Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Федоровський Вадим Вікторович

УДК 614.841.34

ДИСЕРТАЦІЯ

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ ОЛІЙНО-ЖИРОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Спеціальність - 21.06.02 «Пожежна безпека»
Галузь знань - 261 «Пожежна безпека»

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії). Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело
_____В.В. Федоровський

Науковий керівник: **Веселівський Роман Богданович**
кандидат технічних наук

Львів – 2018

температурами кипіння 63...75 °С 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 °С; 293 ± 2 °С та 222 ± 2 °С 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,°С) за яких відбувається теплове самозагоряння подрібненого насіння ріпаку, сої та соняшнику залежать від його дисперсності враховуючи питому поверхню зразків (S, $м^{-1}$) подрібненого насіння та тривалість до їх самозагоряння (τ, 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,

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 обгрунтовано 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 B 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

4

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., Кірєєва 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.

Під час досліджень процесів самонагрівання та самозаймання насіння олійних культур та продуктів їх переробки використано методику, регламентовану ГОСТ 12.1.044-89, а також метод термічного аналізу з використанням дериватографа Q-1500D системи "Паулік - Паулік - Ердей".

Для оцінювання ефективності процесів припинення горіння рослинних олій вогнегасними речовинами застосовувались модельні вогнища класів B та F за EN-2.

Ефективність флегматизування азотом технологічних об'ємів з газовими горючими середовищами системи «нефрас П1-63/75-повітря» визначено за методом «Вибухового циліндра». Для комплексного оціюнювання пожежної небезпеки підприємства олійно-жирового виробництва, застосовано удосконалений метод Гретенера.

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

- 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.

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 кондиціювання насіння, під час яких, за певних умов, може відбуватись його самонагрівання і

АНОТАЦІЯ

Федоровський В.В. Підвищення ефективності систем забезпечення пожежної безпеки підприємств олійно-жирового виробництва. - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 21.06.02 «Пожежна безпека» (261 - Пожежна безпека). - Львівський державний університет безпеки життєдіяльності ДСНС України, Львів, 2018.

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 тонкорозпилених струменів водної вогнегасної речовини комбінованої дії в системах протипожежного захисту з визначеними параметрами.

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,°C) від питомої поверхні зразків (S, $м^{-1}$) подрібненого насіння олійних культур та тривалості до їх самозагоряння (τ, хв) враховуючи їх дисперсність, які описуються логарифмічними залежностями з відповідними визначеними коефіцієнтами для подрібненого насіння ріпаку, сої та соняшнику $\lg t_c = a + в \cdot \lg S$, $\lg t_c = a1$ і $в1 \cdot \lg \tau$. Визначено коефіцієнти для зразків подрібненого насіння олійних культур фракцій > 1 < 2 мм; > 0,45 < 1мм; > 0,1 < 0,45мм;

- встановлено, що в технологічному об'ємі з наявністю подрібненого насіння олійних культур будь-якої дисперсності азотне газове середовище, на відміну від

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 самозагоряння подрібненого насіння олійних культур [1,6]. Здобувачем проведено експериментальні дослідження з виявлення впливу чинників на процеси самонагрівання та самозагоряння подрібненого насіння олійних культур [2,7]. У роботах [3,4,8] здобувач особисто встановив залежності логарифма температури самозагоряння від логарифма питомої поверхні і логарифма часу до самозагоряння подрібненого насіння олійних культур; у роботах [5,9] він особисто провів експериментальні дослідження впливу чинників на температури спалаху та займання рослинної олії.

Апробація матеріалів дисертації:

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Федоровський В.В. Умови теплового самозаймання ріпакової маси. Надзвичайні ситуації: безпека та захист: матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф. Черкаси, 2016.

тостер), які підвищують рівень пожежної безпеки та знижують пожежну небезпеку у середньому в 1,7 раза.

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

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Опубліковані основні наукові результати 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 ПБиЧС РБ, 2017. – № 1(41). – С. 110-116.

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 обробленні їх результатів, а також у формуванні та узагальненні їх висновків.

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 тонкорозпиленим 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 олійно-пресового цеху (жаровня і три кондиціонери) та система пожежогасіння азотом внутрішнього об'єму технологічного обладнання екстракційного цеху (екстрактор та

відповідними експериментально встановленими коефіцієнтами а, в, а1, в1 для зразків подрібненого насіння ріпаку, сої та соняшнику фракцій > 1 < 2 мм; > 0,45 < 1 мм; > 0,1 < 0,45 мм, значення їх відповідно:

Коефіцієнти	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

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 ^{0}C відбуваються ендотермічні процеси, які супроводжуються втратою маси зразків. Термічна деструкція зразків супроводжується швидкою втратою маси і починається за температур 235 – 245 ^{0}C. У температурному діапазоні від 235 ^{0}C до 459 ^{0}C відбуваються екзотермічні окислювальні процеси, які завершуються полуменевим горінням продуктів деструкції, а за температурного діапазону від 406 ^{0}C до 459 ^{0}C відбувається згоряння карбонізованого залишку зразків, яке супроводжується появою інтенсивних екзоефектів.

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

«Explosion cylinder», for the complex assessment of the fire hazard of the enterprise of oil and fat production, an improved Gretener method was used.

In the first section, based on the analysis of literary sources and normative documents on the provision of fire safety during the treatment of oilseeds and products of their processing, it was discovered that the ways of improving the efficiency are taking into account the peculiarities of the processes of self-heating and auto-ignition of ground seeds of oilseeds, nitrogen phlegmation of technological volumes with their presence during the conditioning, as well as the peculiarities of the processes of plant oil burning termination in case of the use of different types of fire extinguishing agents.

Analysis of scientific papers showed that they are generally aimed at the study of methods for controlling the processes of self-heating of plant material in its storage. Also, the authors in their works reveal the effectiveness of phlegmatization of combustible gas medium by inert gases and fire extinguishing effectiveness of extinguishing agents and their applying conditions.

The second section presents the methodology of conducting dissertational researches and substantiates the application of techniques and methods of research for revealing the influence of factors on the processes of self-heating and auto-ignition of ground seeds of oilseeds, the efficiency of phlegmatization by nitrogen of technological volumes with hexane air combustion medium, and also on the processes of termination of combustion of plant oils in case of the use of extinguishing agents of different types, in particular:

- for research of fire safety indicators of oilseeds and plant oil;

- for research of self-heating and auto-ignition processes of ground oilseeds by the method of thermogravimetric analysis;

- for the assessment of the efficiency extinguishing combustible liquid-products of plant oil processing with extinguishing agents on standardized fire of classes B and F for EN-2;

- for determining of the dangerous concentration of hexane solvent vapors and conditions of phlegmatization of a gas combustible medium using the «Explosion Cylinder»;

It is proposed to use Gretener's method for estimating the fire hazard of the enterprise

protection of the room of both sprinkler installation and the local installation of fire extinction of internal technological volumes.

According to statistics for the period from 2010 to 2017, there were 119 fires in oil and fat production enterprises, the material losses of which amounted to more than 32 million hryvnias.

For the successful functioning of any industrial enterprises, including oilseed fat production, it is a prerequisite to ensure an adequate level of their fire safety. The increased fire risk of such enterprises is inherent in the technological processes of drying and conditioning of seeds, during which, under certain conditions, its self-heating and auto-ignition may occur, as well as processes for extracting oil with the presence of technological volumes with an explosive fire hexane air combustion medium.

The study of the processes of self-heating and auto-ignition of substances and materials o is analyzed in the works of Voghman L.P., Olshanskyi V.P., Larin O.M., Muravyova S.D., Kris I.Y., Otkidach D.M., Zavyalova O.L., etc. Work on the development and application of fire extinguishing materials is devoted in the studies of Bratov A.M., Pashkovskyi P.S., Kopylov M.P., Zhartovskyi V.M., Antonov A.V., Kostenko V.K., Kovalyshyn V.V., Sizikov O.O., Balanyuk V.M., Dunyushkin V.O., Korolchenko O.Y., Sharovarnykov O.F., Borovikov V.O., Tsapok Y.V., Orel V.P., Agafonov V.V., Ogurtsov S.Y., Abramov Y.O., Kireeva O.O., Nizhnyk V.V. and others. However, it should be noted that in the above-mentioned works the processes of self-heating and auto-ignition of ground oilseeds depending on their dispersion, as well as the processes of termination of combustion of vegetable oils with extinguishing agents were not fully analyzed.

During research studies of self-heating and auto-ignition processes of oilseeds and products of their processing, the methodology, regulated by GOST 12.1.044-89, as well as the method of thermal analysis with the use of derivatograph Q-1500D of the «Paulik-Paulik-Erdey» system were used.

To evaluate the efficiency of the oil plant burning termination processes with extinguishing agents standardized fire of classes B and F for EN-2 were used.

Efficiency of nitrogen phlegmatization of technological volumes with gas combustible medium in the «nefras P1-63/75-air» system is determined by the method of

for the first time:

- the dependence of thermal auto-ignition temperature (tc,°C) of samples specific surface (S,$м^{-1}$) of ground see of oil plant and the duration of their auto-ignition (τ, min) taking into account the dispersion of the ground seed, which are described by logarithmic dependences with the corresponding determined coefficients for ground rapeseed, soybean and sunflower seeds $\lg t_c = a + в \cdot \lg S$, $\lg t_c = a_1$ і $в_1 \cdot \lg \tau$ was established. The coefficients for samples of ground oilseed of fractions were determined > 1 < 2 mm; > 0,45 < 1 mm; > 0,1 < 0,45 mm, their value is accordingly:

- 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, that is transformation of such a gas combustible medium into non-flammable. This is the basis for using the local fire extinguishing installation of internal technological volumes in the system of fire protection of the technological process of obtaining vegetable oil by extraction method at the enterprises of oil and fat production;

further development of the idea of the mechanism of rapeseed, soybean, sunflower seeds burning termination and determined that in contrast to the manifestations of certain factors of cooling, dilution, isolation, inhibition if using for extinguishing carbon dioxide, low-expansion foam or extinguishing powder when applying finely-divided stream of water extinguishing agents with foam agent Bars AFFF-1 (from 0,2 to 6,0 %m), bicarbonate of potash (from 3,0 to 30,0% m) and modifying supplement (from 0,0 to 0,6 %) these factors occur simultaneously, that is they are combined, it causes the greatest effectiveness of this extinguishing agent from the mentioned above;

further was improved the method of Gretener of evaluating of fire safety at enterprises by applying the proposed value of the coefficient, which, in contrast to the

SUMMARY

Fedorovskyi V.V. Increase of fire safety efficiency systems of enterprises of oil and fat production. - Qualifying scientific paper as manuscript.

Dissertation for obtaining the scientific degree of the candidate of technical sciences (doctor of philosophy) in specialty 21.06.02 «Fire safety» (261 - Fire safety). - Lviv State University of Life Safety, Lviv. 2018.

The concept of work is to increase the efficiency of the fire safety system of enterprises of oil and fat production by phlegmatizing of technological volumes with presence of gas combustible medium and application of finely-divided stream of water extinguishant of combined action in fire protection systems with certain parameters.

Scientific novelty of the work lies in revealing of the factors influence on self-heating and auto-ignition process of ground oilseeds, efficiency of nitrogen phlegmatization of technological volumes with gas combustible medium of «nefras P1-63 / 75-air» system, as well as the processes of plant oil burning termination in case of the use of different types of fire extinguishing agents, which has resulted in:

experience and perspectives: Proceedings II International of scientific and practical conference. Lviv, 2015.

2. Fedorovskyi V.V., Petrovskyi V.L. Experimental study flash and ignition temperature rape oil. *Fire and Technogenic Safety:* Theory, Practice, Innovation: Proceedings International of scientific and practical conference. Lviv, 2016.

3. Fedorovskyi V.V., Petrovskyi V.L. Conditions of thermal spontaneous combustion of soybean mass. *16th All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Rescuers:* Proceedings 16th All-Ukrainian of scientific and practical conference. Kyiv, 2016.

4. Fedorovskyi V.V. Conditions of thermal spontaneous combustion of rapebean mass. *Emergencies: security and protection:* Proceedings VI International of scientific and practical conference. Cherkasy, 2016.

Зміст

nitrogen of the internal volume of the technological equipment of the extraction shop (extractor and toaster) that increase the fire safety level and reduce the fire hazard by an average of 1.7 times.

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

PUBLICATIONS LIST OF THE POSTGRADUATE

Scientific articles in professional editions

1. Fedorovskyi V.V., Petrovskyi V.L. Experimental definition of spontaneous ignition thermal conditions of fat products. *Fire safety*: *Journal*: lviv state university of life safety. Lviv, 2016. Issue № 28. Pp. 121–126.

2. Fedorovskyi V.V., Veselivskyi R.B., Lozynskyi A.T. Experimental determination of the temperature ignition and spontaneous combustion of grinding oil seeds. *Fire safety*: *Journal*: lviv State University of Life Safety. Lviv, 2016. Issue № 29. Pp. 149–153.

3. Fedorovskyi V.V., Veselivskyi R.B. Approaches to definition of flashpoint and ignition of combustible liquids. *Civil protection and fire safety: Journal*: The State Emergency Service of Ukraine. Kyiv, 2016. №2(2). Pp. 49–53.

4. Fedorovskyi V.V., Veselivskyi R.B. Fire hazard of raw materials preparation in enterprises of oil and fat production. *Scientific Bulletin of UNFU*: *Journal*: Ukrainian National Forestry University. Lviv, 2017. №27(1). Pp. 178–181.

5. Fedorovskyi V.V., Veselivskyi R.B. Experimental study of the thermal conditions of spontaneous crushed oilseeds. *Emergency situations: prevention and elimination: Journal:* Scientific Research Institute of Fire Safety and Emergencies. Minsk. Republic of Belarus, 2017. – № 1(41). – Pp. 110-116.

Materials and theses of conferences

1. Fedorovskyi V.V. Technogenic and fire danger of enterprises of oil and fat production. *Ecological safety as the basis of sustainable development of society. European*

17

ground oilseeds, that is the nitrogen medium terminates self-heating and prevents auto-ignition of ground oilseeds.

It was established that if the volumetric concentration of nitrogen is not less than 43.0% the phlegmatization of the gas-air mixture in the system of «a pair of nefras P1-63 / 75 - air» in the whole range of its explosive concentrations, that is, the transformation of such a gas combustible medium into non-flammable.

According to the results of experimental studies on the efficiency of extinguishing of combustible liquid products of the processing of oilseeds with extinguishing agents, it has been established that, out of tested extinguishing agents, carbon dioxide does not provide efficient extinguishing, which may be explained by its lack of cooling ability. Of all the studied extinguishing agents, more effective is a fire extinguisher ABC powder, but in case of the termination of combustion of plant oils if they exceed the temperatures of their auto-ignition, their re-ignition can occur. The low expansion foam is generated from the working solution of the foaming agent Bars AFFF-1 provides effective extinguishing of plant oils due to the appearance of the isolating and cooling factor of the combustion termination. The most effective is an extinguishing agent of a combined action with the content of Bars AFFF-1(from 0,2 to 6,0 % mass), a bicarbonate of potash (from 3,0 to 30,0 % mass) and a modifying additive (from 0,0 to 0,6 % mass), provided that it is applied to the extinguishing of plant oils by a finely divided stream, which can be explained by the simultaneous appearance of such factors of combustion termination as inhibition, isolation, cooling and phlegmatization.

The fifth section presents the results of the evaluation by the Gretener method of the actual fire hazard of the oil and fat production enterprise on the example of PC «Oliyar», located in the village Stavchany, Pustomyty region in Lviv oblast, and its change due to the implementation of organizational and technical measures proposed on the results of dissertation research.

According to the results of the dissertation research, fire protection systems implemented at PC «Oliyar» were suggested, in particular, the system of fire extinguishing by nitrogen of the internal volume of technological equipment of the oil and press workshop (a fryer and three air conditioners) and a system of fire extinguishing with

seeds and the duration of their auto-ignition (τ, min) in within the limits of 10-15 °C for samples of seeds fractions> 1 <2 mm,> 0,45 <1 mm,> 0,1 <0,45 mm. The conditions of thermal auto-ignition described by the logarithmic dependences $\lg t_c = a + b \cdot \lg S$, $\lg t_c = a1$ and $b1 \cdot \lg \tau$ with corresponding experimentally established coefficients a, b, a1,b1 for samples of crushed rapeseed, soybean and sunflower seeds fractions > 1 <2 mm; > 0.45 <1mm; > 0.1 <0.45 mm, their values are respectively:

Coefficients	Rape			Soybean			Sunflower		
	Dispersion, mm								
	>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
в	0,269	0,276	0,284	0,388	0,407	0,413	0,347	0,472	0,398
a1	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

According to the results of experimental studies using the thermogravimetric analysis method, it was found that in the investigated samples of ground seeds of soya and sunflower and rape in the temperatures range of 20 - 245 ^{0}C, endothermic processes, which are accompanied by weight loss of samples, occur. Thermal destruction of samples is accompanied by rapid loss of mass and begins at temperatures 235 - 245 ^{0}C. In the temperature range from 235 ^{0}C to 459 ^{0}C exothermic oxidation processes occur, which end with flame combustion of degradation products, and for the temperature range from 406 ^{0}C to 459 ^{0}C, a combustion of the carbonized residual samples occurs, which is accompanied by the appearance of intense exoeffects.

It was also found that the degree of grounding of samples does not significantly affect the temperature of the beginning of their thermal degradation. However, processes of flame burning of pyrolysis products in a sample with a higher degree of dispersion proceed more intensively, and the combustion of the carbonized residual sample of a higher degree of grounding is accompanied by a higher heat release.

It has been established that exothermic effects in the nitrogen atmosphere are less intense and shift to higher temperature regions, which suggests that there is a process of

In the third section it is highlighted that the technology of oil production by the press method is less fire hazard due to the use of equipment only for heating oilseed than the technological process of production of plant oil by extraction method due to the presence of organic solvents with boiling temperatures 63 ... 75 ° C and the possibility of formation in technological volumes of explosion and fire hazardous mixtures of air and solvent.

Fire and explosive places on oil and fat enterprises include: technological equipment, apparatus, pipelines, valves, which rotate substances that release explosive vapors, gases and dust. In such places, under appropriate conditions (high temperature, open fire, etc.), ignition, fire and explosion may occur with the destruction of equipment, structures, buildings and constructions.

An important factor that leads to ignition of raw materials is the remnants of raw materials on technological lines that, at certain temperatures and the presence of an oxidizer, are able to isolate the amount of heat that their self-heating and subsequent combustion may occur.

The fourth section presents the results of research of the influence of factors on the processes of self-heating and auto-ignition of ground seed of oilseeds, the efficiency of phlegmatization with gas combustible medium in the «nefras P1-63/75-air» system, as well as on processes of combustion termination of plant oils in case of the use of extinguishant substances of different types.

Its has been experimentally determined that the temperature of ignition of ground rapeseed, soybean and sunflower seeds for fractions from 1 to 2 mm; from 0,45 to 1 mm; from 0.1 to 0.45 mm do not change and have a value of 322 ± 2 °C; 293 ± 2 °C and 222 ± 2 °C, respectively. Also, the temperature of auto-ignition of ground seed of oilseeds was experimentally investigated and their value for fractions from the 1 to 2 mm was determined; from 0,45 to 1 mm; from 0.1 to 0.45 mm do not change and make up 345 °C; 415 °C and 365 °C respectively.

It has been established that the temperature (tc, °C) at which the thermal self-combustion of ground seeds of rape, soybean and sunflower occurs depends on its

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 B та F за EN-2. Дослідження процесів флегматизування технологічних об'ємів з газовими горючими середовищами проведене з використанням методу «Вибухового циліндра». Оціюнювання 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 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,°C) від питомої поверхні зразків (S, $м^{-1}$) подрібненого насіння олійних культур та тривалості до їх самозагоряння (τ, хв) враховуючи їх дисперсність, які описуються логарифмічними залежностями з відповідними визначеними коефіцієнтами для подрібненого насіння ріпаку, сої та соняшнику $\lg t_c = а + в \cdot \lg S$, $\lg t_c = а1$ і $в1 \cdot \lg \tau$.

підприємств олійно-жирового виробництва під час переробки насіння олійних культур та виявити шляхи їх підвищення;

- розробити методику 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 (соняшник, ріпак, соя);

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

- розробити методику 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, 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.

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

22

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 тонкорозпилених 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.

Задачі досліджень:

- проаналізувати сучасний стан систем забезпечення пожежної безпеки

ВСТУП

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 кондиціювання 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 розробки 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., Кірєєва 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

ВСТУП……. 24

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАТИСТИКИ ТА ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ОЛІЙНО-ЖИРОВОГО ВИРОБНИЦТВА ТА СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ..... 32

1.1. Статистика пожеж та причини їх виникнення на підприємствах олійно-жирового виробництва..... 32

1.2. Вимоги нормативних документів із забезпечення пожежної безпеки під час поводження з олійними культурами та продуктами їх переробки..... 48

1.3. Системи забезпечення пожежної безпеки підприємств олійно-жирового виробництва..... 56

1.4. Мета та задачі дослідження 63

РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ..... 64

2.1. Методи та методики дослідження показників пожежної небезпеки насіння олійних культур та рослинної олії..... 65

2.2. Методика дослідження процесів самонагрівання та самозаймання подрібненого насіння олійних культур методом термогравіметричного аналізу …… 76

2.3. Методика оцінювання ефективності гасіння горючих рідин-продуктів переробки насіння олійних культур вогнегасними речовинами на модельному вогнищі класу В… 76

2.4. Методика оцінювання ефективності гасіння горючих рідин-продуктів переробки насіння олійних культур вогнегасними речовинами на модельному вогнищі 5F за ISO 7165:2009(Є)…….. 78

2.5. Методика визначення небезпечної концентрації парів гексанового розчинника та умов флегматизування пароповітряного горючого середовища …… 80

2.6. Оцінювання пожежної небезпеки підприємства олійно-жирового виробництва методом Гретенера..... 82

2.7. Висновки за розділом…….. 85

РОЗДІЛ 3. ПОЖЕЖНА НЕБЕЗПЕКА ПІДПРИЄМСТВ ОЛІЙНО-ЖИРОВОГО ВИРОБНИЦТВА..... 86

3.1. Фізико-хімічні властивості та пожежна небезпека насіння

- в наукових працях «*Експериментальне визначення температур займання та самозаймання подрібненого насіння олійних культур*», «*Підходи до визначення температур спалаху та займання горючих рідин*» здобувач представив та проаналізував існуючі методи визначення температури спалаху та займання горючих рідин-продуктів переробки насіння олійних культур. Виявив чинники, що можуть впливати на результати випробувань з визначення цих характеристик. Представив зарубіжні та вітчизняні експериментальні та теоретичні підходи щодо визначення температур спалаху та займання горючих рідин. Провів експериментальні дослідження температур 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-ій 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-ій Всеукраїнській науково-практичній конференції рятувальників (м. Київ, 2016 рік);

- IV-ій 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

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 формулювання 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. Участь здобувача в роботах, опублікованих у співавторстві, які наведено у списку опублікованих праць за темою дисертації полягає у наступному:

- в наукових працях «*Експериментальне визначення умов теплового самозаймання ріпакової маси*», «*Пожежна небезпека процесів підготовки сировини підприємств олійно-жирового виробництва*», «*Экспериментальное исследование условий теплового самовозгорания измельченных семян масличных культур*» здобувач самостійно провів аналіз причин виникнення пожеж на підприємствах олійно-жирового виробництва, технологічних процесів, які становлять підвищену пожежну небезпеку. Визначив чинники, що сприяють виникненню процесів самонагрівання та самозаймання подрібненого насіння олійних культур. Провів експериментальні дослідження з виявлення впливу чинників на процеси самонагрівання та самозагоряння подрібненого насіння олійних культур. Визначив коефіцієнти та представив залежності логарифма температури самозагоряння від логарифма питомої поверхні і логарифма часу до самозагоряння. Провів експериментальні дослідження температур займання та самозаймання подрібненого насіння ріпаку, сої та соняшнику;

застосуванням розрахункових та експериментальних досліджень; достатнім об'ємом експериментального матеріалу, що отриманий із використанням стандартизованих методів та методик, регламентованих в Україні, метрологічно атестованих та повірених засобів вимірювання та техніки, а також апробацією та практичним впровадження результатів досліджень.

