

**ВИСНОВОК**  
**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів**  
**дисертації Якущенка Сергія Вікторовича**  
**на тему «Закономірності формування модифікованих епокси-**  
**поліефірних композитів для підвищення зносостійкості деталей**  
**транспортних засобів»**  
**на здобуття ступеня доктора філософії**  
**за спеціальністю 275 Транспортні технології**  
**з галузі знань 27 Транспорт**

1. **Обґрунтування вибору теми дослідження та її зв'язок із планами наукових робіт університету.** Актуальність теми дослідження визначається тим, що засоби транспорту, зокрема, морські та річкові судна є стратегічними промисловими об'єктами, і, відповідно, власники ставлять високі вимоги щодо забезпечення їх довгострокової та надійної експлуатації. Тому технічна готовність засобів транспорту до виконання своїх функцій, надійність і економічність роботи напряду залежать від його підтримки в задовільному технічному стані. Елементи конструкції корпусу, механічних установок, механізмів, пристроїв та систем постійно зазнають впливу статичного та динамічного навантаження. Розглядаючи судно, як транспортний засіб – це складна технічна споруда підвищеної небезпеки, весь життєвий цикл якого проходить в несприятливих умовах експлуатації (агресивне водне середовище, умови підвищених температур, знакозмінні та імпульсні навантаження, підвищене тертя, диферентуючі моменти та ін.). При цьому важливого значення набувають наукові дослідження у напрямку створення полімерних матеріалів для відновлення та захисту металевих поверхонь елементів конструкцій таких засобів транспорту. Все це сприяє впровадженню нових ідей, що дозволить підвищити ресурсоемність та рентабельність транспортних засобів.

У роботі особлива увага приділяється формуванню епокси-поліефірних матеріалів, які у комплексі дозволяють отримати підвищення експлуатаційних властивостей металевих поверхонь деталей та механізмів засобів транспорту.

Проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що для ефективної

експлуатації засобів транспорту необхідним є застосування заходів, що підвищують експлуатаційні властивості транспортних засобів, знижують енергетичні затрати та підвищують економічну ефективність від їх використання.

З огляду на проведений аналіз тема дисертаційної роботи, яка присвячена дослідженню закономірностей формування модифікованих епокси-поліефірних композитів для підвищення зносостійкості деталей транспортних засобів, є **актуальною**.

**Мета роботи:** Встановлення основних закономірностей формування модифікованих епокси-поліефірних композитів для підвищення зносостійкості деталей транспортних засобів та видати рекомендації щодо створення на їх основі матеріалів з підвищеними трибологічними властивостями, які працюють в умовах впливу агресивних середовищ.

**Завдання дослідження:**

1. Розробити епокси-поліефірну матрицю з поліпшеними адгезійними, фізико-механічними та теплофізичними властивостями на основі реакційноздатних олігомерів.
2. Дослідити вплив модифікатора на властивості епокси-поліефірної матриці.
3. Встановити вплив дисперсних наповнювачів різної природи та форми на властивості композитних матеріалів і дослідити фізико-хімічну взаємодію на межі поділу фаз «полімерна матриця – наповнювач».
4. Дослідити вплив ультрафіолетової обробки на епокси-поліефірний зв'язувач, для отримання композитів з підвищеними адгезійними, фізико-механічними, теплофізичними та трибологічними властивостями.
5. Встановити взаємозв'язок структури композитів з їх адгезійними, фізико-механічними, теплофізичними властивостями за наявності дисперсних та дрібнодисперсних наповнювачів.

6. Оптимізувати вміст бідисперсного наповнювача в епоксиполіефірній матриці для отримання композитів з поліпшеними експлуатаційними характеристиками у комплексі.

7. Розробити композитний матеріал та технологію формування епоксиполіефірних матеріалів з бідисперсним наповнювачем для створення матеріалів з підвищеними трибологічними властивостями, які працюють в умовах впливу агресивних середовищ.

**Об'єкт дослідження:** епоксиполіефірні композитні матеріали, оброблені ультрафіолетовим опроміненням, що містять модифікатор та дисперсні наповнювачі різної природи.

**Предметом дослідження:** фізико-хімічні закономірності впливу ультрафіолетового опромінення на формування модифікованих дисперсно наповнених епоксиполіефірних композитів та їх властивості.

**Методи дослідження:** визначаються сукупністю задач, що вирішуються і застосовують методи спектральних вимірювань (ІЧ-спектрофотометр «IRAffinity-1»), дослідження структури та міжфазової взаємодії методом скануючої електронної мікроскопії (скануючий електронний мікроскоп ZEISS EVO 40XVP; металографічний мікроскоп моделі XJL-17AT з камерою Levenhuk C310 NG (3,2 Mega Pixels)); дослідження адгезійної міцності, залишкових напружень, фізико-механічних, теплофізичних властивостей і трибологічних властивостей (випробувальна машина 2070 СМТ-1) композитів; дослідження питомої площі поверхні наповнювачів (прилад Товарова). Для оптимізації бідисперсного наповнювача у композитному матеріалі застосовані методи комп'ютерної та статистичної обробки результатів.

