

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Федоровського Вадима Вікторовича

за темою «ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ ОЛІЙНО-ЖИРОВОГО ВИРОБНИЦТВА», яку подано до захисту в спеціалізованій вченій раді К 35.874.01 у Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності ДСНС України на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека

Дисертація складається з анотації, вступу, 5 розділів, загальних висновків по роботі, списку використаних літературних джерел та 3 додатків. Матеріали дисертаційної роботи викладено на 202 сторінках друкованого тексту, включає 55 рисунків та 35 таблиць. Перелік використаних джерел складається з 123 найменувань.

Актуальність теми дисертаційної роботи. Олійно-жирове виробництво є важливою агропромисловою галуззю України. В державі функціонує понад 1200 підприємств, діяльність яких пов'язана з виробництвом олії, маргаринової продукції та переробкою сировини. Підвищена пожежна небезпека таких підприємств притаманна технологічним процесам сушіння та кондиціювання насіння, під час яких, за певних умов, може відбуватись його самонагрівання і самозагоряння. Підвищена пожежна небезпека також притаманна процесам екстракції олії з наявністю технологічних об'ємів із вибухопожежонебезпечним гексаноповітряним горючим середовищем. Слід відзначити, що у наукових працях не повною мірою висвітлено процеси самонагрівання та самозагоряння подрібненого насіння олійних культур залежно від їх дисперсності, а також процеси припинення горіння рослинних олій вогнегасними речовинами. Розкриття особливостей чинників впливу на процеси самонагрівання та самозагоряння подрібненого насіння олійних культур, ефективність флегматизування технологічних об'ємів із гексаноповітряним горючим середовищем, а також на процеси припинення горіння рослинних олій у разі застосування вогнегасних речовин різного виду є актуальною науковою задачею, розв'язання якої є підґрунтям підвищення ефективності систем забезпечення пожежної безпеки підприємств олійно-жирового виробництва.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційні дослідження проводились відповідно до: «Державної цільової соціальної програми забезпечення пожежної безпеки на 2012-2015 рр.», затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 01.06.2012 р. № 590, а також «Концепції Державної цільової соціальної програми забезпечення пожежної безпеки на 2012-2015 рр.», схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 29.12.2010 року № 2348, під час виконання науково-дослідної роботи у рамках реалізації договору про співробітництво між Львівським державним університетом безпеки життєдіяльності ДСНС України та Державною екологічною академією

післядипломної освіти та управління Мінприроди України за темою «Створити наукові основи розроблення екологічно прийнятних вогнегасних речовин та технологій їх застосування» (державний реєстраційний номер 0116U007171), в якій здобувач був виконавцем.

Ідея роботи полягала у підвищенні ефективності систем забезпечення пожежної безпеки підприємств олійно-жирового виробництва шляхом флегматизування технологічних об'ємів з наявністю газових горючих середовищ та застосування тонкорозпилених струменів водної вогнегасної речовини комбінованої дії в системах протипожежного захисту з визначеними параметрами. Мета досліджень полягала у розкритті особливостей впливу чинників на процеси самонагрівання та самозагоряння подрібненого насіння олійних культур, ефективність флегматизування азотом технологічних об'ємів з газовими горючими середовищами, а також на процеси припинення горіння рослинних олій у разі застосування вогнегасних речовин різного виду.

Об'єктом дослідження були процеси самонагрівання та самозагоряння подрібненого насіння олійних культур (ріпак, соя, соняшник) на підприємствах олійно-жирового виробництва, флегматизування технологічних об'ємів з гексаноповітряним горючим середовищем, а також процеси припинення горіння рослинних олій у разі застосування вогнегасних речовин різного виду, а предметом дослідження – вплив чинників на процеси самонагрівання та самозагоряння подрібненого насіння олійних культур, ефективність флегматизування азотом технологічних об'ємів з гексаноповітряним горючим середовищем, а також на процеси припинення горіння рослинних олій у разі застосування вогнегасних речовин різного виду.

