

ВИСНОВОК

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів
дисертації**

Носової Алли Миколаївни на тему:

**«Композити адгезивного призначення на основі продуктів
тіоетерифікації епоксидних смол і полісульфідних каучуків», що
подана на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю**

161 Хімічні технології та інженерія

(галузь знань – 16 – Хімічна інженерія та біоінженерія)

Публічна презентація наукових результатів дисертації та її обговорення здійснювалось на засіданні кафедри технології природних і синтетичних полімерів, жирів та харчової продукції ННІ «Український державний хіміко-технологічний університет» УДУНТ (протокол № 4 від «19» листопада 2024 р.)

1. Обґрунтування теми дослідження.

Сучасний розвиток матеріалознавства і промисловості потребує створення нових багатофункціональних матеріалів, які забезпечують високі експлуатаційні характеристики та відповідають сучасним технологічним викликам. Композити на основі епоксидних смол і полісульфідних каучуків є перспективними завдяки їхнім адгезивним, хімічним та механічним властивостям. Ця тема є особливо актуальною через зростання попиту на високоефективні клеї та покриття в оборонній, транспортній, авіаційній і будівельній галузях. Адже зараз саме у сфері оборонних технологій постійно зростає потреба у матеріалах, здатних забезпечити тривалу експлуатацію у складних умовах. Адгезиви з покращеними характеристиками особливо актуальні для використання у військовій техніці, системах захисту та інших критичних конструкціях.

Значний інтерес до вдосконалення адгезивів пояснюється необхідністю забезпечення стійкості до впливу агресивних середовищ, температурних перепадів і механічних навантажень. Традиційні епоксидні клеї широко

застосовуються завдяки їх хімічній стійкості та міцності, однак їхня крихкість обмежує використання в умовах інтенсивних механічних навантажень і агресивних середовищ. Застосування полісульфідних каучуків як модифікаторів відкриває нові можливості для поліпшення характеристик таких матеріалів, однак це питання ще недостатньо вивчене.

Додатковим викликом є зростання попиту на клеї холодного отвердження, які дозволяють уникнути використання теплової обробки, знижуючи витрати енергії та розширюючи можливості застосування на чутливих до температури субстратах, а також є більш безпечними для працівників завдяки відсутності ризику термічного ураження під час монтажу. Адже саме клеї холодного отвердження дозволяють уникнути енергоємних етапів термічної обробки, що особливо важливо для великих виробничих підприємств та у випадках обробки великих структур. Та адгезиви холодного отвердження мають значно менший ризик термічної деградації під час виробництва або монтажу, що підвищує безпеку людей. Однак існуючі рішення для таких систем часто не забезпечують необхідного балансу між адгезивними та механічними властивостями.

Впровадження більш ефективних і довговічних адгезивних матеріалів знижує загальну потребу у використанні матеріалів і зменшує обсяг відходів. Крім того, методи холодного отвердження мають менший вплив на довкілля, оскільки виключають значне виділення вуглекислого газу, яке супроводжує процеси термообробки.

Також в індустрії, особливо у транспортному, авіаційному, залізничному та суднобудівному секторах, дедалі більшу увагу приділяють методам відновлення і ремонту замість повної заміни компонентів. Адгезиви на основі епоксидно-полісульфідних композицій забезпечують довговічність і стійкість у відновлюваних конструкціях, що дозволяє значно знизити витрати на виробництво і матеріали.

Враховуючи викладене, дослідження, спрямоване на створення нових адгезивних композицій на основі продуктів тіоетерифікації епоксидних смол і полісульфідних каучуків, є актуальним, оскільки дозволяє розв'язати низку

ключових технологічних завдань. Зокрема, впровадження таких матеріалів забезпечує вирішення проблеми їхньої довговічності та стійкості до екстремальних умов експлуатації, що є критично важливим у галузях транспорту, авіації та оборони. Використання реакції тіоетерифікації дозволяє суттєво покращити фізико-механічні властивості, зокрема адгезивну міцність та ударну в'язкість, водночас зберігаючи екологічні переваги та енергоефективність методів холодного отвердження.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана відповідно до планів науково-дослідних робіт Українського державного університету науки і технологій Навчально-наукового інституту «Український державний хіміко-технологічний університет».

