

## ВИСНОВОК

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Тищенка Сергія Дмитровича на тему «Зменшення техногенного навантаження у виробництві вибухових речовин», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища»**

### Характеристика особистості здобувача

Тищенко Сергій Дмитрович у 2018 році закінчив Шосткинський інститут Сумського державного університету за напрямом підготовки «Хімічні технології та інженерія», та здобув кваліфікацію бакалавра хімічної технології за фаховим спрямуванням хімічні технології високомолекулярних сполук. З 2018 по 2019 р. навчався в магістратурі Шосткинського інституту Сумського державного університету за спеціальністю «Хімічні технології та інженерія» та здобув кваліфікацію магістра з хімічних технологій високомолекулярних сполук. З 2020 по 2020 рр. працював у «Державному науково-дослідному інституті хімічної промисловості» (м. Шостка Сумська область) на посаді інженера-технолога 3-ї категорії. З 2023 року і по теперішній час – на посаді наукового співробітника у ТОВ «Науково-виробниче підприємство хімічних продуктів».

З 2020 по 2024 рр. навчається в аспірантурі Сумського державного університету за спеціальністю 183 – «Технології захисту навколишнього середовища» на кафедрі екології та природозахисних технологій.

Тему дисертації в останній редакції затверджено на засіданні Вченої ради СумДУ (протокол № 11 від «11» листопада 2021 року).

За час навчання в аспірантурі Тищенко С.Д. зарекомендував себе сумлінним, відповідальним, пунктуальним та високопрофесійним науковцем. Опанував та оволодів сучасними методами наукових досліджень.

Результати теоретичних та практичних досліджень за напрямком дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на наукових конференціях різних рівнів, а саме: IV Всеукраїнської науково-практичної конференції «Освіта, наука та виробництво: розвиток та перспективи» (Шостка, 2018); V Всеукраїнської науково-практичної конференції «Освіта, наука та виробництво: розвиток та перспективи» (Шостка, 2019); VI Всеукраїнської науково-практичної конференції «Освіта, наука та виробництво: розвиток та перспективи» (Шостка, 2021); VII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Освіта, наука та виробництво: розвиток та перспективи» (Шостка, 2022); VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Освіта, наука та виробництво: розвиток та перспективи» (Шостка, 2023); IV Міжнародної науково-практичної конференції «Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво» (Шостка, 2018); V Міжнародної науково-практичної конференції «Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво» (Шостка, 2021); VI Міжнародної науково-

практичної конференції «Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво» (Шостка, 2022); VII Міжнародної науково-практичної конференції «Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво» (Шостка, 2023). За результатами проведених дисертаційних досліджень опубліковано 15 наукових праць, у тому числі, 1 стаття у науковому фаховому виданні із переліку МОН України, 5 статей у наукових періодичних виданнях, що індексується міжнародними наукометричними базами даних (Scopus і Web of Science), 9 тез доповідей у матеріалах наукових конференцій, 1 деклараційний патент на винахід (заявка № а202304122). Дисертаційна робота Тищенка С.Д. є комплексним дослідженням, вона дає змогу розв'язувати науково-прикладні проблеми зниження техногенного навантаження на довкілля виробництв вибухових речовин.

#### **Актуальність теми**

Військово-політична ситуація, яка нині склалася в Україні, потребує інтенсивного розвитку виробництва вибухових речовин. Основним промисловим способом їх виробництва є нітрування органічних сполук сумішшю нітратної та сульфатної кислот. Відомо, що такий спосіб виробництва характеризується високим техногенним навантаженням на оточуюче середовище, через наявність великої кількості кислих водних стоків.

Перспективною вибуховою речовиною є нітрат крохмалю, який є близьким за властивостями до нітратів целюлози та має однаковий з ними хімічний склад. За наявними літературними відомостями він є гарним замінником тротилу та може застосовуватися у виробництві порохів. Нітрат крохмалю становить інтерес для розширення сировинної бази виробництва вибухових речовин у нашій країні, через наявність розвиненого виробництва крохмалю. Нітрування крохмалю сумішшю нітратної та сульфатної кислот також характеризується зазначеною екологічною проблемою утворення кислих стоків. Це пов'язано, як і для всіх вибухових речовин цього класу (нітратів) з порівняно низькою їх хімічною стійкістю та, відповідно, необхідністю їх стабілізації.