Аналіз основного змісту дисертаційної роботи

У вступі наведено актуальність теми дисертації, показано її зв'язок із державними науковими програмами, обґрунтовано мету і завдання досліджень, висвітлено наукову новизну та практичну цінність одержаних результатів, наведено дані щодо апробування результатів досліджень.

У першому розділі на підставі аналізу літературних джерел та нормативних документів із забезпечення пожежної безпеки під час поводження з олійними культурами та продуктами їх переробки виявлено, що шляхами підвищення ефективності є урахування особливостей процесів самонагрівання та самозагоряння подрібненого насіння олійних культур, флегматизування азотом технологічних об'ємів з їх наявністю під час кондиціонування, а також особливостей процесів припинення горіння рослинних олій у разі застосування вогнегасних речовин різного виду. Аналіз наукових праць показав, що вони в цілому спрямовані на дослідження методів контролю процесів самонагрівання рослинної сировини при її зберіганні. Також автори у своїх роботах розкривають ефективність

флегматизування горючого газового середовища інертними газами та вогнегасну ефективність вогнегасних речовин і умов їх подавання.

У другому розділі представлено методологію проведення дисертаційних досліджень та обґрунтовано застосування методів та методик досліджень для виявлення впливу чинників на процеси самонагрівання та самозагоряння подрібненого насіння олійних культур, ефективність флегматизування азотом технологічних об'ємів з гексаноповітряним горючим середовищем, а також на процеси припинення горіння рослинних олій у разі застосування вогнегасних речовин різного виду, зокрема: - для досліджень показників пожежної небезпеки насіння олійних культур та рослинної олії; - для дослідження процесів самонагрівання та самозагоряння подрібненого насіння олійних культур методом термогравіметричного аналізу; - для оцінювання ефективності гасіння горючих рідин-продуктів переробки насіння олійних культур вогнегасними речовинами на модельних вогнищах класу В та F за EN-2; - для визначення небезпечної концентрації парів гексанового розчинника та умов флегматизування газового горючого середовища із використанням «Вибухового циліндра»; Запропоновано використати метод Гретенера для оцінювання пожежної небезпеки підприємства.

У третьому розділі висвітлено, що технологія виробництва олії пресовим способом є менш пожежонебезпечною завдяки використанню обладнання лише для нагрівання м'ятки (олійної сировини), ніж технологічний процес виробництва рослинної олії методом екстракції, оскільки тут наявні органічні розчинники з температурами кипіння 63...75 °C і можливістю утворення в технологічних об'ємах пожежовибухонебезпечних сумішей повітря та розчинника. До пожежо- та вибухонебезпечних місць на олійно-жирових підприємствах відносяться: технологічне устаткування, апарати, трубопроводи, арматура, в яких обертаються речовини, що виділяють вибухонебезпечні пари, гази і пил. В таких місцях за відповідних умов (висока температура, відкритий вогонь тощо) може виникнути займання, пожежа та вибух а відповідно і руйнування устаткування, конструкцій, будівель та споруд. Важливим чинником, що призводить до займання сировини, є залишки сировини на технологічних лініях, що за відповідних температур та наявності окисника, здатні виділити таку кількість теплоти, що може відбутися їх самонагрівання і подальше горіння.

В четвертому розділі наведено результати досліджень впливу чинників на процеси самонагрівання та самозагоряння подрібненого насіння олійних культур, ефективність флегматизування азотом технологічних об'ємів з газовими горючими середовищами системи «нефрас П1-63/75-повітря», а також – на процеси припинення горіння рослинних олій у разі застосування вогнегасних речовин різного виду. Експериментально встановлено, що температури займання подрібненого насіння ріпака, сої та соняшника для фракцій: 1-2 мм 0,45-1 мм; 0,1-0,45 мм не змінюються і мають значення 322 ± 2 °C; 293 ± 2 °C та 222 ± 2 °C відповідно. Також