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 редукційний 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 редукційний 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 (lg S) і проміжок часу до виникнення самозагоряння (lg τ) 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

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;

- 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 із вмістом 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.

Обгрунтованість і достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджується результатами аналізу літературних джерел; відповідністю методів дослідження поставленим в роботі меті та задачам;

2	Дніпропетровська	29.06.2012	Цех по перероблюванню соняшникового насіння	Підлога
3	Дніпропетровська	24.08.2012	Цеху по перероблюванню соняшникового насіння	Підлога
4	Донецька	25.06.2012	Допоміжна споруда маслоцеху	Підсобне
5	Донецька	09.08.2012	Маслоцех	Підсобне
6	Запорізька	01.05.2012	Маслоцех	Інше виро приміщен
7	Кіровоградська	13.10.2012	Сушарка "Chief CD13/75" ПП "ЕЛЛАДА"	Інше місц пожежі
8	Луганська	13.05.2012	Інші споруди сільськогосподарського призначення	Інше місц пожежі
9	Луганська	04.04.2012	ТОВ "Бандурський олійно-екстракційний завод"	Інше виро приміщен
10	Одеська	03.12.2012	Склад жмиху соняшнику ТОВ "Марін Груп Україна"	Перекритт
11	Харківська	22.05.2012	Складські приміщення	Покрівля,
12	Хмельницька	10.11.2012	Соняшникове насіння на тереторії зерносушарки	Комунікац
13	Хмельницька	16.11.2012	Зерносушарка	Бункер

Таблиця 1.2 - Дані про пожежі на підприємствах олійно-жирового виробництва за

№ з/п	Область	Дата пожежі	Об'єкт пожежі	Місце в по
1	Донецька	02.05.2011	Ангар ТОВ "Афродита"	Підлога
2	Донецька	15.03.2011	Олійниця ЧП Иванченко	Підсобне
3	Житомирська	28.03.2011	Цех з переробки соняшникового насіння ПП Маліновський	Перекритт
4	Житомирська	13.11.2011	Зерносушарка КЗС-40Ш ТОВ "УКРІНАГРОПРОМ"	Інше місц пожежі
5	Кіровоградська	13.09.2011	Елеватор ПРАТ "Полтавське ХПП"	Інше місц пожежі
6	Миколаївська	04.03.2011	Цех по переробці лузги насіння соняшника	Основне в приміщен
7	Миколаївська	02.11.2011	Зерносклад Врадієвського елеватора	Покрівля,
8	Полтавська	16.11.2011	Зерносушарка	Сушильна

Таблиця 1.3 - Дані про пожежі на підприємствах олійно-жирового виробництва за

№ з/п	Область	Дата пожежі	Об'єкт пожежі	Місце в по
1	Волинська	26.12.2012	Олійний цех	Стіна, пер

Таблиця 1.1 - Дані про пожежі на підприємствах олійно-жирового виробництва за

№ з/п	Область	Дата пожежі	Об'єкт пожежі	Місце в по
1	Дніпропетровська	14.08.2010	Олійниця	Покрівля,
2	Донецька	14.06.2010	Підсобне приміщення маслоцеху	Покрівля,
3	Донецька	09.09.2010	Маслоцех	Горище
4	Кіровоградська	25.07.2010	Олійня	Стіна, пер
5	Кіровоградська	25.11.2010	ВАТ "Кіровоградолія", елеватор насіння	Сушильна
6	Луганська	14.02.2010	Інші споруди сільськогосподарського призначення	Інше місц пожежі
7	Луганська	21.11.2010	Інші склади та сховища споруд виробничого призначення	Склад гот продукції
8	Сумська	16.07.2010	Будівля олійні	Підлога
9	Харківська	10.09.2010	Маслоцех	Побутове
10	Харківська	01.10.2010	Олійниця	Підлога
11	Чернігівська	26.01.2010	Інші споруди сільськогосподарського призначення (приміщення олійниці СТОВ "Надія")	Підлога

30

роботи викладені на 202 сторінках друкованого тексту, ілюстрації включають 52 рисунки, 35 таблиць. Список використаних джерел складається з 123-х найменувань.

РОЗДІЛ 1
АНАЛІЗ СТАТИСТИКИ ТА ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ОЛІЙНО-ЖИРОВОГО ВИРОБНИЦТВА

1.1. Статистика пожеж та причини їх виникнення на підприємствах олійно-жирового виробництва

За результатами проведеного аналізу випадків пожеж на об'єктах зберігання, переробки та виготовлення продукції з олійних і жирових культур на території України за період з 2010 року по вересень 2017 року пожеж, згідно з даними масивів карток обліку пожеж, що надходили від територіальних органів ДСНС України тановлено, що кожного року в державі стається близько 20 пожеж на такого роду об’єктах.

Статистичні дані пожеж на підприємствах олійно-жирового виробництва представлено по роках їх виникнення – з 2010 по 2017, у таблицях 1-7 відповідно.

8	Запорізька	11.10.2016	Зерносушка ДСП -32 "ДП Івано-Франківський комбінат хлібопро"	Сушильна
9	Луганська	07.12.2016	Зерносушарка	Сушильна
10	Луганська	12.02.2016	Склад зерна	Підлога
11	Львівська	18.10.2016	Зерносушарка КХП № 2 ПАТ "ДПЗКУ"	Сушильна
12	Львівська	03.12.2016	Бункер з насінням агрофірми "Норбілк-Агрі"	Сушильна
13	Миколаївська	07.11.2016	Відкрита територія маслоцеху ФОП Чернобаєв	Відкрита т
14	Полтавська	18.10.2016	Зерносушарка	норія зерн
15	Сумська	03.09.2016	Зерносушарка, ФГ Батьківщина	Інше місце пожежі
16	Сумська	26.09.2016	Зерносушарка ТОВ Локнянське БСР	Інше місце пожежі
17	Харківська	12.07.2016	Олійниця	Інше місце пожежі
18	Харківська	09.11.2016	Металевий ангар-склад	Проміжни
19	Чернігівська	19.09.2016	Зерносушарка (сушарня для очистки і суш.зерна)	Сушильна

Таблиця 1.8 - Дані про пожежі на підприємствах олійно-жирового виробництва за

10	Одеська	02.07.2015	ПАО "Одеський олійножировий комбінат"	Інше місце пожежі
11	Одеська	26.09.2015	ТОВ Одеський олійноекстракційний завод	Ємність, р
12	Тернопільська	30.09.2015	Зерносушка Блек "Брайоні Холдінгс"	Сушильна
13	Тернопільська	12.10.2015	Зерносушка "Cimbria" ТОВ "Елагрі-Деренівка"	Вентиляці

Таблиця 1.7 - Дані про пожежі на підприємствах олійно-жирового виробництва за

№ з/п	**Область**	**Дата пожежі**	**Об'єкт пожежі**	**Місце в по**
1	Вінницька	11.08.2016	Складське приміщення ТОВ "Інвест пром"	Підсобне
2	Волинська	29.05.2016	Склад ТзОВ "Нововолинський завод дезодорованих олій"	Склад гото продукції
3	Дніпропетровська	18.04.2016	Маслоцех	Основне в приміщен
4	Дніпропетровська	10.06.2016	Олійниця ПП "Галушка"	Цехові ком
5	Дніпропетровська	30.07.2016	Олійниця	Підсобне
6	Донецька	02.11.2016	Ангар для зберігання сільгосп. продукції СФГ "Мєчта"	Підлога
7	Донецька	10.11.2016	СТОВ Монолит, установка ЗАВ20	Бункер

23	Харківська	31.08.2014	ПАТ «Харківський комбікормовий завод»	Бункер
24	Харківська	19.11.2014	Маслоцех	Інше виро приміщен
25	Херсонська	26.10.2014	Цех ТОВ «Олійно-переробний завод»	Бункер

Таблиця 1.6 - Дані про пожежі на підприємствах олійно-жирового виробництва за

№ з/п	**Область**	**Дата пожежі**	**Об'єкт пожежі**	**Місце в по**
1	Вінницька	11.10.2015	Зерносушарка ТОВ "Ера Грейн"	Сушильна
2	Дніпропетровська	13.08.2015	Маслоцех	Підлога
3	Дніпропетровська	12.06.2015	ПП "Віктор і К"	Ємність, р
4	Донецька	18.05.2015	Маслоцех ЧП "Меридиан"	Основне в приміщен
5	Донецька	03.11.2015	Маслоцех	Стіна, пер
6	Запорізька	15.01.2015	Склад відходів соняшнику СТОВ Токмачани	Підлога
7	Кіровоградська	10.05.2015	Складське приміщення ФОП Тернової	Горище
8	Кіровоградська	21.11.2015	Складське приміщення ТОВ "ПВО Плюс"	Склад гото продукції
9	Луганська	17.06.2015	Приміщення переробки харчових продуктів	Підлога

10	Донецька	29.12.2014	Зерносховище	Бункер
11	Житомирська	13.03.2014	Склад для зберігання соняшникового насіння	Проміжни
12	Запорізька	09.01.2014	Склад насіння соняшнику ПП Сисюк С.М.	Комунікаі
13	Запорізька	12.05.2014	Олійниця ПП Дрьомова	Інше місц пожежі
14	Запорізька	26.05.2014	ТОВ «Оліс ЛТД» цех №2, олійниця	Підсобне
15	Кіровоградська	01.05.2014	Склад ФГ «Сім вітрів»	Підлога
16	Луганська	13.01.2014	Склад зерна	Склад гот продукції
17	Луганська	20.09.2014	Склад зерна	Покрівля,
18	Одеська	14.01.2014	ПП «Агрофірма Росія-Юг»	Приміщен утримання
19	Полтавська	19.08.2014	Олійниця , яка не експлеатується	Покрівля,
20	Полтавська	23.12.2014	Виробнича база олійниці	Перекритт
21	Сумська	26.09.2014	Споруда для сушки насіння соняшника	Інше місц пожежі
22	Тернопільська	17.04.2014	Елеватор ПАТ «Птахофабрика Тернопільська»	Сушильна

13	Миколаївська	17.12.2013	Зерносушарка ПП "Хлібороб-Агро"	Сушильна
14	Харківська	12.04.2013	Маслоцех	Основне в приміщен
15	Херсонська	26.03.2013	Склад ТОВ "Актив Трейд Компані"	Підлога

Таблиця 1.5 – Дані про пожежі на підприємствах олійно-жирового виробництва з

№ з/п	**Область**	**Дата пожежі**	**Об'єкт пожежі**	**Місце в по**
1	Дніпропетровська	05.05.2014	Виробнича будівля	Основне в приміщен
2	Дніпропетровська	02.08.2014	ОДО»ДЗПТ» цех з переробки соняшнику	Склад гото продукції
3	Дніпропетровська	11.10.2014	Склад зернотоку	Підлога
4	Донецька	06.06.2014	Маслоцех, що не експлуатується	Покрівля,
5	Донецька	14.07.2014	Маслодільниця	Покрівля,
6	Донецька	03.08.2014	Цех виготовлення соняшникової олії	Бункер
7	Донецька	21.08.2014	Сушка насіння ВАТ «Каргіл»	Відкрита т
8	Донецька	15.09.2014	Маслоцех ПП Летвенюк	Підлога
9	Донецька	18.09.2014	Маслоцех	Основне в приміщен

Таблиця 1.4 - Дані про пожежі на підприємствах олійно-жирового виробництва за

№ з/п	Область	Дата пожежі	Об'єкт пожежі	Місце в по
1	Вінницька	07.10.2013	Зеношушарка ПСП "Поділля Агро"	Сушильна
2	Дніпропетровська	10.05.2013	Маслоцех	Інше виро приміщен
3	Донецька	23.10.2013	Маслоцех	Підсобне
4	Донецька	15.11.2013	Сушка ТОВ "Агрофірма "Кутейніковський агропродукт"	Сушильна
5	Житомирська	14.10.2013	Сушка для соняшникового насіння	Вентиляці
6	Житомирська	28.10.2013	Металева сушильна установка ТОВ "Житниця"	Сушильна
7	Запорізька	03.04.2013	Маслоцех	Інше місц пожежі
8	Київська	25.02.2013	Приміщення млина-олійні 192	Стіна, пер
9	Кіровоградська	03.12.2013	Зерносушарка ТОВ "Агродар ЛТД"	Сушильна
10	Луганська	03.11.2013	Зерносушарка	Основне в приміщен
11	Луганська	20.11.2013	Зерносушарка	Сушильна
12	Миколаївська	03.06.2013	Цех смаження насіння ТОВ "Воліс Трейд"	Основне в приміщен

Рисунок 1.2 - Загальний вигляд осередку пожежі на проточній сушарці “ARAJ S-69” ПМП «Агрон»

Для прикладу розглянемо випадок пожежі на об'єкті під час зберігання та переробки насіння олійних культур.

23.10.2008 року виникла пожежа в сушарці "ARAJ S-69" ПМП "Агрон", розташованого за адресою: с. Товстолуг, Тернопільського району. Сушарка – одноповерхова споруда прямокутної форми, розміром в плані 6х3х9,8м, теплогенератор – 4х2,5х6,8м, стіни, перегородки, покриття – листова сталь з двосторонім оцинкуванням, опалення газове, вентиляція примусова.

Пожежа виникла о 05 год 30 хв, внаслідок самозаймання насіння соняшнику в верхній частині сушильної камери під завантажувальною секцією з подальшим горінням та розповсюдженням вогню (рис. 1.1-1.3).

Рисунок 1.1 - Загальний вигляд осередку пожежі на проточній сушарці "ARAJ S-69" ПМП «Агрон»

13	Харківська	25.09.2017	Приміщення для очищення насіння комплексу критого току	Покрівля,
14	Хмельницька	27.09.2017	Зерносушарка CD 72-20 ТОВ "Кононівський елеватор"	Сушильна
15	Чернігівська	25.02.2017	Маслоцех	Інше місц пожежі

№ з/п	Область	Дата пожежі	Об'єкт пожежі	Місце в по
1	Вінницька	29.07.2017	Склад макухи	Склад гото продукції
2	Вінницька	30.09.2017	Зерносушарка ТОВ "Наталка"	Сушильна
3	Дніпропетровська	12.08.2017	Цех з переробки соняшника	Основне в приміщен
4	Дніпропетровська	29.09.2017	Склад соняшнику	Покрівля,
5	Донецька	10.03.2017	Склад соняшникового насіння СТОВ "Зоря"	Відкрита т
6	Запорізька	02.01.2017	Цех переробки насіння (маслоцех) ФОП Зуб В.П.	Проміжни
7	Кіровоградська	20.02.2017	Зовнішня установка цеху №3 ТОВ "Тристар"	Інше виро приміщен
8	Луганська	30.03.2017	Інші споруди сільськогосподарського призначення	Відкрита т
9	Львівська	23.09.2017	Зерносушарка ТзОВ "Апогей Агро"	Сушильна
10	Миколаївська	06.07.2017	Склад готової продукції (олійня)	Підлога
11	Миколаївська	16.09.2017	Склад промислової продукції	Склад гото продукції
12	Одеська	04.09.2017	ТОВ "Кайман-Північ"	Інше місце пожежі

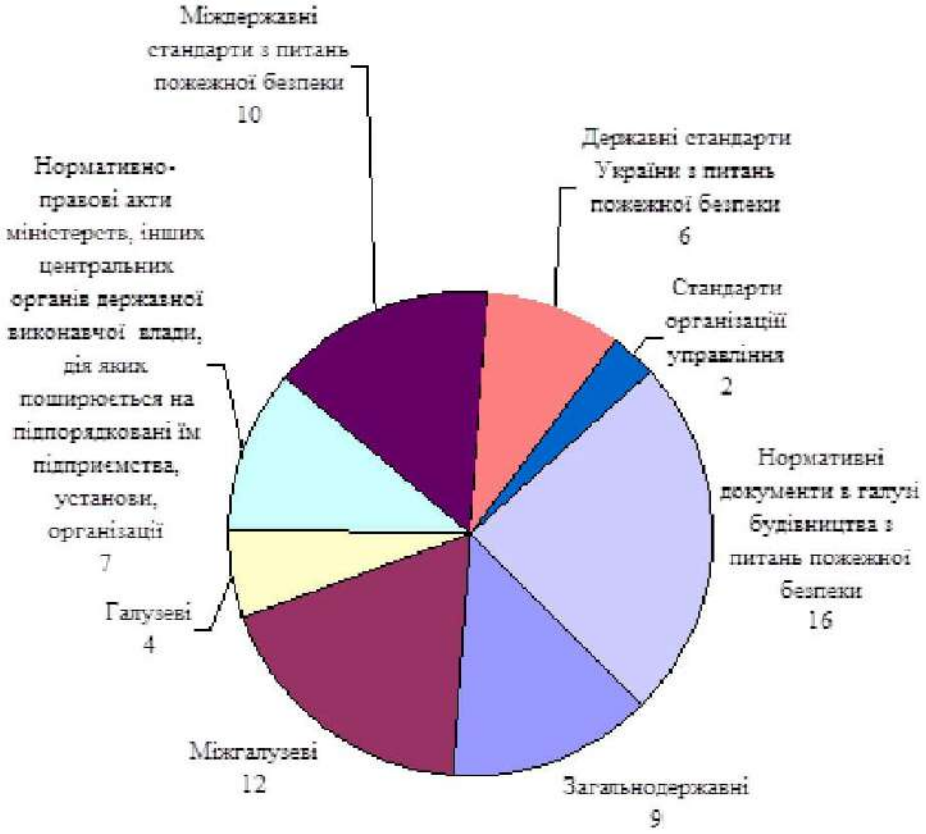


Рисунок 1.5 - Класифікація нормативних документів щодо забезпечення вибухопожежної і пожежної безпеки об'єктів під час транспортування, зберігання та переробки насіння олійних культур

Вимоги до технологічного процесу. Всі процеси та операції, що здійснюються, повинні виконуватися на справному обладнанні та унеможливлювати виникнення неприпустимих рівнів вібрації, шуму, ривків тощо.

При веденні технологічних процесів слід не допускати виділення з апаратів та обладнання пилу, що може створити в повітряному середовищі пожежовибухонебезпечну концентрацію. Це досягається відповідним контролем за будь-якими нещільностями в обладнанні, трубопроводах, арматурі та запобіганням механічного пошкодження повітроводів, повітроприймальних та повітророзподільних пристроїв.

Пил, що осідає в пилезбірниках циклонів, необхідно очищати, відповідно до встановлених строків. Ці роботи проводяться при зупиненому обладнанні та при виключених вентиляторах. Зовнішня поверхня обладнання, вентиляторів,

Олійно-жирова галузь займає одне із провідних місць в агропромисловому комплексі України, що пов'язане з різноманітністю складу олієвмісної сировини різних регіонів країни, масштабністю використання олійно-жирових продуктів для харчових, кормових і технічних цілей, в тому числі і стратегічних. Саме тому стан цієї галузі з точки зору пожежної безпеки потребує належної уваги.

1.2. Вимоги нормативних документів із забезпечення пожежної безпеки під час поводження з олійними культурами та продуктами їх переробки

На сьогодні в Україні діють 66 нормативно-правових та нормативно-технічних актів (надалі – нормативні документи) [10-61], якими регламентуються питання щодо забезпечення вибухопожежної і пожежної безпеки підприємств олійно-жирового виробництва під час транспортування, зберігання та переробки насіння олійних культур. Вони встановлюють вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки як під час експлуатації об’єктів, так і у разі їх технічного переоснащення, реконструкції, розширення, реставрації, капітального ремонту

За рівнями, ці нормативні документи розподілені (рисунок 1.5):

– загальнодержавні – 9;

– міжгалузеві – 12;

– галузеві – 4;

– нормативно-правові акти міністерств, інших центральних органів державної виконавчої влади, дія яких поширюється на підпорядковані їм підприємства, установи, організації – 7;

– міждержавні стандарти з питань пожежної безпеки – 10;

– державні стандарти України з питань пожежної безпеки – 6;

– стандарти організації управління – 2;

– нормативні документи з питань забезпечення пожежної безпеки в галузі проектування, нового будівництва, розширення, технічного переоснащення, реконструкції, реставрації, капітального ремонту – 16.

46

Рисунок 1.4 - Динаміка світового виробництва насіння соняшнику

В Україні, згідно з даними Державної служби статистики України, збільшилось виробництво соняшнику на 2,2 млн. т, або майже на 20%. Водночас на рівні минулого сезону зібрали врожай у Туреччині та Китаї. Попри зростання виробництва соняшнику в основних країнах його виробників, Україна в нинішньому сезоні залишиться найбільшим світовим виробником цього олійного насіння. Соняшник є основною олійною культурою в Україні, яка порівняно з іншими дає найбільше олії з одиниці площі. У світовому виробництві соняшнику Україна займає 30%, Російська Федерація – 23%, Аргентина – 8%.

Зростання чисельності населення у світі забезпечує стабільний попит на олійні культури, зокрема, на соняшник, оскільки у країнах із низьким рівнем доходів населення соняшникова олія використовується як дешевий висококалорійний продукт у харчуванні людей, а шрот – як цінна добавка до раціонів годівлі тварин.