За наявними відомостями ефективним способом для вирішення цієї проблеми є використання для нітрування крохмалю однієї нітратної кислоти (її водних розчинів) без добавок. У цьому випадку, як показали результати дослідження, забезпечується висока хімічна стійкість нітрату крохмалю, процес стабілізації значно спрощується, а сток, що утворюється, включається в кислотообіг виробництва.

Розвиток такого підходу до виробництва цієї важливої вибухової речовини є актуальною науково-технічною задачею, розв'язання якої дозволяє в значній мірі зменшити техногенне навантаження на довкілля у виробництві вибухових речовин.

#### **Зв'язок роботи з науковими програмами та темами**

Робота виконана відповідно плану науково-дослідних робіт кафедри екології та природоохоронних технологій Сумського державного університету,

за темою «Дослідження процесів технології виробництва нітрату крохмалю» (номер державної реєстрації 0121U114699), в рамках науково-технічної програми Міністерства освіти і науки України, в якій автор брав участь як виконавець. Цей напрямок відповідає завданням Державної цільової програми освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії.

#### **Особистий внесок здобувача у виконання дисертаційної роботи**

Особистий внесок Тищенка С.Д, полягає у проведенні критичного аналізу стану проблеми створення екологічно безпечної технології виробництва нітрату крохмалю, підготовки та синтезу реактивів, створення експериментальної установки, розробці та апробації методик експериментального дослідження, проведенні експериментальних досліджень, обробці та узагальненні експериментальних даних, моделюванні процесу нітрування крохмалю водними розчинами нітратної кислоти, розробці пропозицій щодо апаратурного оформлення екологічно безпечного процесу виробництва нітрату крохмалю та методики його розрахунку. Внесок автора в роботах, опублікованих у співавторстві, наведений у списку праць за темою дисертації.

#### **Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій, що сформульовані в дисертації**

Дисертаційне дослідження Тищенка Сергія Дмитровича виконано на високому методичному рівні з використанням комплексу сучасних методів дослідження. Основні наукові положення та висновки, сформульовані в дисертації, логічно випливають з одержаних результатів дослідження, та є достатньо обґрунтованими. Вони відповідають поставленій меті та завданням дослідження. Дисертаційну роботу виконано на достатньо глибокому, обґрунтованому рівні. Чітко структуровано основні напрямки дослідження.

#### **Наукова новизна результатів**

Дослідження можливості зменшення техногенного навантаження на довкілля у виробництві вибухових речовин шляхом розробки екологічно безпечної безстічної технології виробництва нітрату крохмалю на базі виконаних теоретичних та експериментальних досліджень дозволило одержати такі результати: встановлено закономірності процесу нітрування крохмалю водними розчинами нітратної кислоти та нуклеофільний його механізм, а також визначено вплив режимів його проведення на вміст нітрогену в одержуваному нітраті крохмалю та його молекулярну структуру; уточнено закономірності процесу нітрування крохмалю нітратно-сульфатнокислотою сумішшю та вплив його режимних параметрів на вміст нітрогену нітраті крохмалю; уперше проведено дослідження кінетичних закономірностей нітрування крохмалю нітратною кислотою та розроблено математичну модель, що дозволяє за заданих значень режимних параметрів процесу нітрування проводити розрахунок вмісту нітрогену в нітраті крохмалю та обґрунтувати вибір раціональних режимів його одержання, що



знижує об'єм кислотних відходів виробництва та енерговитрати на їх переробку, що зменшує техногенне навантаження на довкілля; уперше встановлено закономірності процесу осадження нітрату крохмалю з розчину в нітратній кислоті, що дозволило визначити вплив параметрів цього процесу на формування морфологічної та фазової структур нітрату крохмалю та обґрунтувати осадження у водні розчини нітратної кислоти, що дозволяє проводити подальшу переробку відпрацьованого нітрувального середовища, що зменшує техногенне навантаження на оточуюче середовище; підтверджено, що нітрат крохмалю, одержаний нітруванням крохмалю однією нітратною кислотою має значно більш високу хімічну стійкість у порівнянні з нітратом крохмалю, одержаним за використання нітратно-сульфатнокислотної нітрувальної суміші, внаслідок відсутності в ньому малостійких побічних продуктів реакції нітрування; уперше показано, що для забезпечення високої хімічної стійкості нітрату крохмалю, одержаного нітруванням крохмалю однією нітратною кислотою, достатньо короткотривалої промивки водою з температурою 90-95°C, що зменшує об'єм кислих стоків та тривалість цієї операції; уперше запропоновано показник для оцінки хімічної стійкості нітрату крохмалю, що дозволяє створити техногенно безпечну технологію; уперше сформульовано принципи створення екологічно безпечної технології виробництва нітрату крохмалю із замкненим обігом кислот, яка виключає потрапляння кислих стоків у оточуюче середовище та забезпечує високу хімічну стійкість одержуваного нітрату крохмалю.