3. Наукова новизна отриманих результатів.

1. Уперше запропоновано метод попередньої реакції тіоетерифікації оксиранових циклів епоксидних смол із меркаптановими групами полісульфідного каучуку, який забезпечує значне покращення адгезійних властивостей композицій за умов кімнатного отвердження без теплової обробки.

2. Встановлено температурний інтервал ($80-180^{\circ}\text{C}$) і оптимальні параметри (160°C , 2 години) перебігу реакції тіоетерифікації, які гарантують максимально можливий рівень адгезійної міцності та фізико-механічних характеристик композицій.

3. Перше доведено, що продукти реакції тіоетерифікації мають значно вищі механічні та адгезійні характеристики порівняно з традиційними механічними сумішами полісульфідного каучуку та епоксидної смоли. Зокрема, ударна в'язкість збільшується в 1,72 рази, статична адгезійна міцність – у 1,32 рази, а динамічна – у 1,79 рази.

4. Уперше встановлено залежність адгезійної міцності композицій від концентрації епоксидних груп у модифікованих смолах. Оптимальний вміст

епоксидних груп (8–16,5 мас. %) дозволяє досягти максимальної адгезійної міцності, яка перевищує базовий рівень у 8,7 рази.

5. Запропоновано новий підхід до регулювання властивостей композицій шляхом зміни хімічної природи активних розчинників і пластифікаторів. Виявлено, що використання поліефірів певного складу дозволяє досягти збільшення механічних показників до 131% порівняно з базовими зразками.

6. Уперше запропоновано додавання поліоксипропілентриаміну як співотверджувача в реакцію тіоетерифікації, що забезпечує збільшення адгезійної міцності (у 1,53 рази), деформації при розриві (у 1,79 рази) та роботи руйнування (у 2,05 рази).

7. Розроблено новий спосіб здешевлення епоксидно-полісульфідних композицій за рахунок часткової заміни полісульфідного каучуку на ді(2-етилгексил)себацінат із додаванням кварцового піску. Це дозволяє зменшити вартість матеріалу у 2 рази без зниження когезійних і адгезійних властивостей..

4. Практичне значення результатів дисертації.

Результати роботи можуть бути використані для створення нових епоксидних клеїв, які мають високі показники адгезійної міцності, еластичності й ударостійкості за умов кімнатного отверднення. Розроблений клей, який перевершує існуючі прототипи за комплексом властивостей, є прикладом впровадження результатів досліджень у практику. На клейову композицію отримано патент України №150980, що підтверджує її інноваційність і можливість широкого промислового застосування.

5. Використання результатів досліджень.

Розроблена клейова композиція марки К-153НС дозволяє отримувати матеріали з покращеними адгезійними та механічними властивостями, які придатні для застосування в умовах кімнатного отверднення. Запропонований склад може використовуватись у складі багатошарових систем захисних покриттів. Зокрема, створена концепція двошарових систем, де перший шар, модифікований полісульфідним каучуком, забезпечує високу адгезію до

субстрату, а другий шар, без модифікації каучуком, володіє підвищеною міцністю та модулем пружності.

6. Особистий внесок здобувача.

Всі наукові результати, що викладені в дисертації та винесені на захист, одержані здобувачем особисто. Серед них: аналіз наукової і патентної літератури; участь у плануванні та проведенні теоретичних і експериментальних досліджень; аналіз та інтерпретація отриманих результатів. Постановка задач досліджень, аналіз і обговорення отриманих результатів, узагальнення отриманої інформації та формулювання висновків виконувались здобувачем спільно з науковим керівником.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску.

Основні положення та наукові результати дисертаційної роботи опубліковано в 12 наукових працях, зокрема 6 статей у наукових виданнях, що індексуються в наукометричній базі даних Scopus, 5 у матеріалах конференцій, 1 патент України на корисну модель.

