое руководство личным составом. От этого зависит дальнейшая живучесть всего энергетического оборудования корабля.

Устранив все очаги пожара приступают к оценке полученных повреждений и определению состояния машин и механизмов для запуска их в работу.

После этого проверяют готовность систем обеспечения работы главных машин и их систем управления с капитанского мостика, и их работоспособность на всех режимах.

Запускают всю энергетическую установку и вводят в «режим полного хода», передают управление на капитанский мостик.

Все вышеперечисленные мероприятия по обеспечению живучести машин и механизмов в машинно-котельном отделении судна при аварийных ситуациях являются обязательными к исполнению.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Акимов П. П. Судовые автоматизированные энергетические установки. – М. : Транспорт, 1980. – 352 с.
2. Козлов В. И., Титов П. И., Юдицкий Ф. Л. Судовые энергетические установки. – Л. : Судостроение, 1969. – 496 с.
3. Лебедев О. Н., Калашников С. А. Судовые энергетические установки и их эксплуатация. – М. : Транспорт, 1987. – 335 с.
4. Овсянников М. К., Петухов В. А. Судовые автоматизированные энергетические установки : учебник для высш. инж. мор.уч-щ. – М. : Транспорт, 1989. – 256 с.
5. Овсянников М. К., Петухов В. А. Дизели в пропульсивном комплексе морских судов : справочник. – Л. : Судостроение, 1987. – 257 с.
6. Судовые энергетические установки / Г. А. Артемов, Ю. В. Захаров, А. Я. Шквар.- Л. : Судостроение, 1987. – 480 с.
7. Тейлор Д. А. Основы судовой техники [Пер.с англ.] – М. : Транспорт, 1987. – 320 с.
8. Судовые электрические приводы. Устройство и эксплуатация / Ю. К. Головин, Ю. Л. Ицкович – М. : Транспорт, 1974. – 416 с.
9. Осокин В. В., Хайдуков О. П. Электрооборудование судов. М. : Транспорт, 1982. – 232 с.

## ЕДИНАЯ СИСТЕМА ПРОВЕДЕНИЯ АВИАЦИОННЫХ РАБОТ ПО ПОИСКУ И СПАСАНИЮ

*Кулиш Ю.А.,*

Национальный университет гражданской защиты Украины  
(Украина, г. Харьков)

В Украине с 1997 г. создана государственная система поиска и спасания, которая является единой и имеет целью организацию и проведение поиска и спасения с применением авиационной техники при участии формирований спасателей.

Внедрение в Украине единой системы проведения авиационных работ осуществляется согласно Указа и Постановлений [1, 2, 3, 4].

Основными задачами единой государственной системы проведения авиационных поисково-спасательных работ (ЕГСПАПСР) являются:

- проведение авиационного поиска и спасание воздушных судов (ВС), которые испытали или испытывают бедствия в районе поиска и спасание;
- проведение аварийно-спасательных работ с использованием авиационных сил и средств в ЧС техногенного и природного характера, не связанных с авиационным событием.

Субъектами системы являются МЧС, центральные органы исполнительной власти, которые регулируют деятельность авиации, предприятия, учреждения и организации всех форм собственности, которые эксплуатируют воздушные судна, или предлагают свои услуги (в том числе Министерство обороны, МВД, Министерство транспорта и связи, Государственная пограничная служба Украины и т.п.).

Задача управления ЕГСПАПСР положены на правительственный орган государственного управления – Государственную авиационную поисково-спасательную службу или Укрваипоиск.

Укрваипоиску оперативно подчиняется:

- Специальный авиационный отряд МЧС Украины (САО МЧС), который дислоцируется на аэродроме г. Нежина;
- Государственное авиационное предприятие (ГАП) «Карпаты Авиа», г. Ужгород;
- бюджетное учреждение «Региональная служба координации авиационных работ по поиску и спасанию», которая структурно состоит из Координационного центра по поиску и спасанию и пяти региональных координационных центров поиска и спасания (вспомогательных): Центрального (г. Борисполь), Восточного (г. Харьков), Юго-Западного (г. Одесса), Южного (г. Симферополь) и Западного (г. Львов).

Аэромобильный спасательный отряд является основным подразделением экстренного реагирования на ЧС, предназначенным для оперативного выполнения первоочередных поисково-спасательных работ как в Украине, так и за рубежом, оказания пораженным медицинской помощи, их эвакуации из района ЧС и для доставки гуманитарных грузов. На оснащении авиации МЧС Украины находится 28 воздушных судов, из них 5 самолетов (2 самолета АН-30 и 3 самолета АН-26), 23 вертолета (Ми-8, Ми-9, Ми-2). В ведении МЧС Украины с ноября 2007 г. находится новый самолет для тушения пожаров – АН 32П. Самолет предназначен для тушений лесных пожаров в горной местности. Взлет самолета почти вертикальный. Заполнение 4,5 тонны воды. Стоимость самолета 40 млн. грн. На сегодняшний день МЧС запланирована закупка самолетов АН-32Г и АН 70, предназначенных для проведения авиационных поисково-спасательных операций, тушение лесных пожаров, доставки и десантирования, снаряжения и грузов к месту лесных пожаров, активных действий на тучи с целью искусственного вызова осадков над зоной пожара.

Потенциально Укрваипоиск при своем образовании явился основой развития авиационных спасательных технологий, на базе которого определялся и расширялся круг задач, решаемых авиацией МЧС. Авиационно-спасательные технологии представляют

собой сочетание действий экипажей воздушных судов, используемых технических возможностей этих средств транспорта, а также спасателей, медиков, пожарных в целях спасения человеческих жизней [5].

Основными преимуществами этих технологий являются: оперативность, возможность работать в труднодоступных местах (высотные объекты, сложный рельеф местности, водная и снежная поверхности, непосредственная близость к эпицентру катастрофы и т.д.); наличие специального поисково-спасательного оборудования.

В общем случае уже можно определить основные направления авиационно-спасательных технологий.

К первому направлению следует отнести:

– ведение воздушной разведки – первое важное условие для успешных действий авиации; действия воздушной разведки можно планировать и контролировать, быстро получать сведения, которые могут удовлетворять оперативным требованиям, знать точно время и место получения разведывательных сведений – это уже наполовину быть уверенным в их достоверности; общая воздушная разведка, включает визуальное наблюдение и аэрофотосъемку; визуальное наблюдение может выполняться всеми экипажами, находящимися в воздухе над районом ЧС, при условии видимости подстилающей поверхности; собранная информация передается на землю либо непосредственно по ходу полета по связным радиоканалам, либо по прилету; аэрофотосъемка может выполняться днем и ночью специальными самолетами, а также вестись и вертолетами, на которых предусмотрена возможность установки аэрофотоаппаратов; отснятую аэрофотоплёнку доставляют на пункты обработки по прилету самолета, либо путем сброса (отстрела) кассет над районом расположения пункта обработки; при выполнении специальных авиационных работ проводится разведка с помощью оптико – электронных и радио – электронных средств производится с целью получения видовой информации (изображения местности и объектов, расположенных на ней); данный вид специальной разведки ведется с помощью телевизионных, лазерных инфракрасных (тепловых) и радиолокационных технических средств; воздушная разведка определяет общую обстановку, состояния объектов народного хозяйства, коммуникаций, газопроводов, электролиний и других объектов, с помощью вертолетов МИ-8 проводится воздушная разведка лесов, торфяников и др.; с помощью аэрофотосъемки определяется район бедствия, различных объектов и коммуникаций;

– ведение радиационной разведки атмосферы и местности; радиационная разведка воздушного пространства и территории проводится для определения уровня зараженности территории и характеристик возможного распространения радиоактивного облака в районе ЧС с целью получения объективных данных для оценки радиационной обстановки; применение специально оборудованных самолетов и вертолетов для ведения радиационной разведки позволяет в кратчайшие сроки произвести оценку степени зараженности местности (воздушной среды) на больших территориях, определить направление и скорость распространения радиоактивного облака, а в необходимых случаях – произвести замеры уровня радиации в местах с недопустимым для присутствия людей текущим уровнем радиации;

– ведение химической разведки; химическая разведка проводится с целью обнаружения и определения степени заражения отравляющими и сильнодействующими ядовитыми веществами воздуха, местности, сооружений, оборудования, транспорта и других объектов, подвергшихся воздействию в результате аварий, катастроф или их последствий; химическая разведка проводится путем взятия проб и последующего их анализа в лабораториях; в ряде случаев (сильная концентрация заражения, большие территории и т.д.) посты химической разведки не имеют возможности произвести взятие проб для анализа; применение специально оборудованных самолетов (вертолетов) для ведения химической разведки позволяют выполнить ее без ограничений и производить анализы непосредственно на борту;

– ведение пожарной разведки; пожарная разведка проводится для выявления и уточнения пожарной обстановки в зоне ЧС; после установления районов и масштабов пожаров определяются пути отхода и наиболее удобные рубежи локализации огня для обеспечения продвижения формирований к месту проведения спасательных работ; пожарная разведка выявляет места и размеры очагов пожара; направление и скорость распространения огня; опасность взрывов, отравлений продуктами горения, обрушений зданий, перекрытий и др. обстоятельств, угрожающих людям и усложняющих действия сил гражданской обороны при ведении аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР); места размещения источников забора воды, их объемы и порядок использования; для ведения разведки привлекаются подразделения Государственной противопожарной службы МЧС России, воинских частей и аварийно-спасательных формирований; для решения задач борьбы с пожарами используются специально оборудованные самолеты и вертолеты; применение серийных транспортных самолетов и вертолетов позволяет доставлять в район очагов пожаров (посадочным или парашютным способом) команды пожарных и необходимое для их работы оборудование;

– ведение инженерной разведки; инженерная разведка определяет места и характер разрушений, состояния коммунально-энергетических систем, дорог, мостов, переправ, завалов, затоплений; устанавливает местонахождение людей, нуждающихся в срочной помощи, и определяет рациональные способы их спасения; устанавливает степень проходимости маршрутов ввода сил гражданской обороны в очаг поражения; инженерная разведка проводится с использованием пилотируемых аппаратов (самолеты, вертолеты).

В районе чрезвычайной ситуации могут вестись следующие виды специальной разведки:

– магнитометрическая; магнитометрическая разведка проводится с целью обнаружения некоторых объектов, обладающих высокой магнитной восприимчивостью (трубопроводы, мачты линий электропередач, автотранспорт и др.) и скрытых от наблюдения слоев воды или земли, магнитометрическая разведка производится с помощью специальной аппаратуры путем приближения чувствительного элемента к исходным объектам; специально оборудованные для этих целей самолеты, вертолеты проводят облет района поиска (зависания над предполагаемым местом нахождения объекта), что позволяет сокращать время поиска и снимать ограничения на возможность подхода к объекту поиска;

– гидроакустическая; гидроакустическая разведка может проводиться с целью обнаружения звукоизлучающих объектов, скрытых слоем воды, путем установки гидроакустических буйев, сбрасываемых с самолета в воду в районе предполагаемого местонахождения объекта; связь гидроакустического буя с бортом специального самолета осуществляется по радиоканалу; при использовании вертолетов, оборудованных гидроакустическими станциями, буй спускается на кабель – тросе с помощью специальной лебедки, и связь осуществляется по проводам.

Кроме рассмотренных основные виды разведки направление авиационно-спасательных технологий сводится к следующему:

– проведение оценки состояния объектов, вооружения и военной техники, коммуникаций;

– поиск и обнаружение объектов, наведение наземных поисково-спасательных подразделений на объекты поиска;

– тушение очагов пожаров в зоне поражения;

– десантирование парашютным, беспарашютным и посадочным способом различных видов техник;

– эвакуацию личного состава с изолированных объектов;

– расчистку завалов и разрушений;

– организацию управления и связи.

В группу специальных авиационных работ входит: дегазация и дезактивация отдельных объектов и участков дорог; спасение пассажиров и экипажей судов при бедствии на море; спасение пострадавших с изолированных объектов и площадок; наведение морских и речных судов на терпящих бедствие; борьба с саранчей и т.д.

Ко второму направлению использования авиации принадлежат задачи непосредственной транспортировки спасателей в районы ЧС, перевозка грузов, доставка инженерного оборудования и подобные им задачи.

К числу военно-прикладных задач, решаемых аэромобильными силами, могут быть отнесены задачи тушения очагов пожаров после нанесения противником ядерных ударов по промышленным объектам, задачи защиты объектов экономики, вооружения и военной техники с помощью аэрозольных средств маскировки, устанавливаемых с самолетов и вертолетов.

Таким образом, предварительный анализ современных авиационных спасательных технологий показывает, что уже в настоящее время существуют реальные предпосылки как в теоретическом, так и в практическом плане для решения прикладных задач как в мирное, так и в военное время.

Возвращаясь к работе Укрaviaпоиска отметим, что в процессе работы Укрaviaпоиска имеются некоторые проблемы:

- минимально достаточная плотность расположения авиационных поисково-спасательных сил и средств на территории Украины и явным образом недостаточный уровень поисково-спасательного обеспечения полетов над акваторией Черного и Азовского морей;

- отсутствие авиационного обеспечения ликвидации последствий ЧС в мегаполисах;

- необходимость замены или модернизации значительного количества авиационной техники, которая находится на оснащении авиации МЧС Украины.

Очевидно, требуется разработать основные направления развития и совершенствования работы Укрaviaпоиску на последующие годы, такие как – усиление дежурных авиационных поисково-спасательных сил в Азовско-Черноморском бассейне за счет привлечения к дежурству сил авиации ВМС Украины, авиации ЧФ РФ и организации дополнительного дежурства сил МЧС (гг. Одесса, Мариуполь); создание мобильных авиационных групп для быстрого реагирования и ликвидации ЧС, связанных с авариями техногенного характера; закупка легких вертолетов для привлечения их к предоставлению экстренной медпомощи и эвакуации пострадавших, особенно из горной местности (АР Крым, Закарпатье, Ивано-Франковска область) и мегаполисов и обеспечение качественным оборудованием существующего парка поисково-спасательных воздушных судов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Указ Президента Украины от 02.09.97 № 937/97 «О мероприятиях по внедрению в Украине единой системы проведения авиационных работ по поиску и спасанию».

2. Постановление Кабинета Министров Украины от 19.01.98 № 41 «О Главном центре координации авиационных работ по поиску и спасению Министерства Украины по вопросам чрезвычайных ситуаций и по делам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы».

3. Постановление от 16.10.98 № 1643 «О мероприятиях по совершенствованию организации и проведению авиационных работ по поиску и спасанию».

4. Постановление от 8.09.2004 № 1172 «Об образовании Государственной авиационной поисково-спасательной службы».

5. Воробьев Ю. Л. Спасательная служба России. Опыт применения авиации. // Журнал ГО. – М., 1996. – № 8.

## ОРГАНИЗАЦИЯ И НЕСЕНИЕ ШТУРМАНСКОЙ ВАХТЫ В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКИПАЖА И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*Леонов В.Е., Соболев О.Н.,*

Херсонская государственная морская академия  
(Украина)

**Введение. Постановка задачи.** Данная статья посвящена вопросам безопасности судовождения и окружающей среды при перевозке зерна.

Целью исследования в данной статье, является обеспечение безопасности жизнедеятельности экипажа, судоходства и предотвращение загрязнения окружающей среды.

Известно, что при перевозке зерна имеется опасность смещения груза, что ведет к потере остойчивости, самовозгоранию, химическому отравлению (удушью) экипажа. Поэтому при подготовке к транспортировке зерна необходимо:

– все суда, осуществляющие перевозку зерна навалом, должны иметь на борту судна соответствующую документацию, разработанную с учётом требований гл. 6 Конвенции СОЛАС-74 («Международный зерновой кодекс») и Правил Регистра. Правила Регистра допускают перевозку зерна по старым правилам, разработанным на основе гл.6 Конвенции СОЛАС-60.