Використання перерахованих методів дослідження у ході розв'язання поставлених наукових задач дозволило одержати ряд нових наукових результатів.

**2. Формулювання наукової задачі, новий розв'язок якої отримано в дисертації.**

Дисертацію Якущенка Сергія Вікторовича присвячено розв'язанню

актуальної науково-технічної задачі – створення нових модифікованих покриттів ультрафіолетовим опроміненням епокси-поліефірних композитних матеріалів на їх основі з високими показниками експлуатаційних характеристик для збільшення ресурсу експлуатації та здешевлення ремонту технологічного устаткування, зокрема морського і річкового транспорту.

### **3. Наукові положення, розроблені особисто дисертантом, та їх новизна.**

Наукова новизна результатів дослідження, одержаних особисто дисертантом, полягає у наступному:

- Розроблено полімерну матрицю з покращеними адгезійними властивостями наступного складу: епоксидний олігомер марки ЕД-2 (100 мас.ч.), поліефірна смола марки ENYDYNE H 68372 TAE (80 мас.ч.), твердник ПЕПА (10 мас.ч.), твердник Butanox-M50 (1,5 мас.ч.), модифікатор 4,4-MDI (0,25 мас.ч.), яка відрізняється раціональним співвідношенням компонентів, що дозволяє порівняно з епоксидною матрицею підвищити адгезійну міцність при відриві від  $\sigma_a = 18,2$  МПа до  $\sigma_a = 55$  МПа.

- Вперше встановлено механізм фізико-хімічної взаємодії модифікатора метилендіфенілдіізоціанату з макромолекулами інгредієнтів зв'язувача при структуроутворенні епокси-поліефірних матеріалів, який полягає у взаємодії функціональних груп –NCO добавки із залишковими гідроксильними та третинними аміногрупами епоксидного олігомеру, а також з карбоксильними групами поліефірної смоли, що дозволяє за незначного вмісту модифікатора (0,25...0,50 мас.ч. на 100 мас.ч. епоксидної смоли) підвищити у комплексі фізико-механічні та теплофізичні властивості розробленої матриці.

- Досліджено вплив дисперсних часток на процеси структуроутворення матеріалів на межі поділу фаз «полімерна матриця – наповнювач», що дозволяє за рахунок значної питомої площі поверхні добавок та наявності поверхневих активних груп отримати композитні матеріали з підвищеними показниками фізико-механічних та теплофізичних властивостей.

- Запропоновано технологію модифікування полімерних композицій ультрафіолетовим опроміненням впродовж часу  $\tau = 5$  хв за довжини хвилі  $\lambda = 365$  нм, яка забезпечує пришвидшення перебігу процесів структуроутворення матеріалів і підвищення їх когезійної міцності.

- З використанням методів математичної статистики оптимізовано склад двокомпонентного бідисперсного наповнювача у розробленому епоксиполіефірному зв'язувачі і обґрунтовано, що введення у вигляді основного наповнювача – слюди (20...30 мас.ч.) та додаткового –  $\text{CuO}$  (60 мас.ч.) дозволяє отримати додаткове поліпшення антифрикційних властивостей композитних матеріалів за рахунок взаємодії активних центрів на поверхні добавок з групами і сегментами зв'язувача.

- Запропоновано епоксиполіефірні матеріали трибологічного призначення для підвищення експлуатаційно-ремонтних характеристик технологічного устаткування морського та річкового транспорту, а також технологічні умови їх формування.

**4. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які захищаються.** Міра обґрунтованості та достовірності наукових положень, результатів і висновків дисертації забезпечена коректністю та строгістю математичних постановок задач у рамках створення епоксиполіефірних матеріалів, застосування обґрунтованих числових методів розв'язання поставлених задач, узгодженістю та збігом деяких одержаних даних з відомими в літературі результатами. Вирішення поставлених у дисертації наукових завдань базується на використанні існуючих методів наукових досліджень для формування епоксиполіефірних композитних матеріалів для підвищення зносостійкості деталей транспортних засобів.

Результати експериментальних досліджень пройшли апробацію на науково-практичних конференціях та отримали позитивну оцінку при впровадженні результатів дослідження, що підтверджено відповідними довідками.

**5. Рівень теоретичної підготовки здобувача, його особистий**

**внесок у розв'язання конкретного наукового завдання. Рівень обізнаності здобувача з результатами наукових досліджень інших учених.**

Аналіз та систематизація теоретичних і практичних відомостей та результатів за темою дисертації, формулювання наукового напрямку, вибір об'єктів та постановка наукового завдання дисертаційної роботи виконано дисертантом особисто. Планування й виконання теоретичних і експериментальних досліджень виконано самостійно.

Обговорення основних положень дисертаційної роботи виконано спільно з науковим керівником к.т.н., доц. М.В. Браїлом (Херсонська державна морська академія); експерименти проведені на базі Херсонської державної морської академії.

Аналіз тексту першого розділу дисертаційної роботи доводить високий рівень обізнаності здобувача з результатами наукових досліджень вітчизняних та зарубіжних учених за темою дисертації.

