

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

ФЕДОРОВСЬКИЙ ВАДИМ ВІКТОРОВИЧ



УДК 614.841.34

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ
ОЛІЙНО-ЖИРОВОГО ВИРОБНИЦТВА**

21.06.02-пожежна безпека

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Львів-2018

Дисертацією є рукопис

Робота виконана у Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності ДСНС України

Науковий керівник: кандидат технічних наук **Веселівський Роман Богданович**, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності ДСНС України, доцент кафедри цивільного захисту та комп'ютерного моделювання екогеофізичних процесів

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, старший науковий співробітник **Антонов Анатолій Васильович**, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, професор кафедри екологічного аудиту та експертизи

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник **Ніжник Вадим Васильович**, Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, начальник науково-дослідного центру технічного регулювання

Захист відбудеться «27» квітня 2018 року о 14⁰⁰ на засіданні спеціалізованої вченої ради К 35.874.01 у Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності ДСНС України за адресою: 79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Львівського державного університету безпеки життєдіяльності ДСНС України за адресою: 79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35.

Автореферат розісланий 27 березня 2018 року

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
к.т.н., доцент



В.М. Баланюк

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. 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.

За статистичними даними за період з 2010 по 2017 рр. на підприємствах олійно-жирового виробництва виникло 119 пожеж, які завдали матеріальних збитків на понад 32 млн гривень.

Для успішного функціонування будь-яких промислових підприємств, у тому числі і олійно-жирового виробництва, обов'язковою умовою є забезпечення належного рівня їх пожежної безпеки. Підвищена пожежна небезпека таких підприємств притаманна технологічним процесам сушіння та кондиціонування насіння, під час яких, за певних умов, може відбуватись його самонагрівання і самозагоряння, а також процесам екстракції олії з наявністю технологічних об'ємів із вибухопожежонебезпечним гексаноповітряним горючим середовищем.

Дослідженню процесів самонагрівання та самозагоряння речовин та матеріалів присвячено роботи Вогмана Л.П., Ольшанського В.П., Ларіна О.М., Муравйова С.Д., Кріси І.Я., Откідача Д.М., Зав'ялової О.Л. та інших. Дослідженням з розроблення та технологій застосування вогнегасних речовин присвячено роботи Баратова А.М., Пашковського П.С., Копилова М.П., Жартовського В.М., Антонова А.В., Костенка В.К., Ковалишина В.В., Сізікова О.О., Баланюка В.М., Дунюшкіна В.О., Корольченка О.Я., Шароварникова В.Ф., Боровикова В.О., Цапка Ю.В., Орла В.П., Агафонова В.В., Огурцова С.Ю., Абрамова Ю.О., Кіреєва О.О., Ніжника В.В. та інших. Однак, слід відзначити, що в їхніх працях не повною мірою досліджено 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 є виконавцем.

Ідея роботи полягає у підвищенні ефективності систем забезпечення пожежної безпеки підприємств олійно-жирового виробництва шляхом флегматизування технологічних об'ємів з наявністю газових горючих середовищ та застосування тонкорозпиленних струменів водної вогнегасної речовини комбінованої дії в системах протипожежного захисту з визначеними параметрами.

Мета досліджень 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, а також на процеси припинення горіння рослинних олій у разі застосування вогнегасних речовин різного виду.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі **задачі**:

- проаналізувати сучасний стан систем забезпечення пожежної безпеки підприємств олійно-жирового виробництва під час переробки насіння олійних культур та виявити шляхи їх підвищення;

- розробити методіку проведення експериментальних досліджень з виявлення впливу чинників на процеси самонагрівання та самозагоряння подрібненого насіння олійних культур;

- провести експериментальні дослідження з виявлення впливу чинників на процеси самонагрівання та самозагоряння подрібненого насіння олійних культур (сояшник, ріпак, соя);

- провести експериментальні дослідження з обґрунтування умов флегматизування азотом технологічних об'ємів з газовими горючими середовищами системи «нефрас П1-63/75-повітря»;

- розробити методіку та провести експериментальні дослідження з виявлення впливу виду вогнегасних речовин на процеси припинення горіння рослинних олій;

- розробити рекомендації з підвищення ефективності систем забезпечення пожежної безпеки підприємств олійно-жирового виробництва.

Об'єкт дослідження – процеси самонагрівання та самозагоряння подрібненого насіння олійних культур (ріпак, соя, сояшник) 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.

Предмет 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.

Методи дослідження. В роботі було використано комплексний метод дослідження, 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. Під час проведення експериментальних досліджень застосовувалось метрологічно атестоване обладнання та повірені засоби вимірювання. Обробка результатів досліджень здійснювалась із використанням програмного забезпечення Microsoft Office Excel.

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 ПІ-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 ($S, \text{м}^2$) 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 samozagorannya;

- встановлено, що за об'ємної концентрації азоту не нижче 43,0 % відбувається флегматизування газоповітряної суміші в системі «пари нефрасу ПП-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.

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. Подання 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. Подання 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 samozagorannya подрібненого насіння олійних культур, враховуючи їх питому поверхню ($\lg S$) і проміжок часу до виникнення samozagorannya ($\lg \tau$) 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.

Особистий внесок здобувача у роботах, опублікованих за співавторства, полягає у самостійному проведенні аналізу причин виникнення пожеж на підприємствах олійно-жирового виробництва, технологічних процесів, які становлять підвищену пожежну небезпеку, визначенні чинників, що сприяють виникненню процесів самонагрівання та samozagorannya подрібненого насіння олійних культур [1,6]. Здобувачем проведено експериментальні дослідження з виявлення впливу чинників на процеси самонагрівання та samozagorannya подрібненого насіння олійних культур [2,7]. У роботах [3,4,8] здобувач особисто встановив залежності логарифма температури samozagorannya від логарифма питомої поверхні і логарифма часу до samozagorannya подрібненого насіння олійних культур; у роботах [5,9] він особисто провів експериментальні дослідження впливу чинників на температури спалаху та займання рослинної олії.