Виробництво олійних культур належить до основних напрямів діяльності в сільському господарстві України. Підтвердженням цього є зайнятість ними посівних площ. У 2017 році господарствами усімх категорій засівалося 24,5 млн га ріллі. При цьому олійні культури займали майже 27 % всіх площ (№14(357) липень 2017 «Агробізнес сьогодні»).

У 2017 році валовий збір основних видів олійного насіння в Україні становив близько 17,2 млн т. При цьому виробництво ріпаку скоротилосяся на 9%, а виробництво сої зросло на 14%.

Основою вітчизняного виробництва олійних культур є насіння соняшнику. Його частка у загальному виробництві цієї групи культур становить майже дві третини. Упродовж останніх років в Україні спостерігалася тенденція до збільшення виробництва насіння соняшнику. За підсумками 2017 року зростання експорту олії соняшникової проти відповідного періоду минулого року склало 130%. Цьому сприяло утримання великих масштабів господарювання. Нинішнього року посівні площі під культурою становили майже 6 млн га. З розширенням площ під культурою підвищувалася і врожайність.

Олійні культури вирощують у багатьох країнах, проте соняшник – здебільшого на євразійському континенті. У структурі виробництва олійних культур домінують соєві боби. Вони займають більше половини світового виробництва олійної сировини, тоді як ріпак – 12%, насіння бавовни, соняшник – 8 %.

У 2017 році експортовано 590 тис.тонн основних видів олій на 440 млн.дол.США, в тому числі – 574 тис.тонн соняшникової олії на 427 млн.дол.США. Крім того, експортовано 506 тис.тонн протеїнових шротів на 90 млн.дол.США. В цілому за 2016/17 маркетинговий рік експортовано основних видів олійно-жирової продукції на понад 530 млн.дол.США, що складає 15% сумарного обсягу експорту продукції з України.

На рисунку 1.4 представлено динаміку світового виробництва насіння соняшнику.

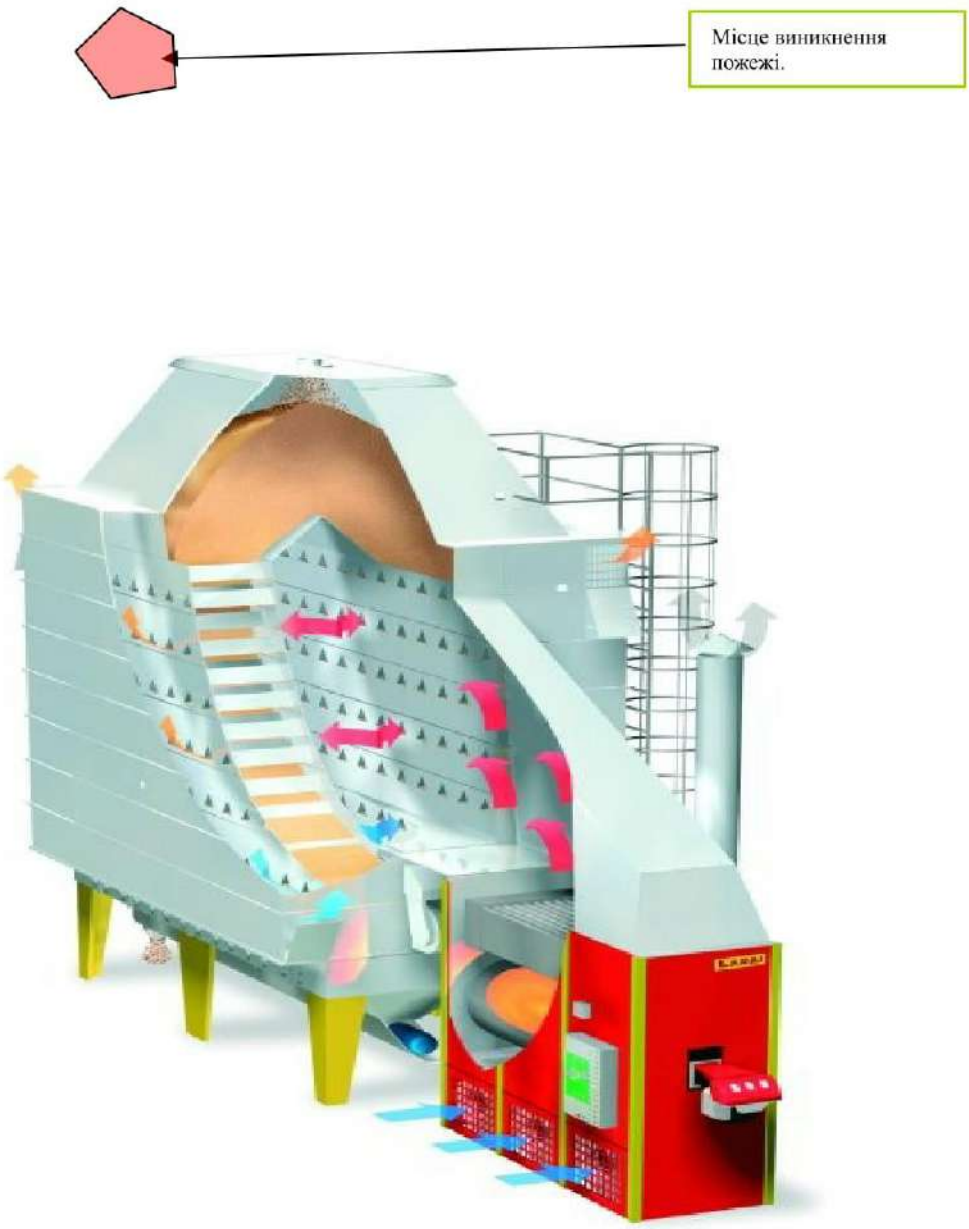


Рисунок 1.3 - Місце виникнення пожежі на проточній сушарці “ARAJ S-69” ПМП «Агрон»

За інформацією вогнем та продуктами горіння пошкоджено сушарку “ARAJ S-69” та 20 т насіння е яке знаходилось в ній. Прямі матеріальні та побічні збитки завдані пожежою становлять – 80 400 грн.

Зростання темпів виробництва, як правило призводить до збільшення кількості пожеж, а відповідно і збитків від них. Враховуючи те, що загальний валовий збір насіння олійних культур з кожним роком зростає, питання пов’язані із забезпеченням пожежної безпеки під час його транспортування, зберігання та переробки є

На трубопроводах, по яких подають гостру пару до тостера, кінцевого дистилятора, випарника розчинника з води, який відділяється, повинні бути передбачені зворотні клапани.

При раптовому припиненні подачі гострої пари в апарати для відгонки розчинника (кінцевий дистилятор, тостер, шламовипарник), лінію гострої пари слід закрити вентилем для запобігання засмоктуванню місцели, олії, пари розчинника в паророзподільну гребінку.

Не допускається вихід з екстракційного цеху екстракційної олії, нестандартної за температурою спалаху, в приміщення інших категорій.

Вогнеперешкоджувачі на трубах, які призначені для виведення пароповітряної суміші в атмосферу, необхідно встановлювати у приміщенні, в місцях, зручних для надійного обслуговування. Контроль за вогнеперешкоджувачами потрібно проводити не рідше 1 разу на 1 місяць, а при температурі нижче 0 °С – не рідше 2 разів на 1 місяць.

Забезпечення системами протипожежного захисту та первинними засобами пожежогасіння. Відповідно до чинних нормативно-правових актів із забезпечення пожежної безпеки для підприємств олійно-жирової промисловості, пожежна безпека повинна забезпечуватися шляхом проведення організаційних заходів та технічних засобів, спрямованих на запобігання пожежам, забезпечення безпеки людей, зниження можливих майнових втрат і зменшення негативних екологічних наслідків у разі їх виникнення, створення умов для успішного гасіння пожеж (ППБУ).

Організаційні заходи передбачають:

- призначення відповідальних за пожежну безпеку окремих будівель, споруд, приміщень, дільниць, технологічного та інженерного устаткування, а також за утримання й експлуатацію засобів протипожежного захисту;
- встановлення протипожежного режиму (наказ, інструкція тощо);
- розробку та затвердження керівником об’єкта інструкції про заходи пожежної безпеки;
- розробку та встановлення у будинках та спорудах планів (схем) евакуації людей на випадок пожежі;

Температура розчинника та матеріалів, які надходять в екстрактор, параметри процесу екстракції, дистиляції, відгонки розчинника зі шроту, рекуперація розчинника та обробка стічної води повинні відповідати нормам технологічного режиму.

Для звільнення обладнання екстракційного цеху в аварійних випадках поза цехом повинна бути встановлена аварійна ємкість та вмонтовані трубопроводи для забезпечення швидкого зливання розчинника (місцели). Об'єм аварійної ємкості має бути таким, шоб умістити розчинник та місцелу з усіх апаратів екстракційного цеху.

Щоб запобігти виливам місцели (розчинника) та для обмеження площі, що зайнята місцелою (розчинником), яка розлилась при розгерметизації, а також для обмеження викидів пари розчинника, слід передбачити:

- улаштування піддонів під гідроциклонами, збірниками фільтрованої місцели, екстрактором, ємкостями для олії з відведенням місцели (розчинника), олії в аварійну ємкість;

- наявність трапа в підлозі першого поверху з відведенням до бензоуловлювача;

- наявність шлюзового затвора на самопливі від екстрактора до завантажувального шнека тостера;

- наявність гідрозатвора на кришці контрольного водовідділювача, до верхньої кришки екстрактора.

Щоб запобігти утворенню вибухонебезпечної суміші в процесі експлуатації необхідно слідкувати за герметичністю обладнання, своєчасно ліквідовувати всі неполадки в апаратах, арматурі.

Екстрактор перед пуском і після зупинки на тривалий час повинен продуватись інертним газом або гострою парою.

Перед пуском апаратів екстракційного цеху в роботу слід перевірити циркуляцію води в конденсаторах. Забороняється швидко відкривати парові вентилі, щою запобігти гідравлічним ударам у паровій системі, та відкривати їх без попереднього продування конденсатовідвідників.

51

труба для відведення водяної пари з жаровні та виловлювання конденсату повинна бути завжди справною.

Парові лінії та вентилі повинні бути справними, манометри встановлені так, щоб їхні показники були чіткі та видимі обслуговуючому персоналу.

При зупинці жаровні слід глуху пару перекрити, якщо зупинка перевищує 1 годину – мезгу з жаровні, для запобігання самозайманню, прибрати.

При зупинці живильника та преса більше ніж на 10 хв, необхідно живильник і прес очистити від мезги.

При обслуговуванні жаровні преса та експандера забороняється:

• працювати за відсутності мастила в редукторі та інших механізмах агрегату;

• працювати за наявності розбитих, або несправних приладів, апаратури управління та сигналізації;

• піднімати тиск пари в жаровні вище 0,6 МПа (6,0 кгс/см^2);

• чистити барабан преса без індивідуальних захисних засобів;

• знімати захисні фартухи, що захищають барабан та камеру;

• проштовхувати мезгу металічними предметами при забиванні живильної системи;

• відбирати пробу макухи безпосередньо з-під конуса преса.

Зберігання макухи в пресовому цеху (при зупинці екстракційного цеху) допускається в кількості, яка не перевищує робочий об'єм жаровні. За температурою макухи, що зберігається, повинен бути встановлений контроль, при підвищенні температури макуху необхідно перелопатити.

Екстракція. Для оцінки вибухонебезпечності все обладнання екстракційного цеху розділене на блоки та розраховані енергетичні потенціали та коефіцієнти вибухонебезпечності. Загальний енергетичний потенціал вибухонебезпечності блока екстракції характеризується сумою енергії адіабатичного розширення парогазової фази, повного згорання пари, що є та утворюється з рідини завдяки внутрішній та зовнішній (навколишнього середовища) енергії при аварійній розгерметизації блока.

в комплект обладнання силосів. Температура насіння, яке зберігається в елеваторі, вимірюється електротермічними установками для дистанційного контролю, які входять в комплект обладнання силосів. Крім того, обов'язково перевіряється вологість насіння, яке зберігається. Періодичність контролю строго відповідає графікам.

За необхідності з метою зниження температури та вологості насіння, яке зберігається, проводять активне вентилювання силосів вентиляторами через перехідні патрубки, для чого силоси мають аероднище з системою аераційних каналів.

Для запобігання займанню у сушарці необхідно слідкувати за температурою теплоагента та насіння, не допускаючи його перегрівання. Не допускати затримки насіння в окремих вузлах сушарки, при цьому забезпечити рівномірне завантаження сушарки та не допускати засипання газоходів насінням.

Під час роботи норій заборонено:

• проводити ремонтні роботи, очищення частин які рухаються на працюючій норії;

• роботу норії при зіпсованій або відсутній шині, яка приєднує норію до заземлення;

• захаращувати проходи навкруги норій;

• залишати працюючу норію без періодичного нагляду за нею.

Вологість насіння, що закладається на довготривале зберігання, повинна бути: соняшникового – не більше 7%, соєвого – не більше 12%, ріпакового – не більше 7%.

Температура насіння не повинна перевищувати 40 °С. У разі підвищення температури насіння, слід його направити на переробку, провести перекачування насіння з одного бункера у інший, або з майданчика на майданчик. Для цього має бути спеціально відведене вільне місце та спеціальні транспортні засоби.

Пресування, фільтрація олії та підготовка матеріалу до екстракції. Температурні режими смаження та пресування повинні відповідати нормам технологічного режиму. Верхні чани жаровні при роботі необхідно тримати закритими. Аспіраційна

також підлога, конструктивні елементи будівель повинні систематично очищатись під пилу. Наявність пилу, що осідає на конструктивних елементах приміщень цехів та на обладнанні, слід контролювати щоденним оглядом, а концентрацію пилу в повітряному середовищі має визначати атестована заводська лабораторія, не рідше 2-х разів на рік. При збільшенні вмісту пилу в повітрі слід провести позапланову перевірку на запиленість повітряного середовища та вжити відповідних заходів. Методи контролю повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1.005 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зони».

При експлуатації, ремонті вентиляційних та аспіраційних систем слід керуватись ДСТУ БА.3.2-12 ССПБ «Системи вентиляційні. Загальні вимоги» та НПАОП 0.00-1.18-98 «Правила улаштування, виготовлення, монтажу, ремонту та безпечної експлуатації вибухозахищених вентиляторів», затвердженими наказом Держнаглядохоронпраці 11.09.98 №183.

Щоб запобігти виникненню джерел тепловиділень необхідно стежити за натягненням приводних пасів, транспортних і норійних стрічок, не допускати буксування приводних пасів на шківах, на приводних барабанах, перекосу вальцових верстатів, незадовільного балансування роторів тощо.

Для запобігання перегрівам обладнання встановлюється контроль за роботою підшипників, сальникових з'єднань, зовнішніми поверхнями електроустаткування. Для забезпечення вимог електробезпеки корпуси електродвигунів повинні бути занульовані, а корпуси машин повинні мати заземлення згідно з ГОСТ 12.2.007.0 ССБТ «Изделия электротехнические».

Вимоги при зберіганні насіння. При проведенні завантажувально-розвантажувальних робіт необхідно виконувати вимоги ГОСТ 12.3.009 «Работы погрузочно-розгрузочные. Общие требования безопасности».

Щоб олійне насіння у бункерах не нагрівалося і не зависало, його перед складуванням його необхідно піддавати очищенню, сушінню та охолодженню. Контроль рівня загрузки насіння здійснюється за допомогою датчиків рівня. Контролює умови зберігання насіння система температурного контролю, яка входить

В приміщенні пожежної насосної станції повинні бути вивішені:

- загальна схема протипожежного водопостачання;

- схеми спринклерних і дренчерних установок підприємства і інструкції з їх експлуатації. На засувках і пожежних насосах-підвищувачах повинно бути вказано їх призначення.

Пожежні насоси водонасосної станції підприємства потрібно утримувати в постійній експлуатаційній готовності і перевіряти на створення потрібного напору шляхом пуску не рідше одного разу на місяць (з відповідним записом у журналі).

Пожежні крани внутрішнього протипожежного водопроводу в усіх приміщеннях необхідно обладнати рукавами та стволами, які необхідно помістити в опломбовані шафи.

Пожежні рукави повинні бути сухими, скоченими і підключеними до кранів і стволів.

На дверцятах шафи пожежного крана необхідно вказати: літерне позначення ПК, порядковий номер пожежного крана, номер телефону пожежно-рятувальної служби.

Виробничі, адміністративні, складські і допоміжні будівлі та приміщення повинні бути забезпечені засобами гасіння пожеж та зв'язку (пожежна сигналізація, телефони) для негайного виклику пожежно-рятувальної служби у випадку виникнення пожежі.

Усі види пожежної техніки та протипожежного устаткування, що застосовуються для запобігання пожежам і їх гасіння, повинні мати державний сертифікат якості.

Вогнегасники і засоби виклику пожежно-рятувальної служби, що розташовані у виробничих приміщеннях, лабораторіях і складах, передаються під відповідальність (збереження) керівникам цехів, складів та іншим посадовим осібам.

Для зазначення місць розташування пожежної техніки і вогнегасних засобів повинні застосовуватись відповідні вказівні знаки, які розміщуються на видних місцях на висоті 2-2,5 м як у приміщенні, так і назовні.

встановленими на них пожежними гідрантами або кранами, а також зменшення напору в мережі нижче потрібного допускається за умови повідомлення про це пожежно-рятувальної служби.

За наявності на території підприємства або поблизу нього природних водоймищ (рік, озер, ставків) мають бути обладнані під'їзди і пірси для встановлення пожежних автомобілів і забору води будь-якої пори року.

За пожежними резервуарами, водоймами, водопровідною мережею і гідрантами, спринклерними, дренчерними і насосними установками повинен здійснюватися постійний технічний нагляд, що забезпечує їх справний стан і постійну готовність до застосування у разі пожежі чи займання.

Відновлення протипожежного запасу води в резервуарах, витраченої під час гасіння пожежі або в інших випадках, слід виконувати в термін:

- 24 години – на промислових підприємствах з приміщеннями категорій А, Б, В;
- 36 годин – на промислових підприємствах з приміщеннями категорій Г, Д, В;

Під'їзди і підходи до пожежних водойм, резервуарів і гідрантів повинні бути завжди вільними. Біля місця розташування пожежного гідранта має бути встановлений світловий або флуоресцентний покажчик з нанесеним літерним позначенням ПГ, цифровим позначенням відстані у метрах від покажчика до гідранта і внутрішнього діаметра трубопроводу в міліметрах.

Біля місця розташування пожежної водойми має бути встановлений світловий або флуоресцентний покажчик з нанесеним літерним позначенням ПВ, цифровими позначеннями запасу води в кубічних метрах та кількості пожежних автомобілів, що можуть бути одночасно встановлені на майданчику біля водойми.

Кришки люків колодязів пожежних підземних гідрантів необхідно постійно чистити від бруду, льоду і снігу, а стояк – звільняти від води. Взимку пожежні гідранти потрібно утеплювати для запобігання промерзанню.

Пожежні гідранти та крани потрібно не рідше одного разу на шість місяців піддавати технічному обслуговуванню і перевіряти на роботопридатність шляхом пуску води.

1.3. Системи забезпечення пожежної безпеки підприємств олійно-жирового виробництва

На підприємствах олійно-жирового виробництва виробничі будівлі, споруди, устаткування, технологічні процеси, транспортні засоби повинні відповідати вимогам пожежної безпеки [62].

Забезпечення пожежної безпеки є складовою частиною виробничої та іншої діяльності підприємств олійно-жирового виробництва.

Машини, механізми та устаткування, що застосовуються в технологічних процесах допускаються в експлуатацію лише за умови відповідності їх нормативним актам із пожежної безпеки, які чинні в Україні. Заміна устаткування на інше, що має відмінні, від попереднього, виробничо-технічні характеристики (принцип дії, конструкцію, продуктивність, параметри технологічного процесу, розміри, масу тощо), або його перекомпонування, або зміна його технологічної схеми обв'язки, повинні виконуватися за проектом, узгодженим інженером з пожежної безпеки підприємства, а у необхідних випадках – галузевими науково-дослідними інститутами, і затверджуватися у встановленому порядку. Вносити зміни в конструкцію устаткування та в технічні параметри, наведені в паспорті, без узгодження з заводом-виробником, спеціалістами з пожежної безпеки забороняється.

У випадку зміни технологічного процесу, заміни устаткування, виникнення аварійної ситуації, пожежі або травмування персоналу технологічні регламенти та інструкції, нормативні акти з пожежної безпеки підприємства необхідно переглянути і за потреби внести до них зміни, затвердити у встановленому порядку до закінчення терміну їх дії.

Водопровідна мережа, на якій встановлюється пожежне обладнання, повинна забезпечувати необхідний напір та пропускати розраховану для цілей пожежогасіння кількість води. При недостатньому напорі на об'єктах необхідно встановлювати насоси-підвищувачі. Тимчасове відключення ділянок водопровідної мережі з

- забезпеченя відповідними знаками безпеки території об'єкта, будинків, споруд та приміщень;
- застосування у будівництві та на виробництві матеріалів і речовин, на які відсутні показники щодо пожежної небезпеки, забороняється;
- створення добровільної пожежної охорони, для забезпечення функціонування якої утворюються пожежно-рятувальні підрозділи;
- проведення інструктажів з питань пожежної безпеки для усіх працівників;
- проведення навчання та перевірки знань з питань пожежної безпеки;
- заборону допуску до роботи осіб, які не пройшли навчання, протипожежного інструктажу і перевірки знань з питань пожежної безпеки;
- нове будівництво, реконструкцію, реставрацію, технічне переоснащення та капітальний ремонт приміщень, будинків і споруд на підставі проектної документації, яка затверджена у встановленому порядку.

Технічні засоби:

- дотримання протипожежних відстаней між будівлями та спорудами;
- улаштування протипожежних перешкод;
- дотримання вимог пожежної безпеки під час монтажу та експлуатації електромереж та обладнання;
- дотримання вимог пожежної безпеки під час монтажу та експлуатації систем вентиляції;
- забезпечення системами протипожежного захисту (автоматичною пожежною сигналізацією (АПС) та автоматичними установками пожежогасіння (АУПГ);
- забезпечення внутрішнім протипожежним водопроводом;
- забезпечення первинними засобами пожежогасіння.

На підприємствах олійно-жирової промисловості технічні засоби із забезпечення пожежної безпеки, як правило, улаштовані та підпримуються у працездатному стані. Але трапляються поодинокі випадки: пожеж та загорань, причинами яких у 90% є людський фактор. Разом з тим, деякі із систем протипожежного захисту АПС та АУПГ не в повній мірі можуть забезпечити захист технологічного обладнання, особливо у період зупинки виробництва.