#### **6. Наукове та практичне значення роботи.**

Значення отриманих результатів для науки полягає у дослідженні і науково-обґрунтованому керуванні процесами структуроутворення у результаті фізико-хімічного модифікування зв'язувача, а також у встановленні механізмів підвищення характеристик композитів, що дозволяє збільшити міжремонтний період експлуатації захисних покриттів без погіршення їх властивостей.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що створені нові епоксидно-поліефірні композитні матеріали й покриття на їх основі з високими показниками експлуатаційних характеристик для захисту технологічного устаткування від зношування та підвищеною зносостійкістю.

**7. Використання результатів роботи.** Результати дослідження, тобто розроблені композитні матеріали, технологія їх формування можуть бути застосовані для збільшення ресурсу експлуатації та здешевлення ремонту технологічного устаткування, зокрема морського і річкового транспорту.

Результати роботи було використано при плановому судноремонті на підприємстві ТОВ «Шипярд1930» (акт впровадження від 3 грудня 2019 р.),

розроблені композитні матеріали та технології їх формування впроваджено на підприємстві «Lakiernictwo Samochodowe» (м. Гнезно, Польща) (акт впровадження від 5 листопада 2019 р.) та в навчальному процесі кафедри транспортних технологій Херсонської державної морської академії (акт впровадження від 29.01.2020 р.).

**8. Повнота викладу матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок здобувача в публікації.** Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в 51 науковій праці, з них 13 статей у міжнародних журналах та журналах, які входять до міжнародних наукометричних баз даних (10 статей входять до бази даних Scopus, 3 статті входять до бази даних Web of Science), 10 статей у фахових виданнях, 17 тез доповідей на наукових конференціях різного рівня, 12 патентів на корисну модель України.

#### **Статті у наукових фахових виданнях України:**

1. Браїло, М.В., Якущенко, С.В., Фесенко, І.П.: Оптимізація вмісту ініціатора у поліефірній матриці за її фізико-механічними властивостями. Наукові нотатки. **57**, 32–36 (2017). *Журнал входить у міжнародну наукометричну базу даних Google Scholar.* (Внесок дисертанта: формування матеріалів для дослідження фізико-механічних властивостей).
2. Браїло, М.В., Букетов, А.В., Якущенко, С.В., Dulebova, L.: Застосування методу планування експерименту при формуванні полімерного композиту з поліпшеними експлуатаційними характеристиками для його використання у засобах транспорту. Наукові нотатки. **60**, 58–68 (2017). *Журнал входить у міжнародну наукометричну базу даних Google Scholar.* (Внесок дисертанта: участь у проведенні математичного планування експериментальних досліджень та аналіз отриманих результатів).
3. Ходаковський, О.В., Амелін, М.Ю., Гусєв, В.М., Якущенко, С.В., Браїло, М.В.: Захисні покриття з двокомпонентною добавкою для транспортної техніки. Науковий вісник Херсонської державної морської академії. **2** (17), 218–229 (2017). *Журнал входить у міжнародну наукометричну базу даних Google Scholar.* (Внесок дисертанта: участь у проведенні математичного планування експериментальних досліджень).
4. Браїло, М.В., Букетов, А.В., Якущенко, С.В., Яцюк, М.В.: Дослідження теплофізичних властивостей епоксидно-поліефірних композитів, модифікованих метилендіфенілдіізоціанатом. Наукові нотатки. **63**, 27–33 (2018). *Журнал входить у*

- міжнародну наукометричну базу даних Google Scholar.* (Внесок дисертанта: аналіз результатів дослідження і обґрунтування механізму впливу модифікатора на теплофізичні властивості матеріалів).
5. **Якущенко, С.В.,** Гусєв, В.М., Стухляк, Д.П.: Дослідження адгезійної міцності і залишкових напружень епоксидних нанокompозитів. Вісник ХНТУ. **3** (66), 326–331 (2018). *Журнал входить у міжнародну наукометричну базу даних Google Scholar.* (Внесок дисертанта: формування матеріалів для експериментальних досліджень адгезійних властивостей та залишкових напружень).
6. Stukhlyak, D.P., **Yakushchenko, S.V.:** Influence of nanoparticles on the physical and mechanical properties of modified epoxy-composite coatings. J. Hydrocarb. Power Eng. **5**, 14–21 (2018). *Журнал входить у міжнародну наукометричну базу даних Google Scholar.* (Внесок дисертанта: участь у проведенні експериментальних досліджень фізико-механічних властивостей).
7. Brailo, M.V., Buketov, A.V., Kobelnyk, O.S., **Yakushchenko, S.V.,** Sapronova, A.V., Sapronov, O.O., Vasilenko, A.O.: Оптимізація вмісту добавок у епокси-поліефірному зв'язувачі для підвищення когезійної міцності композитів. Sci. Bull. UNFU. **28**, 71–77 (2018). *Журнал входить у міжнародну наукометричну базу даних Google Scholar. (doi:10.15421/40281114)* (Внесок дисертанта: формування матеріалів для експериментальних досліджень когезійних властивостей).
8. Браїло, М.В., Стухляк, Д.П., Кобельник, О.С., **Якущенко, С.В.,** Рачинський, В.В.: Теплофізичні властивості епоксидних композитів, наповнених сумішами нанодисперсних сполук. Вісник ХНТУ. **1** (68), 11–18 (2018). *Журнал входить у міжнародну наукометричну базу даних Google Scholar.* (Внесок дисертанта: обґрунтування результатів дослідження).
9. Букетов, А.В., Браїло, М.В., Кобельник, О.С., **Якущенко, С.В.,** Сапронова, А.В.: Розроблення епокси-поліефірної матриці з поліпшеними фізико-механічними властивостями для відновлення засобів транспорту. Наукові нотатки. **66**, 30–36 (2019). *Журнал входить у міжнародну наукометричну базу даних Google Scholar.* (Внесок дисертанта: обробка результатів експерименту).