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).

Публікації. 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.

Структура і обсяг дисертації. Робота складається із анотації, вступу, п'яти розділів, переліку використаних джерел та 3 додатків. Матеріали дисертаційної роботи викладені на 202 сторінках друкованого тексту, ілюстрації включають 52 рисунки, 35 таблиць. Список використаних джерел складається з 123-х найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми дисертаційної роботи, висвітлена ідея роботи, сформульована мета і визначені задачі дослідження, представлено об'єкт, предмет та методи досліджень, наведені положення наукової новизни та практичного значення роботи, здобуті в процесі дослідження, описано форми їх апробації.

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.

Незважаючи на результати наукових досягнень, підвищення ефективності систем забезпечення пожежної безпеки підприємств олійно-жирового виробництва і надалі є актуальною науково-технічною задачею.

За результатами аналізу літературних джерел та наукових праць сформульовані мета і задачі досліджень.

У другому розділі представлено методологію проведення дисертаційних досліджень, схематичне зображення якої наведено на рисунку 1.



Рисунок 1 - Схематичне зображення методології проведення дисертаційних досліджень

Експериментальні дослідження температури займання та температури самозаймання зразків ріпаку, сої та соняшника проводились відповідно до ГОСТ 12.1.044-89, на установці ОТП.

Дослідження умов теплового самозагоряння виконувались у електричній сушильній шафі 2В-151, місткістю робочої камери не менше 40 дм³ з терморегулятором, що дає змогу підтримувати постійну температуру від 60 до 250 °С з похибкою ± 3 °С.

Для проведення експериментів виготовлено кошики кубічної або циліндричної форми висотою 35, 50, 70, 100, 140 мм (по 10 шт. кожного розміру) з корозійностійкого металу із кришками.

Схема розташування термопар для дослідження умов теплового самозагоряння подрібненого насіння олійних культур представлена на рисунку 2.

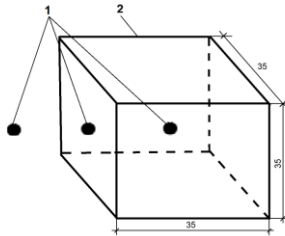


Рисунок 2 - Схема розташування термопар у зразку де 1 – термопари, 2 – кошик для досліджень

Для експериментальних досліджень процесів самонагрівання та самозагоряння подрібненого насіння олійних культур методом термогравіметричного аналізу використано дериватограф Q-1500D системи “Паулік - Паулік - Ердей” з реєстрацією аналітичного сигналу втрати маси та теплових ефектів за допомогою комп’ютера. Дослідження здійснювали в динамічному режимі зі швидкістю нагрівання $5^{\circ}\text{C}/\text{хв}$ в атмосфері повітря.

При оцінці вогнегасної ефективності вогнегасних речовин як модельне вогнище використовували зварне сталеве циліндричне деко, яке відповідає модельному вогнищу пожежі класу 8В. У це деко, з висотою борта 250 мм, діаметром 560 мм і товщиною стінки 4 мм заливалося 8 літрів досліджуваної олії. Тривалість вільного горіння після займання олії становила не менше 60 с.

Схема вогневих випробувань з визначення порівняльної вогнегасної здатності вогнегасних речовин представлена на рисунку 3.

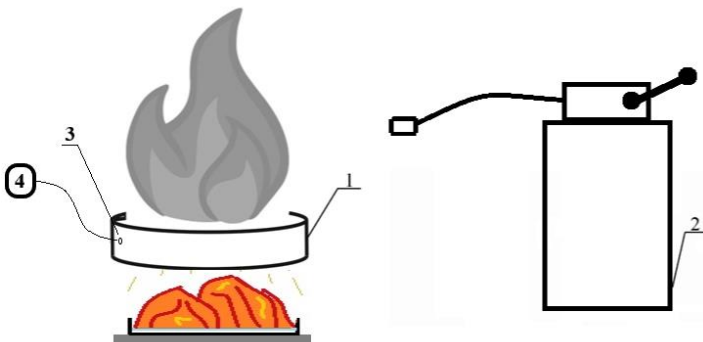


Рисунок 3 - Схема вогневих випробувань з визначення вогнегасної ефективності вогнегасних речовин для гасіння рослинної олії де 1 – модельне вогнище пожежі класу В; 2 – вогнегасник; 3 – термопара; 4 – прилад для контролю температури

Згідно з вимогами ISO 7165:2009(Є) для тестування (оцінювання ефективності застосування) вогнегасних речовин під час припинення горіння рослинних олій, які, згідно з цим нормативним документом, відносяться до класу пожежі F, застосовували відповідне модельне вогнище 5F, схематичне зображення якого наведено на рисунку 4.

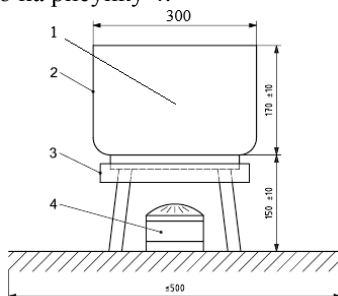


Рисунок 4 - Схематичне зображення модельного вогнища 5F

де 1 – циліндрична металева ємність внутрішнім діаметром 300 мм і висотою 170 ± 10 мм; 2 – стінки циліндричної ємності товщиною 2 мм; 3 – підставка для циліндричної ємності; 4 – підігрівач

Для визначення здатності до горіння та встановлення вибухонебезпечної концентрації парів гексанового розчинника (нефрас П1-63/75), а також для визначення впливу азоту на флегматизувальну ефективність гексаноповітряного середовища, використано установку «Вибуховий циліндр», яка складається з товстостінної скляної циліндричної посудини з джерелом запалювання в ній.

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 завдяки наявності органічних розчинників з температурами кипіння $63 \dots 75$ °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 з руйнуванням 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.