– тщательно подготавливать судно к рейсу и проверять его техническое состояние, так как опасное влияние смещения зернового груза усугубляется плохим техническим состоянием судна. Для предотвращения порчи зернового груза от воздействия теплоизлучения каждая нагревающаяся металлическая переборка должна быть ограждена временным деревянным экраном, который устраивается так, что он перекрывает переборку по всему сечению трюма в этом месте. Эта временная деревянная переборка должна отстоять от нагревающейся металлической не менее чем на 225 см. Все металлические конструкции набора, выступающие внутрь грузовых помещений, должны быть покрыты сухими рогожами, брезентами, циновками или мешковиной, чтобы исключить вредное воздействие возможного увлажнения груза в результате отпотевания этих конструкций;

– следует руководствоваться Правилами Регистра и Международным кодексом безопасной перевозки зерна насыпью (в дальнейшем – Кодекс ИМО);

– зерновые грузы в таре и насыпью должны перевозиться на судах с естественной или принудительной вентиляцией для отвода избыточного тепла и снижения относительной влажности;

– грузовые помещения судов должны быть чистыми, сухими и без посторонних запахов. Льяла, сетки приемных отростков осушительной системы, льяльные колодцы должны быть очищены, льяльные крышки плотно закрыты и проконопачены. Грузовые помещения перед загрузкой должны быть досмотрены представителями карантинной службы и Росгосхлебинспекции;

– осушительную, балластную, топливную и гидравлическую системы, проходящие через грузовые помещения, следует проверить на герметичность;

– люковые закрытия и лазы необходимо проверить на герметичность в соответствии с Правилами Регистра;

– вентиляционные отверстия на воздуховодных каналах трюмной вентиляции универсальных судов во избежание попадания в них зерна должны иметь исправные предохранительные сетки, не препятствующие движению воздуха;

– систему вентиляции следует проверить в действии. Водоотливные средства и система пожаротушения подготавливаются к немедленному использованию;

– сепарационный и подстилочный материал должен быть чистым, сухим, не зараженным насекомыми и не имеющим посторонних запахов. Сепарационный и подстилочный материал предоставляется грузоотправителем.

При перевозке сыпучих грузов (зерна) наблюдается следующая картина. В начале наклона груз не перемещается. Только когда угол крена превысит угол естественного откоса, груз начинает пересыпаться. При этом, пересыпавшийся груз, не вернется в прежнее положение, а, оставшись у борта, создаст остаточный крен, что при повторных кренящих моментах (например, шквалах) может привести к потере устойчивости и опрокидыванию судна.

Для предотвращения пересыпания зерна в трюмах устанавливаются подвесные продольные полупереборки – шифтинг-борды либо укладываются поверх насыпанного в трюме зерна мешки с зерном (мешкование груза).

#### **Требования к устойчивости:**

– должно быть показано, что для любого судна, перевозящего зерно насыпью, в течение всего рейса характеристики его устойчивости в неповрежденном состоянии; принимая во внимание кренящие моменты от смещения зерна, учитываемые способом, указанным в части. В настоящего Кодекса. Кривая плеч устойчивости должна строиться по пантокаренам, число которых должно быть достаточным для точного ее определения в целях соблюдения настоящих требований и должно включать пантокарены при  $12^\circ$  и  $40^\circ$ ;

– угол крена от смещения зерна не должен превышать  $12^\circ$  или в случае судов, построенных на или после 1 января 1994 г., угла входа кромки палубы в воду, смотря по тому, что меньше;

– на диаграмме статической устойчивости чистая или остаточная площадь между кривой кренящих и кривой восстанавливающих плеч до угла крена, соответствующего максимальной разности между ординатами этих двух кривых, или  $40^\circ$ , или угла заливания ( $Q_i$ ), смотря по тому, что меньше, при всех условиях загрузки должна быть не менее 0,075 м рад;

– начальная метацентрическая высота с поправкой на влияние свободной поверхности жидкостей в танках должна быть не менее 0,30 м.;

– перед погрузкой зерна насыпью капитан судна должен, если того требует Договаривающееся правительство страны, в которой находится порт погрузки, показать способность судна на всех стадиях любого рейса отвечать критериям устойчивости, требуемым настоящим разделом;

– после погрузки и до выхода судна в море капитан должен обеспечить отсутствие крена.

**Обеспечение сохранности груза в рейсе.** Во время рейса судовая администрация должна осуществлять контроль за параметрами наружного и трюмного (когда это возможно) воздуха с соответствующими записями в судовом журнале.

На переходе следует производить замеры воды в льяльных колодцах и откачку, не допускается ее скопление. При штормовой погоде и при невозможности выполнения замеров следует производить контрольную откачку воды из льял не реже чем через 4 час.

Вход в грузовые помещения на переходе разрешается с обязательным соблюдением требований техники безопасности, изложенных в «Правилах техники безопасности на судах морского флота» (РД 31.81.10-91) с последующими изменениями 1995 г.

Рекомендуемые режимы вентилирования грузовых помещений приводятся в «Инструкции по вентилированию грузовых помещений» (приложение 5 к РД 31.11.25.00-

**Ведущим неблагоприятным фактором при перевозке и перегрузке массовых навалочных грузов является загрязнение воздушной среды пылью.** В условиях перевозки зерна сопутствующими неблагоприятными факторами могут быть фумиганты, используемые для защиты груза от вредителей.

Перевозка зерна, фумигированного бромистым метилом, малатионом, препаратом «80:20» и др., несмотря на проводимую дегазацию груза, в результате имеющих место

адсорбционно-десорбционных процессов может сопровождаться накоплением фумигантов в надгрузовом пространстве трюмов в концентрациях, превышающих предельно-допустимую рабочих зон. Кроме того, процессы дыхания, брожения и гниения, происходящие в зерновой массе, способствуют увеличению концентрации диоксида углерода при одновременном снижении концентрации кислорода и тем самым усиливают степень риска для жизни лиц, контактирующих с грузом.

Основными источниками пылевыведения при действующих технологических схемах перегрузки массовых навалочных грузов в портах являются:

- места падения груза при загрузке грузовых помещений плавсредств, приемных бункеров, а также при перегрузке груза на причале и выгрузке железнодорожных вагонов при использовании всех видов перегрузочного оборудования;

- выброс запыленного воздуха через очистные фильтры циклонов-разгрузителей при перегрузке грузов пневмотранспортом;

- сдувание пыли с конвейерной ленты транспортера и выбивания пыли из-под укрытий на пересыпных станциях и у вагоноопрокидывателя на технологических перегрузочных комплексах.

#### **Результаты исследований.**

1. В ходе исследований были рассмотрены проблемы смещения груза и предотвращения и недопустимости смещения.

2. Обеспечение безопасности жизнедеятельности экипажа, сохранности груза и судна.

3. Предотвращение загрязнения окружающей среды.

4. Разработаны конкретные рекомендации по обеспечению живучести экипажа, судна и груза, охраны окружающей, морской среды.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Леонов В. Е., Ходаковский В. Ф., Куликова Л. Б. Основы экологии и охрана окружающей среды : монография./ Под редакцией В. Е. Леонова. – Херсон : Издательство Херсонского государственного морского института, 2010. – 352 с.

2. Международное морское право : учебное пособие / Под ред. С. А. Гуреева. – М. : Юридическая литература, 2003. – 352 с.

3. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ 73/78).

4. МППСС-72 Международные правила предотвращения столкновения судов.

5. ПДМНВ73/78

6. МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОДЕКС ПО БЕЗОПАСНОЙ ПЕРЕВОЗКЕ ЗЕРНА НАСЫПЬЮ

7. ИМО/ИМО. Конвенция о Международной морской организации

8. СОЛАС. Глава I. Общие положения

9. СОЛАС. Глава VI. Перевозка грузов

10. СОЛАС/SOLAS. Конвенция по охране человеческой жизни на море, 1974.

11. СОЛАС (2002). Глава VI. Перевозка грузов

12. СОЛАС (2004). Глава VI. Перевозка грузов

13. СОЛАС (2008). Глава VI. Перевозка грузов

14. СОЛАС (2011). Глава VI. Перевозка грузов

15. MSC.267 (85) Принятие Международного Кодекса остойчивости судов в неповрежденном состоянии 2008 года (Кодекс ОНС 2008 года)

16. ПМ (2001). Парижский Меморандум о взаимопонимании по контролю судов государством порта, 1982

17. ПМ (2003). Парижский Меморандум о взаимопонимании по контролю судов государством порта, 1982.



## ИЗУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПО ПСИХО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

**Новиков В.А.,**

Херсонская государственная морская академия  
(Украина)

**Коваленко В.Ф.,**

Херсонский национальный технический университет  
(Украина)

**Введение.** Вопросы оценки функционального состояния организма с позиции профессиональной пригодности особенно актуальны для работников любых транспортных средств, в том числе и морских. Особенностью работы морских специалистов является постоянное приспособление к изменяющейся среде, которая требует ответной реакции организма на изменение климатических условий, часовых полюсов, действия качки и т.д. Возникает необходимость в адаптационных изменениях функциональных систем, которые носят неспецифический характер и связаны с формированием устойчивой системы снабжения организма энергетическими субстратами и кислородом для поддержания основных гомеостатических показателей [1]. Факторы внешней среды, физические, психоэмоциональные нагрузки, действуя на организм, могут сказываться на профессиональной деятельности моряка, в частности в изменении концентрации внимания, адекватного восприятия ситуации и т.д. Причем с увеличением возраста человека степень подобных изменений должна усиливаться.

**Целью данной работы** является изучение функционального состояния человека с позиции успешного выполнения работы в комфортных и неблагоприятных условиях. В эксперименте принимали участие две группы испытуемых мужского пола. Первая группа в количестве 22 человек сформирована из физически здоровых молодых парней, средний возраст которых составлял 25 лет. Вторую группу в количестве 10 человек составили, в прошлом или настоящем, мужчины экстремальных профессий (7 моряков и 3 летчика). Средний возраст по группе – 54 года. Среди испытуемых второй группы не зафиксировано хронических заболеваний, потому всех отнесли к группе условно здоровых». Для оценки функционального состояния использовали *ВИ* – вегетативный индекс или индекс Кердо, который рассчитывали по формуле [2, 3]:

$$ВИ = (1 - D/P), \quad (1)$$

где *P* – частота сердечных сокращений (ЧСС), *D* – величина диастолического артериального давления (ДАД).

Давление и частоту сердечных сокращений измеряли автоматизированным тонометром «Fuzzy – Logic – Technic» с точностью для ДАД ( $3,8 \pm 3,4$  мм рт. ст.), для ЧСС – 10 %.

Исследование психоэмоциональной деятельности производили по усовершенствованной методике, приведенной в работе [4, 5]. Был создан пульт, на котором в определенной последовательности были расположены цветные индикаторы (рис.1). Индикаторы загорались в последовательности. Взаимодействие испытуемых с устройством осуществлялось с помощью экрана дисплея компьютера и выбора испытанным действий с помощью курсора мышки на дисплее.

Работа состояла из решение задачи, которой можно считать как создание последовательности отдельных результативных системоквантов. На экране компьютера периодически после начала испытания появлялись разноцветные круги в хаотичном порядке. Сначала на пульте загорался первый цвет, т.е. необходимо было выполнить первый системоквант. В каждом системокванте испытанные должны были находить правильное действие – указать мышкой один из периферических кругов. После этого для

последовательного включения каждого следующего сигнала: S1, S2, S3, S4, включить на дисплее конечный пятый сигнал Szak. – звезду. При включении на пульте и высвечивании дисплея компьютера каждого следующего сигнала цепочки S1, S2, S3, S4 испытанные должны были находить правильный клик мышкой, которая включает следующий сигнал в цепочке, которая приближает его к достижению конечного сигнала системокванта – звезды.

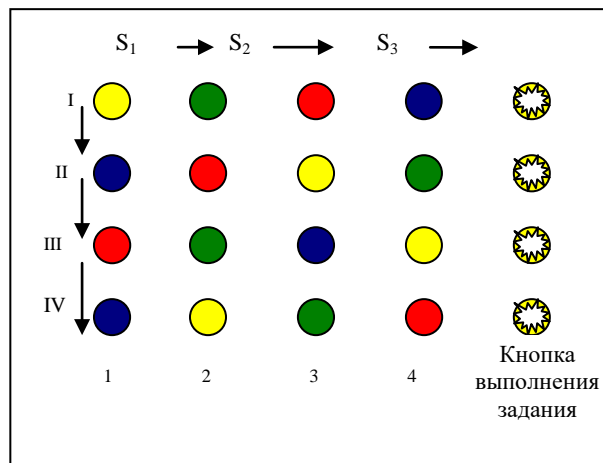


Рисунок 1 – Схема пульта испытуемых

Таким образом оценивали внимание испытуемых. Эффективность переключения внимания отражается на времени реакции и числе ошибок и рассчитывается по формуле:

$$ПВ = n \cdot T / (n \cdot c), \quad (2)$$

где  $n$  – число предъявленных стимулов,  $T$  – среднее время реакции испытуемого,  $c$  – число совершенных ошибок.

При определении концентрированности сенсорного внимания использовали прибор из матрицы (7x7) кнопок, в которой каждый столбец и ряд кнопок помечен индикаторными лампочками. В каждом такте загоралось по одной лампочке по вертикали и горизонтали. Задача испытуемого состоит в том, чтобы как можно быстрее нажать кнопку на пересечении мысленных линий, соответствующих координатам зажженных лампочек. Так как в задании все 49 кнопок одинаковы и создают равномерное зрительное поле, концентрированность зрительного внимания проявляется в умении выделить из однородного фона нужную кнопку, сопротивляясь при этом влиянию отвлекающего фона. Показатель концентрированности внимания (КВ) определяется подобно формуле (2).

Проверку устойчивости зрительного внимания проводили следующим образом. Испытуемый реагировал нажатием на левую кнопку пульта в случае появления нечетного числа (от 0 до 9) на цифровом индикаторе и нажатием правой кнопки при появлении четного числа. Темп смены цифр изменялся. В эксперименте оценивали время, в течение которого человек сохранял адекватный уровень внимания, что и определяло его устойчивость. Показатель устойчивости определяли по формуле:

$$УВ = n \cdot D / [(n - c)T], \quad (3)$$

где  $n$  – число предъявленных сигналов,  $T$  – среднее время реакции испытуемого,  $c$  – число ошибок,  $D$  – среднее отклонение времени реакции от среднего ряда хронометрических данных.

Динамику изменений определяли по значениям изменения данных:  $x_1 = ПВ - ПВ_0$ ;  $x_2 = КВ - КВ_0$ ;  $x_3 = УВ - УВ_0$ , где нулевой индекс обозначает факт изменений соответствующего показателя у испытуемых в благоприятных и неблагоприятных условиях.

Испытуемым была предложена следующая методика исследований. В начале

определяли исходный вегетативный индекс. Затем в комфортных условиях (в помещении при работающем кондиционере ( $t = 22^{\circ}\text{C}$ ) и сопровождении мелодичной, тихой музыки) испытуемые проходили тест на распознавание зрительных образов. После прохождения тест, снова определяли ВИ. Следующим этапом было изучение изменения ФС и работоспособности в неблагоприятных условиях, когда температура в помещении составляла  $35^{\circ}\text{C}$  и включалась музыка в стиле «рок».

По выходному значению среднее ДАД в первой группе составляло  $(68,5 \pm 1,5)$  мм рт. ст., ЧСС  $(69 \pm 1,1)$  уд./мин., во второй группе ДАД  $(79,3 \pm 1)$  мм рт. ст., ЧСС  $-(79 \pm 2)$  уд./мин., что, судя по значению ВИ близкому к нулю, свидетельствует о вегетативном равновесии.

Реакция организма разных групп на условия выполнения тестов оказалась неоднозначной. При испытании в благоприятных условиях в среднем совершалось 2 - 3 ошибки, на выполнение 16 заданий тратилось до 50 сек, устойчивость составляла 0,8. Неблагоприятные условия привели к увеличению ЧСС на 8 %, ДАД не изменялось, количество ошибок увеличилось до 5, время в среднем увеличилось на 5 - 10 сек одновременно со снижением устойчивости до 0,76. Для второй группы изменения оказались более значительными. ЧСС увеличилась на 15 % с одновременным повышением ДАД на 4 мм рт. ст. В этом случае регуляция сердечного ритма смещается в сторону симпатической иннервации сердца, т.е. росту напряжения. При этом увеличивается число совершенных ошибок; если в первом случае было совершено 3 - 4 ошибки, то во втором случае 6. Время, потраченное на выполнение задания, возросло с 65 с до 86 с; уверенность снизилась от 0,77 до 0,6.

**Выводы.** По результатам проведенной работы можно сказать, что реакция молодого организма в влияние неблагоприятных факторов менее значительная, чем организма в более старшем возрасте. Поэтому необходимо более тщательно оценивать ФС людей экстремальных профессий при отборе на работу в неблагоприятных условиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Баевский Р. М., Берсенева А. П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболевания. – М. : Медицина, 1997. – 235 с.
2. Вейн А. М. Заболевания вегетативной нервной системы. – М. : Медицина, 1991. – 624 с.
3. Вейн А. М. Вегетативные расстройства: Клиника – Диагностика – Лечение. – М. : Медицинское информационное агенство, 1998. – 55 с.
4. Бурилич И. Н., Корневский Н .А., Штотланд Т. М. Комплексная диагностика функциональных состояний по данным психологических и физиологических экспериментов // Вестник новых мед. технол. – 2003. –Т. X., № 3. – С. 44-45.
5. Судаков К. В., Умрюхин Е. А. Модель психической деятельности человека // Биомедиц. радиоэлект. – 2009. – № 10. – С. 71-78.

## МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАЙБУТНІХ СПЕЦІАЛІСТІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

*Пістун І.П.,*

Львівський національний університет «Львівська політехніка» (Україна),

*Трунова І.О.,*

Сумський державний університет (Україна)

Ще у 2006 році, враховуючи сучасний стан охорони праці в Україні, до переліків напрямків, за якими здійснюється підготовка фахівців у вишах за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» (Постанова Кабміну від 13.12.06 р. № 1719) було включено нові спеціальності у галузі цивільної безпеки. Однією з них є охорона праці (код напрямку – 6.170202).

Бакалаврів з охорони праці готує вже чимало вищих навчальних закладів – Харківська національна академія міського господарства, Харківський національний університет, Національний університет цивільного захисту України у Харкові, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Національний університет водного господарства та природокористування у Рівному, Хмельницький національний університет та Луцький національний технічний університет. У зв'язку з цим гостро постало питання забезпечення студентів відповідною навчально-методичною літературою.

У майбутніх спеціалістів з охорони праці необхідно формувати здатність передбачати виробничі умови та небезпечні дії, що спричиняють нещасні випадки, аналізувати ризики та запобігати виникненню надзвичайних ситуацій. Тому методична література має допомогти більш глибоко висвітлити кожен складову всього процесу охорони праці – профільне законодавство та організацію роботи; основи фізіології, гігієни праці та виробничої санітарії; психологію безпеки; основи техніки безпеки; пожежну безпеку тощо. Крім цього, для майбутніх спеціалістів неприпустиме вільне трактування законодавчих актів з охорони праці. Тому у посібниках треба подавати нормативну літературу без змін та доповнень. У листі-погодженні Міністерства освіти і науки України «Освітньо-професійні програми підготовки бакалавра» від 31. 03. 2009 р. дається розподіл загального навчального часу за циклами підготовки. А також перелік, обсяг та вид контролю нормативних навчальних дисциплін та практик. Враховуючи складність забезпечення методичною літературою цього напрямку підготовки фахівців, наш колектив авторів у складі науковців з «Львівської політехніки», Національного транспортного університету у Києві, Луцького національного технічного університету та Сумського держуніверситету визначив, що для початкового забезпечення цієї програми слід зупинитися на чотирьох основних розділах охорони праці. І кожному з них присвячене окреме видання. Починаючи з 2010 р., ми вже надрукували у львівському видавництві «Тріада плюс» кілька навчальних посібників, досить значних за об'ємом та інформаційною насиченістю – обсягом від 435 до 648 стор. Першим був «Охорона праці (Законодавство. Організація роботи)». Нормативна література тут подається без змін та доповнень і за класичною послідовністю. Тут розглядаються правові та організаційні питання з охорони праці, управління охороною праці та її організація на виробництві, навчання з питань охорони праці, держнагляд та громадський контроль за нею.

Актуальний для сьогодення є розділ «Світовий досвід організації охорони праці». У ньому йдеться про таке: глобальна стратегія охорони праці, основні конвенції МОП, програма гідної праці, огляд питань охорони і безпеки праці в Європі, європейська соціальна хартія та закордонний досвід організації робіт з охорони праці та соціального захисту. Наступним вийшов посібник «Охорона праці (Психологія безпеки)». Дуже важлива книга, враховуючи, що близько 80 % усіх нещасних випадків генерує сама людина (так званий, людський фактор). Раніше при підготовці спеціалістів з охорони праці ці питання не актуалізувались. При вивченні людських чинників слід звернути увагу на фізіологічну надійність людини, зокрема, на аналізатори – зоровий, слуховий, вестибулярний, смаковий, нюховий, шкірний, руховий, вісцеральний. За допомогою яких

людина контактує з навколишнім середовищем. Важливо також вивчити психологічну надійність – пам'ять, емоції, сенсомоторні реакції, увагу, мислення, волю, характер, темперамент, сором'язливість тощо. Потрібно також знати фактори, що знижують життєдіяльність – конфлікти, захворювання, втома та перевтома, алкоголізм, наркоманія, нікотинomanія, біоритми, психофізіологічні особливості підлітків, жінок та осіб літнього віку. І ті, які підвищують життєдіяльність – аеробна підготовка, медико-біологічні методи, професійний добір і професійна освіта.

Посібник включає можливі варіанти проведення практичних занять, розширені методичні рекомендації, тести, спрямовані на поглиблене вивчення типів людської поведінки, методи, які використовуються при моделюванні характерів, типів темпераменту. На думку авторів, це сприятиме глибшому розумінню теоретичного матеріалу, властивостей людської психіки, поведінки, втоми за тих чи інших побутових та виробничих умов, у надзвичайних ситуаціях. У 2011 році вийшла у світ «Охорона праці (Практикум)». На відміну від типового практикуму, розрахованого на інженерні спеціальності звичайних вищих закладів, ця книжка більше розрахована для підготовки саме інспектора з охорони праці. У процесі вивчення охорони праці у вишах, покликаної сформуванню профілактичного напрям мислення та професійної діяльності спеціаліста, великого значення набувають практичні заняття. Які передбачають освоєння студентами основ профілактики виробничого травматизму і профзахворювань, дають змогу опанувати методики оцінки праці на робочих місцях, роботу з приладами, нормативними документами. Мета цього навчального посібника – допомогти студентам у підготовці та виконанні практичних занять, які проводяться за принципом самостійного опрацювання кожної теми. Матеріал цих занять побудований так, щоб майбутні спеціалісти отримали ґрунтовні знання, які б дали змогу на практиці не тільки поліпшити умови праці та підвищити її продуктивність, але й попередити можливість профзахворювань, професійного травматизму, аварій тощо. Така структура занять сприяє поліпшенню практичної підготовки студентів з основних розділів охорони праці. Кожна тема практичного заняття, яких 17, безпосередньо пов'язана з виробництвом, включає запитання для самоконтролю і теми рефератів.

Наступним вийшов посібник «Охорона праці (Техніка безпеки)». Встановлено, що одержання та аналіз статистичних даних про нещасні випадки на виробництві є першим кроком на шляху до зниження рівня виробничого травматизму. Статистичні дані нещасних випадків за галузями приведені у посібнику за термін з 1990 по 2009 роки. І після їхнього аналізу подаються рекомендації щодо запровадження заходів з профілактики. Зроблено наголос на понятті гідної праці, адже важко заперечувати, що гідна праця – це безпечна праця. У посібнику викладено матеріал про методи вивчення причин виробничого травматизму, порядок оформлення нарядів допусків та розслідування нещасних випадків. Зараз ми працюємо над виданням «Охорона праці (Гігієна праці та виробнича санітарія)» у двох частинах. Перша з них нещодавно вже побачила світ. У окремих країнах високі вимоги до охорони праці є прямим результатом довгострокової політики, що спирається на тристоронній соціальний діалог – колективні переговори між роботодавцями та профспілками, а також на розвинене законодавство у сфері охорони гігієни праці, підкріплене діяльністю потужної трудової інспекції. У першій частині посібника зроблено наголос і детально подається матеріал нормативно-правових актів з питань гігієни праці та профілактики професійних захворювань. Заслужують на увагу такі розділи: Основи фізіології праці; методи визначення працездатності людини; основні шляхи боротьби з втомою; порядок проведення медоглядів; забезпечення нагляду за виробничим середовищем; аналіз і оцінка захворюваності з тимчасовою втратою працездатності та розслідування профзахворювань. Разом з тим, триває робота над посібником «Охорона праці (Пожежна безпека)».

Усі ці видання рекомендовані Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України як навчальний посібник для студентів вишів. Стануть вони у пригоді і викладачам при підготовці курсів лекцій, задовольнивши певним чином нестачу подібної літератури.

---

## СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНИЙ СТАН НАСЕЛЕННЯ ЗА САМООЦІНКАМИ ТА ПСИХОДІАГНОСТИЧНИМ ТЕСТУВАННЯМ НА РЗТ В ДИНАМІЦІ 1999-2010 РОКІВ

*Прилипка В.А.,*

ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України»  
(Україна, м. Київ)

Аварії на АЕС є одними з найбільш небезпечних видів екологічних катастроф. Враховуючи неухильне зростання питомої ваги ядерної енергетики, необхідно володіти знаннями щодо наслідків можливих аварій. Тому вивчення і ліквідація медичних, біологічних і соціальних наслідків великомасштабної радіаційної аварії на ЧАЕС є і буде залишатися одним з головних завдань для всієї спільноти [1 - 3].

Метою наших досліджень стало вивчення громадської думки з проблеми наслідків Чорнобильської аварії, зокрема вивчення психічного та фізичного здоров'я населення, яке мешкає на радіоактивно забруднених територіях, і встановлення зв'язків між рівнем соціально-психологічної напруги населення та здатністю адаптуватися до соціоecологічного середовища в динаміці післяаварійного періоду.

Аналіз даних моніторингових соціологічних досліджень дозволив встановити, що в динаміці останніх десяти років зменшилась чисельність респондентів, які вважають ситуацію за місцем проживання загрозовою для життя. Разом з тим, значна частина населення в умовах сьогодення вважає радіаційну ситуацію за місцем проживання небезпечною для здоров'я – 41,7 %. Для порівняння – в 1997 р. ця частка населення складала 70,3 %. Відчувають тривогу, тому що не володіють інформацією повною мірою – 19,4 % населення. Загалом відчувають тривогу – 10,0 % і лише 9,0 % респондентів не відчувають тривогу. Розрахунковий індекс безпеки для здоров'я населення залишається дуже низьким: в 2005 р. він складав 0,10, в 2010 р. – 0,16 при оптимальному 1 (шкала від -1 до +1, де 1 – відсутність безпеки для здоров'я). На УЧТ він складав 0,33 і 0,57 відповідно. Розрахунковий індекс безпеки для здоров'я у жінок нижчий, ніж у чоловіків, в 2010 р. для жінок він складав 0,03, а для чоловіків – 0,28.

Зростає частка населення, що відчуває тривогу через нестачу інформації про екологічну ситуацію. Інтегральний показник відчуття тривоги в 2001 році складав 0,72, а у 2010 – 0,61.

Суб'єктивні ризики в групах населення мають тенденцію до зниження. Це проявляється у зменшенні частки населення, яке відчуває занепокоєність з приводу забруднення радіонуклідами продуктів харчування, води. 59,2 % населення не перевіряють молоко, лісові ягоди та гриби на вміст радіонуклідів перед вживанням і лише 21,3 % обмежує вживання дичини, грибів, лісових ягід останні роки.

Зниження суб'єктивного ризику впливає на мотивацію та профілактичну поведінку населення. Останнє проявляється в зменшенні числа тих, хто постійно стежив за своїм здоров'ям у динаміці 2000-2010 рр. На 12,4 % за десять років збільшилося число тих, які дбають про своє здоров'я коли необхідно. Разом з тим, позитивна тенденція спостерігається у групі, яка взагалі не дбала про своє здоров'я. Так, на РЗТ ця група зменшилась на 8 %, а на УЧТ – на 7,2 %. Звертає на себе увагу і той факт, що в динаміці останніх десяти років зменшується частина населення РЗТ, яка «хоче жити так, як їй подобається, ні в чому себе не обмежуючи». В 2000 р. ця частка складала 17,6 %, а в 2010 р. – 10,4 %.

Вивчення стану здоров'я населення скринінговим методом за самооцінками свідчить, що фізичний стан здоров'я населення РЗТ у динаміці 1999-2010 рр. має стійку тенденцію до покращання. Індекс здоров'я на РЗТ в 1999 р. складав 0,56 при 0,84 на УЧТ при оптимальному 1. Почували себе хворими та дуже хворими в 1999 р. – 21,8 % респондентів РЗТ при 8 % – на УЧТ. В 2010 році число хворих та дуже хворих на РЗТ, за

самооцінками, складало 11,3 % при індексі здоров'я 0,77, а на УЧТ – 4,6 % і 0,91 відповідно. Аналіз даних самооцінок здоров'я за статтю свідчить про значиме покращання здоров'я у жінок в динаміці років при майже незмінних показниках у чоловіків.

Аналогічні дані за динамікою ми отримали і при вивченні психічного здоров'я населення РЗТ з використанням психодіагностичного тестування. За даними Опитувальника загального здоров'я, середній загальний показник GHQ 28, який характеризує глибину малих психічних розладів та середні показники шкал соматизації, тривоги, соціальної дисфункції та депресії, мають виражену тенденцію до покращання у населення 3-ї зони РЗТ в динаміці 1999-2010 рр.. З 1999 р. по 2003 р. середній загальний показник GHQ 28 у населення РЗТ достовірно відрізнявся від аналогічного у населення УЧТ. У 2005 р. цей показник був вищий на РЗТ порівняно з УЧТ. Ієрархія середніх показників шкал у досліджуваних групах не має відмінності: перше місце займає шкала соматизації, друге – соціальної дисфункції, третє – тривоги, четверте – депресії, що відрізняє це десятиліття від попереднього.

В попередньому десятилітті, як і після аварії, шкала тривоги займала стійке друге місце і була пов'язана з радіаційною ситуацією. Тобто, в останньому десятилітті у населення переважають проблеми соціального характеру, викликаючи соціальну дисфункцію.

Для середнього показника шкали соматизації GHQ 28, що характеризує стан соматичного здоров'я, для населення РЗТ, так само як і для населення УЧТ, характерна виражена тенденція до покращання в динаміці 1999-2010 рр.. З 1999 р. по 2003 р. середній показник соматизації у населення РЗТ достовірно відрізнявся від аналогічного у населення УЧТ. За даними 2008 р. соматизація має високий рівень кореляції з тривогою ( $r = 0,644$ ,  $p \leq 0,01$ ) та соціальною дисфункцією ( $r = 0,342$ ,  $p \leq 0,01$ ).

Середні показники шкал тривоги, соціальної дисфункції та депресії дещо вищі у населення РЗТ порівняно з населенням УЧТ в динаміці за роками. Всі показники, що характеризують психічний стан населення РЗТ в 2010 році, достовірно не відрізняються від аналогічних показників у населення УЧТ.

Аналіз показників психічного стану з урахуванням статі засвідчує, що всі середні показники шкал та загальний показник GHQ 28 більш високі у жінок, порівняно з чоловіками, в динаміці досліджуваного періоду. Як для чоловіків, так і для жінок, характерна тенденція до покращання показників психічного здоров'я як на РЗТ, так і на УЧТ. Для всіх років дослідження характерне погіршення показників психічного здоров'я з віком. Разом з тим, це погіршення було більш виражене в 1999, 2001, 2003 роках порівняно з останніми. Ієрархія показників шкал у всіх вікових групах не має відмінності: перше місце займає шкала соматизації, друге – соціальної дисфункції, третє - тривоги, четверте – депресії. В динаміці дослідження спостерігається покращання показників всіх шкал. Середні показники шкал соматизації у вікових групах 30-39 і 40-49 населення РЗТ достовірно вищі, ніж в аналогічних групах населення УЧТ в динаміці за роками.

Середні показники шкал тривоги, соціальної дисфункції та депресії вищі на РЗТ порівняно з УЧТ, але достовірно не відрізняються.

Аналіз даних Опитувальника загального здоров'я GHQ 28 (методика Likert score) показав, що з 1999 по 2003 рр. серед діагностованих респондентів РЗТ частка практично здорових зменшилась з 50,5 % до 35,7 %, а після 2003 р. спостерігаємо збільшення, зокрема, в 2010 р. до 60,5 %.

Збільшення частки «здорових» обумовлено зменшенням частки діагностованих з «клінічно вираженими симптомами» для населення обох досліджуваних територій.

Спостерігаються значимі гендерні відмінності. Серед жінок частка практично здорових складає від 37 % – у 1999 р. до 47 % – у 2010 р., а у чоловіків – 66 % і 71 % відповідно. Частка донозологічних форм і клінічно виражених симптомів більша у жінок, ніж у чоловіків.

Для досліджуваних вікових груп характерна загальна тенденція до збільшення частки практично здорових при незначному зменшенні частки донозологічних форм та значимому зменшенні частки клінічно виражених симптомів.