Також екстракційні дільниці олійно-жирових підприємств обладнані паропроводом для випускання водяної пари в приміщення з метою зниження вмісту кисню у повітряному середовищі приміщення. Перфоровані труби в дільниці для випускання пари розміщені по внутрішньому периметру приміщення на висоті 0,2-0,3 м від підлоги. Отвори діаметром 5 мм розташовані таким способом, щоб струмінь пари був спрямований вниз приміщення.

Водяну пару подають у приміщення в тому разі, якщо підвищуються концентрація пари розчинника в повітрі приміщення з будь-якої причини:

• не включилась аварійна вентиляція;

• не працює загальнообмінна вентиляція;

• незважаючи на роботу загальнообмінної та аварійної вентиляції концентрація пари розчинника не знижується:

• у випадку займання;

• у разі пожежі, перед пусканням пари в цех необхідно подати світлові і звукові сигнали: "Водяна пара. Усім покинути приміщення".

Паропровід перед введенням у дільницю оснащений запірним пристроєм (засувкою) та має обвідну лінію (байпас) з другою резервною засувкою, яка розміщена на ній.

Засувки знаходяться у доступних місцях поза екстракційною дільницею і мають дублююче ручне управління зовні будівлі.

Для гасіння пожеж та загорання, які виникають на підприємствах олійно-жирової промисловості, можуть застосовуватись різні вогнегасні речовини. В літературі наведені результати експериментальних досліджень щодо обґрунтування вибору вогнегасних речовин для тих чи інших речовин та матеріалів. Для прикладу в роботі [63, 64] проведено аналіз та представлено результати експериментальних досліджень гасіння пінами середньої та низької кратності. Окрім пінного гасіння достатньо ефективним для замкнених просторів є спосіб флегматизування горючого середовища. В роботах [65, 66] наведено результати дослідження динаміки флегматизування азотом та діоксидом вуглецю горючого газового середовища в умовно герметичному просторі при надходженні кисню, горючої речовини і повітря із заданими витратами. Запропоновано алгоритм розрахунку параметрів подавання флегматизатора, достатніх для ефективного протипожежного

2	Приміщення рафінації технічних жирів, обробки соапстоків	100 і більше	-

Продовження таблиці 1.9

3	Приміщення рафінації олії у місцелі, гідрогенізації	до 500	500 і більше
4	Приміщення розчинення оцтової кислоти у виробництві майонезу, алкідної і комбінованої оліфи	до 500	500 і більше
5	Приміщення змішування оліфи з розчинниками, сикативоварильні	до 500	500 і більше
6	Приміщення виробництва натуральної оліфи	до 1000	1000 і більше
7	Приміщення гідратації і рафінації, дезодорації, виготовлення маргарину і майонезу	до 1000	1000 і більше
8	Машинні і апаратні зали аміакових компресорних станцій, щитові КВП і А	100 і більше	-
9	Лабораторії хімічні, технологічні, сировинні	незалежно від площі	-
10	Приміщення фасування, пакування горючої продукції в горючу упаковку	від 100 до 1000	1000 і більше
11	Столярна майстерня, ремонтно-будівельні цехи (за наявності горючих матеріалів), приміщення картонажного виробництва	від 100 до 1500	1500 і більше
12	Приміщення мийних і дезинфікуючих матеріалів	від 100 до 1500	1500 і більше
13	Склади тарних, пакувальних матеріалів картону, паперу та інших горючих матеріалів	від 100 до 1000	1000 і більше
14	Склади олії в склотарі і полімерній тарі	від 100 до 1000	1000 і більше
15	Приміщення для тари і виробів 500 шт. і більше із пластмас	від 100 до 500	500 і більше
16	Склади масел, оліфи, фарб	до 500	500 і більше
17	Склади тарного зберігання	до 1000	1000 і більше

відключенні контрольно-вимірювальних приладів, за допомогою яких визначаються встановлені режими температури, тиску, концентрації горючих газів, парів і інші технологічні параметри.

Гарячі поверхні трубопроводів та устаткування в приміщеннях, в яких вони викликають небезпеку займання матеріалів або вибуху газів, парів рідин або пилу, повинні ізолюватися негорючими матеріалами для зниження температури поверхні до безпечної величини.

Для контролю за станом повітряного середовища у виробничих та складських приміщеннях, в яких застосовуються або зберігаються речовини і матеріали, здатні утворювати вибухонебезпечні концентрації газів і парів, повинні встановлюватися автоматичні газоаналізатори.

За відсутності газоаналізаторів заводського виготовлення, повинен здійснюватися періодичний лабораторний аналіз повітряного середовища.

В пожежонебезпечних цехах і на устаткуванні, що створює небезпеку вибуху або займання, відповідно до встановлених вимог, повинні бути вивішені знаки, що не дозволяють користування відкритим вогнем, а також попереджають про дотримання обережності за наявності займистих та вибухових речовин.

У таблиці 1.9 наведено перелік будівель і приміщень, які підлягають обладнанню автоматичними установками пожежогасіння та автоматичною пожежною сигналізацією.

Таблиця 1.9 - Перелік будівель і приміщень, які підлягають обладнанню автоматичними установками пожежогасіння та автоматичною пожежною сигналізацією

№ з/п	Найменування будівель і приміщень	Автоматична пожежна сигналізація, кв.м	Автоматичне пожежогасіння, кв.м
1	Приміщення готування олійних розчинів, розтоплення вершкового масла, баків для жирів, салотоплення, розфасу-	100 і більше	-

Для розміщення первинних засобів пожежогасіння у виробничих приміщеннях, на території підприємства, як правило, повинні встановлюватись спеціальні пожежні щити.

Порядок розміщення, обслуговування та застосування вогнегасників повинен дотримуватись відповідно до вказівок інструкцій підприємств-виробників, чинних нормативно-технічних документів, а також з таких вимог:

- не допускається зберігання і застосування вогнегасників з зарядом, що включає галоїдовуглеводневі сполуки в непровітрюваних приміщеннях площею менше 15 кв. м;

- не дозволяється встановлювати вогнегасники на шляхах евакуації людей із захищуваних приміщень, за винятком розміщення вогнегасників у нішах;

- вогнегасники повинні розміщуватись на висоті не більше 1,5 м від рівня підлоги до нижнього торця вогнегасника і на відстані не менше 1,2 м від краю дверей при їх відчиненні;

- конструкція і зовнішнє оформлення тумби або шафи для розміщення вогнегасників повинні бути такими, щоб можна було візуально визначити тип вогнегасників, що в них зберігаються.

Вогнегасник повинен встановлюватися таким чином, щоб інструктивний напис на його корпусі залишався видимим.

Технологічне устаткування за нормальних режимів роботи повинно бути пожежобезпечним. На випадок небезпечних несправностей і аварій необхідно передбачити заходи, що обмежують масштаб та наслідки пожежі.

Застосовувати у виробничих процесах і зберігати речовини та матеріали з невивченими параметрами щодо пожежної і вибухової небезпеки не дозволяється.

Технологічне устаткування, апарати, трубопроводи, арматура, в яких циркулюють речовини, що виділяють вибухопожежонебезпечні пари, гази та пил, повинні, як правило, бути герметичними.

Не дозволяється виконувати виробничі операції на устаткуванні, установках та верстатах з несправностями, які можуть викликати загоряння та пожежу, а також при

Для проведення експериментів було виготовлено кошики кубічної або циліндричної форми висотою 35, 50, 70, 100, 140 мм (по 10 шт. кожного розміру) з корозійностійкого металу із кришками. Діаметр циліндричного кошика дорівнює його висоті, товщина стінки кошика – (1,0 ± 0,1) мм. Загальний вигляд кошиків із зразками всередині представлено на рисунку 2.4.

Рисунок 2.4 - Загальний вигляд зразків подрібненого насіння олійних культур в кошиках для визначення умов теплового самозагоряння

Для проведення дослідів було використано термоелектричні перетворювачі ТХА (3 шт.) з максимальним діаметром робочого спаю не більше 0,8 мм.

Термопари встановлювали таким чином, щоб робочий спай однієї контактував із зразком та розташовувався в його центрі, другий – стикався з зовнішньою стороною кошика, третій – був на відстані (30 ± 1) мм від стінки кошика. Робочі спаї всіх трьох термопар розташовували на одному горизонтальному рівні, відповідному середній лінії термостата. Схема розташування термопар представлена на рисунку 2.5.

температуру випробування, знаходять її мінімальне значення, при якому відбувається самозаймання речовини.

Для дослідження температури самозаймання було виготовлено 10-15 зразків масою (3,0±0,1) грам. Зразки – циліндричної форми, діаметром (45±1) мм.

Методом послідовних наближень ми визначали мінімальну температуру робочої камери, за якої зразок самозаймається і горить більше 5 с, а при температурі на 10 °С меншій – спостерігається відмова.

За температуру самозаймання зразка приймаємо середнє арифметичне двох температур, що відрізняються не більше ніж на 10 °С, при одній з яких спостерігається самозаймання 3 зразків, а при іншій - три відмови самозаймання.

Дослідження умов теплового самозагоряння виконували у електричній сушильній шафі 2В-151 [68], (рис. 2.3) місткістю робочої камери не менше 40 дм^3 з терморегулятором, що дає змогу підтримувати постійну температуру від 60 до 250 °С з похибкою ± 3 °С.

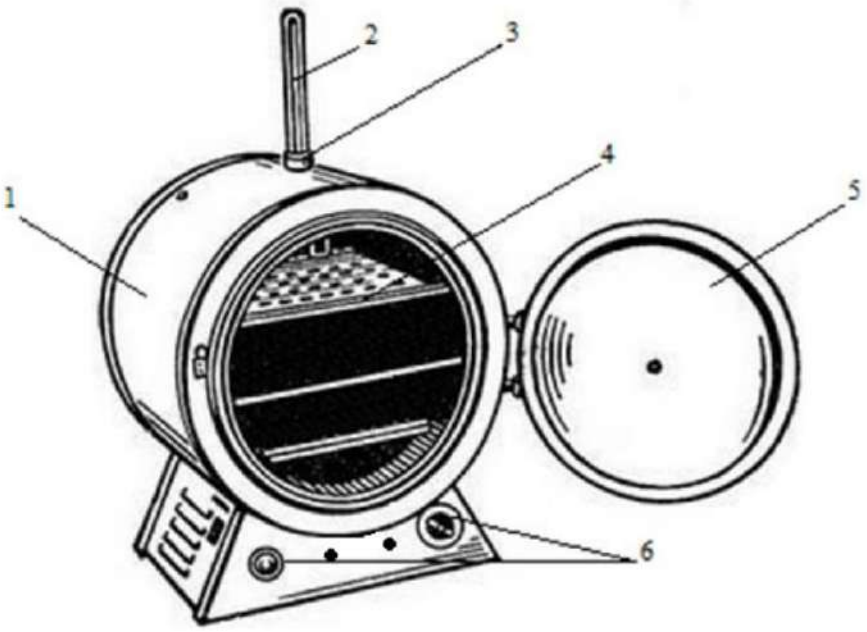


Рисунок 2.3 - Термошафа для дослідження умов теплового самозагоряння

де 1 – корпус; 2 – термометр; 3 – отвір для встановлення термопар; 4 – внутрішній об'єм камери; 5 – дверцята; 6 – прилади для регулювання температури

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики вимірювальних приладів

№ з/п	Найменування приладу чи пристрою	Заводський номер	Границя вимірювання	Клас точності або похибка вимірювання
1	Секундомір СОП	8625	Від 0 до 3600 с	Клас точн. 2
2	Термопара ТХА	15	Від 0 до 1200 °С	Клас точн. 0,8
3	Регулятор-вимірювальний блок РТ 0102	10.385	Від мінус 50 до 1200 °С	±2 °С
4	Ваги BTU 210/ С3	1826	Від 0 до 210 г	Класс точн. 3

Суть експериментального методу визначення температури займання полягає в нагріванні певної маси речовини із заданою швидкістю, періодичному запалюванні парів, що виділяються і встановленні факту наявності або відсутності займання при фіксованій температурі.

Для визначення температури займання виготовлено 10-15 зразків масою (3,0±0,1) грам. Зразки мали циліндричну форму діаметром (45±1) мм. Перед випробуванням зразки кондиціонували при відносній вологості 50%, температурі 23 °С протягом 4 годин, відповідно до встановлених вимог.

За температуру займання приймали покази термоелектричного перетворювача, що вимірює температуру зразка. Методом послідовних наближень визначали мінімальну температуру зразка, при якій за час витримки в установці не більше 20 хв він займався і горів більше 5 с після віддалення пальника, а при температурі на 10 °С меншій займання не відбувалося. Також за температуру займання зразка приймали середнє арифметичне двох температур, що відрізняються не більше ніж на 10 °С, при одній з яких спостерігається займання 3 зразків, а при іншій – три відмови.

Суть методу визначення температури самозаймання полягає у введенні певної маси речовини в нагрітий об'єм та оцінці результатів випробування. Змінюючи

Рисунок 2.1 - Схематичне зображення методології проведення дисертаційних досліджень

2.1. Методи та методики дослідження показників пожежної небезпеки насіння олійних культур та рослинної олії

Насіння олійних культур. На даний час в Україні діє єдиний нормативний документ, яким встановлено методику визначення показників пожежної небезпеки речовин та матеріалів ГОСТ 12.1.044-89 “Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения”.

Експериментальні дослідження температури займання та температури самозаймання зразків ріпаку, сої та соняшника проводились відповідно до методу [67], на установці ОТП, загальний вигляд якої представлений на рисунку 2.2.

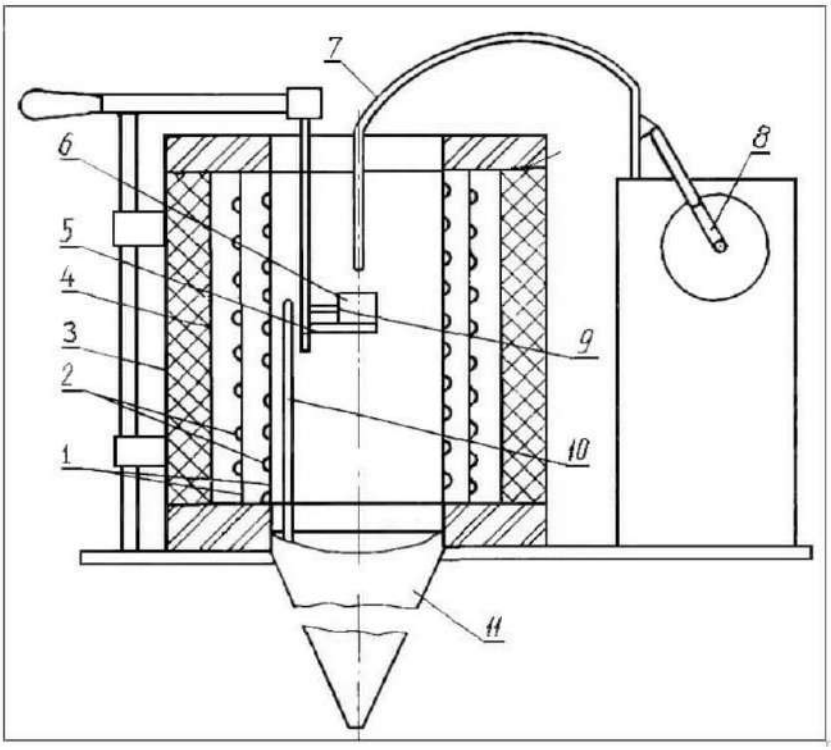


Рисунок 2.2 - Схема установки ОТП

де 1 – скляні циліндри; 2 – спіральні електронагрівачі; 3 – теплоізоляційний матеріал; 4 – сталевий екран; 5 – тримач зразка; 6 – контейнер; 7 – газовий пальник; 8 – електропривод пальника; 9, 10 – термоелектричні перетворювачі; 11 – ламінатор

При проведенні цих випробувань було використано вимірювальні прилади, технічні характеристики яких представлено у таблиці 2.1

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

РОЗДІЛ 2
МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дисертаційні дослідження проводились за методологією, схематичне зображення якої наведено на рисунку 2.1.

захисту робочого простору після припинення інтенсивного його продування повітрям. Викладено і проілюстровано на конкретному прикладі загальні підходи до проведення оцінки ефективності застосування вогнегасних речовин в системах протипожежного захисту об'єктів із замкненим простором

1.4. Мета та задачі дослідження

На підставі проведеного аналізу статистики та причин виникнення пожеж на підприємствах олійно-жирового виробництва ми сформулювали мету досліджень, яка 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 перероблення насіння олійних культур та виявити шляхи їх підвищення;

- розробити методику 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 (соняшник, ріпак, соя);

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

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

модифікація способу із закритим тиглем – це рівноважний метод, в якому використовується апаратура методів Абеля, Пенскі-Мартенса і Тага.

Характеристики існуючих у світі методів визначення температури спалаху та займання рідин представлено у таблиці 2.3 [85].

Таблиця 2.3 - Характеристики існуючих методів визначення температури спалаху та займання рідин

Метод випробування	Тигель	Швидкість нагрівання, °С/хв	Крок перевірки	Робочий діапазон, $t_{спал}$, °С	Стандарт
Пенски-Мартенса (А)	Закритий	5…6	1…2	< 370	ASTM D 93; BS EN ISO 2719; BS 2000-34
Пенски-Мартенса (Б)	Закритий	1…1,5	2	< 93	
Тага	Закритий	1…3	0,5…1	0…110; кімнатна т-ра…300	ASTM D 56; ГОСТ Р 53717
Сетафлеш	Закритий	-	0,5	-30…70	ASTM D 3278; ASTM D 3828
Абеля	Закритий	1	0,5	-15…360	BS EN ISO 13736; ISO 13736

Продовження таблиці 2.3

Закритий тигель	Закритий	5…6; 0,3 (для лаків). Різниця температур зразка і бані ≤ 2 °С	1…2; 0,5 (для лаків)	-15…360	ГОСТ 12.1.044-89*
Рівноважний	Закритий	Різниця температур зразка і бані ≤ 2 °С 0,3 -0,1	0,5	0…110 -18…165 -30…110	ASTM D 3924; ASTM D 3941 BS EN ISO 1523; ISO 1516
Прискорений	Закритий	Різниця	0,5…1	-30…300	BS EN

Показники температури спалаху та займання для значної кількості горючих рідин висвітлені у ряді нормативних документів та довідкових літературних джерелах, що стосуються вибухопожежонебезпеки [69-73] та інші.

Відповідно до міжнародних стандартів [74-76], температури спалаху та займання, що є предметом досліджень цієї роботи, не є сталими показниками фізико-хімічних властивостей речовин та матеріалів, оскільки напряму залежать від апаратури та методів їх визначення. Окрім того, на кінцевий результат може суттєво впливати значення атмосферного тиску.

У світі існують та застосовують різні методи та методики, що дають змогу визначати температури спалаху та займання рідин. Враховуючи фізику процесу виникнення спалаху та займання речовин, саме температура спалаху відображає здатність речовин і матеріалів підтримувати горіння. Так, в світі існує ряд нормативних документів та стандартів, що стосуються класифікації займистих, горючих та інших речовин [77-79]. Також існує європейська класифікація (Classification, Labelling and Packaging) де займисті рідини розділяють на категорії. Відповідно до цих документів, саме поняття температури спалаху дещо відрізняється. Зокрема в [80, 81] зазначено, що температура спалаху рідини – це температура рідини, за якої вона виділяє горючі пари, здатні спалахувати від джерела запалювання. У [74-76] зазначено, що ця температура визначається у спеціальних умовах чи на спеціальному обладнанні, а у [81], вказано, що температура спалаху та температура займання є відмінними між собою. Слід зазначити, що у чинному в Україні нормативному документі [67], поняття температури спалаху найбільш влучно відображає фізичну суть цього явища. Крім того, у світі існують методи та підходи, що дають змогу визначати цей параметр враховуючи зв'язок температури спалаху з теплотою згорання та нижньою температурною межею займання [82-84].

Основними способами визначення температури спалаху та займання рідин є випробування у закритому та відкритому тиглі. Спосіб з відкритим тиглем реалізований у методах Тага, Клівленда, Бренкена, спосіб з закритим тиглем – у методах Абеля, Пенскі-Мартенса, Абеля-Пенского, Сетафлеш тощо. Також існує

70

– на підставі отриманих результатів випробувань побудовано графіки залежності логарифма температури самозагоряння від логарифма питомої поверхні і логарифма часу до самозагоряння, які описуються рівняннями прямої лінії:

$\lg t_c = Ap + np \lg S$;

$\lg t_c = Aв - nв \lg \tau$,

де t_c - температура самозагоряння, ° С;

Ар, nр, АВ, nв – коефіцієнти, що визначаються за дослідними даними;

t – тривалість випробування від моменту вирівнювання температур зразка досліджуваної речовини і термостата до моменту самозагоряння, год.;

S – питома поверхня зразка, в $м^{-1}$ обчислюється за формулою

$$S = \frac{F}{V} \tag{2.1}$$

де F – повна зовнішня поверхня зразка, $м^2$;

V - об'єм зразка, $м^3$.

– умови та результати випробувань реєструють у протоколі.

У процесі проведення експериментальних досліджень можливі виділення токсичних продуктів термічного розкладу, тому необхідно дотримуватись правил безпеки. Термостат слід встановлювати в окремому приміщенні з припливно-витяжною вентиляцією, що забезпечує кратність обміну повітря не менше восьми. Робоче місце оператора має задовольняти санітарно-гігієнічним вимогам за ГОСТ 12.1.005.

Рослинна олія. Рідини та речовини, що є горючим, характеризуються температурами спалаху та займання.

Температура спалаху – це найменша температура конденсованої речовини, при якій в умовах спеціальних випробувань над її поверхнею утворюються пари, що здатні спалахнути у повітрі від джерела запалювання; стійке горіння при цьому не виникає. Але при підвищенні температури рідини далі до певного значення, пари спалахують і не гаснуть, що свідчить про досягнення температури займання цієї рідини.

Рисунок 2.6 - Кошик розміром 140х140 мм з зразком подрібненого насіння, поміщений у термошафу

Зразок витримували у термостаті до самозагоряння, або за відсутності самозагоряння протягом часу, зазначеного в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Нормований час перебування зразка у термостаті

Висота кошика	Тривалість випробування до самозагоряння, год
35	6
50	12
70	24
100	48
140	96

За самозагоряння приймали підвищення температури зразка (за показами термоелектричного перетворювача №1 до (450 ± 50) °С. Якщо при першому випробуванні самозагоряння не відбулося протягом часу, зазначеного в таблиці 2.2, то наступне випробування з новим зразком такого ж об'єму проводили при вищій температурі.

Якщо ж при першому випробуванні відбулося самозагоряння, то наступне випробування з новим зразком такого ж об'єму потрібно проводити при нижчій температурі.