У 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 ПП-63/75-повітря», а також – на процеси припинення горіння рослинних олій у разі застосування вогнегасних речовин різного виду.

Відібране на ПП «Оліяр» насіння ріпаку, сої та соняшнику було подрібнено в електричній кавомолці та з використанням сит відсіяно по три фракції кожного виду насіння I) $> 1 < 2$ мм; II) $> 0,45 < 1$ мм; III) $> 0,1 < 0,45$ мм, вологість усіх зразків була в межах 7,5-8,0%.

Усереднені результати експериментальних досліджень з виявлення впливу дисперсності на температуру займання подрібненого насіння олійних культур представлені у таблиці 1.

Таблиця 1 - Усереднені результати експериментальних досліджень з виявлення впливу дисперсності на температуру займання подрібненого насіння олійних культур різної дисперсності

Назва зразка, дисперсність, мм	Температура займання, °C	Результати дослідження
Ріпак, фракція $> 0,1 < 0,45$	323 ± 2 °C	займання
Ріпак, фракція $> 0,45 < 1$	322 ± 2 °C	займання
Ріпак, фракція $> 1 < 2$	320 ± 2 °C	займання
Соя, фракція $> 0,1 < 0,45$	293 ± 2 °C	займання
Соя, фракція $> 0,45 < 1$	293 ± 2 °C	займання
Соя, фракція $> 1 < 2$	293 ± 2 °C	займання
Соняшник, фракція $> 0,1 < 0,45$	221 ± 2 °C	займання
Соняшник, фракція $> 0,45 < 1$	222 ± 2 °C	займання
Соняшник, фракція $> 1 < 2$	222 ± 2 °C	займання

Аналіз результатів експериментальних досліджень свідчить, що температури займання подрібненого насіння ріпаку, сої та соняшника для фракцій від 1-го до 2-х мм; від 0,45 до 1-го мм; від 0,1 до 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, що температури самозаймання подрібненого насіння ріпаку, сої та соняшника для фракцій від 1-го до 2-х мм; від 0,45 до 1-го мм; від 0,1 до 0,45 мм не змінюються і мають значення 345 °C; 415 °C та 365 °C відповідно.

Для визначення залежності умов теплового самозагоряння від дисперсності подрібненого насіння ріпаку, було проведено експерименти з насінням дисперсністю $> 1 < 2$ мм, $> 0,45 < 1$ мм та $> 0,1 < 0,45$ мм.

Для кожної дисперсності було визначено температуру, яка свідчить про самозагоряння зразка та час, за який відбулось це самозагоряння.

Результати експериментальних досліджень з визначення умов теплового самозагоряння ріпакового насіння різної дисперсності в кошиках 35x35, 50x50, 70x70, 100x100, 140x140 мм представлені у таблиці 2.

Таблиця 2 - Результати експериментальних досліджень параметрів умов теплового самозагоряння подрібненого насіння ріпаку різної дисперсності

Розмір кошика	Температура у термостаті, °С	Тривалість випробування, год	Результат
Дисперсність $> 1 < 2$ мм			
35x35	170	4,1	самозагоряння
50x50	130	5,8	самозагоряння
70x70	120	7,9	самозагоряння
100x100	115	19,5	самозагоряння
140x140	110	28,4	самозагоряння
Дисперсність $> 0,45 < 1$ мм			
35x35	165	4,4	самозагоряння
50x50	125	11,7	самозагоряння
70x70	115	23,2	самозагоряння
100x100	110	39,6	самозагоряння
140x140	105	49,2	самозагоряння
Дисперсність $> 0,1 < 0,45$ мм			
35x35	160	5,3	самозагоряння
50x50	120	11,8	самозагоряння
70x70	110	23,5	самозагоряння
100x100	105	32,4	самозагоряння
140x140	100	40,6	самозагоряння

Відповідно до проведених експериментальних випробувань, будемо графіки залежності логарифма температури самозагоряння ріпакового насіння від логарифма питомої поверхні і логарифма часу до самозагоряння, які описуються рівняннями прямої лінії $\lg t_c = A_p + n_p \lg S$ та $\lg t_c = A_v - n_v \lg \tau$. Отримані залежності, що враховують дисперсність подрібненого насіння ріпаку, представлено на рисунках 5 та 6.

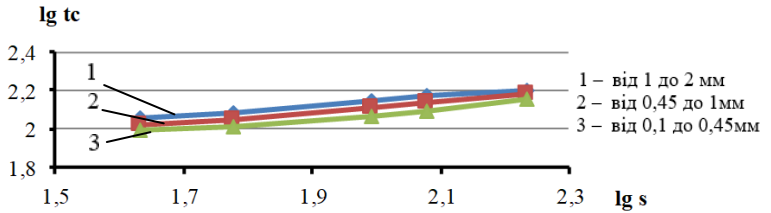


Рисунок 5 - Графіки залежності логарифма температури самозаймання від логарифма питомої поверхні для зразка ріпакового насіння залежно від його дисперсності

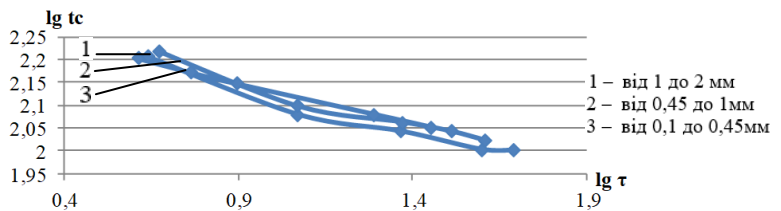


Рисунок 6 - Графіки залежності логарифма температури самозагоряння від логарифма часу до самозагоряння для зразка ріпакового насіння залежно від його дисперсності

Таким самим методом отримано залежності логарифма температури самозагоряння від логарифма питомої поверхні та залежності логарифма температури самозагоряння від логарифма часу до самозагоряння для зразків подрібненого насіння сої та соняшнику.