#### **Статті у наукових фахових виданнях України,**

#### **які входять до міжнародних наукометричних баз даних:**

10. Sapronov, O.O., Buketov, A.V., Marushchak, P.O., Panin, S.V. Brailo, M.V., **Yakushchenko, S.V.,** Sapronova, A.V., Leshchenko, O.V., Menou, A.: Research of crack initiation and propagation under loading for providing impact resilience of



protective coating. *Funct. Mater.* **26**, 114–120 (2019). *Журнал входить у міжнародні наукометричні бази даних Scopus та Web of Science (doi:10.15407/fm26.01.114)* (Внесок дисертанта: аналіз результатів досліджень властивостей композитів).

11. Букетов, А.В., Браїло, М.В., Якущенко, С.В., Яцюк, В.М.: Розроблення епоксиполіефірної матриці з поліпшеними адгезійними та фізико-механічними властивостями зі застосуванням ізоціанатного модифікатора. *Фізико-хімічна механіка матеріалів.* **55**, 31–36 (2019). *Журнал входить у міжнародну наукометричну базу даних Google Scholar.* (Внесок дисертанта: аналіз результатів дослідження і обґрунтування механізму впливу модифікатора на властивості матеріалів).
- Buketov, A. V., Brailo, M. V., **Yakushchenko, S. V.**, Yatsyuk, V.M.: Development of an Epoxy-Polyester Matrix with Improved Adhesive and Physicomechanical Properties with the Use of Isocyanate Modifier. *Mater. Sci.* **55**, 168–174 (2019). *Журнал входить у міжнародні наукометричні бази даних Scopus та Web of Science (doi:10.1007/s11003-019-00284-1)* (Внесок дисертанта: проведення експерименту та обговорення одержаних результатів дослідження адгезійних та фізико-механічних властивостей композитів).

#### Статті у наукових виданнях інших держав,

#### які входять до міжнародних наукометричних баз даних:

12. Brailo, M.V., Buketov, A.V., **Yakushchenko, S.V.**, Saprionov, O.O., Dulebova, L.: Optimization of contents of two-component polydispersed filler by applying the mathematical design of experiment in forming composites for transport repairing. *Bull. Karaganda Univ. "Mathematics" Ser.* **1** (89), 93–104 (2018). *Журнал входить у міжнародну наукометричну базу даних Web of Science (doi:10.31489/2018M1/93-104)* (Внесок дисертанта: проведення математичного планування експерименту та обґрунтування отриманих результатів).
13. Brailo, M., Buketov, A., **Yakushchenko, S.**, Saprionov, O., Vynar, V., Kobelnik, O.: The Investigation of Tribological Properties of Epoxy-Polyether Composite Materials for Using in the Friction Units of Means of Sea Transport. *Mater. Perform. Charact.* **7**, 275–299 (2018). *Журнал входить у міжнародні наукометричні бази даних Scopus та Web of Science (doi:10.1520/MPC20170161)* (Внесок дисертанта: проведення експерименту та аналіз результатів дослідження трибологічних властивостей матеріалів).
14. Buketov, A., Brailo, M., **Yakushchenko, S.**, Saprionova, A.: Development of Epoxy-Polyester Composite with Improved Thermophysical Properties for Restoration of Details of Sea and River Transport. *Adv. Mater. Sci. Eng.* **2018**, 1–6