Випробування повторюють при різних температурах із зразками однакового об'єму до досягнення мінімальної температури, при якій відбувається самозагоряння, а при температурі на 10 °С меншій за визначену, самозагоряння не відбувається. Середньоарифметичне значення цих температур приймають за температуру самозагоряння зразка цього об'єму.

Аналогічним випробуванням піддавали зразки подрібненого насіння в кошиках необхідних розмірів.

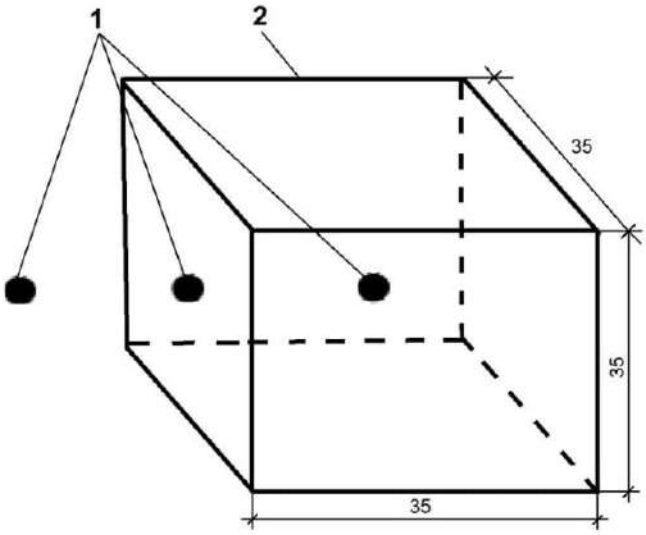


Рисунок 2.5 - Схема розташування термопар у зразку
де 1 – термопари, 2 – кошик для досліджень

Кошик заповнювали зразком необхідної дисперсності та встановлювали термоелектричні перетворювачі відповідно до схеми, що представлена на рисунку 2.6. Кошик закриваємо кришкою і поміщаємо його в центр термостата, нагрітого до заданої температури випробування (рисунок 2.6).

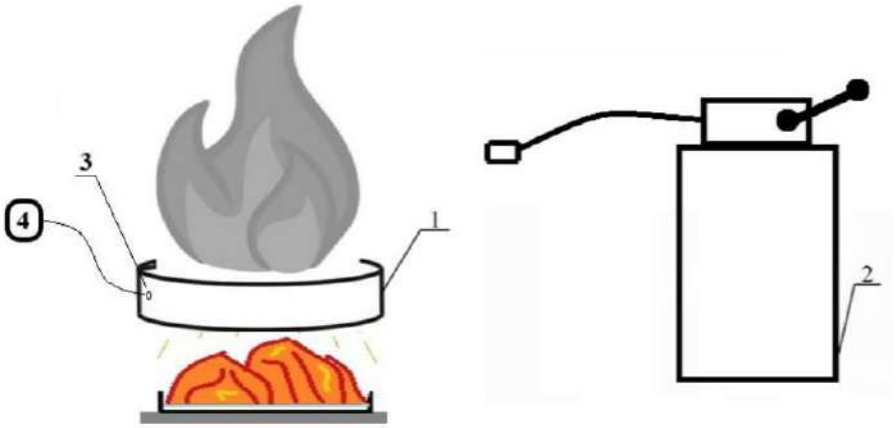


Рисунок 2.8 - Схема вогневих випробувань з визначення вогнегасної ефективності вогнегасних речовин у разі гасіння рослинної олії

де 1 – модельне вогнище пожежі класу В; 2 –вогнегасник; 3 – термопара; 4 – прилад для контролю температури

Перелік випробувального обладнання та засобів вимірювальної техніки, що застосовувались під час проведення полігонних випробувань, наведено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Технічні характеристики вимірювальних приладів

Найменування	ГОСТ або ТУ	Тип (марка)	Похибка вимірювань/ клас точності	Кіль-кість, шт
Секундомір	ГОСТ 5072-79	СОС пр-2б-2-000	Кл. точн. 2 $\pm (0{,}4 \cdot \tau_{вим}/60)$ с; $\pm (0{,}4 \cdot 1{,}5\ (\tau_{вим}-60)/3540$ с	1
Лінійка	ГОСТ 427-75	-	1000 ± 1мм	1
Ваги	-	СВП-50-5	± 0,05 кг	1
Мірний циліндр	ГОСТ 1770-74	ST 52-6	± 5 мл	1
Манометр	ГОСТ 2405	МО-0,4-25	Кл. точн. 0,4	1

Тривалість гасіння модельного вогнища пожежі класу 8В не повинна перевищувати 2 хв.

допомогою комп'ютера . Дослідження здійснювали в динамічному режимі зі швидкістю нагрівання 5°С/хв в атмосфері повітря.

Дериватограф Q1500 – це ДТ аналізатор, який дає змогу використовувати метод диференційного термічного аналізу. Температура – до 1500 ° С. Чутливість терезів - 20мг / на всю шкалу. Інтервал вимірювання 0 – 10 гр. Шкала чутливості – 50, 100, 200, 500 1000, 2000 мг / на всю шкалу. Точність вимірювання – 20 мг (1%), 50-100 мг (0,5%), 20 - 2000 (0,2%). Має системи автоматизованого переміщення печі, продування печі інертним газом. Комплект аксесуарів містить 10шт. керамічних тиглів.

Маса зразків становила в середньому 100 мг. Дослідження термічної стійкості зразків проводили в діапазоні температур 20 – 800 °С. Еталонною речовиною був оксид алюмінію.

2.3. Методика оцінювання ефективності гасіння горючих рідин-продуктів переробки насіння олійних культур вогнегасними речовин на модельноому вогнищі класу В

Для визначення вогнегасної ефективності вогнегасних речовин та процесів взаємодії вогнегасних речовин з полум'ям горючих рідин використано методику з визначення вогнегасної здатності гасіння модельного вогнища пожежі класу В [91].

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, заливали 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 2.8.

75

де 1 – нагрівна ванна; 2 – кільце з пароніту; 3 – фарфоровий тигель; 4 – термометр; 5 – тримач термометра; 6 – штатив; 7 – підставка для пальника; 8 – газовий пальник; 9 – прилад для нагрівання; 10 – азбестова прокладка

Суть методу визначення температур спалаху та займання полягає у проведенні випробувань, в умовах, коли над поверхнею речовини утворюються пари, які здатні спалахувати або горіти в повітрі від джерела запалювання. Швидкість нагрівання речовини становить 5-6 °С/хв. В процесі нагрівання рідини полум'я газового пальника рівномірно проводять від одного боку тигля до іншого в горизонтальній площині, не вище ніж на 2 мм від верхнього краю тигля і тільки в одному напрямку, та фіксують наявність або відсутність чи то спалаху, чи то займання рідини.

За температуру спалаху чи температуру займання ($T_{спал.}$, $T_{займ.}$) приймають середнє арифметичне значення температур, що отримані на трьох зразках однієї рідини з поправкою на атмосферний тиск (Δt), що визначається за формулою:

$$\Delta t = 0{,}27 \times (101{,}3 - p_a)\,, \qquad (2.2)$$

де p_a – атмосферний тиск, кПа.

2.2. Методика дослідження процесів самонагрівання та самозаймання подрібненого насіння олійних культур методом термогравіметричного аналізу

Метод термічного аналізу – це метод при якому реєструється зміна маси зразка досліджуваної речовини або продуктів реакції залежно від температури, що змінюється за певною програмою, або від часу (ізотермічно) [90].

Результатом аналізу є термогравіметричні(ТГ)-криві, що будуються у координатах маси наважки –температура або маси наважки – час. Для інтерпретації результатів ТГ–аналізу необхідна обробка ТГ-кривих. Зокрема, похідна від ТГ-сигналу (швидкість зміни маси), яка надається диференційною ТГ-кривою, дозволяє встановити момент часу або температуру, при якій зміна маси відбувається найшвидше.

Термічний аналіз зразків проводили на дериватографі Q-1500D системи “Паулік -

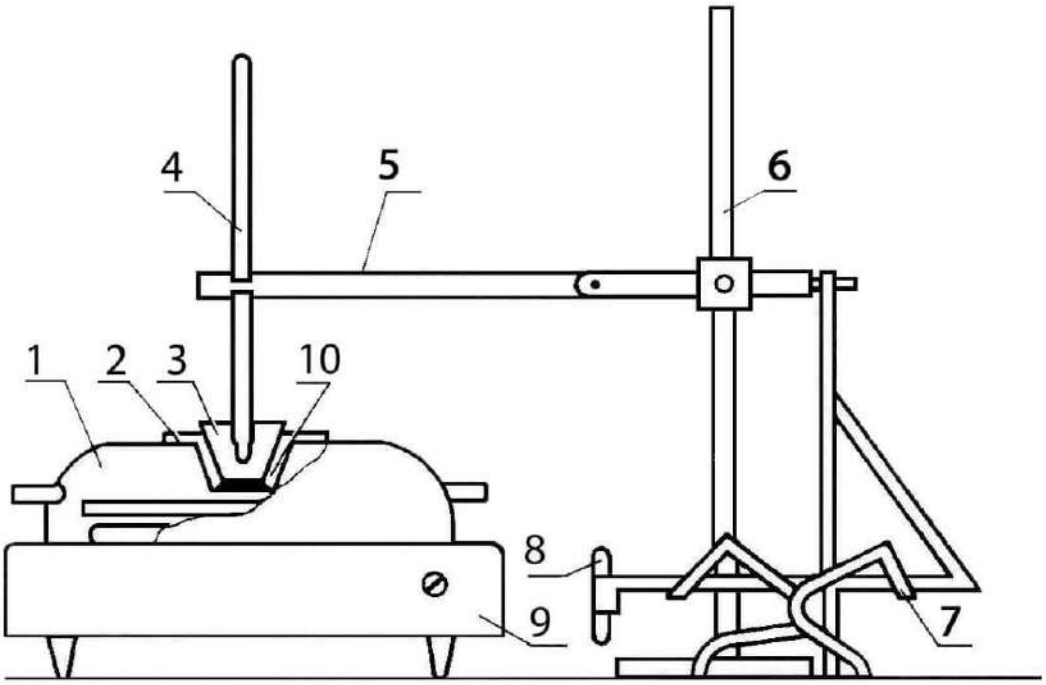
Також у роботі [87] представлено один з методів прогнозування температури спалаху. Суть прогнозування базується на фізико-хімічних і пожежонебезпечних властивостях горючих рідин, індикаторних змінних та топологічних індексах.

У працях [88, 89] наведено порівняльні методи визначення температури спалаху та займання горючих рідин.

Враховуючи вищезазначене очевидним є факт, що при застосуванні різних підходів до визначення температур спалаху та займання рідин можуть бути отримані суттєво різні результати для однакових речовин. Чинниками, що впливатимуть на результат є швидкість нагрівання випробуваної речовини, конструктивні особливості приладів, що забезпечують умови охолодження, а також врахування поправки на атмосферний тиск.

Важливим завданням на сьогодні є уніфікація методів визначення пожежонебезпечних характеристик рідин як у національних, так і у міжнародних стандартах.

Експериментальні дослідження з визначення температур спалаху та займання рослинних олій із застуванням стандартизованого в Україні методу, проведено на установці ТВ-2, схема якої представленана рисунку 2.7.



		зразка і бані ≤ 2 °С			BS 2000-523; ISO 3679
Клівленда	Відкритий	5-6	2	>79	ASTM D 95; ISO 2592; ГОСТ 4333-87
Бренкена	Відкритий	4	2	-	ГОСТ 4333-87
Тага	Відкритий	1	1	-18…165	ASTM D 1310
Відкритий тигель	Відкритий	5…6; 0,3 (для лаків і в'язких рідин)	1-2	-15…360	ГОСТ 12.1.044-89*

Аналізуючи методи, які представлені у таблиці 3.3, слід зазначити, що у всіх представлених методах визначення температур спалаху та займання рідин проводиться в закритому та відкритому тиглі, шляхом піднесення джерела запалювання до поверхні досліджуваної рідини. Відмінними є робочі діапазони температур методів, що коливаються від мінус 30 ºС до 370 ºС, але при цьому не спостерігається якась закономірність діапазонів температур залежно від того, як метод реалізований – у відкритому чи закритому тиглі. Також враховуючи, що температура спалаху деяких речовин визначається при температурі нижчій за кімнатну, важливим є факт застосування охолоджувальних приладів для досягнення необхідної швидкості нагрівання рідини. Також загальним недоліком представлених методів є те, що у більшості з них не враховується значення атмосферного тиску на момент дослідження, а в деяких це відбувається опосередковано.

Поряд з експериментальними методами визначення температур спалахугорючих рідин існують і розрахункові методи. Одним із таких методів є визначення температури спалаху через тиск насиченої пари рідини [86]. Суть цього методу полягає у припущенні авторів, що спалах виникає за температури, за якої тиск насиченої пари рідини відповідає тиску насиченої пари при нижній концентраційній межі займання. Цей підхід грунтується на припущенні, що температура спалаху і нижня концентраційна межа займання приблизно однакові.

виробництва, дослідження проводились з гексановим розчинником (Нефрас П1-63/75), який застосовується в технологічному процесі.

2.6. Оцінювання пожежної небезпеки підприємства олійно-жирового виробництва методом Гретенера

Метод Гретенера призначений для оцінювання пожежонебезпеки будівель та споруд різного призначення: виробничих, складських, адміністративних, торговельних, готельних, лікувальних, культурних, навчальних, побутових, тощо [92].

Цей метод дає змогу:

- оцінити потенційну небезпеку виникнення пожежі;
- оцінити реальну пожежну небезпеку приміщення, будівлі чи споруди;
- визначити необхідні заходи для захисту об'єкта від пожежі;
- визначити вимоги до вогнестійкості будівельних конструкцій;

Основними показниками пожежоної небезпеки будівлі, приміщення чи об’єкта є числові значення параметрів *П* (пожежна небезпека) і *РП* (рівень пожежної небезпеки), що розраховуються за такими виразами:

$$П = Р \cdot А/З = По/З \quad (2.3)$$

$$РП = П/Пп \quad (2.4)$$

де:

П – пожежна небезпека об'єкта;

РП – рівень пожежної небезпеки;

Р – потенційна небезпека, що враховує вплив основних факторів, які сприяють виникненню й розвитку пожежі;

А – фактор активації, що відображає ймовірність виникнення пожежі, пов'язану з видом використання об'єкта;

По – загроза виникнення пожежі;

З – фактор захисту від пожежі, що враховує вплив наявних на об'єкті пожежозахисних заходів;

Рисунок 2.11 - Прилад для визначення пожежовибухонебезпеки газопароповітряної суміші

де 1 – корпус; 2 – джерело запалювання; 3 – вмикач; 4 – гумовий корок

Методика проведення досліджень. Для визначення вибухопожежної концентрації у вибуховий циліндр за допомогою піпетки вводили відповідну масу гексанового розчинника. Отвір циліндра закривали гумовим корком і через 2-3 хв (після повного випаровування досліджуваної речовини), вміст циліндра перемішували шляхом його обертання. Далі вмиколи джерело запалювання і фіксували результат випробування. Випробування проводились з нарощування маси досліджуваного зразка, фіксуючи перший і останній вибух.

Після кожного випробування, незалежно від результату (відмова чи вибух), циліндр продували чистим атмосферним повітрям.

Для переведення пароповітряного горючого середовища з небезпечними концентраціями парів гексанового розчинника у безпечний стан, необхідно дослідити вплив добавки азоту на флегматизувальну ефективність газопароповітряної суміші. Для цього було використано експериментальну установку, схема якої наведена на рисунку 2.11.

Методика проведення дослідження: вибуховий циліндр підігрівали до 50 °С, капали відповідний небезпечний об'єм гексанового розчинника для отримання вибухопожежонебезпечної концентрації, після чого в об'ємі циліндра вносили відповідну кількість азоту (N_2) за допомогою поршневого мірника об'ємом 100 мл. Отриману суміш перемішували та запалювали натисканням кнопки електрозапальника. Результати випробувань фіксували за такими станами: «вибух» «відмова» «поширення полум'я».

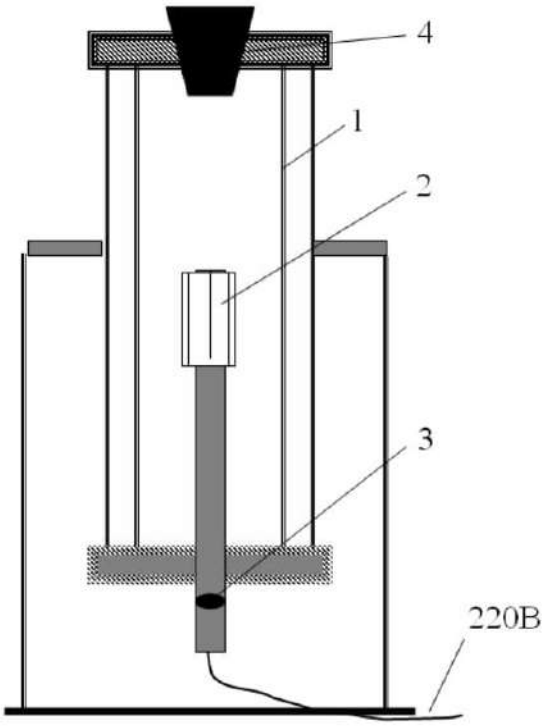
У довіднику Баратова А.Н. вказано, що флегматизувальна коцентрація N_2 для гексану, становить 43 %, але у довідковій літературі не зазначена мінімальна флегматизувальна концентрація для гексанових розчинників. Тому, для адекватної і правильної оцінки можливості переведення у безпечний стан вибухопожежонебезпечного середовища в технологічних об'ємах процесу екстракції олії на підприємствах олійно-жирового

80

Рисунок 2.10 - Блок-схема автоматичної установки модульного водяного пожежогасіння тонкорозпиленими струменями водної вогнегасної речовини комбінованої дії та фото модельного вогнища 5F

2.5. Методика визначення небезпечної концентрації парів гексанового розчинника та умов флегматизування пароповітряного горючого середовища

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, схема якої представлена на рисунку 2.11. Верхня й нижня частини циліндра закриті кришками. На нижній кришці розташовано джерело запалювання, у верхній кришці є отвір, закритий гумовим корком. Скляний циліндр закріплено на станині на двох вертикальних стійках. Кріплення скляного циліндра дає можливість обертати його у вертикальній площині.



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

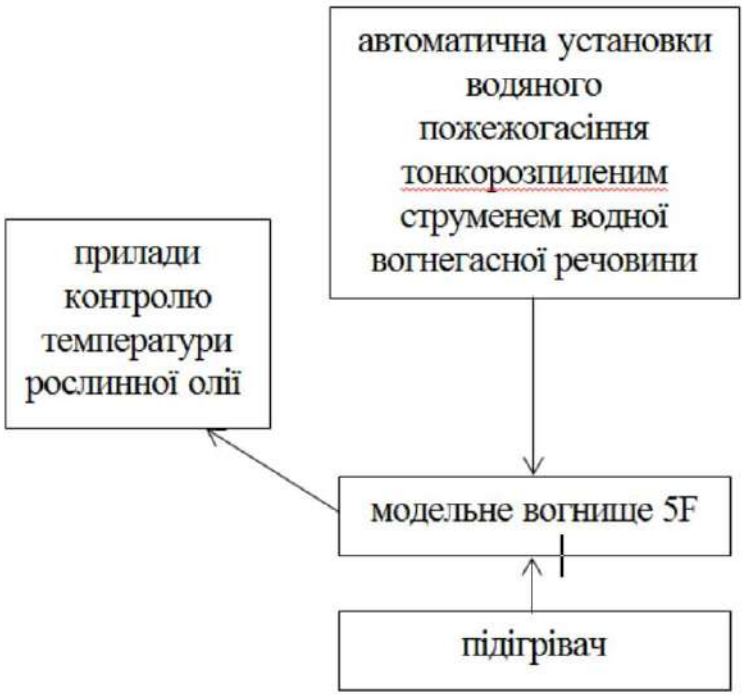
У якості палива для досліджень у циліндричну металеву посудину заливали 5+1 л досліджуваної рослинної олії з температурою самозаймання не нижче 360 °С.

Підігрівач 4 збільшував теипературу досліджуваної олії з швидкістю (5±2°С).

Після перевищення температури самозаймання та виникнення самозаймання досліджуваної рослинної олії вільне горіння мало тривати 120±5с.

У якості випробувального приладу застосовували модульну автоматичну систему водяного пожежогасіння тонкорозпиленими струменями водної вогнегасної речовини комбінованої дії. Об'єм водної вогнегасної речовини – 5,0±0,1л. Тривалість подавання вогнегасної речовини – 60±2с. Запуск системи автоматичного водяного пожежогасіння здійснювався вручну підривом пірозаряду запірного пристрою.

На рисунку 2.10 представлено блок-схему модульної автоматичної установки водяного пожежогасіння тонкорозпиленими струменями водної вогнегасної речовини комбінованої дії та фото модельного вогнища 5F.



1) Випробування проводять серіями. Кількість серій не обмежена;

2) Кожна серія включає три досліди (у кожному досліді гаситься одне модельне вогнище одним вогнегасником), які проводяться послідовно один за одним;

3) Вогнегасна ефективність з гасіння пожежі класу В підтверджується гасінням двох із трьох вогнищ одного типорозміру;

4) Серія вважається закінченою, коли проведено усі три досліди або у перших двох дослідах отримано однаковий (позитивний або негативний) результат.

2.4. Методика оцінювання ефективності гасіння горючих рідин-продуктів переробки насіння олійних культур вогнегасними речовинами на модельному вогнищі 5F за ISO 7165:2009(Є)

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 наведене на рисунку 2.9.