Провівши експериментальні дослідження з визначення залежності умов теплового самозагоряння від дисперсності подрібненого насіння олійних культур визначено коефіцієнти для фракцій $> 1 < 2$ мм; $> 0,45 < 1$ мм; $> 0,1 < 0,45$ мм, їх значення наведені у таблиці 3.

Таблиця 3 - Коефіцієнти для визначення залежності температури теплового самозагоряння від питомої поверхні зразків подрібненого насіння олійних культур та тривалості до їх самозагоряння

Коефі- цієнти	Ріпак			Соя			Соняшник		
	Дисперсність, мм								
	$>1<2$	$>0,45<1$	$>0,1<0,45$	$>1<2$	$>0,45<1$	$>0,1<0,45$	$>1<2$	$>0,45<1$	$>0,1<0,45$
а	1,609	1,544	1,518	1,438	1,397	1,367	1,455	1,391	1,328
в	0,269	0,276	0,284	0,388	0,407	0,413	0,347	0,472	0,398
а1	2,313	1,322	1,331	2,242	1,312	2,397	2,946	2,655	2,338
в1	0,181	0,196	0,202	0,110	0,141	0,193	0,544	0,369	0,195

Термічний аналіз зразків подрібненого насіння олійних культур ріпаку, сої та соняшнику проводили в атмосфері повітря, а потім найменш термостійкого з досліджуваних видів насіння в атмосфері азоту.

Результати досліджень подрібненого насіння ріпаку, сої та соняшнику дисперсністю $> 0,45 < 1\text{мм}$ представлені у вигляді термограм на рисунках 7-9.

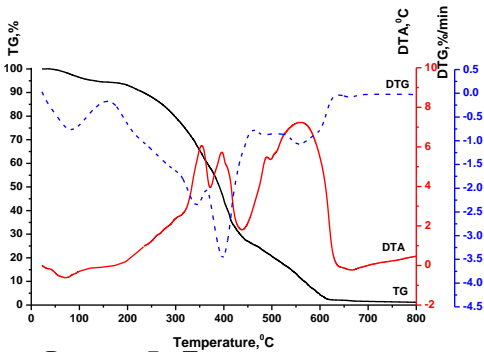


Рисунок 7 - Термограма зразка подрібненого насіння соняшника фракції $> 0,45 < 1\text{мм}$

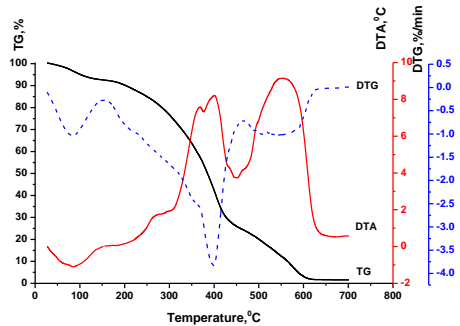


Рисунок 8 - Термограма зразка подрібненого насіння ріпаку фракції $> 0,45 < 1\text{мм}$

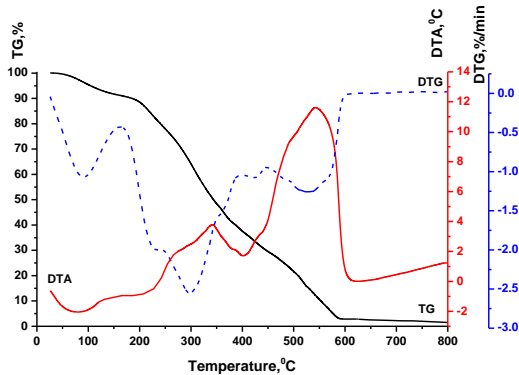


Рисунок 9 - Термограма зразка подрібненого насіння сої фракції $> 0,45 < 1\text{мм}$

З аналізу термограм встановлено, що ріпак має найменшу термічну стійкість. Поява помітного ендоефекту за температури 300°C , на який накладається екзоэффект, починаючи з температури 235°C , свідчить про інтенсивність протікання процесів піролізу (відщеплення легких продуктів) в цьому зразку. Наявність найбільш інтенсивного екзотермічного ефекту на кривій DTA зразка ріпака, з максимумом за температури 400°C , свідчить про найбільш інтенсивне полуменеве горіння зразка.

Наступним було досліджено вплив дисперсності насіння ріпаку на його термічну стійкість. Визначено, що ступінь подрібнення зразків суттєво не впливає на температуру початку їх термоокиснювальної деструкції. Однак, процеси полумєневого горіння продуктів піролізу в зразку з вищим ступенем дисперсності протікають більш інтенсивно.

Надалі було досліджено термічну стійкість зразка ріпаку дисперсністю від 0,45 до 1 мм в атмосфері азоту.

Результати представлено у вигляді термограм на рисунку 10.