#### **Практичне значення отриманих результатів**

У дисертаційній роботі Тищенка Сергія Дмитровича запропоновано ескізний варіант екологічно безпечної технології виробництва нітрату крохмалю із замкненим обігом кислот без кислих стоків, яка забезпечує високу хімічну стійкість одержуваного нітрату крохмалю та зменшує техногенне навантаження на довкілля у виробництві вибухових речовин.

Розроблена технологія, в умовах викликів сьогодення, дає змогу організувати безперервно діюче виробництво нітрату крохмалю – важливої вибухової речовини із широкою сировинною базою в Україні.

Основні положення та результати дисертаційних досліджень впроваджені в навчальний процес під час викладання дисциплін «Технологія виробництва спеціальних високомолекулярних сполук» та «Основи проектування підприємств з виробництва високомолекулярних сполук» для студентів спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» на кафедрі хімічної технології високомолекулярних сполук Шосткинського інституту СумДУ (акт впровадження від 27 травня 2024 року).

#### **Повнота викладу матеріалів дисертації в опублікованих працях, персональний внесок здобувача**

Основні результати дисертаційної роботи опубліковано в 15 наукових працях, у тому числі, 1 стаття у науковому фаховому виданні із переліку

МОН України, 5 статей у наукових періодичних виданнях, що індексуються міжнародними наукометричними базами даних (Scopus і Web of Science), 9 тез доповідей у матеріалах наукових конференцій, 1 деклараційний патент на винахід. Сукупність усіх публікацій відображає викладені в дисертації результати дослідження, що відповідає вимогам п. 8, 9 вимог до присудження ступеня доктора філософії «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 №44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 22 січня 2022 року.

**Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:**

*Стаття у фаховому науковому виданні із переліку МОН України:*

1. Тищенко С.Д., Лукашов В.К., Пляцук Л. Д. Екологічно безпечна технологія виробництва нітрату крохмалю. *Scientific and technical journal «Technogenic and Ecological Safety»*. 2024. № 15 (1/2024). С. 54-61. DOI: [10.52363/2522-1892.2024.1.5](https://doi.org/10.52363/2522-1892.2024.1.5)

*Статті у наукових періодичних виданнях інших держав та виданнях, які індексуються наукометричною базами даних Scopus та Web of Science:*

2. Lukashov V. K., Sereda V. I., Tishchenko S. D. Technological aspects of nitration of starch with nitrogen sulfur acid mixture. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2019. Вип. 27, № 2. С. 169–178. doi:10.15421/081918

3. Lukashov V. K., Tishchenko S. D., Shevtsova T. N., Sereda V. I. Kinetics of Starch Nitration Process With Nitric Acid. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2022. Вип. 30, № 3. С. 451–458. doi: [10.15421/jchemtech.v30i3.262889](https://doi.org/10.15421/jchemtech.v30i3.262889)

4. Лукашов В. К., Тищенко С. Д., Середя В. І., Артюхов А. Є. Закономірності процесу нітрування крохмалю нітратною кислотою. *Питання хімії та хімічної технології*. 2023. № 1. С. 66–72. DOI: [10.32434/0321-4095-2023-146-1-66-72](https://doi.org/10.32434/0321-4095-2023-146-1-66-72)

5. Лукашов В. К., Тищенко С. Д. Хімічна стійкість і стабілізація нітрату крохмалю. *Chemistry, technology and application of substances*.

6. Лукашов В. К., Тищенко С. Д. Осадження нітрату крохмалю з розчинів нітратної кислоти. *Питання хімії та хімічної технології*.

*Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:*

7. Тищенко С. Д., Лукашов В. К. Розробка методики визначення вмісту азоту в нітраті крохмалю. *Освіта, наука та виробництво: розвиток та перспективи*: матеріали IV Всеукр. наук.-метод. конф., м. Шостка, 19 квітня 2018 року / СумДУ Суми, 2018. С. 29-30.

8. Тищенко С. Д., Середя В. І., Лукашов В. К. Вплив складу нітрувальної суміші на вміст азоту в нітраті крохмалю. *Хімічна технологія*:

наука, економіка та виробництво: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, м. Шостка, 14-16 листопада 2018 року / СумДУ Суми, 2018. С. 74-75.

9. Тищенко С. Д., Лукашов В. К. Вплив режимних параметрів процесу нітрування на вміст азоту в нітраті крохмалю. *Освіта, наука та виробництво: розвиток та перспективи*: матеріали V Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Шостка, 18 квітня 2019 року / СумДУ Суми, 2019. С. 32-33.

10. Tishchenko S. D., Parfenova D. A., Lukashov V. K. Methodology of nitration of starch with aqueous nitric acid solution. *Освіта, наука та виробництво: розвиток та перспективи*: матеріали VI Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Шостка, 22 квітня 2021 року / СумДУ Суми, 2021. С. 33-34.

11. Тищенко С. Д., Лукашов В. К. Зміни ІЧ спектру нітрату крохмалю при його нітруванні азотною кислотою. *Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво*: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції, м. Шостка, 20-22 жовтня 2021 року / СумДУ Суми, 2021. С. 65-68.

12. Тищенко С. Д., Серeda В. І., Парфенова Д. О., Лукашов В. К. Методика визначення кристалічності нітрату крохмалю. *Освіта, наука та виробництво: розвиток та перспективи*: матеріали VII Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Шостка, 2 червня 2022 року / СумДУ Суми, 2022. С. 18-19.

13. Тищенко С. Д., Лукашов В. К. Порівняння хімічної стійкості нітрату крохмалю одержаного нітруванням нітратною кислотою та нітратно-сульфатокислотної сумішшю. *Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво*: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції, м. Шостка, 23-25 листопада 2022 року / СумДУ Суми, 2022. С. 52-55.

14. Тищенко С. Д., Лукашов В. К., Васильцов П. О., Олійник В. Г. Методика визначення температури початку активного розкладання нітрату крохмалю. *Освіта, наука та виробництво: розвиток та перспективи*: матеріали VIII Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Шостка, 27 квітня 2023 року / СумДУ Суми, 2023. С. 8-9.

15. Тищенко С. Д., Лукашов В. К. Розробка принципів безстічної технології виробництва нітрату крохмалю. *Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво*: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції, м. Шостка, 22-24 листопада 2023 року / СумДУ Суми, 2023. С. 47-49.

*Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації.*

Спосіб одержання нітрату крохмалю: заявка на винахід № а202304122



### **Оцінка мови та стилю дисертації**

Матеріали дисертації викладено українською мовою, послідовно за формально-логічною структурою з дотриманням наукового стилю написання.

### **Відповідність фаху**

Дисертаційна робота відповідає спеціальності 183 – Технології захисту навколишнього середовища.

### **Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності.**

За результатами перевірки дисертаційної роботи Тищенка Сергія Дмитровича «Зменшення техногенного навантаження у виробництві вибухових речовин» на наявність ознак академічного плагіату встановлено коректність посилань на першоджерела для текстових та ілюстративних запозичень; навмисних спотворень не виявлено. Звідси можна зробити висновок про відсутність порушень академічної доброчесності.

### **Загальний висновок**

Дисертаційна робота Тищенка Сергія Дмитровича за актуальністю проблеми, методичними підходами, обсягом, ґрунтовністю аналізу та інтерпретацією отриманих даних, повнотою викладу принципів наукових положень, науково-теоретичним та практичним значенням повністю відповідає вимогам п. 6 «Порядку присудження ступеня доктор 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 січня 2022 р. № 44, а дисертант, з урахуванням виконання у повному обсязі освітньої складової освітньо-наукової програми та індивідуального плану наукової роботи, заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища».

Голова апробаційної ради  
доктор технічних наук, професор



Лариса ГУРЕЦЬ