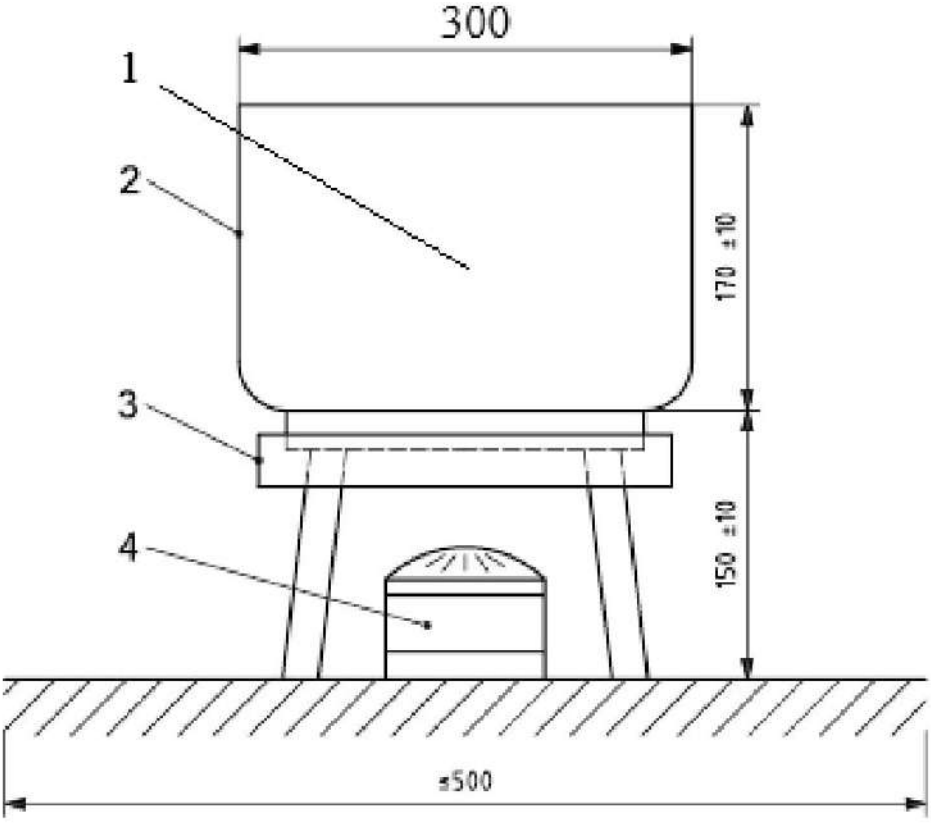


Рисунок 2.9 - Схематичне зображення модельного вогнища 5F

Відходи олійного виробництва також мають широке застосування, насамперед це корм для тварин; лузга насіння соняшнику використовується для виробництва палива тощо.

На підприємствах олійно-жирового виробництва в основному для промислової переробки використовують насіння соняшнику [93], насіння сої [94], насіння ріпаку [95]. У вказаних нормативно-правових актах передбачено розділ «Вимоги щодо безпеки та охорони довкілля». У цьому розділі повинні бути відображені рекомендації щодо вогнегасних речовин під час гасіння у випадку виникнення пожеж відповідного насіння. Вказані рекомендації відсутні, лише у випадку соняшника є посилання на [96], в якому викладені загальні вимоги пожежної безпеки до об'єктів різного призначення на усіх стадіях життєвого циклу.

Пожежо вибухонебезпечні властивості насіння олійних культур. Соняшникове насіння – горючий матеріал. Насіння соняшнику схильне до самозаймання. Температура займання (для аерозавислих частинок пилу з насіння), становить 225 °С. Температура тління (для аерозавислих частинок пилу з насіння) – 255 °С. Нижня концентраційна межа поширення полум'я пилу насіння, г/м^3 – відмова.

Соняшникове лушпиння – горючий матеріал, з температурою займання 235 °С.

Макуха соняшникова у вигляді пелюстки, крупки або гранул – горючий матеріал, температура займання – 250-270 °С, а при температурі 230 °С матеріал обвуглюється.

Насіння сої – горючий матеріал. Температура займання (для аерозавислих частинок пилу з насіння), становить 245-250 °С. Температура тління (для аерозавислих частинок пилу з насіння) – 230-235 °С. Нижня концентраційна межа поширення полум'я пилу насіння, г/м^3 – 95-117,5.

Соєва м'ятка – горючий матеріал, температура займання – 245-250 °С, температура тління – 230 °С. Нижня концентраційна межа поширення полум'я пилу насіння, г/м^3 –17,0-93,0.

Насіння ріпаку та м'ятка ріпакова – горючий матеріал. Температура займання (для аерозавислих частинок пилу з насіння) становить 225 °С. Нижня концентраційна межа поширення полум'я пилу насіння, г/м^3 – 32,5.

На сьогодні рослинні жири можна екстрагувати із майже 300 видів рослин. Географія олійних культур досить широка, однак можна умовно виділити кліматичні райони їх вирощування, а саме:

- помірний – соняшник, ріпак, соя, льон, рицина, арахіс;
- субтропічний – маслина, тунг, соя;
- тропічний – арахіс, рицина, кунжут, бавовник, соя;
- субтропічний та тропічний – кокосова та олійна пальми.

У географії олійних культур, які після переробки використовуються у харчовій промисловості за останні 50 років відбулись суттєві зміни, основні посіви сої перемістились з Азії до Америки, не зважаючи на те що площі посівів зменшились. Країни Америки суттєво збільшили площі посіву соняшнику і сафлору. За останні двадцять років серед олійних культур найбільш динамічно збільшились площі посіву та врожайність ріпаку, сої, сафлору. Інтерес до олійних культур, пов'язаний з підвищеним попитом на рослинну олію, оскільки вона є цінним джерелом рослинного білка.

Основною сировиною для виробництва рослинної олії є плоди та насіння рослин, що віднесені до групи олійних і що, в свою чергу, поділяються на 3 групи:

- олійні рослини, що вирощують безпосередньо для одержання олії (соняшник, ріпак);
- рослини, із яких спочатку одержують інші продукти, а потім олії (бавовна, льон, гірчиця, соя, арахіс);
- олієвмісні частини насіння не олійних рослин (зародки зернових культур, виноградне насіння, плодові кісточки).

Залежно від вмісту жиру олієвмісні рослини поділяють на 3 групи:

- низькоолійні 15...30 % (соя);
- середньоолійні 35...55 % (бавовна);
- високоолійні – більше 55 %.

Рослинна олія має широку область застосування у харчовій, кондитерській, консервній, маргариновій, лакофарбовій, текстильній та шкіряній промисловості.

85

1. Обгрунтовано застосування методів та методик досліджень для виявлення 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, зокрема:

- для досліджень показників пожежної небезпеки насіння олійних культур та рослинної олії;

- для дослідження процесів самонагрівання та самозаймання подрібненого насіння олійних культур методом термогравіметричного аналізу;

- для оцінювання ефективності гасіння горючих рідин-продуктів переробки насіння олійних культур вогнегасними речовинами на модельних вогнищах класу B та F за EN-2;

- для визначення небезпечної концентрації парів гексанового розчинника та умов флегматизування газового горючого середовища із використанням «Вибухового циліндра»;

2. Запропоновано метод Гретенера для оцінювання пожежної небезпеки підприємства.

3. Результати досліджень висвітлено у [1,2,5,7,8]

РОЗДІЛ 3
ПОЖЕЖНА НЕБЕЗПЕКА ПІДПРИЄМСТВ ОЛІЙНО-ЖИРОВОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1. Фізико-хімічні властивості та пожежна небезпека насіння олійних культур та рослинної олії

3.1.1. Насіння олійних культур

До олійних відносяться культури, які містять 15% жиру і використовуються для отримання олії. Вуглеводи насіння олійних культур перетворюються у жири, що використовують у промисловості, а також для технічних та медичних потреб.

n_5 – наявність персоналу, який пройшов пожежний інструктаж.

S – спеціальні заходи (розраховується як добуток факторів, що відображають наявність спеціальних заходів щодо виявлення пожежі й боротьби з нею):

$$S = s_1 \cdot s_2 \cdot s_3 \cdot s_4 \cdot s_5 \cdot s_6 \quad (2.8)$$

де:

s_1 – наявність засобів виявлення пожежі;

s_2 – наявність засобів передачі сигналу пожежної тривоги на пост пожежної служби;

s_3 – організація, сили й засоби пожежних підрозділів, що обслуговують об'єкт;

s_4 – час прибуття пожежних підрозділів на об'єкт при пожежі залежно від їхньої відстані від об'єкта;

s_5 – наявність і тип установок автоматичного пожежогасіння;

s_6 – наявність систем для відводу диму і тепла при пожежі.

F – будівельні захисні заходи (розраховується як добуток факторів, що відображають вогнестійкість будівельних конструкцій приміщення):

$$F = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \quad (2.9)$$

де

f_1 – вогнестійкість несучої конструкції;

f_2 – вогнестійкість зовнішніх стін;

f_3 – вогнестійкість перекриття;

f_4 – вплив стін, дверей і вікон, що обмежують пожежний відсік

$Пп$ - припустиме значення пожежної небезпеки, розраховується як добуток

$$Пп = 1{,}3 \cdot Кл, \quad (2.10)$$

де $1{,}3$ – числове значення “нормальної” пожежної безпеки; $Кл$ - поправковий коефіцієнт, що відображає підвищену загрозу для людей у спорудах масового відвідування (школи, кінотеатри, готелі і т.н.) а також у будинках з утрудненими умовами евакуації людей (будинки людей похилого віку, лікарні, притулки тощо).

2.7. Висновки за розділом

Пп – припустиме значення пожежної небезпеки, величина якого враховує загрозу для людей.

Якщо розраховане значення *П* не перевищує *Пп* й, відповідно, *РП < 1,* то об'єкт вважається достатньо захищеним. В іншому випадку, тобто при РП > *1,* об'єкт має підвищену пожежну небезпеку.

Потенційну небезпеку *"Р"* розраховують як добуток таких факторів:

$$P = q \cdot c \cdot r \cdot k \cdot i \cdot e \cdot g \tag{2.5}$$

де:

q – рухоме пожежне навантаження;

c – горючість;

r – димоутворення;

k – токсичність;

i – нерухоме пожежне навантаження;

e – поверховість або висота приміщення;

g – розміри і форми площі об'єкта.

Пожежозахист *З* розраховують як добуток факторів, що відображають наявність на об'єкті захисних заходів:

$$З = N \cdot S \cdot F \tag{2.6}$$

де N - нормативні заходи, розраховується як добуток факторів, що відображають виконання заходів, передбачених чинними в країні нормативами для захисту від пожежі:

$$N = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot n_4 \cdot n_5 \tag{2.7}$$

де:

n_1 – наявність і стан вогнегасників;

n_2 – наявність і стан системи внутрішнього пожежогасіння (внутрішні пожежні крани);

n_3 – надійність водопостачання для пожежогасіння;

n_4 – наявність і стан системи зовнішнього пожежогасіння;

12.		Число Рейхерта-Мейссля, %	0,05 ÷ 0,35
13.		Число Поленське, %	0,46 ÷ 1,34
14.		Число Генера, %	94,6 ÷ 95,4
15.		Гідроксильне число, мг КОН	2,5 ÷ 5,0
16.		Йодне число, г · J_2/100г	125 ÷ 145
17.		Вміст неомильних речовин, %	1,0 ÷ 1.3
18.		Вміст токоферолів, мг %	42 ÷ 116
19.		Вміст стеролів, %	0,25 ÷ 0,53
20.		Вміст каротиноїдів, %	(0,42 ÷ 0,47) x 10^{-4}
21.		Температура плавлення восків олії, °С	79 ÷ 81
22.		Вміст фосфатидів в олії в залежності від способу вилучення олії з насіння (у перерахунку на лицетин), %: - форпресова - екстракційна	 0,2 ÷ 0,8 0,8 ÷ 1,4
23.		Здатність до висихання	напіввисихає
24.		Кислотне число олії в зрілому насінні, мг КОН/г	1,0 ÷ 5,0
25.		Пероксидне число, $^1/_2$ О ммоль/кг	не більше 10
26.		Температура спалаху, °С	не нижче 225
27.		Температура самозаймання, °С	370

Олія соєва. Добувається з насіння сої, однолітньої трав'янистої рослини Glycine hispida родини бобових, шляхом пресування-екстракції.

Соєва олія відноситься до жирних олій з насіння, складається з суміші різних тригліцеридів, фосфоліпідів, деякої кількості вільних жирних кислот та різноманітних нежирних речовин [99].

В таблиці 3.4 наведено фізичні, хімічні та пожежонебезпечні властивості соєвої олії.

Таблиця 3.4 - Фізичні, хімічні та пожежонебезпечні властивості соєвої олії

	№	Найменування	Значення
1.		Густина (при 15 °С), г/см^3	0,922 ÷ 0,934
2.		Показник заломлення при 20 °С	1,474 ÷ 1,478
3.		В'язкість (при 20 °С), м^2/с	53,2 ÷ 65,0
4.		Температура застигання, °С	-16 ÷ (-18)
5.		Число омилення, мг КОН	170 ÷ 195
6.		Роданове число, % йоду	79 ÷ 83
7.		Число Рейхерта-Мейссля, %	0,5 ÷ 0,8
8.		Число Поленське, %	0,8 ÷ 1,1

До хімічних показників, які характеризують якість олії призначеної на харчові цілі, відносяться: кислотне число, пероксидне число, число омилення, йодне число та роданове число.

Потім, для дослідження олії, окрім зовнішніх властивостей, тобто кольору, запаху, смаку, можуть служити деякі аналітичні методи кількісного аналізу для дослідження структурних елементів ацилгліцеринів. З таких способів дослідження найчастіше застосовуються: число Генера, число Рейхерта-Мейсля та число Поленське.

У складі олії містяться не тільки ацилгліцерини, але і різноманітні супутні ліпіди. Кількість і склад їх в олії непостійні і залежать від природи і якості початкової олійної сировини, а також умов видобування олії. Властивості олії і можливість її використання для харчових або технічних цілей в основному визначаються, складом ацилгліцеринів, проте істотний вплив також має, склад супутніх ліпідів, до яких відносяться вільні жирні кислоти, фосфоліпіди, віск, ліповітаміни, гліколіпіди та інші речовини які обумовлюють колір, смак і запах.

В таблиці 3.3 наведено фзичні, хімічні та пожежонебезпечні властивості соняшникової олії.

Таблиця 3.3 - Фізичні, хімічні та пожежонебезпечні властивості соняшникової олії

	№	Найменування	Значення
1.		Густина (при 20 °С), г/см^3	0,917 ÷ 0,920
2.		Показник заломлення при 20 °С	1,4741 ÷ 1,4753
3.		В'язкість (при 20 °С), м^2/с	54,9 ÷ 55,0
4.		Температура застигання, °С	-16 ÷ (-19)
5.		Розчинність	Добре розчиняється в розчиннику, петролейному ефірі, етиловому ефірі, ацетоні

Продовження таблиці 3.3

6.		Колір	Золотисто-жовтий або солом'яно-жовтий
7.		Запах	Специфічний
8.		Молекулярна маса жирних кислот олії, г/моль	275 ÷ 290
9.		Молекулярна маса тригліцеридів, г/моль	863 ÷ 908
10.		Число омилення, мг КОН	198,9 ÷ 190,6

90

Слід відмітити, що показники пожежної небезпеки у цих дослідженнях були встановлені для цілого (неподрібненого) насіння олійних культур, що відрізнялися роком урожаю та терміном зберігання. Враховуючи наведенні експериментальні дослідження, можна зробити висновок, що показники пожежної небезпеки для насіння олійних культур будуть відрізнятись залежно від року урожаю та терміну зберігання. Безперечно ці показники відіграють значну роль під час транспортування та зберігання насіння олійних культур.

Оскільки в технологічному процесі отримання рослинної олії застосовується саме подрібнене насіння олійних культур, то на сьогодні є актуальним визначення показників пожежної небезпеки саме для подрібненого насіння. Відповідно вказані показники відіграють не останню роль у вибухопожежонебезпеці технологічного процесу отримання рослинної олії.

3.1.2. Рослинна олія

Олія соняшникова. Олія добувається з насіння соняшнику – родина складноцвітих, однолітньої рослини Helianthus annuus родини compositac.

Соняшникова олія відноситься до жирних олій з насіння, лінолево-олеїнової групи жирів. Вона складається із суміші різних тригліцеридів, деякої кількості вільних жирних кислот та різновиду нежирових речовин (фосфатиди, стероли та стериди, віск, пігменти, вітаміни і провітаміни та ін.)

Для встановлення якісної характеристики олії застосовуються найбільш прості і доступні методи дослідження, а саме, визначають деякі фізичні і хімічні властивості олії [98].

До фізичних показників складу рослинних олій, що дають змогу ідентифікувати її як певний вид рослинного жиру, відносяться: густина, коефіцієнт рефракції, температура застигання, в'язкість.

			372,5	278	91,67	речовина
3	Ріпак – 2009	22.03.2010	378,8	353	86,2	Горюча важкозаймиста речовина
			194,5	431	84,7	
			247,4	564	84,1	
4	Соя – 2008	22.03.2010	250,4	519	61,1	Горюча важкозаймиста речовина
			276,2	571	62,8	
			331,2	610	65,8	
			356,3	734	61,5	
5	Соя – 2009	26.11.2009	588,0	561	82,7	Горюча важкозаймиста речовина
			517,9	527	81,4	
			558,0	469	81,4	
6	Соя – 2009	22.03.2010	193,7	505	64,1	Горюча важкозаймиста речовина
			196,2	485	62,4	
			244,4	481	63,7	
7	Соняшник – 2008	22.03.2010	303,3	260	88,7	Горюча важкозаймиста речовина
			367,2	228	87,5	
			325,6	370	86,3	
8	Соняшник – 2009	26.11.2009	591,0	241	90,0	Горюча важкозаймиста речовина
			582,6	286	88,75	
			568,7	270	90,0	
9	Соняшник – 2009	22.03.2010	335,9	383	87,5	Горюча важкозаймиста речовина
			424,4	389	88,7	
			446,7	402	87,5	

Для визначення показників температури займання, температури самозаймання, температури тління насіння ріпаку, сої, соняшнику експериментальні дослідження проводились на установці ОТП згідно з методом [67] (пункти 4.7, 4.9, 4.13). У таблиці 3.2 наведені результати експериментальних досліджень показників температури займання та самозаймання. За показником температури тління насіння отримано «відмову».

Таблиця 3.2 - Показники пожежної небезпеки насіння

Найменування насіння	Показники пожежної небезпеки		
	Група горючості	Температура займання, ^{0}C	Температура самозаймання, ^{0}C
Ріпак	Горюча важкозаймиста речовина	315	355
Соняшник	Горюча важкозаймиста речовина	295	355
Соя	Горюча важкозаймиста	295	385

Щодо досліджень пожежонебезпечних властивостей, слід відмітити, що Українським науково дослідним інститутом цивільного захисту ДСНС України в науково-дослідній роботі [97] проведені експериментальні дослідження показників пожежної небезпеки насіння олійних культур з різним терміном зберігання. Дослідження проводились з трьома видами насіння – ріпак, соя, соняшник. Основною метою досліджень було визначення 4-х показників пожежної небезпеки (групи горючості, температури займання, температури самозаймання, температури тління) та їх залежності від часу (терміну) зберігання насіння. Для проведення експериментів використовувались три серії: листопад 2009 року – врожай насіння 2009 року, березень 2010 року – врожаї насіння 2008 та 2009 років.

Для визначення групи горючості насіння ріпаку, сої, соняшнику експериментальні дослідження проводились на установці ОТМ відповідності до методу [67]. У таблиці 3.1 наведено результати експериментальних досліджень з визначення групи горючості насіння.

Таблиця 3.1 - Результати експериментальних досліджень групи горючості насіння олійних культур залежно від терміну їх зберігання

№ з/п	Найменування насіння	Дата проведення експериментальних досліджень	Максимальний приріст температури летких продуктів згоряння Δt_{max}, °C	Проміжок часу до досягнення максимальної температури τ, с	Втрата маси зразка Δm, %	Група горючості
1	Ріпак – 2008	22.03.2010	300,2	436	91,3	Горюча важкозаймиста речовина
			199,1	285	88,2	
			235,9	364	91,1	
			176,2	388	89,6	
2	Ріпак – 2009	26.11.2009	379,1	265	91,67	Горюча важкозаймиста

Сепарування рушанки. Рушанка представляє собою суміш різноманітних за розміром часточок: великої, середньої і дрібної лузги, целяка, недорушу, цілого ядра, половинок ядра, олійного пилу.

Найбільш розповсюдженим способом відділення оболонок від ядра є поділ суміші за розмірами часток на ситах, а потім аспіраційне сортування за аеродинамічними властивостями.

Здрібнювання ядра. Здрібнювання ядра проводять з метою руйнування клітинної структури олійного матеріалу. Це полегшує відділення олії від білкової частини насіння шляхом механічного віджиму або екстракції.

Одержуваний після здрібнювання матеріал – м'ятка, має велику питому поверхню в порівнянні з вихідним насінням. Крім руйнування клітинних оболонок, інтенсивно руйнується також і частина клітини, що містить олію. Чим інтенсивніше здрібнення, тим менше залишається незруйнованих клітин, тим більше олії знаходиться у вигляді тонкої плівки на поверхні м’ятки.

Видалення олії. Для видалення олії застосовують два основних способи – пресовий і екстракційний. Існує також комбінований спосіб, що включає попереднє пресування з наступною екстракцією.

Одержання рослинної олії пресовим способом. Пресування – це механічне вичавлення олії за допомогою пресових шнеків. Проводять підготовку м’ятки – вологотеплову обробку (смаження). М’ятка містить велику кількість води і є дуже пластичним матеріалом. Щоб вичавити олію, необхідно надати м’ятці твердості. Для цього знижують її вологість й змінюють у той же час фізико-хімічні властивості її компонентів. Досягають цього дією тепла на зволожену м’ятку. При нагріванні м’ятки знижується в'язкість олії, що полегшує її видалення із пресованого матеріалу. Врешті-решт м’ятка змінює свої властивості і перетворюється в мезгу.

У виробничих умовах процес вологотеплової обробки (приготування мезги) складається з двох етапів. Вологість готової мезги знаходиться в межах 5...6 %, а температура – 100...110°С. Під час переробки високоолійної сировини використовується дворазове пресування. Підготовлена мезга надходить у шнековий

Очистка. Для звільнення олійного насіння від домішок проводять очистку, розділяючи насіння і домішоки:

- за геометричними розмірами (шляхом просіювання через сита з отворами різного розміру і форми)
- за аеродинамічними властивостями (шляхом продування насіння повітрям)
- за феромагнітними властивостями (за допомогою магнітних сепараторів).

Кондиціонування. Насіння більшості культур після збирання надходить на зберігання і переробку з вологістю, що перевищує оптимальні значення. А для ефективного обрушування вологість оболонки повинна бути меншою за вологість ядра. Тому, насіння, що має більшу вологість, сушать до вологості 10...11 %.

Найбільш розповсюдженим способом сушки є термічний, під час якого насіння нагрівають сушильним агентом (суміш повітря і димових газів). Після сушки застосовують охолодження.

Під час зберігання насіння проводять активне вентилювання атмосферним повітрям або сумішшю повітря і димових газів.

Одержання м'ятки. Для ефективного видалення олії з сировини необхідне відділення низькоолійних зовнішніх оболонок від основної олійної тканини (обрушування і сепарування), і її здрібнювання.

Обрушування насіння. Залежно від фізико-механічних властивостей оболонки і ядра олійне насіння обрушують різноманітними способами. Найважливіша вимога для обрушування насіння – руйнування оболонки не повинне супроводжуватися руйнуванням ядра. Тому перед обрушуванням насагаються одержати піддатливу оболонку і вологе міцне ядро.