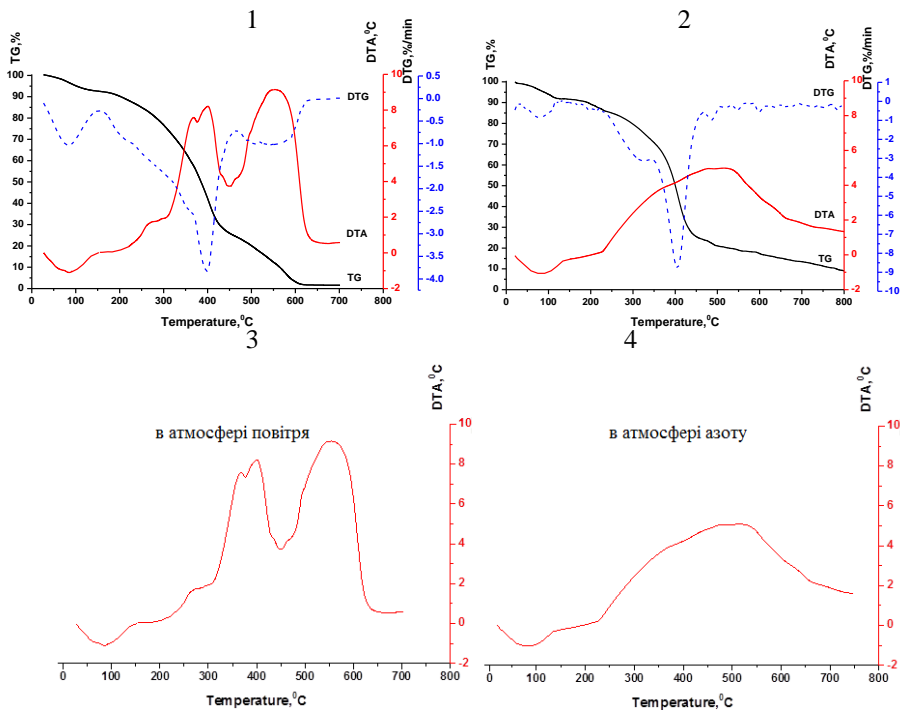


Рисунок 10 - Термограми зразка подрібненого насіння ріпаку фракції від від 0,45 до 1 мм

де: 1 - повітряне середовище; 2 - газове середовище азоту; 3,4 - порівняння кривих диференційного термічного аналізу (DTA)

З порівняння кривих DTA видно, що екзотермічні ефекти в атмосфері азоту є менш інтенсивними та зміщуються в область вищих температур, що свідчить про флегматизування газового горючого середовища, утвореного леткими продуктами піролізу подрібненого ріпакового насіння.

Для проведення досліджень ефективності гасіння горючих рідин – продуктів переробки насіння олійних культур – було використано рослинну олію з насіння ріпака, сої та соняшника, що були відібрані на ПП «Оліяр».

Гасіння рослинних олій здійснювали діоксидом карбону, вогнегасним АВС-порошком, піною низької кратності та водною вогнегасною речовиною комбінованої дії, що подавалась на гасіння тонкорозпилимим струменем.

За результатами експериментальних досліджень в полігонних умовах із застосуванням модельних вогнищ класу В та F встановлено, що найбільш ефективною з досліджених вогнегасних речовин, є водна вогнегасна речовина з вмістом піноутворювача Барс АFFF-1, бікарбонату калію (поташу) та модифікувальної добавки, яка забезпечує ефективне гасіння в умовах випробувань на модельному вогнищі класу F всіх досліджених рослинних олій у разі подавання її тонкорозпилимим струменем за інтенсивності подавання $0,09 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1}$ з автоматичної системи водяного пожежогасіння модульного типу (рисунок 11).

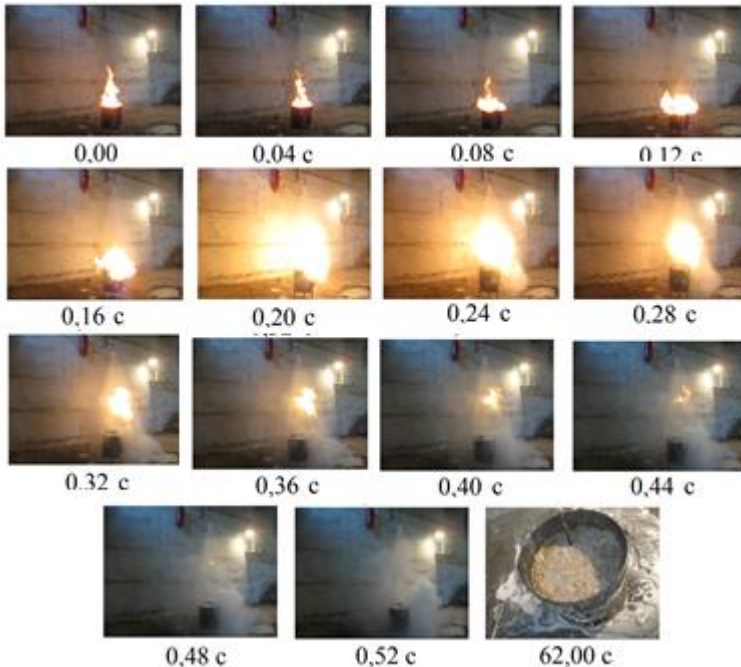


Рисунок 11 - Розкадровка процесу припинення горіння соняшникової олії у модельному вогнищі класу F під час подавання тонкорозпиленого струменя водної вогнегасної речовини комбінованої дії з вмістом піноутворювача типу АFFF-1 (від 0,2 до 6,0 % мас), бікарбонату калію (від 3,0 до 30,0 %, мас) та модифікувальної добавки (від 0,0 до 0,6 % мас) з автоматичної системи водяного пожежогасіння.

Із наведеної розкадровки видно, що повне припинення горіння відбувається менше ніж за 1 с з моменту подавання вогнегасної речовини, після припинення подавання вогнегасної речовини на 62 с спостерігається шар піни, який ізолює поверхню горіння від повітря.

Також наведено результати експериментальних досліджень з виявлення впливу газового середовища на ефективність флегматизування горючого середовища в технологічних об'ємах з наявністю подрібненого насіння олійних культур.

На рисунку 12 представлено графіки залежності зміни температури всередині кошика із зразком подрібненого насіння ріпаку дисперсністю $> 0,1 < 0,45$ мм (розмір кошика 35x35 мм) в атмосфері повітря та в атмосфері азоту.