експериментально досліджено температури самозаймання подрібненого насіння олійних культур і встановлено їх значення для фракцій: 1-2 мм 0,45-1 мм; 0,1-0,45 мм не змінюються і складають 345 °С; 415 °С та 365 °С відповідно. Встановлено, що температури ($t_c, ^\circ\text{C}$) за яких відбувається теплове самозагоряння подрібненого насіння ріпаку, сої та соняшнику залежать від його дисперсності враховуючи питому поверхню зразків (S, m^{-1}) подрібненого насіння та тривалість до їх самозагоряння ($\tau, \text{хв}$) в межах 10-15°С для зразків насіння фракцій $> 1 < 2$ мм, $>0,45 < 1$ мм, $> 0,1 < 0,45$ мм. Визначено умови теплового самозагоряння, що описуються логарифмічними залежностями $\lg t_c = a + b \cdot \lg S$, $\lg t_c = a_1 + b_1 \cdot \lg \tau$ з відповідними експериментально встановленими коефіцієнтами a, b, a_1, b_1 для зразків подрібненого насіння ріпаку, сої та соняшнику фракцій $> 1 < 2$ мм; $> 0,45 < 1$ мм; $> 0,1 < 0,45$ мм.

За результатами експериментальних досліджень із застосуванням методу термогравіметричного аналізу виявлено, що у досліджуваних зразках подрібненого насіння ріпаку сої та соняшнику в області температур 20 – 245 0С відбуваються ендотермічні процеси, які супроводжуються втратою маси зразків. Термічна деструкція зразків супроводжується швидкою втратою маси і починається за температур 235 – 245 0С. У температурному діапазоні від 235 0С до 459 0С відбуваються екзотермічні окислювальні процеси, які завершуються полуменевим горінням продуктів деструкції, а за температурного діапазону від 406 0С до 459 0С відбувається згоряння карбонізованого залишку зразків, яке супроводжується появою інтенсивних екзо ефектів. Також виявлено, що ступінь подрібнення зразків не суттєво впливає на температуру початку їх термодеструкції. Однак, процеси полуменевого горіння продуктів піролізу в зразку з вищим ступенем дисперсності протікають більш інтенсивно, а згоряння карбонізованого залишку зразка вищого ступеня подрібнення супроводжується більшим виділенням теплоти. Встановлено, що екзотермічні ефекти в атмосфері азоту є менш інтенсивними та зміщуються в область вищих температур, що свідчить на користь того, що відбувається процес флегматизування газового горючого середовища, утвореного леткими продуктами піролізу подрібненого насіння олійних культур, тобто азотне середовище припиняє самонагрівання та запобігає процесу самозагоряння подрібненого насіння. Встановлено, що за об'ємної концентрації азоту не нижче 43,0 % відбувається флегматизування газоповітряної суміші в системі «пари нефрасу П1-63/75 - повітря» в усьому діапазоні її вибухопожежонебезпечних концентрацій, тобто перетворення такого газового горючого середовища на негорюче. За результати експериментальних досліджень ефективності гасіння горючих рідин-продуктів перероблення насіння олійних культур вогнегасними речовинами встановлено, що з досліджених вогнегасних речовин діоксид карбону не забезпечує ефективного гасіння, що можна пояснити недостатньою його охолоджувальною здатністю. Більш ефективним з досліджених вогнегасних речовин є вогнегасний АВС

порошок, але у разі припинення горіння рослинних олій за умови перевищення температур їх самозаймання може відбуватися їх повторне займання. Піна низької кратності, згенерована з робочого розчину піноутворювача Барс AFFF-1, забезпечує ефективне гасіння рослинних олій завдяки прояву ізолювального та охолоджувального чинника припинення горіння. Найбільш ефективною з досліджених вогнегасних речовин є вогнегасна речовина комбінованої дії з вмістом піноутворювача Барс AFFF-1 (від 0,2 до 6,0 % мас), бікарбонату калію (від 3,0 до 30,0 %, мас) та модифікувальної добавки (від 0,0 до 0,6 % мас) за умови її подавання на гасіння рослинних олій тонкорозпилим струменем, що може бути пояснено одночасним проявом таких чинників припинення горіння як інгібування, ізолювання, охолодження та флегматизування.