- (2018). *Журнал входить у міжнародні наукометричні бази даних Scopus та Web of Science (doi:10.1155/2018/6378782)* (Внесок дисертанта: проведення експерименту та аналіз результатів дослідження теплофізичних властивостей).
15. Buketov, A.V., Brailo, M.V., **Yakushchenko, S.V.**, Sapronov, O.O., Smetankin, S.O.: The formulation of epoxy-polyester matrix with improved physical and mechanical properties for restoration of means of sea and river transport. *J. Mar. Eng. Technol.* 1–6 (2018). *Журнал входить у міжнародну наукометричну базу даних Scopus (doi:10.1080/20464177.2018.1530171)* (Внесок дисертанта: проведення експерименту та обговорення одержаних результатів дослідження фізико-механічних властивостей композитів).
16. Buketov, A.V., Sapronov, O.O., Brailo, M.V., Maruschak, P.O., **Yakushchenko, S.V.**, Panin, S.V., Nigalatiy, V.D.: Dynamics of destruction of epoxy composites filled with ultra-dispersed diamond under impact conditions. *Mech. Adv. Mater. Struct.* **27**, 725–733 (2020). *Журнал входить у міжнародну наукометричну базу даних Scopus (doi:10.1080/15376494.2018.1495788)* (Внесок дисертанта: обговорення результатів дослідження ударних навантажень на властивості композитів).
17. Akimov, A.V., Buketov, A.V., Sapronov, A.A., Brailo, M.V., **Yakushchenko, S.V.**, Smetankin, S.A.: Development of polymer composites with improved thermophysical properties for shipbuilding and ship repair. *Compos. Mech. Comput. Appl. An Int. J.* **10**, 117–134 (2019). *Журнал входить у міжнародні наукометричні бази даних Scopus та Web of Science (doi:10.1615/CompMechComputApplIntJ.2018026989)* (Внесок дисертанта: математична обробка результатів експерименту).
18. Buketov, A.V., Brailo, M.V., Stukhlyak, D.P., **Yakushchenko, S.V.**, Cherniavskiy, V.V., Husiev, V.M., Dmitriev, D.A., Yatsyuk, V.M., Bezbakh, O.M., Negrutsa, R.Y.: Optimization of components in development of polymeric coatings for restoration of transport vehicles. *Bull. Karaganda Univ. “Mathematics” Ser. 4* (92), 119–131 (2018). *Журнал входить у міжнародну наукометричну базу даних Web of Science (doi:10.31489/2018M4/119-131)* (Внесок дисертанта: проведення математичного планування експерименту та обґрунтування отриманих результатів).
19. Buketov, A., Brailo, M., **Yakushchenko, S.**, Sapronov, O., Vynar, V., Bezbakh, O., Negrutsa, R.: Investigation of Tribological Properties of Two-Component Bidisperse Epoxy-Polyester Composite Materials for Its Use in the Friction Units of Means of Sea Transport. *Period. Polytech. Mech. Eng.* **63**, 171–

- 182 (2019). *Журнал входить у міжнародну наукометричну базу даних Scopus (doi:10.3311/PPme.13161)* (Внесок дисертанта: дослідження трибологічних властивостей епокси-поліефірних композитів).
20. Buketov, A., Sapronov, O., Brailo, M., Stukhlyak, D., **Yakushchenko, S.**, Buketova, N., Sapronova, A., Sotsenko, V.: The Use of Complex Additives for the Formation of Corrosion- and Wear-Resistant Epoxy Composites. *Adv. Mater. Sci. Eng.* **2019**, 1–5 (2019). *Журнал входить у міжнародні наукометричні бази даних Scopus та Web of Science (doi:10.1155/2019/8183761)* (Внесок дисертанта: обговорення отриманих результатів).
21. Brailo, M.V., Bezbakh, O.M., Husiev, V.M., **Yakushchenko, S.V.**: Modified epoxy matrix with improved properties for protection of transport vehicles. *Bull. Karaganda Univ. "Mathematics" Ser. 3* (95), 88–100 (2019). *Журнал входить у міжнародну наукометричну базу даних Web of Science (doi:10.31489/2019M2/88-100)* (Внесок дисертанта: проведення математичного планування експерименту та обговорення отриманих результатів).
22. Sapronov, O., Buketov, A., Sapronova, A., Sotsenko, V., Brailo, M., **Yakushchenko, S.**, Maruschak, P., Smetankin, S., Kulinich, A., Kulinich, V., Poberezhna, L.: The Influence of the Content and Nature of the Dispersive Filler at the Formation of Coatings for Protection of the Equipment of River and Sea Transport. *SAE Int. J. Mater. Manuf.* **13**, 05-13-01–0006 (2020). doi:10.4271/05-13-01-0006 (Внесок дисертанта: обговорення отриманих результатів)

### Патенти

23. Корозійнотривке епоксидне покриття: пат. 127445 Україна: МПК (2018.01) C08L 63/00, C09D 163/00. № u201803745; заявл. 06.04.18; опубл. 25.07.18, Бюл. № 14. (Внесок дисертанта: обговорення результатів експерименту).
24. Епоксидне зв'язуюче з поліпшеними адгезійними властивостями: пат. 128447 Україна: МПК (2018.01) C08L 63/00. № a201700480; заявл. 18.01.17; опубл. 25.09.18, Бюл. № 18. (Внесок дисертанта: обговорення результатів експерименту).
25. Спосіб отвердіння епоксидної матриці: пат. 128448 Україна: МПК (2018.01) C09D 163/00, C08J 3/28. № a2017 00482; заявл. 18.01.17; опубл. 25.09.18, Бюл. № 18. (Внесок дисертанта: обговорення результатів експерименту).
26. Модифікований епоксидний композит: пат. 128827 Україна: МПК (2018.01) C08L 63/00. № a201803716; заявл. 06.04.18; опубл. 10.10.18, Бюл. № 19. (Внесок дисертанта: обговорення результатів експерименту).