Таким чином, отримані дані в динаміці 1999 – 2010 рр. дозволяють узагальнити наступне:

- за всіма показниками стан психічного та фізичного здоров'я населення РЗТ має стійку тенденцію до покращання;

- спостерігаються гендерні відмінності в стані психічного здоров'я респондентів РЗТ; всі середні показники шкал та загальний показник GHQ 28 більш високі у жінок порівняно з чоловіками, і покращання психічного стану в загальній групі, в першу чергу, визначається жінками;

- суб'єктивні ризики сприйняття радіаційної ситуації мають тенденцію до зниження, що, на нашу думку, обумовлено покращанням самопочуття і здоров'я;

- покращання самопочуття і здоров'я впливає на профілактичну поведінку населення щодо власного здоров'я, зменшується число тих, хто ретельно дбає про нього.

Необхідна активізація освітньо-інформаційної роботи з усіма групами населення, підвищення культури радіаційної безпеки.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Про стан подолання наслідків Чорнобильської катастрофи в Україні за 2006 – 2007 роки [Текст] / Щорічна Національна доповідь України. – К. : 2008. – 185 с.

1. Двадцять п'ять років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього [Текст]. – К. : КІМ, 2011. – С. 192-201.

2. Соціальні наслідки чорнобиля : час відродження / НАН України, Інститут соціології, Центр соц. експертизи / За ред. Ю. Саєнко, Н. Ходорівської. – К., 2011. – 246 с.



## **ПРОБЛЕМИ ВИХОВАННЯ В УЧНІВ КУЛЬТУРИ БЕЗПЕЧНОЇ ПОВЕДІНКИ В УМОВАХ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНОГО СЕРЕДОВИЩА**

*Разлівінських Ю.О.,*

Херсонський державний університет

(Україна)

**Вступ.** Безпека дорожнього руху продовжує залишатися однією з актуальних проблем сучасності. Аналіз стану аварійності в Україні за останні роки свідчить, що тяжкість наслідків ДТП є найбільш вражаючою. Незнання правил дорожнього руху пішоходами або нехтування ними – не тільки ознака безкультур'я особистості, але і причина багатьох нещасних випадків на дорозі.

Необхідність інформаційно-просвітницької роботи щодо безпечної поведінки на дорогах зумовлена високим показником смертності та травматизму серед дітей і молоді, які є найбільш уразливими учасниками дорожнього руху. За даними Міністерства внутрішніх справ України за 2008-2010 роки на вітчизняних дорогах загинуло 558, травмовано 11 400 дітей.

**Актуальність дослідження.** Спеціалісти, що досліджують галузь, пов'язану з безпекою руху, вважають, що безпека та ефективність системи «Водій-автомобіль-середовище руху» залежать не в однаковому ступені від компонентів, які складають цю систему [1]. Аналізуючи причини різноманітних аварій, вони стверджують, що тільки 10-15 % їх виникає в результаті технічних неполадок. Основна кількість аварій (85-90 %) прямо чи опосередковано залежить від «фактору людини». Причому особливо чітко спостерігається те, що в цьому числі значне місце посідають не тільки випадки нехтування встановленими правилами руху, але більш часто зустрічаються помилки у діях водіїв та пішоходів (особливо молоді), що полягають у неправильній, невмілій оцінці обставин та умов на дорозі. Джерелом таких помилок, на наш погляд, є певні недоліки відповідного навчання та виховання, особливо у школі на заняттях з основ безпеки життєдіяльності, що здійснюють підготовку учнів до руху в умовах дорожньо-транспортного середовища.

Для того, щоб забезпечити ефективне цілеспрямоване і систематичне виховання і формування культури безпечної поведінки учнів в умовах дорожньо-транспортного середовища, необхідно цю роботу планувати [2].

**Викладення основного матеріалу.** Планування здійснюється у відповідності з віковими особливостями дітей. Зміст, методи, прийоми і форми організації дитячого життя відбираються відповідно до завдань виховання в учнів «дорожньої грамоти». Так само у плані потрібно передбачити поступове ускладнення змісту і методів з урахуванням їх досягнень. До того ж план повинен бути конкретний і реальний. Тобто з урахуванням тих умов, матеріальна база яких існує у школі. Традиційно формування моральних рис особистості здійснюється в процесі всієї виховно-освітньої роботи з учнями: на заняттях, у повсякденному спілкуванні, в іграх, під час праці тощо. Тому як самостійний розділ виховання культури безпечної поведінки учнів на дорозі не планується. Однак формування навичок поведінки (ввічливого ставлення до оточуючих людей, акуратного і дбайливого ставлення до всіх учасників дорожньо-транспортного середовища, культурних навичок) вимагає, щоб діти опанували ці навички, відповідно вимагає їх планування, так як формування навичок – процес дуже тривалий, вимагає багатократності і послідовності виконання будь-яких вправ, дій. В опануванні навичками культурної поведінки на дорозі діти проявляють значні індивідуальні відмінності, тому в плані повинна передбачатися і індивідуальна робота з ними.

Важливою формою роботи з учнями є бесіди, де вказується назва і основні питання до дітей. Так само найбільшим планованим розділом є «Спільна діяльність». Тут

безпосередньо плануються цілі таких форм: ігри, ігри-вправи, ігри-інсценівки, розгляд картин та ілюстрацій, ситуації, моделювання, дискусії, спостереження, служба порятунку, доручення, завдання, виготовлення виробів, робіт, читання художньої літератури, прослуховування аудіо та відео записів і інші форми роботи з учнями. Потрібно відзначити, що і самостійна діяльність дітей повинна носити цілеспрямований характер та плануватися у відповідному розділі. Не можна обійти таку форму організації, як свята і розваги в школі, куди також можна включати введення спеціалізованих днів («безпека на дорозі», «розмова з світлофором» та інші).

Виховання в учнів культури поведінки на дорозі має здійснюватися в єдності з сім'єю, тому планується і проводиться робота з батьками з морального виховання та формування культури поведінки дітей в умовах дорожньо-транспортного середовища. Робота з батьками включає такі форми, як консультації, бесіди, батьківські збори, оформлення папок, статей на певну тематику, відкриті заняття, конкурси, вечори запитань і відповідей тощо.

Наші дослідження практики виховання «дорожньої грамоти» у школі показують, що найбільш активно і цілеспрямовано здійснюється тут вивчення правил дорожнього руху, тобто відбувається процес формування певних знань. Відповідно до цього навчання в школі правилам та безпеці дорожнього руху здійснюється в основному шляхом використання уроків типу «урок вивчення нових знань».

Як відомо, результати виховання людини проявляються у формуванні відповідних властивостей, знань вмінь та навичок особистості [2]. Таким чином, результатом виховання в учнів культури поведінки в умовах дорожньо-транспортного середовища повинні стати відповідні властивості, знання, вміння та навички.

Слід відмітити, що в науці ще нема чітко обґрунтованого визначення понять вмінь і навичок безпечної поведінки учнів на вулицях і дорогах. Ці вміння і навички ми розглядаємо з позицій діяльності, тому що метою будь-якого навчання є опанування визначеними видами діяльності. Крім того, формування самих умінь здійснюється тільки у процесі діяльності – навчальної, повсякденно-побутової. Виходячи з цього, ми розглядаємо вміння безпечної поведінки особистості як вміння здійснювати життєдіяльність в умовах оточуючого середовища, а саме, в складних умовах дорожньо-транспортного середовища.

Виходячи з думки ряду дослідників, будь-яка дія, а саме пересування в просторовому середовищі, в тому числі і на дорозі, є, безумовно, дією, що складається з орієнтовного, виконавчого та контрольного-корегуючого компонентів. Як орієнтування, так і відбір виконавчої дії по забезпеченню безпечної поведінки в умовах дорожньо-транспортного середовища потребують від пішоходів участі всього різноманіття психічних процесів: сприйняття, спостереження, уваги, мислення, пам'яті, уяви.

Виходячи з вищезазначеного, ми вважаємо, що під умінням орієнтування в умовах складного дорожньо-транспортного середовища слід розуміти своєчасне, швидке сприйняття і аналіз виникаючих ситуацій учасниками руху на значній ділянці цього простору та виконання ними правильних з точки зору безпеки руху дій.

Як показують дослідження, до умов, які забезпечують швидкість мислених процесів, слід віднести: високу інтенсивність уваги; наявність значного досвіду; стан високої тренуваності [3].

Виходячи зі специфіки психічних процесів, які лежать в основі вмінь орієнтування в умовах дорожньо-транспортного середовища зупинимось на методах та сучасних методиках, що дозволяють формувати відповідні властивості, знання, вміння та навички.

Проблема вдосконалення навчального процесу в школі активно розроблялася вченими з позиції психології навчання, теорії управління, теорії оптимізації процесу навчання, наукової організації педагогічної праці тощо. Сучасне науково-методичне забезпечення неможливе без впровадження в навчальний процес новітніх педагогічних технологій.

В педагогічній практиці сьогодення до новітніх педагогічних технологій відносять наступне:

- а) програмоване навчання;
- б) комп'ютерне навчання;
- в) модульне навчання;
- г) використання ігор;
- д) інтерактивне навчання [4].

Найбільше відповідає формуванню відповідних властивостей, знань, вмінь та навичок безпеки поведінки учнів в умовах дорожньо-транспортного середовища використання ігор та елементів інтерактивного навчання. Як відомо, гра – одне з ефективних засобів різноманітного виховання підростаючого покоління.

Інтерактивне навчання – це організований вчителем (керівником гри) спосіб активної взаємодії учнів з проблемно наданим змістом навчання з правил дорожнього руху та безпечної поведінки на дорозі, під час якого школяр або група школярів залучається до вирішення об'єктивних проблемних ситуацій, що виникають під час руху автотранспорту та пересування пішоходів. Отже, інтерактивні методики передбачають спільне навчання (навчання у співробітництві: і учень, і вчитель є суб'єктами навчання). Вчитель виступає лише в ролі більш досвідченого організатора навчального процесу. Усі учасники навчального процесу при цьому взаємодіють один з одним, обмінюються інформацією, спільно розв'язують проблеми, моделюють ситуації, оцінюють дії, результати праці своїх однокласників і свою власну поведінку. Учні заглиблюються в атмосферу ділового співробітництва з розв'язання проблеми, яка є найсприятливішою для вироблення навичок і якостей особистості.

Особливості інтерактивного навчання:

- навчання відбувається за умов постійної, активної взаємодії всіх, без винятку, учнів;
- це співнавчання, де і учень, і вчитель є рівноправними суб'єктами навчання;
- педагог виступає лише в ролі організатора процесу навчання, так би мовити, лідера групи.

Організація такого навчання передбачає, по-перше, моделювання життєвих реальних дорожньо-транспортних проблемних ситуацій, по-друге, використання рольових ігор.

На підставі вищезазначених підходів нами розроблені відповідні ігри, які спрямовані на формування особистих властивостей, знань та вмінь орієнтування учнів в умовах дорожньо-транспортного середовища та методика їх проведення.

**Висновки.** Як показує наша практика, учні під час проведення ігор не просто переробляють інформацію, засвоюючи нове, вони переживають цей процес як суб'єктивне відкриття ще невідомих знань, це сприяє активному формуванню особистих властивостей учнів, вмінь та навичок безпечної поведінки на дорозі, в цілому, культури поведінки в умовах дорожньо-транспортного середовища.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Основы инженерной психологии / Под ред. Б. Ф. Ломова. – М. : Высш. шк., 1986. – 448 с.
2. Ягупов В. В. Педагогіка : навч. Посібник / В. В. Ягупов. – К. : Либідь, 2002. – 560 с.
3. Психология : підручник / За ред. Ю. Л. Трофімова. – К. : Либідь, 2001. – 560 с.
4. Інновації в сучасному педагогічному процесі // 36. статей матеріалів Всеукраїнськ. наук.-практ. конф. – Луганськ, 2000. – 126 с.

## ПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ В НАВЧАННІ З ПИТАНЬ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ПРОФЕСІЙНОМУ ВІДБОРІ ПРАЦІВНИКІВ НА ОБ'ЄКТАХ З ПІДВИЩЕНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ В АПК

*Рогач Ю.П.,*

Таврійський державний агротехнологічний університет  
(Україна, м. Мелітополь)

**Постановка проблеми.** В основі характеристики процесу навчання лежить ідея діяльнісного підходу, розроблена у вітчизняній педагогіці та психології.

Навчання – це система пізнавальних дій тих, хто навчається, спрямованих на розв'язання навчально-виховних завдань.

Виходячи з положень філософії про роль праці у становленні людини, сучасна психологія стверджує, що предметна діяльність людини змінює тип її поведінки. Разом з тим, для людини характерною є водночас з предметною й внутрішня психічна діяльність, яка здійснюється за допомогою словесних, цифрових та інших знаків. Ця діяльність веде до психічного розвитку людини, її особистості.

Навчання і перевірка знань з охорони праці працівників виконуються під час підготовки, перепідготовки, оволодінні новою професією, при підвищенні кваліфікації.

Підготовка працівників для робіт з підвищеною небезпекою і працівників, зайнятих на роботах, що вимагають професійного добору проводиться тільки в навчальних закладах. На виробництві ці працівники проходять спеціальне навчання і перевірку знань з охорони праці залежно від специфіки виробництва з урахуванням вимог норм і правил безпеки праці для конкретних робіт з підвищеною небезпекою, але не рідше одного разу на рік. Такому навчанню і перевірці знань підлягають усі працюючі, включаючи інженерно-технічних працівників, зайнятих на вищезгаданих роботах.

Для підвищення ефективності навчального процесу з питань охорони праці потрібно враховувати психологічні аспекти та індивідуальні особливості кожного працівника.

**Аналіз публікацій.** Спираючись на вчення Л. С. Виготського, вітчизняні та радянські психологи О. М. Леонтьєв, П. Я. Гальперін, Д. Б. Ельконін, В. В. Давидов, Л. В. Занков, Н. О. Менчинська та інші розробили теоретичні основи навчання, які особливо сприятливо впливають на розвиток інтелектуальної, вольової, емоційної та мотиваційної сфери особливості, а також забезпечують її різнобічне виховання.

Одним з основних принципів державної політики в області охорони праці є навчання і систематичне підвищення рівня знань працівників і населення України з питань охорони праці [1-4].

Порядок і види навчання, інструктажів, перевірки знань з питань охорони праці всіх працівників установлені НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про навчання та перевірку знань з питань охорони праці» [5].

**Мета статті** – аналіз психологічних аспектів при проведенні навчання з питань охорони праці та обґрунтування призначення до виконання робіт з підвищеною небезпекою працівників певних типів темпераменту.

**Основна частина.** Розвиток науково-технічної революції спонукав до практичного застосування психологічних знань. У психології праці сформульовано теоретичні проблеми, вирішення яких повинно бути науковим обґрунтуванням практичних висновків. Найважливіші з них – психологічні закономірності формування конкретних форм трудової діяльності і ставлення людини до праці і закономірності оволодіння професійною майстерністю, закони перебудови трудових навиків, закони зміни професійно важливих властивостей людини.

З точки зору теорії ризику має велике значення математична психологія. Ряд спеціалістів по психології ризиків вважають, що доля керівників виробництва, які можуть

адекватно діяти в умовах небезпечних ситуацій не перебільшує 0,5 %. Тому відбір, психологічна підготовка і підтримання психологічної форми працюючих на об'єктах підвищеної небезпеки є важливою прикладною проблемою. Великі можливості в цій галузі дає статистична теорія навчання, коли залежність числа помилок від часу навчання має вигляд експоненти, яка спадає, при цьому ймовірність правильного впізнання наближається до насичення.

Але при навчанні більш складним навичкам часто має місце інша залежність, коли виникає декілька стрибків з насиченням. У випадку, коли працює оператор, це означає перехід від слідкування за окремими приладами до вміння швидко оцінювати стан функціональних блоків.

Тому, при відборі кандидатів для навчання професіям, які пов'язані з ризиками і оволодінні складними навичками треба не час на освоєння простих навичок, а час для досягнення якісного стрибка.

Не менш важливе значення, ніж придбання людиною навичок, має її емоційний стан, тому що в системі «оператор-машина» людина є важливішим фактором, який визначає надійність цих систем. При роботі складних систем час від часу виникають такі ситуації, коли є потреба втручання в них людини, і тому таку важливу роль тут відіграють психологічні особливості оператора. А індивідуальність людини визначає її темперамент.