Руйнування оболонок олійного насіння здійснюють такими способами:

- в результаті тертя об шорстку поверхню;
- внаслідок удару насіння об тверду поверхню.

Однак при цьому руйнується до 25 % ядра, внаслідок розрізування насіння органами, що ріжуть насіння. Насіння подають у зазор між рухомими і нерухомими ножами, які роздавлюються між поверхнями обертових валків.

95

4	Температура плавлення, °С	-95,34
5	Температура кипіння, °С	68
6	Розчинність в воді при 15 °С	0,014
7	Октанове число	24,8
8	Густина, кг/м^3	654,81
9	Швидкість звуку в парах гексану при 133 °С, м/с	199,6
10	Тиск насиченої пари, кПа при 20 °С	16
11	Температура спалаху °С	-22
12	Густина парів у повітрі	3,14
13	Густина пароповітряної суміші по повітрю	1,3
14	Концентраційні межі поширення полум'я, %	1,24-7,5
15	Коефіцієнт дифузії пари в повітрі, см/с	0,0663
16	Теплота утворення, кДж/моль	167,2
17	Теплота згорання, кДж/моль	3887
18	Температура самозаймання, °С	233
19	Мінімальна енергія запалювання, МДж	0,25
20	Максимальний тиск вибуху, кПа	848

Реакція горіння вуглеводнів за загальною формулою CnHm описується рівнянням: CnHm + (n + m/4)x 02 = n $C0_2$ + m/2 xH_20. Відповідно до цього, можна записати реакції горіння основних компонентів природного і зрідженого газів і визначити необхідну кількість кисню і повітря: Гексан: $2C_6H_{14} + 170_2 = 12C0_2 + 14H_20$.

Отже, виходячи з фізичних і хімічних властивостей, можна зробити висновок, що гексан є легкозаймистою рідиною з температурою спалаху менше 28 °С. При аврії, пов'язаній з проливом гексану можливе випаровування гексану при нормальних умовах, утворення пароповітряної суміші гексану з повітрям в концентраціях, які перевищують нижню концентраційну межу поширення полум'я, вибух пароповітряної суміші з утворенням «вогняної кулі», горіння проливу.

3.2. Пожежна небезпека технологічних процесів олійного-жирового виробництва та переробки олійних культур

Загальна технологічна схема одержання рослинної олії. Насіннєва маса, що надходить на переробку або зберігання, містить мільйони насінин, властивості яких будуть впливати на хід технологічного процесу.

		Йодне число, г · J_2/100г - олія з масовою часткою ерукової кислоти, не більше 5% олія з масовою часткою ерукової кислоти, більше 5%	108 ÷ 118 94 ÷ 106
6.		Вміст неомильних речовин, %	1,5
7.		Масова частка фосфоровмісних речовин, у перерахунку на стероолеолецитин, % не більше	2,0
8.		Роданове число, % йоду	77 ÷ 78
9.		Число Генера, %	94 ÷ 96
10.		Ацетильне число, мг КОН	1,5 ÷ 6
11.		Число Рейхерта-Мейссля, %	0,5 ÷ 0,8
12.		Число Поленське, %	до 0,5
13.		Температура спалаху, °С	230
14.		Температура самозаймання, °С	422
15.		Температура займання, °С	331

3.1.3. Гексановий розчинник

Гексан – кінцевий насичений вуглеводень (C_6H_{14}), який відноситься до класу алканів. При нормальних умовах являє собою рухливу рідину без кольору та запаху. Відноситься до класу легкозаймистих рідин. Практично не змішується з водою, добре розчиняється в органічних розчинниках.

Гексан володіє хімічними властивостями, характерними насиченим вуглеводням. Він достатньо інертний, але в певних умовах вступає в реакції окислення, галогенування, нітрування, сульфахлорування. В умовах реформінгу н-гексан ізомерується в ізогексани і дегідрується до бензолу.

Основні фізичні, хімічні та пожежонебезпечні властивості гексану наведено в таблиці 3.6

Таблиця 3.6 - Фізичні, хімічні та пожежонебезпечні властивості гексану

№з/п	Параметр	Показник
1	Фізичні властивості	Рідина без кольору зі слабким запахом
2	Хімічна формула	C_6H_{14}

10.		Йодне число, г · J_2/100г	120 ÷ 140
11.		Гідроксильне число, мг КОН	5 ÷ 10
12.		Вміст неомильних речовин, %	0,2 ÷ 1,0
13.		Температура спалаху, °С	не нижче 225
14.		Температура самозаймання, °С	460

Олія ріпакова. Ріпакова олія добувається з насіння ріпака – однолітньої рослини родини капустяних (хрестоцвітих).

Ріпакова олія відноситься до жирних олій з насіння, яка складається з складної суміші різних тригліцеридів, фосфоліпідів, жирних кислот та різних нежирних речовин [100].

Особливістю ріпакової олії є наявність ерукової кислоти та продуктів розпаду тіоглюкозидів. Досліди на тваринах показали, що ерукова кислота несприятливо впливає на сердечний м'яз, викликає його збільшення, дряблість.

Продукти розпаду тіоглюкозидів (ізотіоціанати, 5-вініл-2-тіооксазолідон, нітрили) являються токсичними речовинами. Ізотіоціанати викликають збільшення щитовидної залози, подразнення слизової оболонки харчового тракту, нирок, органів дихання. 5-вініл-2-тіооксазолідон веде до захворювання щитовидної залози. Нітрили спричиняють крововилив та цироз печінки, збільшення щитовидної залози.

Ураховуючи вищесказане, вміст ерукової кислоти в ріпаковій олії, яка застосовується для переробки на харчові продукти, не повинен перевищувати 5%. Наявність продуктів розпаду тіоглюкозидів контролюється за вмістом сірки.

В таблиці 3.5 наведено фізичні, хімічні та пожежонебезпечні властивості ріпакової олії.

Таблиця 3.5 - Фізичні, хімічні та пожежонебезпечні властивості ріпакової олії

№	Найменування	Значення
	Густина (при 20 °С), г/см^3	0,911 ÷ 0,918
	Показник заломлення при 20 °С	1,472 ÷ 1,476
	Температура застигання, °С	0 ÷ (-10)
	Число омилення, мг КОН - олія з масовою часткою ерукової кислоти, не більше 5% - олія з масовою часткою ерукової кислоти, більше 5%	 179 ÷ 200 165 ÷ 180

– завали устаткування переробленим продуктом.

Причинами займання пилу під час транспортування та зберігання насіння на об'єктах є [109]:

– порушення технічних умов експлуатації машин і апаратів (підвищене навантаження, перегрів підшипників, буксування приводних ременів на шківах, транспортерних і норійних стрічок на приводних барабанах, незадовільне балансування частин машин, що обертаються, перекос валів);

– обривання та удари ковшів по викривлених трубах норій, зношення підшипників вала приводного барабана або редуктора, потрапляння сторонніх металічних предметів, розряди статичної електрики на стрічках;

– перевищення нормативної температури агента сушіння тощо;

– незадовільна робота пристроїв, призначених для видалення металомагнітних домішок;

– неправильний монтаж або несправність вентиляційних мереж;

– самозагоряння насіння;

– утворення іскор статичної електрики, що виникає при терті, стисненні, тиску, подрібненні, змішуванні і переміщенні на повітропроводах, матеріалопроводах, циклонах, фільтрах;

– порушення ПУЕ і експлуатація несправного електрообладнання;

– проведення зварювальних робіт з порушеннями правил пожежної безпеки;

– застосування відкритого вогню.

Наявність пилу в обладнанні, транспортних комунікаціях та ємностях, виробничих та допоміжних приміщеннях сприяє розповсюдженню пожежі наступними шляхами:

– норії, скребкові транспортери, самопливи, пневмотранспорт;

– шахти, що використовуються для проходу норій;

– відкриті люки силосів, порожнини силосів при зриві або відсутності випускних воронок;

– вентиляційні та перепускні вікна між силосами;

– незаглушені патрубки, відкриті люки самопливів, норій та іншого обладнання;

Під самозайманням насіння слід розуміти процес виникнення тління та (або) горіння за відсутності зовнішнього джерела запалювання в насінні. Теж – загоряння в результаті екзотермічних процесів, що самоініціюються.

Під час здійснення технологічних процесів транспортування та зберігання насіння створюються умови для утворення горючого пилу (аерозолю), який при порушенні встановленого порядку експлуатації устаткування та споруд (приміщень) може займатися та призводити до пилового вибуху.

Аерозоль насіння, що знаходиться в повітрі приміщень і усередині устаткування, при певній концентрації і фізико-хімічних властивостях твердої фази (розмір частинок, зольність, вологість, температура займання), а також тривалості дії джерел запалення і їх температури – вибухопожежонебезпечний[105-108].

У разі первинного вибуху аерозолю насіння хвиля тиску і потоки продуктів згорання, що утворюються при горінні, можуть підняти насіння, і викликати повторне утворення аерозолю насіння, здатного ініціювати повторні вибухи.

Необхідною умовою для займання і вибуху аерозолю насіння є одночасна наявність таких факторів:

– концентрація аерозолю насіння знаходиться між верхньою і нижньою концентраційними межами поширення полум'я і має сприятливі для вибуху фізико-хімічні властивості;

– достатня кількість кисню у повітрі для розвитку повного процесу згорання аерозолю насіння;

– джерела запалення мають достатню теплову потужність (з температурою не нижче за температуру займання для певного аерозолю насіння).

На об’єктах олійно-жирового виробництва основними причинами пиловиділення під час транспортування та зберігання насіння є:

– відсутність належної аспірації машин і механізмів, що інтенсивно виділяють пил під час роботи;

– нещільність технологічного, транспортного, вентиляційного, самопливного і іншого устаткування, а також оглядових люків і кришок;

100

Одержання рослинної олії комбінованим способом. При комбінованому способі олію спочатку видаляють пресовим способом, а потім екстракційним.

Підготовка сировини для одержання олії комбінованим способом принципово не відрізняється від підготовки її для вичавлення олії пресовим способом, але для збільшення площі зіткнення з розчинником здрібнену сировину (жмихову крупку) пропускають через спарену плющильну установку з гладкими вальцями й одержують пластинки товщиною 0,2...0,4 мм (пелюстки). Вологість соняшника доводять до 8...9 %, температуру – до 50 °С.

Під час видалення олії екстракцією в безперервно працюючих шнекових екстракторах утворюється також противоток пелюстків і розчинника.

Місцелу після екстрагування фільтрують на спеціальних фільтрах і зливають у місцелозбірники. Місцела містить 25...35 % олії і 70...75 % розчинника.

Очищення місцели (для видалення твердих часток шроту) проводять шляхом відстоювання і фільтрування; очищена місцела повинна містити не більше 0,02 % відстою.

Відгін розчинника проводять шляхом випарювання місцели за атмосферного тиску, а потім – під вакуумом гострою водяною парою температура 105...110 °С. Отриману олію охолоджують водою.

Технологічні процеси олійного виробництва та перероблення олійних культур. Пожежна небезпека технологічних процесів виробництва та переробки олійних культур зумовлюється наявністю великої кількості горючих матеріалів, можливістю виникнення джерел запалювання, наявністю умов для швидкого розповсюдження пожежі і складністю ліквідації горіння [101, 102, 103].

Пожежна небезпека насіння у стані спокою зумовлюється його здатністю до загоряння від сторонніх джерел запалювання й схильністю до теплового самонагрівання та самозаймання, а у завислому стані (аерозоль) – до вибуху [104].

Під самонагріванням насіння слід розуміти явище підвищення температури внаслідок внутрішніх екзотермічних реакцій (дихання, дозрівання насіння, життєдіяльності мікроорганізмів тощо) за наявності сприятливих умов накопичування тепла в масі насіння.

Недоліки: низька концентрація місцели, складність системи фільтрації, великі розміри екстрактора по висоті.

Під час екстракції поетапним зрошенням безупинно переміщається тільки розчинник, а матеріал перебуває в стані спокою. Цей спосіб забезпечує одержання місцели більш високої концентрації і більш чистої внаслідок самофільтрації її через шар матеріалу, який екстрагується.

До недоліків відносяться: велика тривалість екстракції, невисокий коефіцієнт використання геометричного об'єму (не більш 45 %) і можливість утворення в апаратах вибухонебезпечних сумішей повітря і розчинника, більш складна система прокачування розчинника.

При прямій екстракції проводять підготовку низькоолійної сировини – очищають, здрібнюють, проводять вологотеплову обробку зерен (вологість 15 %, температура 80...90 °С), обсмажують (знижують вологість до 8...9,5 % і температуру - до 60...70 °С). Потім плющать у пелюстки товщиною 0,3 мм. Екстракцію проводять з підтримкою таких режимів:

- під час екстракції зануренням (концентрація місцели 15...20 %, тривалість 45...60 хв);
- під час багатоступінчастого протиточного зрошення (концентрація місцели - 25...30 %, тривалість 140... 190 хв.).

Місцела – це розчин двох рідин – летючої (розчинника) і не летючої (олії). Чим вища концентрація місцели, тим ближче її властивості до властивостей олії.

Відгін розчинника проводять, застосовуючи гостру пару, яку подають у місцелу завдяки чому відгін розчинника можливий без сильного перегріву олії. Основні вимоги до процесу відгону – найбільш повний відгін розчинника при мінімальних температурах і найменшій тривалості процесу. Після витягу олії у шроті залишаєтся 1 % олії і 40 % розчинника. Шрот обробляють парою для випарювання розчинника, підсушують, прохолоджують і подрібнюють.

прес (форпресс) для попереднього вичавлення олії. Мезга захоплюється витками шнекового вала і переміщається до виходу з преса. Під час переміщення по циліндру мезга стискується, і з неї виділяється олія, а тверді частинки мезги спресовуються й утворюють макуху. Таким чином, відокремлюється 60...85 % олії. У форпресовій макусі залишається до 18 % олії.

Отриману макуху піддають пропарюванню. Для цього її подрібнюють, а потім нагрівають і пропарюють у шарах мезги висотою 300...350 мм, процес продовжується 70...75 хв. Готова мезга з температурою 115... 120 °С і вологістю 2,5...3,2 % рівномірно подається в прес для остаточного вичавлення олії.

Остаточне пресування здійснюють на експелерах (прес глибокого знімання). Експелерна макуха повинна містити не більше 6 % олії.

Одержання рослинної олії екстракційним способом. Процес екстракції заснований на гарній розчинності рослинних олій у неполярних органічних розчинниках, таких як бензин, гексан... з температурами кипіння 63...75 °С.

Розчинник спочатку розчиняє олію, що знаходиться на поверхні клітин, зруйнованих у процесі вальцювання, смаження, пресування. Потім, проникнувши через клітинні стінки, розчинник починає розчиняти олію у незруйнованих клітиних і структурах.

Застосовують два основних способи екстракції: екстракцію зануренням і екстракцію з поетапним зрошенням матеріалу, який екстрагують.

При екстракції зануренням олію видаляють з олійної сировини в процесі безперервного проходження через потік розчинника в умовах протитоку, при якому розчинник і матеріал, що екстрагується, безупинно переміщаються один щодо одного.

Переваги цього способу: висока швидкість екстракції і мала тривалість процесу, простота конструкцій апаратів і їхні малі площі, високий коефіцієнт використання геометричного об'єму (до 98 %) апарата, що виключає можливість утворення в апаратах вибухонебезпечних сумішей повітря і розчинника.

Процес самозагоряння можна розділити на два основні етапи: самонагрівання та самозагоряння. Перший етап характеризується порівняно плавною зміною параметрів (температури, газового складу повітря, вологості та ін.) і протікає протягом тривалого проміжку часу. Початку ж другого етапу відповідає високий динамізм фізичних і хімічних процесів і стрімка зміна параметрів.

Фізичною основою самонагрівання є низька теплопровідність насіння, внаслідок чого, навіть при виникненні в останньому джерел тепла малої інтенсивності, тепловиділення джерела перевищує тепловіддачу (розсіювання тепла) у навколишнє середовище. Іншими словами, створюються умови для акумуляції теплової енергії в масі насіння.

Фізіологічною основою процесу самонагрівання є поведінка насіння як складної біологічної системи з властивим їй обміном речовин і енергії: дихання усіх живих компонентів, ферментативна активність клітин, що підвищується при збільшенні вологості насіння [111].

Біологічне окиснювання в клітинах насіння відбувається найчастіше шляхом дегідрогенізації [111]. Перенос електрона водню від окиснювача до акцептора здійснюється різними окисними ферментами. Залежно від кінцевого акцептора водню, окиснювання (дихання) може бути аеробним чи анаеробним.

Під час аеробного процесу окиснювання насіння здійснюється молекулярним киснем повітря з утворенням кінцевих продуктів води і двоокису вуглецю (3.1):

$$C_6H_{12}O_2+6O_2=6CO_2+6H_2O+2{,}8\ \text{кДж}. \qquad (3.1)$$

Під час анаеробного процесу дихання (бродіння) окиснювання відбувається без витрати кисню повітря.

Для цього процесу характерне значне уповільнення гідролітичного розпаду ліпідних фракцій, виникає не тільки спиртове і молочно-кисле бродіння (3.2, 3.3), але і маслянокисле з перетворенням глюкози в масляну кислоту, водень і двоокис вуглецю (3.4):

$$C_6H_{12}O_6=2C_2H_5OH+2CO_2+0{,}1\ \text{кДж}, \qquad (3.2)$$

$$C_6H_{12}O_6=2CH_3CHOHCOOH+0{,}075\text{кДж}. \qquad (3.3)$$

У процесі самонагрівання насіння змінюється його білковий, ліпідний і вуглеводневий склад, що погіршує його харчові властивості. Доведено, що при самонагріванні накопичується багато амінного й аміачного азоту під дією ферментів насіння і мікроорганізмів, спостерігається теплова денатурація білків. Значна частина крохмалю гідролізується до цукрів і використовується як енергетичний матеріал при диханні клітинами насіння і мікроорганізмами. Ліпіди насіння також піддаються гідролізу під дією ліпаз цвілевих грибів [110].

Процес самонагрівання охоплює не відразу всю масу насіння, а виникає у вигляді осередку в одному місці або в шарі насипу, де через ті або інші причини створилися найбільш сприятливі умови для життєдіяльності насіння, мікроорганізмів, комах і кліщів. Залежно від місця утворення осередку розрізняють такі види самонагрівання насіння: гніздове, пластове, суцільне. Якщо гніздове або пластове самонагрівання не буде своєчасно виявлене і ліквідоване, самонагрівання поступово охоплює всю масу насіння і перетворюється на суцільне.

У зв'язку з явищем термовологопровідності і перепаду температур самонагрівання маси насіння звичайно має пластовий характер. Воно виникає у верхньому шарі насипу на відстані 30 – 50 см від поверхні, в нижньому шарі на відстані 20 – 30 см від підлоги або по стінці сховища (вертикальний пласт). Зона, яка самонагрівається, поступово розширюється і при запущеному процесі охоплює всю масу насіння. Процес самонагрівання, що почався, сам по собі, ніколи не зупиняється. У зв'язку з поганою теплопровідністю насіння його неможливо охолодити провітрюванням сховищ при природному похолоданні зовнішнього повітря. Ліквідовувати осередки самонагрівання допомагає активне вентилювання або охолоджування насіння шляхом пропуску його через транспортери і насіннєочисні машини. На току при невеликому шарі насипу процес самонагрівання звичайно розвивається відразу у всій внутрішній частині маси насіння.

Згідно з даними, наведеними у роботах [101, 104], причиною понад 20% вибухів на об’єктах зберігання і переробки насіння є самозагоряння насіння і готової продукції в бункерах і силосах внаслідок порушення чинних норм зберігання.

105

У приміщеннях теплогенеруючих пристроїв (сушарок) пожежі виникають унаслідок викиду полум'я з топки, підтікання палива з фланцевих з'єднань, необережного поводження з вогнем.

Під час транспортування насіння в процесі сушки обертаються речовини, загоряння яких можливе від джерел технологічного походження і джерел, які не пов'язані з технологічним процесом.

До джерел запалення технологічного походження відносяться такі: викид полум'я з камери згорання теплогенеруючого агрегату; виділення іскор при неповному згоранні рідкого палива у камерах теплогенеруючого агрегату; високонагрітий агент сушіння, що потрапляє в сушильну камеру; осередки самозагорання насіння; іскри короткого замикання електроустаткування; розряди статичної електрики; відкрите полум'я при запалюванні топки теплогенеруючого агрегату; перегрів рухомих частин механічного устаткування – конвеєрів, норій і ін.

Джерела запалювання, безпосередньо не пов'язані з технологічним процесом, – це грозові розряди, занесення відкритого вогню та інші.

При зберіганні насіння в складах, бункерах і силосах у разі порушення правил організації і ведення технологічного процесу може виникнути самонагрівання і самозагоряння насіння, що супроводжується виділенням горючих індикаторних газів.

Під індикаторними газами слід розуміти гази, що виділяються з насіння при процесах його термічної активності.

Під процесами термічної активності насіння слід розуміти процеси самонагрівання і (або) самозагоряння (тління) насіння.

Порушення правил організації і ведення технологічного процесу зберігання насіння це: перевищення рівня рівновісної та нормативної вологості насіння, змішення партій насіння не сумісних для спільного зберігання, неякісної зачистки силосів від продуктів попереднього зберігання, перевищення встановлених термінів зберігання, контактне сумісне зберігання різнорідного насіння, зараженість насіння шкідниками, перевищення норм сміттєвої та олійної домішок, не дотримання термінів та режимів активного вентилювання та інше.

процес може прискоритися при підвищенні температури теплоносія (агента сушіння), що поступає в шахту. Пробки, що спеклися, усередині яких є тліючі осередки, можуть руйнуватися рухомим потоком насіння, перемішуючись з ним, та створювати нові осередки горіння.

Виникненню процесу самозагоряння насіння сприяють такі чинники: засміченість насіння домішками, затримка руху потоку насіння в шахті сушарки, порушення температурного режиму сушки.

Під час транспортування насіння в процесі сушки виділяється значна кількість пилу насіння . Основні джерела виділення пилу – це охолоджувальні колонки і приямок, в якому розташовані башмаки норій. Наприклад, за шестигодинну роботу на горизонтальних ділянках приямка накопичується шар пилу до 30 см. За наявності зовнішнього збудника аерогель (пил, що осів) може перейти у завислий стан і утворити вибухонебезпечний аерозоль. Основна частина пилу, що виділяється при сушінні насіння, осідає на горизонтальних поверхнях сушарки і захисних конструкціях. Проте, якщо захисні конструкції виготовлені з дерева, то пил осідає і на вертикальних поверхнях. Наявність пилу насіння на конструкціях сприяє швидкому розповсюдженню по них полум'я.