27. Епоксидне зв'язуюче з поліпшеними фізико-механічними властивостями: пат. 128672 Україна: МПК (2018.01) C08L 63/00, C09D 163/00. № а201700099; заявл. 03.01.17; опубл. 10.10.18, Бюл. № 19. (Внесок дисертанта: обговорення результатів експерименту).
28. Епоксидний композит з нанодисперсним наповнювачем: пат. 128830 Україна: МПК (2018.01) C08L 63/00. № u201803754; заявл. 06.04.18; опубл. 10.10.18, Бюл. № 19. (Внесок дисертанта: обговорення результатів експерименту).
29. Епоксидне зв'язуюче на основі епоксидної смоли та отверджувача з поліпшеними адгезійними властивостями: пат. 129018 Україна: МПК (2018.01) C09D 163/00, C08L 63/00. № а201700076; заявл. 03.01.17; опубл. 25.10.18, Бюл. № 20. (Внесок дисертанта: обговорення результатів експерименту).
30. Епоксидне покриття із підвищеною когезійною міцністю: пат. 129620 Україна: МПК (2018.01) C09D 163/00, C08L 63/00. № u201803764; заявл. 06.04.18; опубл. 12.11.18, Бюл. № 21. (Внесок дисертанта: обговорення результатів експерименту).
31. Спосіб визначення модуля поздовжньої пружності зразків матеріалів та готових виробів: пат. 130254 Україна: МПК (2018.01) G01N 3/00, G01N 3/42 (2006.01). № u201807099; заявл. 23.06.18; опубл. 26.11.18, Бюл. № 22. (Внесок дисертанта: обговорення результатів експерименту).
32. Модифіковане епоксидне зв'язуюче з підвищеними адгезійними властивостями: пат. 137913 Україна: МПК (2019.01) C08L 63/00, C09D 5/08 (2006.01). № u201904329; заявл. 22.04.19; опубл. 11.11.19, Бюл. № 21. (Внесок дисертанта: обговорення результатів експерименту).
33. Спосіб отвердіння модифікованого епоксидного зв'язуючого з підвищеними адгезійними властивостями: пат. 137916 Україна: МПК (2019.01) C08L 63/00, C09D 4/00. № u201904332; заявл. 22.04.19; опубл. 11.11.19, Бюл. № 21. (Внесок дисертанта: обговорення результатів експерименту).
34. Модифіковане епоксидне зв'язуюче з поліпшеними теплофізичними властивостями: пат. 137922 Україна: МПК (2019.01) C08L 63/00, C09D 4/00. №

u201904344; заявл. 22.04.19; опубл. 11.11.19, Бюл. № 21. (Внесок дисертанта: обговорення результатів експерименту).

### Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

35. Браїло, М.В., Кобельник, О.С., Якущенко, С.В., Vencheikh, L., Яцюк, В.М.: Дослідження ударної в'язкості епоксикомпозитних матеріалів. Матеріали 7-ї Міжнародної наук.-практ. конф. «Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування». pp. 161–162., Херсон, 22–23 вересня (2016). (Внесок дисертанта: постановка експерименту та аналіз результатів досліджень композитів).
36. Nigalatiy, V., Brailo, M., Kobelnyk, O., Yakushchenko, S.: Adhesive strength of modified by benzene-1,3-diamine ероху matrix. Международная научная конференция «Ukraine – Bulgaria – European Union: contemporary state and perspectives». pp. 37–38. , Varna, 10-16 September (2016). (Внесок дисертанта: обговорення результатів досліджень).
37. Браїло, М.В., Кобельник, О.С., Якущенко, С.В.: Створення епоксикомпозитних матеріалів з поліпшеними трибологічними властивостями в умовах впливу агресивного середовища. Міжнародна науково-практична конференція «Розвиток інноваційної діяльності в галузі технічних і фізико-математичних наук». pp. 189–191., Миколаїв, 22-24 вересня (2016). (Внесок дисертанта: обговорення результатів дослідження трибологічних властивостей).
38. Браило, Н.В., Кобельник, О.С., Якущенко, С.В., Мансур, А.-Д.А.А.: Применение метода математического планирования эксперимента для оптимизации состава защитных покрытий с улучшенными механическими свойствами. Материалы междунар. науч. конф. Современные проблемы математики, механики и информатики. pp. 77–78., Караганда, 9-10 декабря (2016). (Внесок дисертанта: математична обробка результатів дослідження).
39. Браїло, М.В., Кобельник, О.С., Якущенко, С.В., Нігалатій, В.Д., Мансур, А.Д.А.А.: Розроблення полімерної матриці з поліпшеними адгезійними властивостями на основі епоксидного та поліефірного зв'язуючого. Матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “. pp. 76–