Розпізнають за типом темпераменту чотири типи людей: холерики, сангвініки, флегматики, меланхоліки. Якщо є можливість сформувати групи для навчання за типом темпераменту, то доцільно користуватися такими підходами [1]:

1. «Довіряй, але перевіряй», тому що сангвінік має плюси – життєрадісність, захопленість, чуйність тощо, а також мінуси – схильність до зазнайства, незібраність, легковажність, поверховість, ненадійність, схильність до обіцянок, але не завжди їх виконання, вимагає контролю;

2. «Ні хвилини спокою», тому що холерик має: плюси – енергійність, захопленість, пристрасність, рухливість, цілеспрямованість, а також мінуси – запальність, агресивність, невтриманість, нетерплячість, конфліктність, здатність розкласти колектив зсередини;

3. «Не підганяй», тому що флегматик має: плюси – стійкість, постійність, активність, терплячість, самоволодіння, надійність; мінуси – загальмованість, байдужість, «товстошкірість», сухість у відношеннях. Його не треба підганяти, він розрахує свій час і зробить справу;

4. «Не нашкодь», тому що у меланхоліка: плюси – висока чуйність, людяність, доброзичливість; здатність до співчуття; мінуси – низька працездатність, підозрілість, замкненість, сором'язливість, на нього не можна кричати, тиснути, давати різні вказівки.

Важливо при підборі персоналу, який зайнятий на роботах з підвищеною небезпекою, враховувати такі психологічні особливості людини:

1. Нервова (але боягуз) людина настрою здатна працювати там, де важлива швидка реакція (мається на увазі не фізіологічна реакція, а реакція прийняття якихось рішень). Мається на увазі, що нервова людина підходить до роботи в ситуаціях, коли варіанти дій у випадку виникнення небезпеки жорстко задані, так як у протилежному випадку оператор починає приймати рішення (які, в подальшому, можуть бути неадекватні даній ситуації) не встигнувши подумати, що зробити. Нервова людина для такої задачі може бути менш корисною;

2. Людина настрою, яка не є нервовою, повинна обов'язково бути обережною для того, щоб робити активні дії у випадку небезпеки. Безпечність (відсутність страху навіть коли є потреба уникнути небезпеки) для такої людини непростачна, так як може призвести до бездії;

3. Людина діла. Їй безпечність не особливо заважає виконувати свої функції на першому етапі, коли дії по усуненню небезпеки ще не почали давати результатів. Це пов'язано з тим, що вплив емоції на інформаційну продуктивність (інтенсивність праці) людини діла невелика. Однак, на другому етапі, особливо, коли емоційна ситуація

стабілізується, безпечна людина програє обережній. Різниця в інформаційній продуктивності між людиною діла і людиною настрою зникає, коли на другому етапі (в процесі успішної діяльності по усуненню небезпек) стабілізується емоційна ситуація;

4. Обережний флегматик – найбільш знадобиться для усунення небезпек, які мають діяти у тривалому часі. Можливо такій людині треба доручати керівництво операціями по усуненню довготривалих небезпек.

Для того, щоб своєчасно і правильно реагувати на небезпеку і не допустити небезпечної ситуації, оператор повинен не тільки мати необхідні для вирішення цієї задачі емоційні параметри. Він також повинен оволодіти усіма необхідними знаннями про правильні дії у даній ситуації.

Таким чином, встає питання про оптимальну організацію процесу навчання управлінню складними системами (на об'єктах з підвищеною безпекою).

На підставі досліджень [4] можна зробити висновок, що для стовідсоткової надійності робіт, що виконуються, не обов'язкове стовідсоткове запам'ятовування матеріалу, якщо одні знання спираються на інші, а також, що збільшення кількості варіантів викладення учбового курсу дозволяє суттєво знизити матеріал, який треба механічно запам'ятовувати.

Тобто, дозволяє зменшити кількість повторів при навчанні і, таким чином, підвищити продуктивність праці оператора, який навчається. При цьому і сам об'єм роботи по навчанню у цьому випадку також зменшиться. Головне, щоб серед основних критеріїв відбору людей і оцінки результатів їх навчання повинен бути час, витрачений на досягнення «стрибка зрозуміння». Людина, у якої є здібності швидко його робити, зможе швидко заповнити огріхи у своїй освіті, швидко адаптуватися до змін технологій, методів.

**Висновок.** Згідно з НПАОП 0.00-4.12-05 допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з охорони праці, забороняється. В зв'язку з цим та з урахуванням індивідуальної особливості нервової системи кожного працівника потрібно проводити глибокий аналіз придатності окремого працівника до виконання робіт з підвищеною безпекою та його піддатливості до навчання з питань охорони праці.

З урахуванням цього розробляти і впроваджувати визначені підходи.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Луценков В. Л. та інші. Методичні основи навчання і пропаганди питань з охорони праці : навчальний посібник / В. Л. Луценков, Д. А. Бутко, Ю. П. Рогач, В. В. Петров. – Сімферополь : Бізнес-Інформ, 2002. – 240 с.
2. Печчен А. Человеческие качества / А. Печчен. – М. : Прогресс, 1980.
3. Кемпбелл Д. Модели экспериментов в социальной психологии и прикладных исследованиях / Д. Кемпбелл. – СПб, 1996. – 391 с.
4. Венда Н. Перспективы развития психологической теории обучения операторов / Н. Венда // Психол. ж., 1980. – Т. 1, № 4. – С. 48-68.
5. НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про навчання та перевірку знань з питань охорони праці»

## АЛГОРИТМ ОЦІНКИ ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АПК

*Рогач Ю.П., Книшов О.Я., Луценков В.Л., Головін С.В.,*  
Таврійський державний агротехнологічний університет  
(Україна, м. Мелітополь)

**Постановка проблеми.** Проблема розробки заходів для зниження високого рівня виробничого травматизму серед механізаторів сільськогосподарського виробництва та водіїв транспортних засобів АПК належить до складних (комплексних) задач і вимагає проведення спеціальних наукових досліджень.

**Аналіз публікацій.** Теоретичні та практичні підходи щодо оцінки професійних ризиків наведено у роботах провідних українських [1-3] та зарубіжних вчених [4], присвячених як загальним питанням управління охороною праці, так і питанням соціального захисту працівників, зокрема у формі обов'язкового соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань. Так, восени 2009 р. у м. Люблін (Польща) було проведено представницьку міжнародну конференцію, цілком присвячену проблемі оцінки професійних ризиків у сільськогосподарському виробництві [6]. До останнього часу як показники ризику в сільськогосподарському виробництві розглядали і аналізували лише коефіцієнти частоти та важкості виробничого травматизму.

Нині відсутні показники ризику для основних професій сільськогосподарського виробництва, на механізованих виробничих процесах не розроблено класифікатор професій за критеріями ризику травмування та захворюваності [7].

**Мета статті** – обґрунтування методології оцінки професійних ризиків та розробка алгоритму для оцінки професійних ризиків, забезпечення надання працівникам встановлених працезахоронним законодавством пільг і компенсацій за небезпечні та шкідливі умови праці.

**Основна частина.** Широке поширення професійних ризиків в АПК пояснюється, з одного боку, достатньо високим рівнем розвитку сільськогосподарського виробництва в Україні, коли активне застосування високоенергетичної техніки і технології, хімічних і біологічних речовин призвело до того, що практично у всіх сферах життєдіяльності працівники села зазнають впливу шкідливих і небезпечних чинників, ризикуючи здоров'ям, а іноді життям. З іншого боку, ресурс наявної у сільськогосподарських підприємствах техніки практично вичерпано (досяг критичної межі), після 10-річного і більше терміну експлуатації за наших реалій вона морально та фізично застаріла, машинно-тракторний парк зменшився кількісно, не забезпечує своєчасного виконання механізованих робіт, що веде до збільшення професійного ризику.

Характерною особливістю сільськогосподарського виробництва є те, що більшість робіт виконуються в таких умовах, коли на працюючого діють додаткові виробничі і природні чинники. Це призводить до появи потенційного ризику.

Можна розглядати таку класифікацію ризику:

- суб'єктивний (ризик, наслідки якого неможливо об'єктивно оцінити);
- фінансовий (ризик, прямі наслідки якого заключаються у грошових витратах);
- динамічний (ризик, імовірність і наслідки якого вимірюються в залежності від ситуації);
- фундаментальний (ризик з тотальними наслідками);
- не фінансовий (ризик, наслідками якого можуть бути лише збитки або зберігання існуючого положення);
- статичний (практично не змінний у часі ризик, наприклад, ризик пожежі);
- часний (ризик з локальними наслідками);
- спекулятивний (ризик, одним із наслідків якого може бути вигода).

Ризик, в основному, оцінюють імовірнісною характеристикою, але можуть

використовувати і частоту реалізації ризику.

В охороні праці розглядаються такі види ризику:

- технічний ризик – імовірність відмови технічних засобів з наслідками визначеного рівня (класу) за визначений період функціонування небезпечного виробничого об'єкту;
- індивідуальний ризик – частота ураження окремої людини в результаті дії досліджуваних чинників безпеки аварії;
- потенційний територіальний ризик (або потенційний ризик) – частота реалізації вражаючих чинників аварії у даній точці території;
- колективний ризик (груповий) – це ризик появи безпеки того чи іншого виду для колективу.

У зв'язку з цим можна розглядати такі основні функції ризику:

- 1) захисна – проявляється у тому, що для підприємства ризик – це нормальне становище, тому треба розробляти раціональне відношення до проявів потенційних небезпек;
- 2) аналітична – наявність ризику передбачає необхідність вибору одного із можливих варіантів правильного рішення;
- 3) інноваційна – проявляється в стимулюванні пошуків нетрадиційних рішень проблем;
- 4) регулятивна – має суперечливий характер і виступає у двох формах: конструктивній і деструктивній.

Специфіка роботи у сільськогосподарській сфері викликає необхідність розробки чіткого алгоритму аналізу професійного ризику, який має єдину основу з оцінкою інших технічних ризиків. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) визначає професійний ризик як математичну концепцію, яка відбиває очікувану важкість і частоту несприятливих реакцій організму людини на дану експозицію шкідливого чинника виробничого середовища. З урахуванням цього можна розробити алгоритм оцінки ризику, в результаті якого ризик признається сприятливим чи несприятливим, остаточний ризик – сприятливим.

Відповідно до законодавства України роботодавець зобов'язаний інформувати працівників про потенційні ризики на виробництві. Тому, процедури ідентифікації ризику, основані на глибинному знанні технології робіт і процесів, дозволяють виявити джерела ризику, усі види небезпек на робочому місці і забезпечити, в подальшому, якісний аналіз впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників в даному виробничому процесі. Процедура ідентифікації ризику закінчується складанням переліку і стислим розкриттям небезпек з урахуванням того, що джерелом безпеки може бути як об'єкт, так і діяльність. У новій версії OHSAS 18001-2007 поведінка, особисті та інші людські чинники також включені в якості елементів, які розглядаються при ідентифікації небезпек і розробці засобів контролю.

Алгоритм аналізу професійного ризику для захисту персоналу від нещасних випадків і професійних захворювань на робочому місці може бути представлений наступним чином:

- ідентифікація небезпек (виявлення шкідливих і небезпечних чинників робочого середовища і трудових процесів);
- визначення можливих причин, які призводять до небажаних подій;
- оцінка ризику (імовірність дії ризику, визначення масштабу наслідків небажаної події з урахуванням можливої важкості інциденту і шкоди здоров'ю людини, висновки про приємність або неприємність ризику);
- вибір і оцінка засобів захисту від кожного виду безпеки;
- оцінка остаточного ризику після впровадження засобів захисту;
- оцінка системи захисту життя і здоров'я працівників в цілому, у відповідності з класами умов праці.



**Висновок.** Методологічні підходи системного аналізу виробничих небезпек для оцінки професійного ризику з урахуванням умов виконання сільськогосподарських і інших видів робіт та запропонований алгоритм оцінки професійного ризику повинні стати основою розроблення дієвих заходів для збереження життя і здоров'я працівників агропромислового комплексу.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Лехман С. Д. Система управління професійним ризиком на сільськогосподарському підприємстві / С. Д. Лехман // Збірник наукових праць 3-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Моторизація і енергетика рільництва». – Люблін (Польща), 2001. – С. 9-12.
2. Панкратова Н. Д. Концептуальные основы системного анализа рисков в динамике управления безопасностью сложных систем : Ч. II. Общая задача системного анализа рисков и стратегия ее решения / Н. Д. Панкратова, Б. И. Курилин // Проблемы управления и информатики. – 2001. – № 2. – С. 108-126.
3. Рекомендації щодо підвищення ефективності управління ризиками виникнення нещасних випадків та професійних захворювань на рівні підприємства, галузі, держави. – К. : Основа, 2004. – 15 с.
4. Андриянова М. А. Управление риском эксплуатации потенциально опасных объектов : автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук : 05.13.06 / М. А. Андриянова. – Тула, 1999. – 23 с.
5. Войналович О. В. Підходи щодо створення методології оцінення ризику травмування працівників на механізованих процесах в АПК / О. В. Войналович, М. М. Мотрич // Електротехніка і механіка. – 2007. – № 1. – С. 93-101.
6. Войналович О. В. Концепція розроблення системи відстеження потенційних небезпек в АПК / Войналович О. В., Шеремет В. О., Железняк М. О. // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К., 2010. – Вип. 144. – С. 100-106.
7. Гогіташвілі Г. Г. Оцінювання професійного ризику в галузях сільськогосподарського виробництва України / Г. Г. Гогіташвілі, В. Ф. Камінський, В. М. Лапін, О. В. Войналович // Вісник аграрної науки. – 2010. – № 8. – С. 53-55.

## ТЕРРОРИЗМ КАК ГЛОБАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА ОБЩЕСТВА

*Селиванов С.Е.,*

Херсонская государственная морская академия (Украина),

*Коженовски Лешек Ф.,*

Европейская ассоциация по безопасности (Польша, г. Краков),

*Луценко Н.М.,*

Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры  
(Украина)

История человечества заслуживает внимание не только своими выдающимися научно-техническими открытиями и достижениями, но и вписавшими в эту историю целого ряд черных страниц, в числе которых находится и одно из наиболее уродливых и трагических общественно-социальных явлений – терроризм.

Само понятие «терроризм» произошло от латинского слова – «terror» – страх, ужас. Терроризм – насилие или угроза его применения в отношении физических лиц или организаций, а также уничтожение (повреждение) или угроза уничтожения (повреждения) имущества и других материальных объектов, создающие опасность гибели людей, причинения значительного имущественного ущерба либо наступления иных общественно опасных последствий, осуществляемые в целях нарушения общественной безопасности, устрашения населения или оказание воздействия на принятие органами власти решений, выгодных террористам, или удовлетворения их неправомерных имущественных и (или) иных интересов;

– посягательство на жизнь государственного или общественного деятеля, совершенное в целях прекращения его государственной или иной политической деятельности либо из мести за такую деятельность;

– нападение на представителя иностранного государства или сотрудника международной организации, пользующихся международной защитой, а равно на служебные помещения либо транспортные средства лиц, пользующихся международной защитой, если это деяние совершено в целях провокации войны или осложнения международных отношений.

К возможным *целям терроризма* можно отнести: физическое устранение политических оппонентов; устрашение гражданского населения; «акции возмездия»; дестабилизация деятельности государственной власти; нанесение экономического ущерба; осложнение межнациональных и межконфессиональных отношений; провоцирование военного конфликта; изменение политического строя.

*Масштабы терроризма* разнообразны, это: преступление против личности; групповые убийства; массовая гибель граждан; применение диверсий по всей территории страны; крупномасштабные акции против мирового сообщества.

К способам террористических актов относятся: применение огнестрельного оружия; организация взрывов и поджогов в городах; взятие заложников; применение ядерных зарядов и радиоактивных веществ; применение химического или биологического оружия; организация промышленных аварий; уничтожение транспортных средств; электромагнитное облучение; информационно-психологическое воздействие.

По данным Канадского центра стратегического анализа, проанализировавшего более 200 случаев химико-биологического терроризма, установлено, что наиболее распространенными и доступными химическими веществами и биологическими агентами для проведения терактов являются:

- токсичные гербициды и инсектициды;
- сильнодействующие ядовитые вещества: хлор, фосген, синильная кислота и другие;
- отравляющие вещества: зарин, зоман, Ви-икс, иприт, люизит;

- психогенные и наркотические вещества;
- возбудители опасных инфекций: сибирской язвы, натуральной оспы, туляремии и других;
- природные яды и токсины: стрихнин, рицин, буту-лотоксин, нейротоксины.

Перечисленные высокотоксичные химические вещества и биологические агенты могут попасть в руки террористов различными путями:

- отравляющие вещества могут похитить с военных складов и арсеналов, где хранится химическое оружие, а также из организаций и предприятий, занятых разработкой и производством средств противохимической защиты;

- биологические агенты могут похитить из учреждений, осуществляющих производство вакцинных препаратов от особо опасных инфекций;

- высокотоксичные вещества: инсектициды, гербициды, фармацевтические препараты, полупродукты органического синтеза могут быть приобретены в сфере производства, хранения, торговли;

- раздражающие химические вещества для индивидуальной защиты (газовые баллончики с хлорацетофеноном, Си-эс, капсаицином и т.д.) могут быть приобретены в торговой сети в больших количествах.