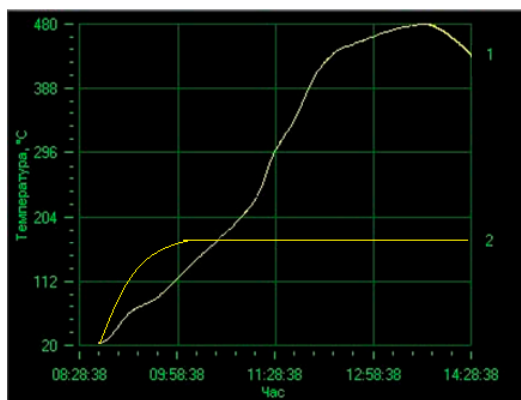


Рисунок 12 - Графіки залежності зміни температури всередині кошика розміром 35x35 мм із зразком подрібненого насіння ріпаку дисперсністю $> 0,1 < 0,45$ мм за середньооб'ємної температури в термошафі 160 °C
де 1 – в атмосфері повітря; 2 – в атмосфері азоту

Як видно з аналізу термограми (рисунок 12) азотне середовище припиняє процес самонагрівання зразка та запобігає самозагорянню подрібненого насіння ріпаку.

Наступним етапом було проведення досліджень процесів флегматизування пароповітряного горючого середовища в технологічних об'ємах з наявністю небезпечної концентрації парів гексанового розчинника.

За результатами експериментальних досліджень, встановлено, що область вибухопожежонебезпечних концентрацій парів гексанового розчинника, який використовується у технологічному процесі цеху екстракції олії на підприємстві олійно-жирового виробництва, розташована в межах 0,04-0,18 г/дм³.

Результати проведених експериментів ефективності флегматизування представлені у таблиці 4.

Таблиця 4 - Усереднені результати експериментальних досліджень процесів флегматизування азотом газового горючого середовища в системі «пари нефрасу П1-63/75-повітря»

Об'ємна концентрація флегматизатора (азот), %	Результати випробувань							
	Масова концентрація парів гексанового розчинника в об'ємі циліндра, г/дм ³							
	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18
0,0	Вибух	Вибух	Вибух	Вибух	Вибух	Вибух	Вибух	Вибух
30,0	Вибух	Вибух	Вибух	Вибух	Вибух	Вибух	Вибух	Вибух
40,0	Відмова	Відмова	Поширення полум'я	Поширення полум'я	Поширення полум'я	Відмова	Відмова	Відмова
43,0	Відмова	Відмова	Відмова	Відмова	Відмова	Відмова	Відмова	Відмова

Результати аналізу наведених в таблиці 4 експериментальних досліджень свідчать, 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.

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.

Отримані результати оцінки рівня пожежної небезпеки ПП «Оліяр» до і після запропонованих заходів наведено у таблиці 5.

Таблиця 5 - Результати оцінювання пожежної небезпеки ПП «Оліяр» удосконаленим методом Гретенера до і після запропонованих за результатами дисертаційних досліджень протипожежних заходів

Фактори небезпеки	Значення факторів небезпеки для об'єктів протипожежного захисту	
	Олійно-пресовий цех	Цех екстракції
Значення пожежної небезпеки «П»:		
допустиме значення	1,3	1,3
за фактом	1,86	1,43
за результатами впровадження продувки внутрішніх технологічних об'ємів азотом	1,11	0,85
коефіцієнт підвищення ефективності	1,67	1,68

Значення рівня пожежної небезпеки «РП»		
допустиме значення	1,3	1,3
за фактом	2,03	1,56
за результатами впровадження продукви внутрішніх технологічних об'ємів азотом	1,21	0,9
коефіцієнт підвищення ефективності	1,65	1,73

Таким чином, впровадження запропонованої продукви азотом внутрішніх об'ємів кондиціонерів і жаровні олійно-пресового цеху та екстрактора і тостера цеху екстракції для запобігання самозагоряння подрібненого насіння олійних культур та флегматизування газового горючого середовища системи «нефрас П1-63/75-повітря» призводить до зниження пожежної небезпеки і підвищення рівня забезпечення пожежної безпеки ПП «Оліяр» в 1,7 раза.

ВИСНОВКИ

В дисертаційній роботі, яка є завершеною науковою працею, представлено розв'язання актуального наукового 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. При цьому отримано наукові та практичні результати, які наведено нижче.

1. За результатами аналізу статистики пожеж та сучасного стану систем забезпечення пожежної безпеки підприємств олійно-жирового виробництва висунуто ідею, що шляхами підвищення ефективності систем забезпечення пожежної безпеки зазначених підприємств є флегматизування технологічних об'ємів з наявністю горючих середовищ та застосування тонкорозпилених струменів водної вогнегасної речовини комбінованої дії в системах протипожежного захисту з визначеними параметрами, які враховують особливості впливу чинників на процеси самонагрівання та самозагоряння подрібненого насіння олійних культур, ефективність флегматизування азотом технологічних об'ємів з газовими горючими середовищами.

2. За результатами експериментальних досліджень встановлено, що температури займання подрібненого насіння ріпаку, сої та соняшнику мають значення 322 ± 2 °C; 293 ± 2 °C та 222 ± 2 °C, а їх температури самозаймання 345 °C; 415 °C та 365 °C і не залежать від дисперсності насіння у діапазоні фракцій від 1-го до 2-х мм; від 0,45 до 1-го мм; від 0,1 до 0,45 мм.

3. Встановлено, що температури (t_c , °C) за яких відбувається теплове самозагоряння подрібненого насіння ріпаку, сої та соняшнику залежать від

його дисперсності враховуючи питому поверхню зразків (S, м²) подрібненого насіння та тривалість до їх samozагоряння (τ, хв) в межах 10-15°C для зразків насіння фракцій > 1 < 2 мм, >0,45<1 мм, > 0,1 < 0,45 мм. Визначено умови теплового samozагоряння, 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, a₁, b₁ для зразків подрібненого насіння ріпаку, сої та соняшнику фракцій > 1 < 2 мм; > 0,45 < 1 мм; > 0,1 < 0,45 мм, значення їх відповідно:

Коефі- цієнти	Ріпак			Соя			Соняшник		
	Дисперсність, мм								
	>1<2	>0,45<1	>0,1<0,45	>1<2	>0,45<1	>0,1<0,45	>1<2	>0,45<1	>0,1<0,45
a	1,609	1,544	1,518	1,438	1,397	1,367	1,455	1,391	1,328
b	0,269	0,276	0,284	0,388	0,407	0,413	0,347	0,472	0,398
a ₁	2,313	1,322	1,331	2,242	1,312	2,397	2,946	2,655	2,338
b ₁	0,181	0,196	0,202	0,110	0,141	0,193	0,544	0,369	0,195