- 76, Тернопіль 17–18 листопада (2016). (Внесок дисертанта: проведення експерименту та аналіз результатів досліджень властивостей).
40. Браїло, М.В., Якущенко, С.В., Сапронов, О.О., Кобельник, О.С.: Створення полімерної матриці для ремонту елементів водного транспорту. Матеріали Всеукраїнської наук.-практ. конф. присвяченої пам'яті заслуженого винахідника України академіка АН вищої школи України, доктора технічних наук, професора Нагорняка Степана Григоровича «Обладнання і технології сучасного машинобудування». р. 42., Тернопіль, 11–12 травня (2017). (Внесок дисертанта: проведення експерименту та обговорення результатів досліджень).
41. Браїло, М.В., Якущенко, С.В., Вухерех, Т.: Дослідження фізико-механічних властивостей поліефірної матриці для застосування при ремонті деталей та механізмів морського транспорту. Матеріали ІХ-ї Міжнарод. наук.-практ. конф. «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2017)». р. 301., Херсон, 23–25 травня (2017). (Внесок дисертанта: аналіз результатів досліджень властивостей композитів).
42. Браїло, М.В., Якущенко, С.В., Кобельник, О.: Розроблення епоксидно-поліефірної матриці для захисту та відновлення елементів транспорту. Міжнародна наук.-практ. конф. «Транспорт: механічна інженерія, експлуатація, матеріалознавство». р. 110., Херсон, 21–22 вересня (2017). (Внесок дисертанта: підготовка зразків та обробка результатів експерименту).
43. Браїло, М.В., Dulebova, L., Якущенко, С.В., Винар, В.А., Кобельник, О.С.: Розроблення епоксидно-поліефірного композитного матеріалу для використання у вузлах тертя засобів транспорту. Міжнародна науково-технічна конференція «Суднова енергетика: стан та проблеми». рр. 164–167., Миколаїв, 8-10 листопада (2017). (Внесок дисертанта: проведення експерименту, аналіз результатів досліджень трибологічних властивостей).
44. Букетов, А.В., Браїло, М.В., Якущенко, С.В.: Дослідження впливу агресивних середовищ на ударну в'язкість епокси-поліефірних композитів. Матеріали VI-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Структурна релаксація у твердих тілах». рр. 165–167., Вінниця, 22-24 травня (2018). (Внесок дисертанта: проведення експерименту, аналіз результатів досліджень впливу ударних навантажень на властивості композитів).

45. Букетов, А.В., Браїло, М.В., Якущенко, С.В., Яцюк, В.М., Амелін, М.Ю.: Дослідження адгезійних та фізико-механічних властивостей епоксиполіефірного матриці модифікованої метилендіфенілдіізоціанатом. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції до 100 річчя з дня заснування НАН України та на вшанування пам'яті Івана Пулюя (100 річчя з дня смерті) «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій». р. 31., Тернопіль, 22–24 травня (2018). (Внесок дисертанта: проведення експерименту, аналіз результатів досліджень впливу модифікатора на адгезійні та фізико-механічні властивості).
46. Браїло, М.В., Якущенко, С.В., Кобельник, О.С., Янутенене, Й.: Дослідження теплофізичних властивостей епоксидно-поліефірних композитів для деталей морського і річкового транспорту. Матеріали X-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT–2018)». р. 275., Херсон, 29–31 травня (2018). (Внесок дисертанта: проведення експерименту, аналіз результатів досліджень теплофізичних властивостей).
47. Браїло, М.В., Якущенко, С.В., Сапронова, А.В., Букетова, Н.М., Соценко, В.В., Кобельник, О.С.: Дослідження впливу матилендіфенілдіізоціанату на теплофізичні властивості епоксиполіефірних композитів. Матеріали IV-ої Міжнародної наук.-практ. конф. «Сучасні технології промислового комплексу: базові процесні інновації». р. 95., Херсон, 12–16 вересня (2018). (Внесок дисертанта: проведення експерименту, аналіз результатів досліджень впливу модифікатора на теплофізичні властивості матеріалів).
48. Якущенко, С.В.: Применение метода планирования эксперимента при формировании композитного материала с двухкомпонентным дисперсным наполнителем для транспортных средств. Материалы Международной научной конференции, приуроченной к 70-летию доктора физико-математических наук, профессора Рамазанова Мурата Ибраевича «Теоретические и прикладные вопросы математики, механики и информатики». pp. 199–200., Караганда, 12–13 июня (2019).
49. Браїло, М.В., Якущенко, С.В., Сапронов, О.О., Dulebova, L., Василенко, А.О.: Створення епоксиполіефірної матриці з поліпшеними експлуатаційними характеристиками для відновлення засобів транспорту. III Міжнародна

- науково-практична конференція «Розвиток інноваційної діяльності в галузі технічних і фізико-математичних наук». pp. 141–143., Миколаїв, 12-14 вересня (2019). (Внесок дисертанта: підготовка зразків та обробка результатів експерименту).
50. Сапронова, А.В., Соценко, В.В., Антоніо, Б., Браїло, М.В., **Якущенко, С.В.**: Розроблення епоксидних композитів армованих дискретними волокнами для деталей водного транспорту. In: Міжнародна науково-технічна конференція «Суднова енергетика: стан та проблеми». pp. 306–308., Миколаїв, 7-8 листопада (2019). (Внесок дисертанта: аналіз результатів досліджень та їх обговорення).
51. **Якущенко, С.В.**, Браїло В.В., Василенко А.О.: Дослідження дисперсних наповнювачів для формування полімеркомпозитних матеріалів для використання в засобах транспорту. In: Міжнародна науково-технічна конференція до 60 річчя з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та 175 річчя з дня народження Івана Пулюя «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій». pp. 46–47., Тернопіль, 14-15 травня (2020). (Внесок дисертанта: проведення експерименту, аналіз результатів досліджень дисперсних наповнювачів).