У п'ятому розділі наведено результати оцінки методом Гретенера фактичної пожежної небезпеки підприємства олійно-жирового виробництва на прикладі ПП «Оліяр», що розташоване в с. Ставчани Пустомитівського району Львівської області, та її змінення завдяки впровадженню запропонованих за результатами дисертаційних досліджень організаційно-технічних заходів.

За результатами дисертаційних досліджень запропоновано системи протипожежного захисту, що впроваджені на ПП «Оліяр», зокрема, система пожежогасіння азотом внутрішнього об'єму технологічного обладнання олійнопресового цеху (жаровня і три кондиціонери) та система пожежогасіння азотом внутрішнього об'єму технологічного обладнання екстракційного цеху (екстрактор та тостер), які підвищують рівень пожежної безпеки та знижують пожежну небезпеку у середньому в 1,7 рази.

Наукова новизна одержаних результатів. Оцінюючи найважливіші здобутки дисертаційного дослідження, варто вказати на наступні результати, що мають вагому наукову новизну.

Наукова новизна полягає у розкритті особливостей впливу чинників на процеси самонагрівання та самозагоряння подрібненого насіння олійних культур, ефективність флегматизування азотом технологічних об'ємів з газовими горючими середовищами системи «нефрас П1-63/75-повітря», а також на процеси припинення горіння рослинних олій у разі застосування вогнегасних речовин різного виду. При цьому:

уперше встановлено залежність температури теплового самозагоряння ($t_c, ^\circ\text{C}$) від питомої поверхні зразків ($S, \text{м}^{-1}$) подрібненого насіння олійних культур та тривалості до їх самозагоряння ($\tau, \text{хв}$) враховуючи їх дисперсність, які описуються логарифмічними залежностями з відповідними визначеними коефіцієнтами для подрібненого насіння ріпаку, сої та соняшнику $\lg t_c = a + v \cdot \lg S$, $\lg t_c = a_1 + v_1 \cdot \lg \tau$. Визначено коефіцієнти для зразків подрібненого насіння олійних культур фракцій $> 1 < 2 \text{ мм}$; $> 0,45 < 1 \text{ мм}$; $> 0,1 < 0,45 \text{ мм}$; - встановлено, що в технологічному об'ємі з наявністю подрібненого насіння олійних культур будь-якої дисперсності азотне газове середовище, на відміну

від повітряного, припиняє процес самонагрівання та запобігає його самозагорянню;

- встановлено, що за об'ємної концентрації азоту не нижче 43,0 % відбувається флегматизування газоповітряної суміші в системі «пари нефрасу П1-63/75 - повітря» в усьому діапазоні вибухопожежонебезпечних концентрацій, тобто перетворення такого газового горючого середовища на негорюче. Зазначене є підґрунтям використання локальної установки пожежогасіння внутрішніх технологічних об'ємів в системі протипожежного захисту технологічного процесу одержання рослинної олії екстракційним способом на підприємствах олійно-жирового виробництва;

набуло подальшого розвитку уявлення щодо механізму припинення горіння олій ріпаку, сої та соняшнику і встановлено, що на відміну від проявів окремих чинників охолодження, розбавлення, ізолювання, інгібування у разі застосування для їх гасіння вуглекислоти, піни низької кратності, або вогнегасного порошку, під час подавання тонкорозпиленого струменя водної вогнегасної речовини з умістом піноутворювача типу AFFF-1 (від 0,2 до 6,0 % мас), бікарбонату калію (від 3,0 до 30,0 %, мас) та модифікувальної добавки (від 0,0 до 0,6 % мас) ці чинники проявляються одночасно, тобто комбіновано, що обумовлює найбільшу ефективність цієї вогнегасної речовини із зазначених;

удосконалено метод Гретенера оцінювання пожежної небезпеки підприємства шляхом застосування запропонованого значення коефіцієнта, який, на відміну від відомого методу, враховує одночасну наявність в системі протипожежного захисту приміщення як спринклерної установки, так і локальної установки пожежогасіння внутрішніх технологічних об'ємів.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, які сформульовані у дисертації