1. Sukhyu, K.M.; Belyanovskaya, E.A.; Nosova, A.N.; Sukhyu, M.K.; Kryshen, V.P., Huang, Y.; Kocherhin, Yu.; Hryhorenko, T. *Properties of epoxy-thiokol materials based on the products of the preliminary reaction of thioetherification*. Питання хімії та хімічної технології : наук.-техн. журн.; Дніпро, № 3 (136). 2021; pp 128–136; doi: 10.32434/0321-4095-2021-136-3-128-136. *Особистий внесок здобувача – аналіз літературних джерел, аналітичний огляд за темою дослідження, проведення експериментальних досліджень, оформлення та подання статті.*

2. Sukhyu, K.M.; Belyanovskaya, E.A.; Nosova, A.N.; Huang Yudong; Kocherhin, Yu.S.; Hryhorenko, T.I. *Influence of concentration of thiokol, amount of the hardener and filler on properties of epoxide-polysulphide composites*. Journal of Chemistry and Technologies. Vol. 29 (4). 2021; pp 531–539; doi: 10.15421/jchemtech.v29i4.236607. *Особистий внесок здобувача – аналіз*

літературних джерел, проведення експериментальних досліджень, оформлення результатів, написання і подання статті.

3. Sukhyu, K.M.; Belyanovskaya, E.A.; Nosova, A.; Sukhyu, M.K.; Huang, Y.; Kochergin, Yu.; Hryhorenko, T. *Properties of composite materials based on epoxy resin modified with dibutyltin dibromide*. Питання хімії та хімічної технології : наук.-техн. журн.; Дніпро. № 4 (137). 2021; pp 118–125; doi: 10.32434/0321-4095-2021-137-4-118-125. *Особистий внесок здобувача – аналіз літературних джерел, проведення експериментальних досліджень, оформлення результатів, подання статті.*

4. Сухий К.М.; Носова А.М.; Беляновська О.А.; Суха І.В.; Yiqi Wu, Kocherhin Yu.; Hryhorenko T. Вплив розріджувачів і пластифікаторів на властивості епоксидно-полісульфідних композитів. Полімерний журнал : наук. журн. з хімії та фізики полімерів, полімер. матеріалів і композитів. Академперіодика; Київ, Т. 43, № 3, 2021; сс 172–179; doi: 10.15407/polymerj.43.03.172. *Особистий внесок здобувача – аналіз літературних джерел, проведення експериментальних досліджень, оформлення результатів і подання статті.*

5. Sukhyu, K.; Belyanovskaya, E.; Nosova, A.; Sukha, I.; Sukhyu, M.; Huang, Y.; Kochergin, Y.; Hryhorenko, T. *Dynamic mechanical properties of epoxy composites modified with polysulphide rubber*. Chemistry & Chemical Technology. 2022, Vol. 16 (3); pp 432–439; doi: 10.23939/chcht16.03.432. *Особистий внесок здобувача – аналіз літературних джерел, проведення експериментальних досліджень, подання статті.*

6. Sukhyu, K.M.; Belyanovskaya, E.A.; Nosova, A.N.; Frolova, L.A.; Sukhyu, M.K.; Huang Yudong; Kocherhin, Yu.S.; Hryhorenko, T.I. *Influence of polyoxypropylenetriamin and content of oxirane rings on properties of epoxy-polysulfide composites*. Journal of Chemistry and Technologies, 2022, Vol. 30 (4); pp 577–585; doi: 10.15421/jchemtech.v30i4.260487. *Особистий внесок здобувача – аналіз літературних джерел, аналітичний огляд за темою дослідження, проведення експериментальних досліджень, оформлення результатів та подання статті.*

7. Nosova, A.N.; Shevchenko, O.B.; Sukhyu, K.M.; Hryhorenko, T.I. *Regulation of the properties of epoxy-thiokol compositions based on the products of preliminary reaction of thioetherification*. Полімери спеціального призначення: зб. тез доповідей X Українсько-польської наук. конф. 21-24 вересня 2020 р.; Львів, 2020; с 160. *Особистий внесок здобувача – критичний огляд літературних джерел, подання тез.*