Матеріали дисертації повністю відображено в публікаціях.

На підставі вивчення тексту дисертації здобувача, його наукових праць та довідки про наявність запозичень з інших документів (перевірку наявності текстових запозичень здійснено в антиплагіатній інтернет-системі Unichек.com) встановлено, що дисертаційне дослідження виконано самостійно, текст роботи не містить плагіату, а дисертація відповідає вимогам академічної доброчесності.

9. **Апробація матеріалів дисертації.** Основні результати дисертації були представлені на Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування» (Херсон, 2016 р.), Міжнародній науковій конференції «Ukraine – Bulgaria – European Union: contemporary state and perspectives» (Варна, 2016 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Розвиток



інноваційної діяльності в галузі технічних і фізико-математичних наук» (Миколаїв, 2016, 2019 р.р.), Международной научной конференции «Современные проблемы математики, механики и информатики» (Караганда, 2016 г.), V-й Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (Тернопіль, 2016 р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції присвяченій пам'яті заслуженого винахідника України академіка АН вищої школи України, доктора технічних наук, професора Нагорняка Степана Григоровича «Обладнання і технології сучасного машинобудування» (Тернопіль, 2017 р.), IX-й Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2017)» (Херсон, 2017 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Транспорт: механічна інженерія, експлуатація, матеріалознавство» (Херсон, 2017 р.), Міжнародній науково-технічній конференції «Суднова енергетика: стан та проблеми» (Миколаїв, 2017, 2019 р.р.), VI-й Міжнародній науково-практичній конференції «Структурна релаксація у твердих тілах» (Вінниця, 2018 р.), Міжнародній науково-технічній конференції до 100 річчя з дня заснування НАН України та на вшанування пам'яті Івана Пулюя (100 річчя з дня смерті) «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій» (Тернопіль, 2018 р.), X-й Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2018)» (Херсон, 2018 р.), IV-й Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології промислового комплексу: базові процесні інновації» (Херсон, 2018 р.), Международной научной конференции, приуроченной к 70-летию доктора физико-математических наук, профессора Рамазанова Мурата Ибраевича «Теоретические и прикладные вопросы математики, механики и информатики» (Караганда, 2019 г.), Міжнародній науково-технічній конференції до 60 річчя з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та 175 річчя з дня народження Івана Пулюя «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій» (Тернопіль, 2020).

**10. Оцінка мови та стилю дисертації.** Дисертація написана державною мовою, її структура відповідає алгоритму здійсненого автором дослідження. Матеріал роботи викладено в суворій логічній послідовності та доступний для сприйняття. Зміст, структура, оформлення дисертації та кількість публікацій відповідають вимогам «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України від 06.03.2019 р. № 167), Наказу МОН України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації». Стиль викладення матеріалу відповідає прийнятому в науковій літературі.

**11. Відповідність змісту дисертації спеціальності з відповідної галузі знань, з якої вона подається до захисту.** За змістом дисертаційна робота Якущенка С.В. «Закономірності формування модифікованих епоксиполіефірних композитів для підвищення зносостійкості деталей транспортних засобів» повністю відповідає напрямам дослідження спеціальності 275 – Транспортні технології.

Здобувач у повній мірі виконав освітню та наукову складову третього рівня вищої освіти.

**12. Рекомендація дисертації до захисту.** Дисертаційна робота Якущенка Сергія Вікторовича «Закономірності формування модифікованих епоксиполіефірних композитів для підвищення зносостійкості деталей транспортних засобів» відповідає вимогам, передбаченим пунктом 10 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України від 06.03.2019 р. № 167). Враховуючи високий рівень виконаних досліджень, а також актуальність теми роботи, наукову новизну результатів та їх наукове і практичне значення, розширене засідання кафедри транспортних технологій рекомендує дисертацію Якущенка Сергія Вікторовича «Закономірності формування модифікованих епоксиполіефірних композитів для підвищення зносостійкості деталей транспортних засобів» до захисту у спеціалізованій вченій раді для здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 275 – Транспортні технології.

## Зауваження та рекомендації

1. Зменшити кількість слайдів;
2. Доопрацювати презентацію представлених результатів.

### ВИСНОВОК:

За актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю та практичною придатністю здобутих результатів дисертація Якуценка Сергія Вікторовича відповідає нормативному змісту та напряму наукового дослідження освітньо-наукової програми Херсонської державної морської академії зі спеціальності 275 – Транспортні технології та вимогам пп. 9, 10, 11 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України від 06.03.2019 р. № 167) і рекомендована до захисту у спеціалізованій вченій раді з наукового напрямку, за яким підготовлено дисертацію.

Рецензент

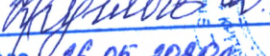
професор кафедри інноваційних технологій та технічних засобів судноводіння д.т.н., доцент

Д.Г. Круглий

Рецензент

доцент кафедри інноваційних технологій та технічних засобів судноводіння к.т.н., доцент

Е.С. Аппазов

Підпис   
засвідчую 26.05.2022  
начальник відділу кадрів ХДМА

Підпис   
засвідчую 26.05.2022  
начальник відділу кадрів ХДМА