Кроме того, отравляющие вещества и биологические агенты могут быть изготовлены нелегально в лабораторных условиях. Так, специалистами «Аум Сенрике» для газовой атаки в Токио и Манумото было наработано около 6 литров зарина. Эта организация планировала также получение других отравляющих веществ нервно-паралитического действия (зомана и Ви-икс) и ряда биологических агентов.

Таким образом, получение высокотоксичных химических веществ и особо опасных биологических агентов для использования в террористических целях в настоящее время не является неразрешимой задачей. Более сложную техническую задачу представляет создание эффективных и надежных устройств для совершения террористических актов с применением отравляющих веществ или биологических агентов.

Вполне очевидно, что эти устройства должны быть портативны и по внешнему виду походить на вещи или предметы, которые обычно перевозят пассажиры. Поэтому, вероятнее всего, такие устройства будут замаскированы под чемоданы, хозяйственную или дорожную сумку, упаковку для обуви, продуктовый пакет и т.д. В настоящее время в открытой литературе приведены описания двух типов устройств, используемых террористами секты «Аум Сенрике».

Первый тип устройства, которое было использовано для совершения теракта, представляет собой два герметичных пластиковых пакета, размещенные один в другом и содержащие в себе исходные компоненты для получения отравляющего вещества зарин. Запуск устройства осуществлялся прокалыванием пакетов острым наконечником зонтиков от дождя, которые имелись у террористов. Через образовавшиеся отверстия происходило смешивание исходных компонентов и образование паров зарина. Данное устройство чрезвычайно простое, но представляет опасность для самого исполнителя.

На более высоком техническом уровне выполнено устройство, обнаруженное полицией у турникетов токийского метро. Оно представляло собой небольшой чемодан (50x30x30 см), содержащий емкости с отравляющим веществом и ультразвуковой вибратор для получения аэрозоля. Для распыления токсичного аэрозоля использовался фен для сушки волос. Источником питания служили аккумуляторные батареи, была предусмотрена возможность дистанционного включения данного устройства. Такая конструкция может быть использована не только для заражения воздуха парами ОВ, но и для распыления аэрозоля малолетучих ОВ и биологических рецептур.

Объектами применения химического и биологического оружия с помощью террористических актов могут быть крупные объекты инфраструктуры с большим скоплением людей: станции метрополитена, аэропорты и железнодорожные вокзалы, крупные офисные здания, магазины и супермаркеты, закрытые спортивные и концертные

залы, выставочные павильоны, а также системы водоснабжения больших городов, партии продуктов питания и напитков.

Особую опасность представляет применение быстродействующих фосфорорганических отравляющих веществ в замкнутом объеме помещений с приточно-вытяжной вентиляцией. Большие скорости распространения воздушных потоков с отравляющими веществами в местах скопления больших масс людей могут привести к колоссальному числу жертв. Если бы террористы «Аум Сенрике» в помещениях станции метро создали облако зарина с концентрациями 0,02-0,01 мг/л, то все находящиеся на станции пассажиры получили смертельное поражение в течение нескольких минут.

Рассмотрим типовые характеристики террористических действий. В характеристике террористических действий выделяются субъекты террористических действий, средства, используемые для проведения террористических актов, объекты воздействия.

*К субъектам террористических действий относят:* убийцы одиночки; преступные сообщества; этнические кланы; религиозные секты; экстремистские политические объединения; специальные службы государств; международные террористические организации.

*Средства, используемые для проведения террористических актов:* холодное оружие; огнестрельное оружие; взрывчатые вещества; отравляющие вещества; биологические агенты; радиоактивные вещества; ядерные заряды; излучатели электромагнитных импульсов.

*Объекты воздействия:* физические лица; транспортные средства; общественные и жилые здания; промышленноопасные объекты; системы связи и управления; магистральные трубопроводы; продукты питания, напитки.

Из вышесказанного, можно сделать вывод, что терроризм на сегодняшний день:

- стал одним из наиболее опасных вызовов международной безопасности;
- превратился в глобальную проблему;
- стал более социально опасным для общества, многоликим по преследуемым целям и видам проявления;
- получил возможность использовать в своих преступных целях достижения науки и техники;
- в ряде случаев стал осуществляться при участии государственных органов, получив «статус» государственного терроризма.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Закон України «Про Цивільну оборону України». № 2975-ХІІ (2975-12 ) від 03.02.93, ВВР, 1993, N 14, – 125 с.
2. Закон України «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру». Закон України «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера». № 1809-ІІІ від 8 червня 2000 року.
3. Закон України «Про захист населення від інфекційних хвороб» № 1645-ІІІ від 6 квітня 2000 року.
4. Закон України «Про боротьбу з тероризмом» № 638-ІV від 20 березня 2003 року.
5. Гражданская оборона : Учебник для вузов / В. Г. Атаманюк, Л. Г. Ширшев, Н. И. Акимов / Под ред. Д. И. Михайлика. – М. : Высш. шк., 1986. – 207 с.
6. Защита от ОМП – М. : Воениздат, 1989.
7. Действия населения в чрезвычайных ситуациях мирного времени : учебное пособие по ГО штаба ГО Украины. – Киев, 1982.
8. Розпорядження МНС України № 220 від 22.08.2003 року «Про реалізацію плану заходів із забезпечення виконання Закону України «Про боротьбу з тероризмом».

## **ВПРОВАДЖЕННЯ ДИСТАНЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ ПРИ ВИВЧЕННІ ДИСЦИПЛІНИ «БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ»**

*Степанова О.О., Кайда С.В.,*

Донецький національний технічний університет  
(Україна)

Як свідчить практичний досвід, інформаційний підхід (знання заради знань), що домінував протягом багатьох років, виявився неефективним у вирішенні багатьох життєво важливих завдань. На сьогодні альтернативним є компетентніший підхід (знання заради вмінь). Він базується на основі формування та розвитку важливих життєвих навичок, усвідомлення поведінкових реакцій, що дозволило б успішно розв'язувати завдання самозахисту від ризикової поведінки, долання життєвих труднощів, повсякденних проблем та інших питань, що розкриваються у змісті предмету БЖД. Ефективним засобом впровадження компетентнісного підходу є запровадження дистанційної системи професійної підготовки фахівця.

В Інституті післядипломної освіти у 2010-2011 навчальному році розроблений навчально-методичний комплекс вивчення нормативного курсу БЖД за дистанційною системою, що передбачає опанування теоретичного матеріалу на лекціях, виконання практичних робіт, творчих завдань, самостійне опрацювання окремих питань. По закінченню вивчення курсу здійснюється підсумковий контроль.

Впровадження дистанційної системи вимагає внесення змін у навчальні програми, методики навчання, застосування активних методів навчання, посилення ролі самостійної роботи студентів. Аналіз досвіду впровадження дистанційної системи показує, що сильний студент в цій системі стає ще сильнішим і активнішим, а в слабого виникає стійка мотивація до самовдосконалення в галузі безпеки життєдіяльності. Цьому сприяють підвищення об'єктивності оцінювання знань студентів, запровадження здорової конкуренції в навчанні, виявлення та розвиток творчих здібностей студентів.

Такий підхід до формування базових знань з дисципліни «Безпека життєдіяльності», на який покладені завдання розвитку життєвих (психосоціальних) навичок студентів, зокрема таких як вміння піддати аналізу ситуацію, та прийняття рішень, вирішення проблем, дозволить йому у процесі формування перелічених важливих життєвих навичок, застосовувати інтерактивні методи навчання, які побудовані на різних рівнях спілкування. Це сприятиме активізації розумової діяльності студентів, формуванню у них соціокультурних навичок спілкування, що є важливими завданнями предмету «Безпека життєдіяльності».

На нашу думку такий підхід особливо важливий при підготовці майбутнього фахівця. Сучасні освітні технології, включаючи дистанційне навчання, сприяють не тільки ефективному засвоєнню знань і умінь, а також формуванню на цій основі життєво важливих навичок для повсякденного життя і діяльності.

В цілому на наш погляд використання дистанційного навчання дозволяє:

- забезпечити відкритість навчального процесу за рахунок чіткого графіку навчальної роботи студента та відкритості і об'єктивності форм контролю, оцінювання та обліку знань та вмінь;
- досягнути систематичності праці студентів;
- забезпечити реалізацію індивідуальних здібностей студентів на основі диференційованого підходу до вивчення дисципліни;
- забезпечити здорову конкуренцію в навчанні, піднявши таким чином рівень мотивації на навчання.

Поряд з цим, виявились проблеми, які полягають, по-перше, в навчально-методичному забезпеченні самостійної роботи. Для цього потрібно значно покращити

наявну матеріальну базу. Зокрема, збільшити фонди навчальної та наукової літератури та збільшити електронне забезпечення курсу. Це питання ще поребує вирішення.

Іншою проблемою є оптимізація робочого часу студентів. Для її вирішення потрібно узгоджувати завантаження з усіх предметів.

Слід також відмітити, що запровадження дистанційної системи різко збільшує фактичне навантаження викладача на керівництво самостійною роботою, проведення різних форм контролю, а також на підготовку навчально-методичного забезпечення.

Іншою проблемою є певна формалізація процесу навчання, так як внаслідок об'єктивних причин діалог «студент – викладач» замінюється діалогом «студент – комп'ютер». Це зменшує можливості формування комунікативних здібностей, що особливо важливо для майбутнього фахівця.

В цілому, не зважаючи на висвітлені проблеми, наявний досвід показує позитивний вплив на якість навчання при впровадженні дистанційної системи в практику навчання студентів.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Болонський процес : нормативно-правові док. / Уклад. Тимошенко та ін. – К. : Вид-во Європ. ун-у, 2004. – 104 с.
2. Лозовецька В. Компетентнісний підхід у професійній підготовці сучасного викладача // Зб. наук. праць Полтавського пед. університету. Серії «Педагогічні науки» – Полтава, 2006. – Випуск 4 (51). – С. 10-18.
3. Хуторской А. Ключевые компетенции, как компонент личностно-ориентированной парадигмы образования // Народное образование. – 2003. – № 2. – С. 58-64.

## ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

- Абракітов В.Э., 222  
Абракітова Н.В., 222  
Аветісян В.Г., 225  
Александрова Н.Г., 22  
Александровская Н.И., 74  
Аль-Суод Махмуд  
Мохаммад, 111  
Андріанова О.О., 272  
Андронов В.А., 228  
Антонов А.М., 220  
Арлінський О.Ю., 272  
Артамонова Ю.В., 56
- Бадишук В.І., 122  
Баранов Г.Л., 5  
Басараба Ю.Б., 134  
Басістий П.В., 167  
Батлук В.А., 137  
Бачинський Ю.Г., 167  
Безбах О.М., 22  
Беликов А.С., 231, 234  
Беликов В.Б., 144  
Бондаренко М.С., 214  
Бочаров М.С., 237  
Боярська І.В., 59  
Браїло М.В., 146  
Брусенцов В.Г., 26  
Брусенцов О.В., 26  
Бугайченко І.І., 29  
Будашко В.В., 10  
Будянская Э.Н., 239  
Букетов А.В., 61, 146  
Буховець В.М., 96
- В'юн В.Г., 162  
Варбанець Р.А., 74, 76  
Вассерман А.А., 148  
Вербицький О.І., 122  
Волошин В.Н., 96  
Ворожбян М.И., 26  
Выхристюк П.Н., 169
- Галевич М.Н., 16  
Годованюк С.П., 243  
Голендер В.А., 231  
Головань А.І., 76
- Головін С.В., 303  
Голота А.А., 248  
Голотенко О.С., 61, 125  
Горбатюк Є.В., 88  
Горбов В.М., 153, 157  
Горлачук В.В., 162  
Гринченко Е.В., 16  
Грищенко Г.В., 193  
Груздев В.В., 120  
Гунченко О.М., 275  
Гуров А.А., 31  
Гусев В.Н., 253
- Давиденко М.А., 62  
Дмитренко В.В., 65  
Дмитренко В.С., 65  
Дмитриев В.И., 35  
Добротвор І.Г., 122  
Дощенко Г.Г., 180  
Драганець П.О., 65  
Дьоміна Є.В., 207
- Ениватов В.В., 210
- Жиленков А.А., 68
- Заболотний О.В., 119  
Зайцева Т.Г., 41  
Зайчук Н.П., 70  
Замора Я.П., 165  
Запорожец О.І., 256  
Засадний Т.М., 207  
Знамеровська Н.П., 46, 72
- Ивановский В.Г., 74, 76  
Иванченко О.Г., 177  
Ищенко И.М., 13  
Іваницький Р.І., 165, 167, 207  
Івченко Т.І., 46, 72
- Казак В.М., 78  
Кайда С.В., 309  
Калинчак А.И., 259  
Калинчак В.В., 259, 263  
Калугин В.В., 263
- Камаев О.Ю., 266  
Капленко Г.Г., 234  
Капля О.І., 234  
Каретін В.М., 123  
Карташов В.В., 123  
Каслін М.Д., 271  
Касьянов М.А., 272, 275  
Кашицький В.П., 59, 117  
Кашуба Н.П., 81  
Киселев А.А., 169  
Клименко В.В., 189  
Книшов О.Я., 303  
Кобельник В.Р., 82  
Кобяков Н.Н., 278  
Коваленко В.Ф., 289  
Коженовски  
Лешек Ф., 306  
Козінський Ю.С., 83  
Колибаб'юк П.В., 220  
Коновалов М.Ю., 189  
Коржавин Д.В., 169  
Короленко А.В., 180  
Красенький В.М., 61  
Кривий П.Д., 81, 82  
Кулик М.И., 253  
Кулиш Ю.А., 282  
Кучеренко Ю.М., 74, 76  
Кучеров К.І., 172
- Левицький В.В., 61  
Леонов В.Е., 31, 177, 286  
Лисак С.І., 85  
Литвиненко В.Н., 180  
Ловейкін В.С., 88  
Лошкарев А.Г., 177  
Лукьянов А.М., 16  
Лукьянова О.А., 16  
Луценко Н.М., 306  
Луців І.В., 96  
Лущенко В.Л., 303
- Мазур Т.А., 78  
Малыгин Б.В., 127, 182  
Мальчевский В.П., 148  
Масляк Б.О., 131

- Мельников О.В., 137  
Мельников П.В., 97  
Мельниченко Б.М., 185  
Митенкова В.С., 153, 157  
Мишустов В.П., 111  
Міронова В.Л., 5  
Міщук Д.О., 88  
Мороз К.М., 99  
Московко О.О., 157  
Мохун С.В., 167
- Наговська І.В., 165  
Наконечний Ю.І., 220  
Настасенко В.А., 191  
Негуляев М.А., 49  
Новачук Л.В., 78  
Новиков В.А., 289
- Параняк Н.М., 137  
Пелевін Л.С., 185  
Пеліхатий М.М., 172  
Пилипенко О.В., 234  
Пістун І.П., 103, 292  
Плаксин С.В., 187  
Погорлецкий Д.С., 189  
Поліщук А.Г., 106  
Прилипко В.А., 294  
Прокоп'юк В.А., 165  
Прокоф'єв М.И., 239  
Проніна Ю.Г., 275  
Прусакова М.Д., 207
- Разлівінських Ю.О., 297  
Редько Р.Г., 117  
Рогач Ю.П., 300, 303  
Роман Е.Г., 191  
Рябенький В.М., 111
- Савченко І.В., 272, 275  
Савчук П.П., 59, 117  
Садова О.Л., 117  
Сафронков А.Н., 263  
Селиванов С.Е., 222, 239, 253, 259, 263, 306
- Сичко В.М., 193  
Сичко И.А., 193  
Сичук В.А., 119  
Скипа М.И., 237  
Скирденко В.О., 146  
Соболев О.Н., 286  
Солнцева О.О., 172  
Соляков О.В., 35  
Степанова О.О., 309  
Стець М.Б., 103  
Стець Р.С., 103  
Стогний Г.В., 194  
Сторожев В.П., 120  
Стухляк П.Д., 122, 123, 125  
Суслов С.І., 85
- Тарасюк В.І., 5  
Терлецький М.І., 65  
Ткачук Ю.М., 70  
Толдаев В.Г., 187  
Тотосько О.В., 131  
Тригуб С.Н., 204  
Тростянчин А.М., 165  
Трунова І.О., 292
- Ушкаренко А.О., 111
- Федоров В.В., 166, 207  
Федоровский К.Ю., 210  
Фещук Ю.П., 70
- Ходаковский А.В., 127, 182
- Чаплыгин А.С., 231  
Чеплюха М.О., 214  
Черемисин В.И., 97  
Черненко А.С., 259, 263  
Черненко В.В., 13  
Черненко Є.В., 50  
Чернышева О.Н., 239  
Чихіра І.В., 131
- Шанюк С.А., 259  
Шимчук С.П., 70  
Шкиль Ю.В., 187
- Юшков Є.О., 10
- Ярема І.Т., 220