5. 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 °С відбуваються ендотермічні процеси, які супроводжуються втратою маси зразків. Термічна деструкція зразків супроводжується швидкою втратою маси і починається за температур 235 – 245 °С. У температурному діапазоні від 235 °С до 459 °С відбуваються екзотермічні окиснювальні процеси, які завершуються полуменим горінням продуктів деструкції, а за температурного діапазону від 406 °С до 459 °С 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 полуменивого горіння продуктів піролізу в зразку з вищим ступенем дисперсності протікають більш інтенсивно, а згоряння карбонізованого залишку зразка вищого ступеня подрібнення супроводжується більшим виділенням теплоти.

6. 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 samozагоряння подрібненого насіння.

7. Встановлено, що за об'ємної концентрації азоту не нижче 43,0 % відбувається флегматизування газоповітряної суміші в системі «пари нефрасу ПІ-63/75 - повітря» в усьому діапазоні її вибухопожежонебезпечних концентрацій, тобто перетворення такого газового горючого середовища на негорюче.

8. За результати експериментальних досліджень ефективності гасіння горючих рідин – продуктів переробки насіння олійних культур вогнегасними речовинами встановлено, що з досліджених вогнегасних речовин діоксид карбону не забезпечує ефективного гасіння, що може бути пояснено 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 АFFF-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 АFFF-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. Така вогнегасна речовина та технологія її застосування рекомендована до використання в системі забезпечення пожежної безпеки олійно-жирового виробництва у якості зарядів переносних вогнегасників, а також автоматичних систем пожежогасіння.

9. Удосконалено метод Гретенера оцінювання пожежної небезпеки підприємства шляхом урахування особливостей його експлуатації та застосуванням 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'єктів.

10. Із застосуванням удосконаленого методу Гретенера встановлено, що запропоновані системи протипожежного захисту, що впроваджені на ПП «Оліяр», зокрема, система пожежогасіння азотом внутрішнього об'єму технологічного обладнання олійно-пресового цеху (жаровня і три кондиціонери) та система пожежогасіння азотом внутрішнього об'єму технологічного обладнання екстракційного цеху (екстрактор та тостер) підвищують рівень пожежної безпеки та знижують пожежну небезпеку у середньому в 1,7 раза.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ЗДОБУВАЧЕМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Федоровський В.В., Петровський В.Л. Експериментальне визначення умов теплового самозаймання ріпакової маси. *Пожежна безпека: Збірник наукових праць*. ЛДУ БЖД. Львів, 2016. №28. С. 121–126.
2. Федоровський В.В., Веселівський Р.Б., Лозинський А.Т. Експериментальне визначення температур займання та самозаймання подрібненого насіння олійних культур. *Пожежна безпека: Збірник наукових праць*. Львів, 2016. №29. С. 149–153.
3. Федоровський В.В., Веселівський Р.Б. Підходи до визначення температур спалаху та займання горючих рідин. *Цивільний захист та пожежна безпека*. Науковий вісник. Київ, 2016. №2(2). С. 49–53.
4. Федоровський В.В., Веселівський Р.Б. Пожежна небезпека процесів підготовки сировини підприємств олійно-жирового виробництва. *Науковий вісник НЛТУ*. Збірник науково-технічних праць. Львів, 2017. №27(1). С. 178–181.
5. Федоровский В.В., Веселивский Р.Б. Экспериментальное исследование условий теплового самовозгорания измельченных семян масличных культур. *Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: научно-технический журнал*. – Минск: НИИ ПБнЧС РБ, 2017. – № 1(41). – С. 110-116.
6. Федоровський В.В. Техногенна та пожежна небезпека підприємств олійно-жирового виробництва. Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи: матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. Львів, 2015.
7. Федоровський В.В., Петровський В.Л. Експериментальне дослідження температури спалаху та займання ріпакової олії. Пожежна та техногенна безпека. Теорія, практика, інновації: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Львів, 2016.
8. Федоровський В.В., Петровський В.Л. Умови теплового самозаймання соєвої маси. 16-а Всеукраїнська науково-практична конференція рятувальників: матеріали 16-ї Всеукр. наук.-практ. конф. Київ, 2016.
9. Федоровський В.В. Умови теплового самозаймання ріпакової маси. Надзвичайні ситуації: безпека та захист: матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф. Черкаси, 2016.

АНОТАЦІЯ

Федоровський В.В. Підвищення ефективності систем забезпечення пожежної безпеки підприємств олійно-жирового виробництва. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 21.06.02 - пожежна безпека. – Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Львів. 2018.

Дисертація присвячена вирішенню актуальної науково-технічної задачі обґрунтування підвищення ефективності систем забезпечення пожежної безпеки підприємств олійно-жирового виробництва, шляхом розкриття 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.

Встановлено залежність температури теплового самозагоряння (t_c , °C) від питомої поверхні зразків (S_{m-1}) подрібненого насіння олійних культур та тривалості до їх самозагоряння ($\tau, xв$) враховуючи їх дисперсність, які описуються логарифмічними залежностями з відповідними визначеними коефіцієнтами для подрібненого насіння ріпаку, сої та соняшнику $\lg t_c = a + v \cdot \lg S$, $\lg t_c = a1 + v1 \lg \tau$. Визначено коефіцієнти для зразків подрібненого насіння олійних культур фракцій $> 1 < 2$ мм; $> 0,45 < 1$ мм; $> 0,1 < 0,45$ 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.

Визначено, що за об'ємної концентрації азоту не нижче 43,0 % відбувається флегматизування газоповітряної суміші в системі «пари нефрасу ПІ-63/75 - повітря» в усьому діапазоні вибухопожежонебезпечних концентрацій.