Детальне ознайомлення з текстом дисертації дає підстави стверджувати, що ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечено застосуванням комплексного методу досліджень, який включав аналіз сучасного стану систем забезпечення пожежної безпеки підприємств олійно-жирового виробництва; аналіз статистики та причин виникнення пожеж на таких підприємствах; аналіз особливостей технологічних процесів при переробці олійних культур і узагальнення науково-технічних досягнень з питань розробки і застосування вогнегасних речовин в системах забезпечення пожежної безпеки об'єктів різного призначення; експериментальний метод досліджень процесу самонагрівання та самозагоряння насіння олійних культур та продуктів їх переробки, регламентований вимогами ГОСТ 12.1.044-89; термогравіметричний аналіз із застосуванням дериватографа Q-1500D системи "Паулік - Паулік - Ердей" з комп'ютерною реєстрацією аналітичних сигналів. Для оцінювання ефективності припинення горіння рослинних олій вогнегасними речовинами застосовувались модельні вогнища класу В та F за EN-2. Дослідження

процесів флегматизування технологічних об'ємів з газовими горючими середовищами проведене з використанням методу «Вибухового циліндра». Оцінювання пожежної небезпеки підприємства олійно-жирового виробництва проводилось удосконаленим методом Гретенера. Окремо потрібно відзначити, що під час проведення експериментальних досліджень застосовано метрологічно атестоване обладнання та повірені засоби вимірювання. Оброблення результатів досліджень здійснювалась із використанням програмного забезпечення Microsoft Office Excel.

Практичне значення отриманих результатів полягає у використанні запропонованих систем протипожежного захисту приватного підприємства «Оліяр» шляхом науково обґрунтованого флегматизування азотом внутрішніх технологічних об'ємів, зокрема в системі пожежогасіння азотом внутрішнього об'єму технологічного обладнання олійно-пресового цеху (жаровня, 3 кондиціонери), яка складається з 2-х моноблоків балонів азоту загальним об'ємом 960 л під тиском 20 МПа. Подавання азоту здійснюється через редуційний клапан зниження тиску до 0,6 МПа. Система вмикається від сигналу оператора завдяки встановленим електромагнітним клапанам «Spirax Sarco». Також на цьому підприємстві впроваджено систему пожежогасіння азотом внутрішнього об'єму технологічного обладнання екстракційного цеху (екстрактор, тостер), яка складається з 3-х моноблоків балонів азоту загальним об'ємом 1440 л під тиском 20 МПа. Подавання азоту здійснюється через редуційний клапан зниження тиску до 0,6 МПа. Система вмикається від сигналу оператора завдяки встановленим електромагнітним клапанам «Spirax Sarco»; На підприємстві ТзОВ «Бессарабія-Агро» використано залежності, які дозволили визначити температурні умови, за яких відбувається теплове самозагоряння подрібненого насіння олійних культур, враховуючи їх питому поверхню ($Ig S$) і проміжок часу до виникнення самозагоряння ($Ig \tau$) для коригування технологічного регламенту підприємства. Для підприємств олійно-жирового виробництва розроблено рекомендації з підвищення ефективності систем забезпечення пожежної безпеки під час переробки насіння олійних культур, якими, зокрема передбачено використання для гасіння олій ріпаку, сої та соняшнику тонкорозпиленого струменя водної вогнегасної речовини з умістом піноутворювача типу AFFF(від 0,2 до 6,0 % мас), бікарбонату калію (від 3,0 до 30,0 %, мас) та модифікувальної добавки (від 0,0 до 0,6 % мас).

Результати досліджень також використано в навчальному процесі Львівського державного університету безпеки життєдіяльності під час викладання дисципліни «Безпека потенційно небезпечних технологій та виробництв», про що є відповідні акти впровадження.