## ЗМІСТ

	Стор.
<b>ПЕРЕДМОВА</b>	<b>3</b>
<i>Секція 4: Інтегровані комплекси транспортних засобів</i>	
<b>ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНТЕГРОВАНІХ КОМПЛЕКСІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ТЕСТУВАННЯМ ЗНАТЬ ВОДІВ</b>	<b>5</b>
<i>Баранов Г.Л.</i> ДП «Центральний науково-дослідний інститут навігації і управління» (Україна), <i>Тарасюк В.І.</i> Київська державна академія водного транспорту ім. Гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного (Україна), <i>Міронова В.Л.</i> Національний транспортний університет (Україна)	
<b>МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В КОМБІНОВАНОМУ ПРОПУЛЬСІВНОМУ КОМПЛЕКСІ ПРИ УТРИМАННІ ПОЗИЦІЇ</b>	<b>10</b>
<i>Будашко В.В., Юшков Є.О.,</i> Одеська національна морська академія (Україна)	
<b>ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ГАЗОТУРБОГЕНЕРАТОР СИСТЕМЫ НАДДУВА СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ</b>	<b>13</b>
<i>Ищенко И.М., Черненко В.В.</i> Херсонская государственная морская академия (Украина)	
<b>ТЕХНОЛОГИИ НАВИГАЦИОННОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО СЕРВИСА ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ: МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОЕКТ EEGS2 «РАСШИРЕНИЕ EGNOS НА ВОСТОЧНУЮ ЕВРОПУ»</b>	<b>16</b>
<i>Лукьянов А.М., Гринченко Е.В., Галевич М.Н., Лукьянова О.А.</i> Харьковский национальный университет радиоэлектроники (Украина)	
<i>Секція 5: Тренажерні системи та людський фактор на транспорті</i>	
<b>АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПРИЧИН АВАРИЙНОСТИ СУДОВ</b>	<b>22</b>
<i>Безбах О.М., Александрова Н.Г.</i> Херсонская государственная морская академия (Украина)	
<b>КОНТРОЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ОПЕРАТОРОВ КАК ОСНОВА ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ</b>	<b>26</b>
<i>Брусенцов В.Г., Ворожбян М.И., Брусенцов О.В.</i> Украинская государственная академия железнодорожного транспорта (Украина, г. Харьков)	
<b>УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПЕРЕДРЕЙСОВОГО КОНТРОЛЮ ПРАЦІВНИКІВ ЛОКОМОТИВНИХ БРИГАД</b>	<b>29</b>
<i>Бугайченко І.І.</i> Українська державна академія залізничного транспорту (Україна, м. Харків)	

---

**РОЛЬ КУЛЬТУРНОГО МЕНТАЛИТЕТА В МНОГОНАЦІОНАЛЬНОМУ ЕКІПАЖЕ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ** 31

*Гуров А.А., Леонов В.Е.*

Херсонская государственная морская академия (Украина)

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ** 35

*Дмитриев В.И., Соляков О.В.*

Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций (Россия)

**СОЦІОТЕХНІЧНА СИСТЕМА В КОНТЕКСТІ ПРОБЛЕМИ ЛЮДСЬКОГО ФАКТОРУ НА МОРІ** 41

*Зайцева Т.Г.*

Херсонська державна морська академія (Україна)

**ДОСЛІДЖЕННЯ РОЛІ ЛЮДСЬКОГО ФАКТОРУ У БЕЗПЕЦІ МОРЕПЛАВСТВА** 46

*Знамеровська Н.П., Івченко Т.І.*

Херсонська державна морська академія (Україна)

**ТРУДОВЫЕ ДОГОВОРЫ МОРЯКОВ ПО КОНВЕНЦИИ 2006 ГОДА О ТРУДЕ В МОРСКОМ СУДОХОДСТВЕ** 49

*Негуляев М.А.*

Белозерское районное подразделение ГПТС Украины в Херсонской области (Украина)

**ФОРМУВАННЯ АДАПТАЦІЙНИХ МЕХАНІЗМІВ ЩОДО УЧБОВОЇ ТА ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ОПЕРАТОРІВ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ** 50

*Черненко Є.В.*

ГП УкрНДІ медицини транспорту МОЗ України (Україна, м. Одеса)

*Секція 6: Проблеми надійності та енергозбереження*

**ЕТАПИ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ПЕРІОДИЧНОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ГІДРОМЕХАНІЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ ВЕЛИКОВАНТАЖНИХ АВТОСАМОСКИДІВ МЕТАЛУРГІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ** 56

*Артамонова Ю.В.*

Автомобільно-дорожній інститут державного вищого навчального закладу «Донецький національний технічний університет» (Україна)

**СТРУКТУРУВАННЯ ЕПОКСИПОЛІМЕРІВ В ПОЛІ СТРУМІВ ВИСОКОЇ ЧАСТОТИ** 59

*Боярська І.В., Кашицький В.П., Савчук П.П.*

Луцький національний технічний університет (Україна)

**КОРЕЛЯЦІЯ ВМІСТУ НАПОВНЮВАЧІВ В ПОЛІМЕРКОМПОЗИТАХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗАХИСНИХ ПОКРИТІВ НА ЇХ ОСНОВІ** 61

*Букетов А.В., Красенький В.М.,*

Херсонська державна морська академія (Україна),

*Левіцький В.В., Голотенко О.С.*

Тернопільський національний технічний університет ім.І.Пулюя (Україна)

---

<b>СТВОРЕННЯ ПУЛЬСУЮЧОЇ ПОДАЧІ РІДИНИ В ГІДРОПРИВОДІ</b>	<b>62</b>
<i>Давиденко М.А.</i> Київський національний університет будівництва та архітектури (Україна)	
<b>ЗМЕНШЕННЯ ВИТРАТИ МОТОРНИХ ПАЛИВ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РУХОМОГО СКЛАДУ НАФТОГАЗОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТРАНСПОРТУ</b>	<b>65</b>
<i>Дмитренко В.С., Драганець П.О., Дмитренко В.В., Терлецький М.І.</i> Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (Україна)	
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАБЛЮДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ РАБОТЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ В СЕТЯХ ОГРАНИЧЕННОЙ МОЩНОСТИ</b>	<b>68</b>
<i>Жиленков А.А.</i> Керченский государственный морской технологический университет (Украина)	
<b>ВЛАСТИВОСТІ ТА СТРУКТУРА ПОВЕРХОНЬ БАНДАЖНИХ ПОЛИЧОК ЛОПАТОК ЗІ СПЛАВУ ВТЗ-1</b>	<b>70</b>
<i>Зайчук Н.П., Шимчук С.П., Фещук Ю.П., Ткачук Ю.М.</i> Луцький національний технічний університет (Україна)	
<b>АНАЛИЗ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СВОЙСТВ ПАРУСНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>	<b>72</b>
<i>Знамеровская Н.П., Ивченко Т.И.</i> Херсонская государственная морская академия (Украина)	
<b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И ДИАГНОСТИКА СУДОВОЙ ДИЗЕЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ</b>	<b>74</b>
<i>Ивановский В.Г., Варбанец Р.А., Кучеренко Ю.М., Александровская Н.И.</i> Одесский национальный морской университет (Украина)	
<b>МОНИТОРИНГ ЭФФЕКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК</b>	<b>76</b>
<i>Ивановский В.Г., Варбанец Р.А., Кучеренко Ю.М., Головань А.І.</i> Одесский национальный морской университет (Украина)	
<b>ДИНАМІКА СТАНІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ АЕРОДРОМНОГО СВІТЛОСИГНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ПІСЛЯ ДІЇ НЕСПРИЯТЛИВИХ ВПЛИВІВ</b>	<b>78</b>
<i>Казак В.М., Мазур Т.А., Новачук Л.В.</i> Національний авіаційний університет (Україна, м. Київ)	
<b>ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОБРОБКИ ГВИНТОВИХ ПРОФІЛІВ ВІБРАЦІЙНИМ ОБКОЧУВАННЯМ</b>	<b>81</b>
<i>Кривий П.Д., Кашуба Н.П.</i> Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)	

---

---

<b>ВЕЛИЧИНА ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНОЇ ЗОНИ ПРИ ВИХОДІ ІНСТРУМЕНТА В ПРОЦЕСІ НАСКРІЗНОГО СВЕРДЛІННЯ НА ОСНОВІ ОРТОГОНАЛЬНОГО КОМПОЗИЦІЙНОГО ПЛАНУВАННЯ</b> <i>Кривий П.Д., Кобельник В.Р.</i> Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)	<b>82</b>
<b>РОЗПУШУВАЧ З АКТИВНИМ РОБОЧИМ ОРГАНОМ</b> <i>Козінський Ю.С.</i> Київський національний університет будівництва та архітектури (Україна)	<b>83</b>
<b>ГІДРАВЛІЧНИЙ ОДНОКІВШЕВИЙ ЕКСКАВАТОР ДЛЯ РОБОТИ НА ОПОРНІЙ ПОВЕРХНІ ЗІ СКЛАДНИМ РЕЛЬЄФОМ</b> <i>Лисак С.І., Суслов С.І.</i> Миколаївський будівельний коледж Київського національного університету будівництва і архітектури (Україна)	<b>85</b>
<b>РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ РУХУ КРАНА-МАНІПУЛЯТОРА З ГІДРОПРИВОДОМ</b> <i>Ловейкін В.С.</i> Національний університет біоресурсів та природокористування (Україна, м. Київ), <i>Горбатюк Є.В., Міщук Д.О.</i> Київський національний університет будівництва і архітектури (Україна)	<b>88</b>
<b>САМОНАЛАГОДЖУВАЛЬНЕ КОМПЛЕКСНЕ ОСНАЩЕННЯ АДАПТИВНОГО ТИПУ ДЛЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНОЇ І ВИСОКОТОЧНОЇ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ</b> <i>Луців І.В., Волошин В.Н., Буховець В.М.</i> Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)	<b>96</b>
<b>ВЛИЯНИЕ СПОСОБА УПРАВЛЕНИЯ ИГЛОЙ ДИЗЕЛЬНОЙ ФОРСУНКИ НА ВПРЫСКИВАНИЕ МАЛЫХ ЦИКЛОВЫХ ПОДАЧ</b> <i>Мельников П.В., Черемисин В.И.</i> Одесский национальный морской университет (Украина)	<b>97</b>
<b>ВПЛИВ РОЗЧИНУ ПОЛІВІНІЛОВОГО СПИРТУ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕПОКСИКОМПОЗИТИВ</b> <i>Мороз К.М.</i> Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)	<b>99</b>
<b>ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ СУДНОКОРПУСНИХ СТАЛЕЙ ЯК ФАКТОР ЗНИЖЕННЯ АВАРІЙ І ПОЛОМОК</b> <i>Пістун І.П., Стець Р.Є.</i> Національний університет «Львівська політехніка» (Україна), <i>Стець М.Б.</i> Львівський автодорожній коледж Національного університету «Львівська політехніка» (Україна)	<b>103</b>

---

---

<b>МЕХАНІЗМ РОБОТИ АБРАЗИВНИХ АРМОВАНИХ КРУГІВ ДЛЯ РІЗАННЯ ВИСОКОАБРАЗИВНИХ МАТЕРІАЛІВ МІЦНІСТЮ НА ОДНООСНИЙ СТИСК ДО 60 МПа</b>	<b>106</b>
<i>Поліщук А.Г.</i> Київський національний університет будівництва і архітектури (Україна)	
<b>МОДЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССА КОММУТАЦИИ НАГРУЗКИ НА КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ</b>	<b>111</b>
<i>Рябенский В.М., Ушкаренко А.О., Мишустов В.П., Аль-Суод Махмуд Мохаммад</i> Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова (Украина)	
<b>ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ АНТИФРИКЦІЙНИХ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ ДЛЯ ПІДСИЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ САМООРГАНІЗАЦІЇ ПРИ ТРИБОКОНТАКТІ</b>	<b>117</b>
<i>Садова О.Л., Кашицький В.П., Савчук П.П., Редько Р.Г.</i> Луцький національний технічний університет (Україна)	
<b>МОДЕЛЮВАННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ РОБОТИ СОПЛА НОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ АБРАЗИВОСТРУМЕНЕВОЇ МАШИНИ</b>	<b>119</b>
<i>Сичук В.А., Заболотний О.В.</i> Луцький національний технічний університет (Україна)	
<b>ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ВЫПУСКНЫХ КЛАПАНОВ МАЛООБОРОТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ</b>	<b>120</b>
<i>Сторожев В.П., Груздев В.В.</i> Одесский национальный морской университет (Украина)	
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛІ ДИНАМІКИ ТАНГЕНСА КУТА МЕХАНІЧНИХ ВТРАТ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ</b>	<b>122</b>
<i>Стухляк П.Д., Добротвор І.Г., Бадичук В.І., Вербицький О.І.</i> Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)	
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ З ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ МОДИФІКОВАНИХ ЗМІННИМ МАГНІТНИМ ПОЛЕМ ПРИ ДІЇ ЗГІНАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ</b>	<b>123</b>
<i>Стухляк П.Д., Карташов В.В., Каретін В.М.</i> Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)	
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗАХИСНИХ ЕПОКСИКОМПОЗИТНИХ ПОКРИТТІВ МОДИФІКОВАНИХ НАДВИСОКОЧАСТОТНОЮ ОБРОБКОЮ ПРИ ДІЇ УДАРНИХ НАВАНТАЖЕНЬ</b>	<b>125</b>
<i>Стухляк П.Д., Голотенко О.С.</i> Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)	
<b>ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ РЕССОР И ПРУЖИН</b>	<b>127</b>
<i>Ходаковский А.В., Малыгин Б.В.</i> Херсонская государственная морская академия (Украина)	

---

---

<b>ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ МОДИФІКОВАНИХ УЛЬТРАЗВУКОМ</b>	<b>131</b>
<i>Чихіра І.В., Тотосько О.В.</i> Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна), <i>Масляк Б.О.</i> Тернопільський національний економічний університет (Україна)	
<i>Секція 7: Ресурсозберігаючі технології, захист навколишнього середовища</i>	
<b>ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ТРАНСПОРТІ</b>	<b>134</b>
<i>Басараба Ю.Б.</i> Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (Україна)	
<b>ПОБУДОВА МОДЕЛІ ФАКТОРІВ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ТЕПЛООБМІННИКА ПИЛОВЛЮВЛЯЧА НОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ</b>	<b>137</b>
<i>Батлук В.А., Параняк Н.М.</i> Національний університет «Львівська політехніка» (Україна), <i>Мельников О.В.</i> Українська академія друкарства (Україна, м. Львів)	
<b>ВОЗМОЖНОСТИ КАВИТАЦИОННОГО ТЕПЛОВОГО ГЕНЕРАТОРА</b>	<b>144</b>
<i>Беликов В.Б.</i> Академический центр экологии и безопасности жизнедеятельности (Украина, г. Днепропетровск)	
<b>ДО ПИТАННЯ АНАЛІЗУ І ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКЦІЇ ЗРАЗКІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕПЛОСТІЙКОСТІ ЕПОКСИКОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ</b>	<b>146</b>
<i>Букетов А.В., Скирденко В.О., Браїло М.В.</i> Херсонська державна морська академія (Україна)	
<b>СМЕСЬ R290/R125 КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ХЛАДАГЕНТ</b>	<b>148</b>
<i>Вассерман А.А., Мальчевский В.П.</i> Одесский национальный морской университет (Украина)	
<b>ОЦЕНКА ИНДЕКСА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУДОВ</b>	<b>153</b>
<i>Горбов В.М., Митенкова В.С.</i> Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова (Украина, г. Николаев)	
<b>АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ СУДНОВИХ СКРУБЕРНИХ СИСТЕМ</b>	<b>157</b>
<i>Горбов В.М., Митенкова В.С., Московко О.О.</i> Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова (Україна, м. Миколаїв)	
<b>РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ: УПРАВЛІННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ</b>	<b>162</b>
<i>Горлачук В.В.</i> , Чорноморський державний університет ім. Петра Могили (Україна, м. Миколаїв), <i>В'юн В.Г.</i> , Відкритий міжнародний університет розвитку людини (Україна)	