Для підприємств олійно-жирового виробництва розроблено рекомендації з підвищення ефективності систем забезпечення пожежної безпеки під час переробки насіння олійних культур.

Ключові слова: пожежна безпека, олійно-жирове виробництво, процеси самонагрівання та самозагоряння, пожежа, технологічний об'єм, гасіння, флегматизування, газове горюче середовище, вогнегасна речовина.

АННОТАЦИЯ

Федоровский В.В. Повышение эффективности систем обеспечения пожарной безопасности предприятий масложирового производства. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук (доктора философии) по специальности 21.06.02 - пожарная безопасность. – Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности, Львов. 2018.

Диссертация посвящена решению актуальной научно-технической задачи обоснования повышения эффективности систем обеспечения пожарной безопасности предприятий масложирового производства, путем раскрытия особенностей влияния факторов на процессы самонагрева и самовозгорания измельченных семян масличных культур, эффективность

флегматизирования азотом технологических объемов с газовыми горючими средами, а также на процессы прекращения горения растительных масел в случае применения огнетушащих веществ различного вида.

Объектом исследования в работе были процессы самонагрева и самовозгорания измельченных семян масличных культур (рапс, соя, подсолнечник) на предприятиях масложирового производства, флегматизирование технологических объемов с гексановоздушной горючей средой, а также процессы прекращения горения растительных масел в случае применения огнетушащих веществ различного вида.

Установлена зависимость температуры теплового самовозгорания (t_c , °C) от удельной поверхности образцов (S , м⁻¹) измельченных семян масличных культур и продолжительности к их самовозгоранию (τ , мин) учитывая их дисперсность, которые описываются логарифмическими зависимостями с соответствующими определенными коэффициентами для измельченных семян рапса, сои и подсолнечника $\lg t_c = a + v \cdot \lg S$, $\lg t_c = a1$ и $v1 \cdot \lg \tau$. Определены коэффициенты для образцов измельченных семян масличных культур фракций $> 1 < 2$ мм; $> 0,45 < 1$ мм; $> 0,1 < 0,45$ мм.

Установлено, что в технологическом объеме с наличием измельченных семян масличных культур любой дисперсности азотная газовая среда, в отличие от воздушной, прекращает процесс самонагрева и предотвращает его самовозгорание.

Определено, что при объемной концентрации азота не ниже 43,0% происходит флегматизирование газозвушной смеси в системе «пары нефраса П1-63/75 - воздух» во всем диапазоне взрывопожароопасных концентраций, то есть превращение такой газовой горючей среды на негорючую. Указанное является основой использования локальной установки пожаротушения внутренних технологических объемов в системе противопожарной защиты технологического процесса получения растительного масла экстракционным способом на предприятиях масложирового производства.

Усовершенствован метод Гретенера оценки пожарной опасности предприятия путем применения предложенного значение коэффициента, который, в отличие от известного метода, учитывает одновременное наличие в системе противопожарной защиты помещения как спринклерной установки, так и локальной установки пожаротушения внутренних технологических объемов.

Практическая ценность полученных результатов заключается в использовании предложенных систем противопожарной защиты частного предприятия «Олияр» путем научно обоснованного флегматизирования азотом внутренних технологических объемов, в частности в системе пожаротушения азотом внутреннего объема технологического оборудования маслопрессового цеха и цеха экстракции.

Для предприятий масложирового производства разработаны

рекомендации по повышению эффективности систем обеспечения пожарной безопасности при переработке семян масличных культур.

Ключевые слова: пожарная безопасность, масложировое производство, процессы самонагрева и самовозгорания, пожар, технологический объем, тушение, флегматизирование, газовая горючая среда, огнетушащее вещество.

SUMMARY

Fedorovskiy V.V. Increase of fire safety efficiency systems of enterprises of oil and fat production. - The manuscript.

Dissertation for obtaining the scientific degree of the candidate of technical sciences (doctor of philosophy) in specialty 21.06.02 «Fire safety». - Lviv State University of Life Safety, Lviv. 2018.

The dissertation deals with solving the relevant scientific-technical problem — substantiation of efficiency increase of fire safety systems of oil and fat production enterprises, by revealing the peculiarities of influence factors on the processes of self-heating and auto-ignition of ground oilseeds, the efficiency of nitrogen phlegmatization of technological volumes with the gas combustible environments, as well as on the processes of plant oil burning termination in case of the use of different types of fire extinguishing agents.

The dependence of the temperature of thermal auto-ignition (t_c , °C) on the specific surface of the samples (S , m⁻¹) of the ground oilseeds and the duration of their auto-ignition (τ , min) is considered, taking into account the dispersion of the ground seeds, which are described by the logarithmic dependences with the corresponding determined coefficients for ground rapeseed, soybean and sunflower seeds $\lg t_c = a + b \cdot \lg S$, $\lg t_c = a_1 + b_1 \cdot \lg \tau$. The coefficients for samples of ground oilseeds of fractions are determined $> 1 < 2$ mm; $> 0.45 < 1$ mm; $> 0.1 < 0.45$ mm.

It was established that in the technological volume with the ground oilseeds of any dispersion the nitrogen gas environment, in contrast to air environment, stops self-heating process and prevents its auto-ignition.

It was determined that if the volumetric concentration of nitrogen is not less than 43.0%, the phlegmatization of the gas-air mixture in the system of «pair of nefras P1-63 / 75 - air» occurs in the entire range of explosive and flammable concentrations.

Recommendations for oil and fat production enterprises in order to increase the efficiency of fire safety systems during processing of oilseeds seeds have been developed.

Key words: fire safety, oil and fat production, self-heating and auto-ignition processes, fire, technological volume, extinguishing, phlegmatization, gas combustible medium, extinguishing agent.

Підписано до друку 26.03.2018 р.
Друк різнограф.
Наклад 100 прим.

Формат 60x80/16
Ум. друк. арк. 1,0
Зам. № 02/2018