Особистий внесок здобувача полягає в участі у формулюванні ідеї роботи, визначенні мети і завдань досліджень, об'єкта і предмета досліджень, самостійному аналізі вітчизняних та закордонних джерел інформації, удосконаленні методик досліджень та обладнання, проведенні

експериментальних досліджень та обробці їх результатів, а також у формуванні та узагальненні висновків.

Дисертація є самостійною роботою автора.

Оцінка змісту та завершеності дисертації

Варто відзначити добру структурованість та якісне оформлення роботи, логічність викладу та застосування сучасного наукового апарату при проведенні теоретичних та експериментальних досліджень.

Мету дисертаційної роботи досягнуто, вона є завершеною науковою кваліфікаційною працею.

Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації в опублікованих працях.

За результатами дисертаційних досліджень опубліковано 9 наукових праць, із них: 5 статей у наукових збірниках, які входять до переліку фахових видань, в тому числі 1 стаття у міжнародному науковому виданні та 4 у матеріалах науково-практичних (технічних) конференцій.

Апробація результатів дисертації. Результати дисертаційної роботи оприлюднені, висвітлені, обговорені та отримали позитивне схвалення на: - наукових семінарах Львівського державного університету безпеки життєдіяльності ДСНС України (м. Львів, 2013-2017 роки); - II-й Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи» (м. Львів, 2015 рік); - Міжнародній науково-практичній конференції «Пожежна та техногенна безпека. Теорія, практика, інновації» (м. Львів, 2016 рік); - 16-й Всеукраїнській науково-практичній конференції рятувальників (м. Київ, 2016 рік); - IV-й Міжнародній науково-практичній конференції «Надзвичайні ситуації: безпека та захист» (м. Львів, 2016 рік).

Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертації

Автореферат за структурою та змістом відповідає основним положенням дисертації. У тексті автореферату відображено основні положення, зміст, результати і висновки дисертаційного дослідження. Зміст автореферату та основні положення дисертації є ідентичними.

До змісту дисертації є такі зауваження:

1. Перший розділ роботи перенасичений інформацією, щодо прикладів пожеж та класифікації нормативно-правових актів з питань пожежної безпеки.

2. У розділі 4.1.2.1 допущено помилку щодо посилань на рисунки 4.7 та 4.8.

3. У розділі 5.1 не наведено обґрунтувань, на підставі чого фактор протипожежних заходів S_3 прийнято рівним 5.41.

4. Не наведено достатньої аргументації чому для гасіння олій застосовувались водна вогнегасна речовина запропонованого хімічного складу.

5. Доцільно б було провести полігонні випробування з визначення ефективності застосування досліджуваних в роботі вогнегасних речовин при гасінні модельних вогнищ класу А.

Загальний висновок

Наведені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи. Зміст автореферату ідентичний до основних положень дисертації. Дисертаційна робота за темою «**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ ОЛІЙНО-ЖИРОВОГО ВИРОБНИЦТВА**», подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека, є завершеною, самостійно підготовленою кваліфікаційною науковою працею. В ній стримано нові науково обґрунтовані та практично цінні результати, що вирішують актуальне наукове завдання розкриття особливостей впливу чинників на процеси самонагрівання та самозагоряння подрібненого насіння олійних культур, ефективність флегматизування азотом технологічних об'ємів з газовими горючими середовищами із наявністю гексанового розчинника та повітря, а також на процеси припинення горіння рослинних олій у разі застосування вогнегасних речовин різного виду.

Дисертація відповідає паспорту спеціальності, за якої вона захищається, а також вимогам «Порядку присудження наукових ступенів...», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 року із змінами, а її автор, **Федоровський Вадим Вікторович**, заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека.

Офіційний опонент

доктор технічних наук,
старший науковий співробітник,
професор кафедри екологічного
аудиту та експертизи
Державної екологічної академії
післядипломної освіти та управління
Мінприроди України



А.В. Антонов

*Після докторської роботи, канд.
тех. наук, професор кафедри екологічного
аудиту та експертизи ДДА
засвідчує
членом експертної групи ДДА
к.ф.м.н., доцент*

М.З. Павлашеник