8. Носова, А.М.; Сухий, К.М.; Бебяновська, О.А.; Григоренко, Т.І. *Вплив кількості твердника на властивості епоксидно-полісульфідних композитів*. Теоретичні та експериментальні аспекти сучасної хімії та матеріалів ТАСХ-2021: матер. V Всеукр. наук. конф., 10 квітня 2021 р.; вид-во «Середняк Т.К.»; Дніпро, 2021; сс 67–70. *Особистий внесок здобувача – проведення експериментальних досліджень, обробка одержаних результатів, подання тез.*

9. Nosova, A.M.; Sukhyu, K.M. *Properties of polymers based on the product of chemical modification of epoxy resin with dibromide dibutyl tin using polysulphide rubber*: Хімічні проблеми сьогодення (ХПКС-2022): зб. тез доповідей V Міжнар. (XV Української) наук. конф. студентів, аспірантів і молодих учених, 22–24 березня 2022 р., м. Вінниця; Донецький нац. ун-т ім. Василя Стуса; Вінниця, 2022; с 157. *Особистий внесок здобувача – проведення експериментальних досліджень, обробка одержаних результатів, подання тез.*

10. Nosova, A.; Sukhyu, K.; Xiang Meng; Hryhorenko, T. *Dynamic mechanical properties of epoxy-polysulfide mixtures*: XV Українська конференція з високомолекулярних сполук з міжнародною участю «ВМС-2022» (25-27 жовтня 2022 р.): матер. конф.; вид-во Ліра-К; Київ, 2022; сс 140–142. *Особистий внесок здобувача – проведення експериментальних досліджень, обробка одержаних результатів, подання тез.*

11. Nosova, A.N.; Belyanovskaya, E.A.; Yeromin, O.O.; Prokopenko, O.M.; Sukhyu, K.M.; Hryhorenko, T. *The effect of heating in air and hot water on the dynamic mechanical properties of epoxy-thiokol polymers*: Теоретичні та експериментальні аспекти сучасної хімії та матеріалів ТАСХ-2022: матер. I Міжнар. наук. конф., що присвячена 100-річчю Дніпровського держ. аграрно-

економічного ун-ту. 20 травня 2022 р.; вид-во «Середняк Т.К.»; Дніпро, 2022, сс 57–60. *Особистий внесок здобувача – проведення експериментальних досліджень, обробка одержаних результатів, написання і подання тез.*

12. Спосіб одержання епоксидного клею холодного тверднення : пат. 150980 Україна : МПК (2022.01) C08L 63/00 C08K 5/053 / А.М. Носова, Т.І. Григоренко, Ю.С. Кочергін, М.К. Сухий, О.Б. Шевченко, К.М. Сухий. № u2021 07201; заявл. 13.12.2021; опубл. 18.05.22, Бюл. № 20/2022 (кн. 1). *Особистий внесок здобувача: планування та проведення експериментальних досліджень, обробка результатів досліджень, патентний пошук, підготовка і подання патенту.*

ВИСНОВОК

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Носової А.М. «Композити адгезивного призначення на основі продуктів тіоетерифікації епоксидних смол і полісульфідних каучуків», яка подана на здобуття ступеня доктора філософії, за своїм науковим рівнем, практичною цінністю, повнотою змісту і послідовністю та впорядкованістю при викладенні проведених досліджень в дисертації і публікаціях, а також за оформленням повністю відповідає вимогам п.п. 5-8 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. № 44, та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми УДУНТ зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія.

Головуючий на засіданні
завідувач кафедри технологій природних
і синтетичних полімерів, жирів
та харчової продукції,
докт.тех.наук, проф.

Підпис проф. Червакова О.В. засвідчую
Начальник відділу кадрів УДУНТ



Олег ЧЕРВАКОВ

Тетяна ШМАКОВА