---

---

<b>ВПЛИВ ГІДРИДОУТВОРЕННЯ НА КОНСТАНТУ МАГНІТОСТРИКЦІЇ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ d-ПЕРЕХІДНИХ ТА РІДКІСНОЗЕМЕЛЬНИХ МЕТАЛІВ</b>	<b>165</b>
<i>Іваницький Р.І., Прокоп'юк В.А., Замора Я.П.</i> Тернопільський національний педагогічний університет ім. В.Бойко (Україна), <i>Наговська І.В., Тростянчин А.М.,</i> Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України (Україна)	
<b>ВПЛИВ ЗАХИСНИХ ПОКРИТЬ ТА ОКСИДНИХ ПЛІВОК НА КІНЕТИКУ НАВОДНЮВАННЯ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ МЕТАЛІВ V ГРУПИ</b>	<b>167</b>
<i>Іваницький Р.І., Бачинський Ю.Г., Басістий П.В., Мохун С.В.</i> Тернопільський національний педагогічний університет ім. В.Бойко (Україна), <i>Федоров В.В.</i> Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України (Україна)	
<b>СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ СУДОВ ОТ КОРРОЗИИ И БИОПОВРЕЖДЕНИЙ</b>	<b>169</b>
<i>Киселев А.А., Выхристюк П.Н., Коржавин Д.В.</i> Академия ВМС ЗС Украины (Украина, г. Севастополь)	
<b>ВАЖЛИВІ АСПЕКТИ КОНТРОЛЮ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ</b>	<b>172</b>
<i>Кучеров К.І., Пеліхатий М.М., Солнцева О.О.</i> Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна (Україна)	
<b>ЭФФЕКТИВНАЯ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДОСТАВКИ ПРИРОДНОЙ ПРЕСНОЙ ВОДЫ ВМЕСТО БАЛЛАСТА МОРСКИМ ТРАНСПОРТОМ</b>	<b>177</b>
<i>Леонов В.Е., Лошкарев А.Г., Иванченко О.Г.</i> Херсонская государственная морская академия (Украина)	
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИМПУЛЬСНОГО ДИОДА</b>	<b>180</b>
<i>Литвиненко В.Н.</i> Херсонский национальный технический университет (Украина), <i>Доценко Г.Г., Короленко А.В.</i> Херсонская государственная морская академия (Украина)	
<b>ТЕХНОЛОГИЯ МАГНИТНОГО УПРОЧНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА, ДЕТАЛЕЙ МАШИН И КОНСТРУКЦИЙ</b>	<b>182</b>
<i>Малыгин Б.В., Ходаковский А.В.</i> Херсонская государственная морская академия (Украина)	
<b>ПРОЕКТУВАННЯ НАВІСКИ РОЗПУШНИКА ЗА УМОВИ МІНІМІЗАЦІЇ ЇЇ МАТЕРІАЛОЄМНОСТІ ТА ЗМЕНШЕННЯ ЗУСИЛЬ В НАЙБІЛЬШ НАВАНТАЖЕНИХ ЛАНКАХ</b>	<b>185</b>
<i>Пелевін Л.Є., Мельниченко Б.М.</i> Київський національний університет будівництва і архітектури (Україна)	

---

---

<b>МАГНИТОЛЕВИТАЦИОННАЯ ДОРОГА – СОЛНЕЧНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ</b>	<b>187</b>
<i>Плаксин С.В., Толдаев В.Г., Шкиль Ю.В.</i> Институт транспортных систем и технологий «Трансмаг» НАН Украины (Украина, г. Днепропетровск)	
<b>ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ПРИРОДНОГО ГАЗА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ МАГНИТНОГО ПОЛЯ</b>	<b>189</b>
<i>Погорлецкий Д.С., Коновалов М.Ю., Клименко.В.В.</i> Херсонская государственная морская академия (Украина)	
<b>ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭКОСИСТЕМ: БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ, ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИКО- СОЦИОЛОГИЧЕСКАЯ И ЗАДАЧА</b>	<b>191</b>
<i>Роман Е.Г.</i> Национальный природный парк «Олешковские пески» (Украина, г. Херсон), <i>Настасенко В.А.</i> Херсонская государственная морская академия (Украина)	
<b>ПЕРЕРАБОТКА КРАСНЫХ БОКСИТОВЫХ ШЛАМОВ НИКОЛАЕВСКОГО ГЛИНОЗЕМНОГО ЗАВОДА</b>	<b>193</b>
<i>Сичко В.М., Сичко И.А., Грищенко Г.В.</i> Николаевский национальный университет имени В.А. Сухомлинского (Украина, г. Николаев)	
<b>АНАЛИЗ СТРОИТЕЛЬСТВА СОВРЕМЕННЫХ СКОРОСТНЫХ КОРАБЛЕЙ И ЭКРАНОПЛАНОВ. ЗАЩИТА ИХ КОРПУСОВ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ</b>	<b>194</b>
<i>Стогний Г.В.</i> Академия военно-морских сил им. П.С. Нахимова (Украина, г. Севастополь)	
<b>ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ</b>	<b>204</b>
<i>Тригуб С.Н.</i> Херсонская государственная морская академия (Украина)	
<b>ВОДНЕВА ПРОНИКНІСТЬ ТРИТІЮ КРІЗЬ СТАЛІ ТЕРМОЯДЕРНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ</b>	<b>207</b>
<i>Федоров В.В.</i> Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України (Україна), <i>Дьоміна Є.В., Прусакова М.Д.</i> Інститут металургії і матеріалознавства ім. А.А. Байкова РАН (Росія), <i>Іваницький Р.І.</i> Тернопільський національний педагогічний університет ім. В.Бойко (Україна), <i>Засадний Т.М.</i> Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України (Україна)	
<b>ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАМКНУТЫХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭНЕРГОУСТАНОВОК С СУДОВЫМ ОБШИВОЧНЫМ ТЕПЛООБМЕННЫМ АППАРАТОМ</b>	<b>210</b>
<i>Федоровский К.Ю., Ениватов В.В.</i> Севастопольский национальный технический университет (Украина)	

---



---

**АНАЛІЗ РЕГАЗИФІКАЦІЙНИХ УСТАНОВОК СКРАПЛЕНОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ ПРИЙМАЛЬНИХ ТЕРМІНАЛІВ** 214

*Чеплюха М.О., Бондаренко М.С.*

Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова (Україна)

**ЗМЕНШЕННЯ ВТРАТ ПРИРОДНОГО ГАЗУ ШЛЯХОМ МОДЕРНІЗАЦІЇ УЩІЛЬНЕНЬ ЗАПІРНОЇ АРМАТУРИ НА КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЯХ МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВІДІВ** 220

*Ярема І.Т., Колиб'як П.В., Наконечний Ю.І., Антонов А.М.*

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)

*Секція 8: Безпека життєдіяльності*

**КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ШУМОВОГО РЕЖИМА ГОРОДА ХАРЬКОВА** 222

*Абракитов В.Э., Абракитова Н.В.*

Харьковская национальная академия городского хозяйства (Украина),  
*Селиванов С.Е.*

Херсонская государственная морская академия (Украина)

**ПІДГОТОВКА КУРСАНТІВ ДО ПРОВЕДЕННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ** 225

*Аветісян В.Г.*

Національний університет цивільного захисту України (Україна, м. Харків)

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ** 228

*Андронов В.А.*

Национальный университет гражданской защиты Украины  
(Украина, г. Харьков)

**СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ВЫПОЛНЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ И РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ** 231

*Беликов А.С., Чаплыгин А.С.*

ГВуз «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры» (Украина, г. Днепропетровск),

*Голендер В.А.,*

НППИТ (Украина, г. Харьков)

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РОБІТ, МІНІМІЗАЦІЇ РИЗИКІВ НА РЕЖИМНІЙ ТЕРИТОРІЇ КОЛИШНЬОГО УРАНОВОГО ВИРОБНИЦТВА ВО «ПХЗ»** 234

*Беліков А.С., Капля О.І., Пилипенко О.В., Капленко Г.Г.*

ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»  
(Україна, м. Дніпропетровськ)

**МАРКИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ В ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИДРОАКУСТИЧЕСКОГО КАНАЛА СВЯЗИ** 237

*Бочаров М.С., Скипа М.И.*

Отделение гидроакустики Морского гидрофизического института  
НАН Украины (Украина, г. Одесса)

---

---

<b>НАУЧНО-ОБОСНОВАННЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПЕРЕСМОТРУ ГОСУДАРСТВЕННЫХ САНИТАРНЫХ ПРАВИЛ И НОРМ ПРИ РАБОТЕ С ВИЗУАЛЬНЫМИ ДИСПЛЕЙНЫМИ ТЕРМИНАЛАМИ</b>	<b>239</b>
<i>Будянская Э.Н.</i> НИИ гигиены труда и профессиональных заболеваний Харьковского национального медицинского университета (Украина), <i>Селиванов С.Е.</i> Херсонская государственная морская академия (Украина), <i>Чернышева О.Н.</i> НИИ гигиены труда и профессиональных заболеваний Харьковского национального медицинского университета (Украина), <i>Прокофьев М.И.</i> НДЦ «ТЕЗИС» НТУУ «Киевский политехнический институт» (Украина)	
<b>ТРЕНАЖЕРНАЯ ПОДГОТОВКА МОРЯКОВ В АСПЕКТЕ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ НА ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ СУДАХ (HEAVY LIFT)</b>	<b>243</b>
<i>Годованюк С.П.</i> Херсонская государственная морская академия (Украина)	
<b>ПРАКТИКА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ОРГАНОМ МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ</b>	<b>248</b>
<i>Голота А.А.</i> Харьковский университет воздушных сил имени И. Кожедуба (Украина, г. Харьков)	
<b>ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ТЕПЛОВОГО ВОСПЛАМЕНЕНИЯ КАПЛИ ЖИДКОСТИ</b>	<b>253</b>
<i>Гусев В.Н., Селиванов С.Е.</i> Херсонская государственная морская академия (Украина), <i>Кулик М.И.</i> Национальный университет имени В.Н. Каразина (Украина, г. Харьков)	
<b>ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ТА ПРИРОДООХОРОННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В АЕРОПОРТАХ</b>	<b>256</b>
<i>Запорожец О.І.</i> Національний авіаційний університет (Україна, м. Київ)	
<b>КРИТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЗАЖИГАНИЯ, ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОРЕНИЯ И САМОПРОИЗВОЛЬНОГО ПОГАСАНИЯ ЧАСТИЦЫ ЖЕЛЕЗА В ВОЗДУХЕ КОМНАТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ</b>	<b>259</b>
<i>Калинчак В.В., Черненко А.С.</i> Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова (Украина), <i>Селиванов С.Е.</i> Херсонская государственная морская академия (Украина), <i>Калинчак А.И.</i> Одесская государственная академия холода (Украина), <i>Шанюк С.А.</i> Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова (Украина)	

---

---

<b>КРИТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТЕПЛОМАССОБМЕНА ЧАСТИЦЫ КАТАЛИЗАТОРА</b>	<b>263</b>
<i>Калинчак В.В., Черненко А.С.</i> Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова (Украина), <i>Сафронков А.Н.</i> Одесская государственная академия связи (Украина), <i>Селиванов С.Е.</i> Херсонская государственная морская академия (Украина), <i>Калугин В.В.</i> Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова (Украина)	
<b>ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА КОРПУСА СУДНА В ОТКРЫТОМ МОРЕ</b>	<b>266</b>
<i>Камаев О.Ю.</i> Херсонская государственная морская академия (Украина)	
<b>ЯКИМИ РИЗИКАМИ В ДОРОЖНІЙ ГАЛУЗІ МИ КЕРУЄМО?</b>	<b>271</b>
<i>Каслін М.Д.</i> Харківський національний автомобільно-дорожній університет (Україна, м. Харків)	
<b>АНАЛІЗ НОРМАТИВНИХ ВИМОГ ЩОДО ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ НА КЛАСИФІКАЦІЮ ВАЖКОСТІ ПРАЦІ</b>	<b>272</b>
<i>Касьянов М.А., Савченко І.В., Андріанова О.О., Арлінський О.Ю.</i> Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля (Україна, м. Луганськ)	
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ МЕЖ НОРМУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ НА ВИРОБНИЦТВІ</b>	<b>275</b>
<i>Касьянов М.А., Савченко І.В., Гунченко О.М., Проніна Ю.Г.</i> Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля (Україна, м. Луганськ)	
<b>МЕРОПРИЯТЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНІЮ ЖИВУЧЕСТИ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ В МАШИННО-КОТЕЛЬНОМ ОТДЕЛЕНИИ СУДНА ПРИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ</b>	<b>278</b>
<i>Кобяков Н.Н.</i> Херсонская государственная морская академия (Украина)	
<b>ЕДИНАЯ СИСТЕМА ПРОВЕДЕНИЯ АВИАЦИОННЫХ РАБОТ ПО ПОИСКУ И СПАСАНИЮ</b>	<b>282</b>
<i>Кулиш Ю.А.</i> Национальный университет гражданской защиты Украины (Украина, г. Харьков)	
<b>ОРГАНИЗАЦИЯ И НЕСЕНИЕ ШТУРМАНСКОЙ ВАХТЫ В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКИПАЖА И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ</b>	<b>286</b>
<i>Леонов В.Е., Соболев О.Н.</i> Херсонская государственная морская академия (Украина)	

---

---

<b>ИЗУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПО ПСИХО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ</b>	<b>289</b>
<i>Новиков В.А., Херсонская государственная морская академия (Украина), Коваленко В.Ф., Херсонский национальный технический университет (Украина)</i>	
<b>МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАЙБУТНІХ СПЕЦІАЛІСТІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ</b>	<b>292</b>
<i>Пістун І.П., Львівський національний університет «Львівська політехніка» (Україна), Трунова І.О., Сумський державний університет (Україна)</i>	
<b>СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНИЙ СТАН НАСЕЛЕННЯ ЗА САМООЦІНКАМИ ТА ПСИХОДІАГНОСТИЧНИМ ТЕСТУВАННЯМ НА РЗТ В ДИНАМІЦІ 1999-2010 РОКІВ</b>	<b>294</b>
<i>Прилипко В.А. ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України» (Україна, м. Київ)</i>	
<b>ПРОБЛЕМИ ВИХОВАННЯ В УЧНІВ КУЛЬТУРИ БЕЗПЕЧНОЇ ПОВЕДІНКИ В УМОВАХ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНОГО СЕРЕДОВИЩА</b>	<b>297</b>
<i>Разлівінських Ю.О., Херсонський державний університет (Україна)</i>	
<b>ПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ В НАВЧАННІ З ПИТАНЬ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ПРОФЕСІЙНОМУ ВІДБОРІ ПРАЦІВНИКІВ НА ОБ'ЄКТАХ З ПІДВИЩЕНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ В АПК</b>	<b>300</b>
<i>Рогач Ю.П., Таврійський державний агротехнологічний університет (Україна, м. Мелітополь)</i>	
<b>АЛГОРИТМ ОЦІНКИ ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АПК</b>	<b>303</b>
<i>Рогач Ю.П., Книшов О.Я., Луценков В.Л., Головін С.В. Таврійський державний агротехнологічний університет (Україна, м. Мелітополь)</i>	
<b>ТЕРРОРИЗМ КАК ГЛОБАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА ОБЩЕСТВА</b>	<b>306</b>
<i>Селиванов С.Е. Херсонская государственная морская академия (Украина), Коженевски Лешек Ф. Европейская ассоциация по безопасности (Польша, г. Краков), Луценко Н.М. Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры (Украина)</i>	
<b>ВПРОВАДЖЕННЯ ДИСТАНЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ ПРИ ВИВЧЕННІ ДИСЦИПЛІНИ «БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ»</b>	<b>309</b>
<i>Степанова О.О., Кайда С.В. Донецький національний технічний університет (Україна)</i>	
<b>ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК</b>	<b>311</b>

---

**ДЛЯ НОТАТОК:**

**ДЛЯ НОТАТОК:**

**ДЛЯ НОТАТОК:**

Збірка матеріалів  
IV Міжнародної науково-практичної конференції

**СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ  
ТА ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
НА ТРАНСПОРТІ**

**MINTT-2012**

Том 2

Відповідальний за випуск *Врублевський Р.Є.*  
Технічний редактор *Клементьєва О.Ю.*  
Друк, фальцювальні-палітурні роботи *Удов В.Г.*

Підписано до друку 21.05.2012. Формат 60x84/16.  
Папір офсетний. Друк цифровий. Гарнітура Times New Roman.  
Умов. друк. аркушів 20,5. Тираж 200 прим.

Херсонська державна морська академія  
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 4319 від 10.05.2012 р.  
73000, м. Херсон, пр. Ушакова, 20, к. 224  
тел. (0552) 44-25-24