Порушення температурного режиму сушки можливе внаслідок: зміни пропорції продуктів горіння і повітря при формуванні агента сушки; виходу з ладу контрольно-вимірювальних приладів; спроби прискорити процес сушки шляхом підвищення температури агента сушки; збільшення часу перебування насіння в сушарці; подачі в шахти недостатньо очищеного насіння; недозавантаження сушильних камер вологим насінням.

Джерелами запалювання під час транспортування та зберігання насіння також можуть бути такі: короткі замикання у разі несправності електротехнічних пристроїв; струмові перевантаженнях електроустаткування в результаті неправильного розрахунку потужності споживачів; перегріви електричних контактів внаслідок великої кількості різних підключень; розриви скляних колб електролампочок; дії топкових газів на дерев'яні та горючі конструкції у разі несправності та неправильному улаштуванні металевих димарів, які виявляються в їх прогоранні.

– повітропроводи аспірації, повітряного опалення та вентиляції, вентшахти та пилові шахти аспірації;

– отвори в перекриттях, перегородках, дверні та монтажні отвори, гвинтові спуски;

– конвеєрні галереї і тунелі, що з'єднують окремі виробничі будівлі, відпускні та приймальні пристрої.

Під час обробки насіння його технологічне транспортування проводиться через сушарки, які характеризуються підвищеною пожежною небезпекою.

Пожежна небезпека сушарок зумовлюється наявністю великої кількості горючих матеріалів, можливістю виникнення джерел запалення, наявністю умов для швидкого розповсюдження пожежі і складністю ліквідації горіння усередині сушильних камер.

Горючі матеріали, які входять до складу сушарок: деревина в конструкціях сушильної установки, гума у вигляді конвеєрних стрічок і приводних пасів, висушуване насіння, пил насіння, рідке або газоподібне паливо.

Процес самозагоряння насіння в сушарці протікає таким чином. Частина насіння осідає на нерівностях шахт і коробів, а також в місцях з'єднання коробів з корпусом сушильної камери. При завантаженні в шахту перезволоженого насіння ймовірність його затримки збільшується, оскільки такому насінню властива менша сипучість і воно найбільш схильне до травмування.

Утворенню застійних зон сприяє також завантаження у сушку неочищеного насіння, що містить у вигляді домішок залишки стебел. Виниклі відкладення збільшуються в розмірах і, на відміну від основного потоку насіння, знаходяться без руху в умовах, що сприяють акумуляції тепла. При цьому у відкладенні можливий процес самонагрівання, що супроводжується утворенням шару, що запікається. В цих умовах виникає теплове самозагоряння насіння в пробці насіння. Під дією підвищеної температури насіння починає втрачати вологу: при 100 ^{0}C насіння повністю висихає і починає виділяти леткі речовини, що призводить до процесу обвуглювання, який найінтенсивніше протікає при температурі (270 ÷ 300) ^{0}C. Починаючи з (350 ÷ 400) ^{0}C вугілля, що утворилося, горить. Сире насіння, як правило, горить (тліє) без світіння з виділенням великої кількості диму. Горіння насіння в сушарці супроводжується підвищенням температури до (600 ÷ 700) ^{0}C та вище. Цей

Основна небезпека полягає у тому, що на стінках кондиціонера постійно налипає м'ятка, а періодично очищати їх немає можливості через відсутність оглядових вікон. Стінки кондиціонера прогріваються до температури 120-130 °С. Під час зупинки виробництва у кондиціонер надходить більше повітря, що призводить до самозаймання м'ятки. Регламентом передбачено під час зупинки виробництва припиняти подачу пари, що унеможливлює пожежогасіння.

В подальшому м'ятка поступає на механічний прес для вичавлення олії.

Враховуючи неможливість ліквідації займань в жаровні та кондиціонері після припинення подачі пари, додатково встановлено технологічну продувку азотом, для забезпечення пожежогасіння у жаровні та кондиціонері. Ця система може приводитись в дію з операторської та біля самого технологічного обладнання в ручному режимі.

Переробка насіння сої

Процес переробки насіння сої є найменш небезпечним оскільки не передбачає у своїй технології кондиціонування.

На кондиціонування в жаровню насіння сої поступає після очищення. В жаровні насіння сої перебуває близько 40 хв і підігрівається до температури 55-60 °С. Підігрів відбувається завдяки надходженню пари температурою 170 °С в «сорочку» жаровні. Основною небезпекою є налипання на стінках жаровні насіння, що під час зупинки виробництва може призвести до самозаймання через надходження окисника (кисню у повітрі). Жаровня розділена на чотири частини по висоті в яких передбачені оглядові люки, що дає змогу для періодичного очищення стінок згідно з технологічним регламентом.

З жаровні насіння подається на пелюсткування, де насіння подрібнюється, утворюється м'ятка.

В подальшому м'ятка поступає на механічний прес для вижиму олії.

3.4. Пожежна небезпека технологічного процесу екстракції олії

В цій схемі детально розглянемо процес підготовки насіння, а саме після розділення рушанки до пресування.

Після рушанки насіння соняшника поступає на кондиціонування в жаровню. В жаровні насіння соняшнику перебуває близько 40 хв і підігрівається до температури 35-40 °С. Насіння ріпаку пройшовши процес очищення та зважування подається на кондиціонування в жаровню. В жаровні насіння ріпаку перебуває близько 40 хв і підігрівається до температури 60-65 °С. Підігрів відбувається шляхом подачі пари температурою 170 °С в «сорочку» жаровні.

Основною небезпекою є налипання на стінках жаровні насіння, що під час зупинки виробництва може призвести до самозаймання через надходження окисника (кисню повітря). Ця жаровня розділена на чотири частини по висоті. За технічним виконанням передбачені оглядові люки, що дає змогу для періодичного очищення стінок згідно з технологічним регламентом.

З жаровні насіння соняшнику та ріпаку подається на вальці, де насіння подрібнюється, утворюється м'ятка.

М'ятка подається у кондиціонери для волого-теплової обробки. На вході у кондиціонер вологість м'ятки становить 6-7 %. Час цієї обробки становить 40-60 хв, температура м'ятки на виході становить 95-105°С і вологість 3-4 %.

Кондиціонер складається із трьох циліндрів довжиною 6 м і діаметром один – 1м та два – по 0,8м. Ц циліндрах встановлені рамні гвинти для переміщення м'ятки з одного в інший. Пара подається в «сорочку» кондиціонера та в основу рамного гвинта температурою 170 °С. Передбачена витяжна вентиляція, в якій встановлений давач температури з метою контролю температури повітря, яке викидається на назовні.

Виробником передбачена система пожежогасіння парою, яка подається під тиском 10 бар і температурою 170 °С. Подача пари здійснюється в кожну банку та витяжну вентиляцію. Система пожежогасіння приводиться в роботу тільки в ручному режимі.

110

– в момент виходу зони горіння у верхні або нижні шари продукту і його контакті з горючою газопилоповітряною сумішшю;

– в момент обвалення насіння в процесі розвантаження силоса (бункера) і при додатковому надходженні кисню повітря в об'єм силоса (бункера) і викиду горючих газів у вільний об'єм;

– при зволоженні і промочуванні насіння, що інтенсифікують процес дихання, бродіння і виділення горючих газів.

3.3. Пожежна небезпека технологічного процесу кондиціювання подрібненого насіння олійних культур

Технологічні процеси переробки насіння олійних культур майже не відрізняються за своєю схемою, але щодо пожежної небезпеки розбіжності є. Переробка насіння соняшнику та ріпаку відрізняється лише температурними режимами їх кондиціонування.

Переробка насіння соняшнику та ріпаку

На рисунку 3.1 представлено схему матеріальних потоків під час переробки насіння соняшнику та ріпаку.

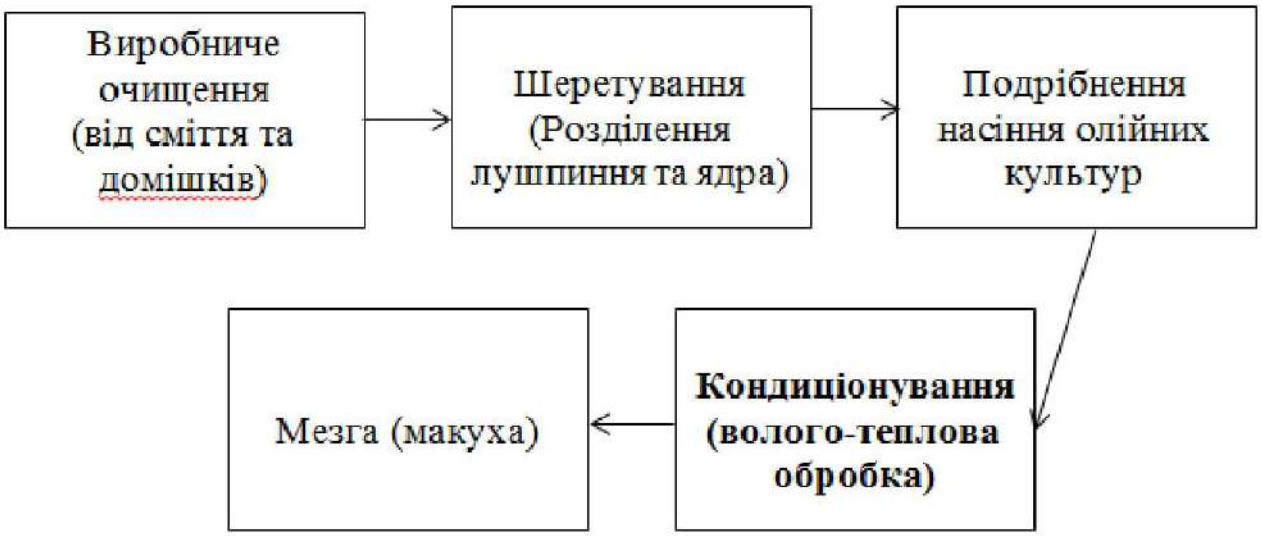


Рисунок 3.1 - Схема матеріальних потоків під час переробки насіння олійних культур

якості джерела енергії для дихання використовуються переважно жири або олія), життєдіяльністю мікроорганізмів і грибків, температура може сягати до 70 ^{0}С, значне нагрівання пояснюється низькою теплопровідністю та малою питомою теплоємкістю насіння. При вище зазначеній температурі мікроорганізми гинуть та починається розпад никринових, білкових й інших органічних сполук з утворенням пористого вугілля. Внаслідок абсорбції останнім парів і газів – температура підвищується до 130 ^{0}С, при якій відбувається розпад нових з'єднань з утворенням наступних порцій пористого вугілля, що викликає подальший розігрів маси насіння. У процесі піролізу починається виділення горючих газів: монооксиду вуглецю, водню, метану й інших, починається процес тління. Біля окремих часток насіння утворюються мікроосередки горіння, що потім зливаються, створюючи фронт горіння. Температура в осередку підвищується до (200 ÷ 220) ^{0}С, починає розкладатися клітковина, ця температура знаходиться у межах температури тління насіння. З'являються дим і їдкі гази, у масі насіння, що зберігається, починається процес самозагоряння. При температурі 250 ^{0}С виділення газів відбувається з максимальною швидкістю виходу летких продуктів – 10-20%, а при температурі (400 ÷ 500) ^{0}С – 70-80% виходу летучих продуктів від загального вмісту їх у твердій фазі. У силу низької теплопровідності насіння теплота акумулюється в осередку його насипу та при доступі кисню повітря температура може сягати (1000 ÷ 1200) ^{0}С.

У силосах і бункерах горючі газоподібні продукти термоокисної деструкції (водень, метан, оксид вуглецю) виділяються у над- і підсклепінчасті простори силосів (бункерів) і в приміщення надсилосного і підсилосного поверхів, утворюючи у вільних об'ємах силосів (бункерів) і приміщень вибухонебезпечні суміші горючих газів у кількості, що перевищує значення нижніх концетраційних меж поширення полум’я цих газів (нижня концентраційна межа поширення полум'я, % об.: H_2 – 4,08; CH_4 – 5,24; CO – 12,5).

За наявності джерела запалювання (вогнища самозагоряння, іскри тощо) в умовах інтенсивного газовиділення може відбутися вибух газопилоповітряної суміші, у вільних об'ємах силосів (бункерів) і в приміщеннях, з подальшим виникненням пожежі.

Умови для вибуху газопилоповітряної суміші у вільному об'ємі силоса (бункера) виникають в таких випадках:

$$C_6H_{12}O_6=C_3H_7COOH+2CO_2+2H_2+0{,}063кДж. \quad (3.4)$$

В процесі дихання вільна енергія не може бути використана безпосередньо клітиною. Незначна частина енергії переводиться в доступну для клітини форму, а інша, більш значна, акумулюється у виді теплової енергії у масі насіння.

Крім цього, з підвищенням температури відбувається перерозподіл вологи в шарі насіння. При привищенні вологісті насіння понад рівновноважну у масі насіння з'являється вільна волога, яка сприяє інтенсифікації процесу дихання, активізації діяльності ферментів клітин та розвитку мікрофлори [112, 113]. Вологе насіння дихає у 5–8 разів інтенсивніше за сухе, а сире – у 25-30 разів і не підлягає зберіганню без додаткової обробки. При активному диханні насіння відбувається його самонагрівання, при цьому максимум енергії дихання досягається при температурі (50 ÷ 55) ^{0}С.

Слід зазначити, що в процесі окислювально-відновних реакцій змінюється електричний потенціал у масиві насіння, що, в свою чергу, приводить до автоокиснення.

Причиною початку процесу самонагрівання можуть бути також зволоження певного локального обсягу насіння, утворення ділянок з підвищеною кількістю домішок, а, отже, і мікроорганізмів, спільне зберігання різнорідних видів насіння, скупчення комах і кліщів. У цих випадках можливий початок процесу сферичного (гніздового) нагрівання.

Процеси термоокисної деструкції насіння несуть підвищену пожежну небезпеку. Так встановлено, що сприяти процесу самонагрівання насіння олійних культур може також наявність градієнта температури у його масі з міграцією вологи від холодних ділянок до теплих. В осінньо–весняний період у верхній частині маси насіння внаслідок різкої зміни температури можливе виникнення осередків, що нагріваються. Під час холодів можливе зародження вертикальних шарів підвищеної термічної активності, причиною якого є нерівномірне нагрівання чи охолодження стінок сховища [103, 104].

При самонагріванні відбуваються певні зміни структури насіння, його складу, кольору, запаху, смаку. Спочатку насіння набуває прілого (солодового), потім затухлого або гнилого запаху. У процесі самонагрівання, обумовленого диханням насіння (у олійних культур у

•Відділ попередньої десольвентації, де відбувається відділення поверхової вологи та гексану. Обігрівання здійснюється глухою парою.

•Відділ тостування шроту, де відбувається прожарювання глухою парою та деаерація розчинника шляхом подачі гострої пари в нижній чан відділу тостування.

Тостер оснащений мішалками, які змонтовані на центральному валу і забезпечують перемішування шроту в усіх чанах одночасно. Приводний механізм вала розташований знизу чанного випарника.

У чані для попередньої відгонки розчинника знежирений матеріал проходить через два чани, типу корзини, чанного випарника, який обігрівається глухою парою. Пара розчинника та води, що видаляється з чанного випарника, проходить кругом цього чана і виводиться в дистилятор 1-го ступеня (у міжтрубний простір) разом з випарами води та гексану та частково конденсуються в DT-конденсаторі. Шрот з чана в чан проходить за допомогою спеціальних перепускних клапанів для регулювання рівня матеріалу в чані. Засувки, що встановлені в перепускних клапанах, закриваються під час пуску і відкриваються, коли буде досягнутий необхідний рівень у чані.

Процес тостування шроту здійснюється в III-му – V-му чанах чанного випарника. В днищі V-го парового чана, що має безліч маленьких отворів, в систему вводиться гостра пара, яка рівномірно розподіляється у шроті. Пара підіймається вгору через пустотілі шпильки конструкції. В чанах попередньої відгонки розчинника та тостування під дією глухої й гострої пари та енергійного перемішування мішалками з шроту відганяється розчинник і волога.

Далі шрот надходить в сушарку-охолоджувач шроту DC. Сушарка-охолоджувач призначена для видалення вологи зі шроту перед подачею його в елеватор шроту.

DC включає:

•Відділ сушіння шроту. Сушіння шроту здійснюється в VI-му – VII-му чанах шляхом продування через перфороване подвійне днище гарячого повітря (нагріте калорифером), що нагнітається вентилятором.

верхнього і нижнього зеєрного транспортера, виконує роль дна і підтримує матеріал, що знаходиться в рамці.

Пересування матеріалу з верхньої лінії на нижню відбувається в момент виходу рамки за межі верхньої зеєрної стрічки. Матеріал пересипається в вільну рамку нижньої частини рамкового конвеєра та підтримується в рамках нижньою зеєрною стрічкою і рухається разом з нею по нижній екстракційній лінії у зворотному напрямку. При пересуванні рамок вздовж екстрактора на верхньому та нижньому зеєрних транспортерах екстрагований матеріал, за допомогою зрошувачів, зрошується місцелою.

При надходженні в екстрактор матеріал, що екстрагується, формує шар і відразу зрошується місцелою високої концентрації в першій частині верхньої секції, де з нього вилучається олія в основному поверхнева. Протягом всього циклу екстракції екстрагований матеріал підлягає інтенсивному зрошенню розчинником або місцелою. Місцела подається відповідним насосом через клапан і розподіляється за допомогою зрошувачів. Коли екстрагований матеріал транспортується по верхній секції екстрактора, він послідовно промивається місцелою з концентрацією, яка зменшується. Потім екстрагований матеріал надходить в нижню секцію екстрактора і промивається місцелою з більш слабкою концентрацією і на кінцевій стадії екстракції зрошується чистим підігрітим розчинником.

В екстракторі постійно підтримується невелике розрідження, яке створюється витяжним вентилятором через абсорбер і конденсатори.

Після кінцевого промивання знежирений матеріал проходить зону стоку і надходить в ланцюговий транспортер.

Знежирений матеріал, який виходить з екстрактора, надходить на волого-теплову обробку в десольвентайзер-тостер-сушарку-охолоджувач (DTDC) ланцюговим транспортером типу "гусяча шия".

Десольвентайзер-тостер (DT) складається з декількох відділів, які розміщені один під одним.

DT включає:

115

необхідно, щоб розмір часток зруйнованих клітин становив 0,1-0,3 мм і була певна форма часток – пелюстка, крупка, гранули.

Підвищення температури процесу значно прискорює екстракцію. Збільшення вологості матеріалу уповільнює процес екстракції. Оптимальна вологість при переробці насіння соняшнику – не більше 8-10%.

Форпресова макуха для остаточного добування олії екстракційним способом подається у вигляді гранул довжиною 0,1-0,3 мм. Вологість олійного матеріалу з насіння соняшнику доводять до 7-9%, температуру – до 50 °С.

Екстракцію олії з олійної сировини проводять в екстракторі методом ступінчастого зрошення. Цей спосіб забезпечує отримання місцели підвищеної концентрації (25-30%), з меншою кількістю домішок. Недоліки цього способу – велика тривалість екстракції, підвищена вибухонебезпечність виробництва.

Місцела, що виходить з екстрактора, може містити від 15 до 35% олії, розчиненої в экстрагенті, а також деякі домішки. Обробку місцели проводять у дві стадії: очищення місцели; відгін розчинника – дистиляція місцели

Апарати для екстракції рослинної олії:

Лінія, на якій відбувається екстракція олії, управляється головним комп'ютером, оснащеним інтерфейсом SCADA. Обладнанням на лінії, де відбувається екстракція олії, керують комплексно: активація, деактивація і регулювання сигналізації здійснюється автоматично, таким чином можна контролювати роботу всіх апаратів насосів, електродвигунів і автоматичних клапанів.

Рух матеріалу, який екстрагується, та шроту

Матеріал (макуха) у вигляді гранул, скребковими конвеєрами подається в завантажувальний бункер і далі за допомогою чотирьох гвинтових конвеєрів завантажується в екстрактор.

Екстрактор складається з рамкового конвеєра та двох зеєрних стрічкових конвеєрів. Рамочний і зеєрні конвеєри приводяться в рух від одного електродвигуна і рухаються синхронно, завдяки чому зеєрна стрічка, поки рамка знаходиться в межах

В основі процесу екстракції лежить здатність рослинних олій розчинятися в органічних розчинниках. У нашій країні як розчинник для добування масла з рослинної сировини застосовують екстракційний бензин марки «А» і гексан. Екстракційні бензини відносяться до аліфатичних вуглеводнів і являють собою суміш граничних, неграничних і невеликої кількості ароматичних вуглеводнів. Вони мають температуру кипіння 63-95 °С. Бензини, що містять ароматичні вуглеводні, добре розчиняють не тільки олію, але і жироподібні речовини (фосфоліпіди, пігменти, віск), які погіршують якість олії. Крім того, застосування бензину з інтервалом температур кипіння 70-95 °С викликає необхідність підтримувати високу температуру при відгоні розчинника з місцели і шроту, що дещо знижує якість отримуваних олії та шроту.

Зазвичай застосовують розчинники з низькою температурою кипіння (63-75°С), такі як гексан, що містить незначну кількість ароматичних вуглеводнів, що покращує якість готової олії, знижує в ній вміст супутніх домішок.

Екстракція олії з соняшникового матеріалу розчинником відбувається за допомогою молекулярної і конвективної дифузії, рушійною силою дифузії є різниця концентрацій рослинної олії всередині матеріалу і поза ним. При змішуванні макухи з розчинником відбувається змочування розчинником поверхні частинок матеріалу, заповнення всіх пор структури макухи. При цьому розчиняється олія, що перебуває у вільному стані на поверхні зруйнованих частинок олійного матеріалу. Далі розчинник проникає через клітинні оболонки і розчиняє олію в незруйнованих і деформованих клітинах. Утворюється розчин олії в розчиннику, званий місцелою, під дією різниці концентрацій рухається до поверхні матеріалу, виходить на його поверхню і переходить в розчинник. Швидкість екстракції залежить від стану олійного матеріалу, його температури і вологості. Найшвидше проходить екстракція вільної олії, тоді як з незруйнованих клітин олія екстрагується повільно. Тому при підготовці макухи слід максимально зруйнувати її клітинну структуру і вивільнити олію. Для забезпечення швидкого просування розчинника через олійний матеріал

Процедура екстрагування олії відбувається на лініях екстракції. Процес полягає у вилученні олії з макухи при використанні спеціальних органічних розчинників. У шроті – матеріалі після процесу екстракції – залишається до 2,5% олії. Продуктивність ліній, на яких здійснюється екстракція олії, досягає 1500 тонн/добу.

На рисунку 3.2 представлено блок-схему екстракційного цеху.

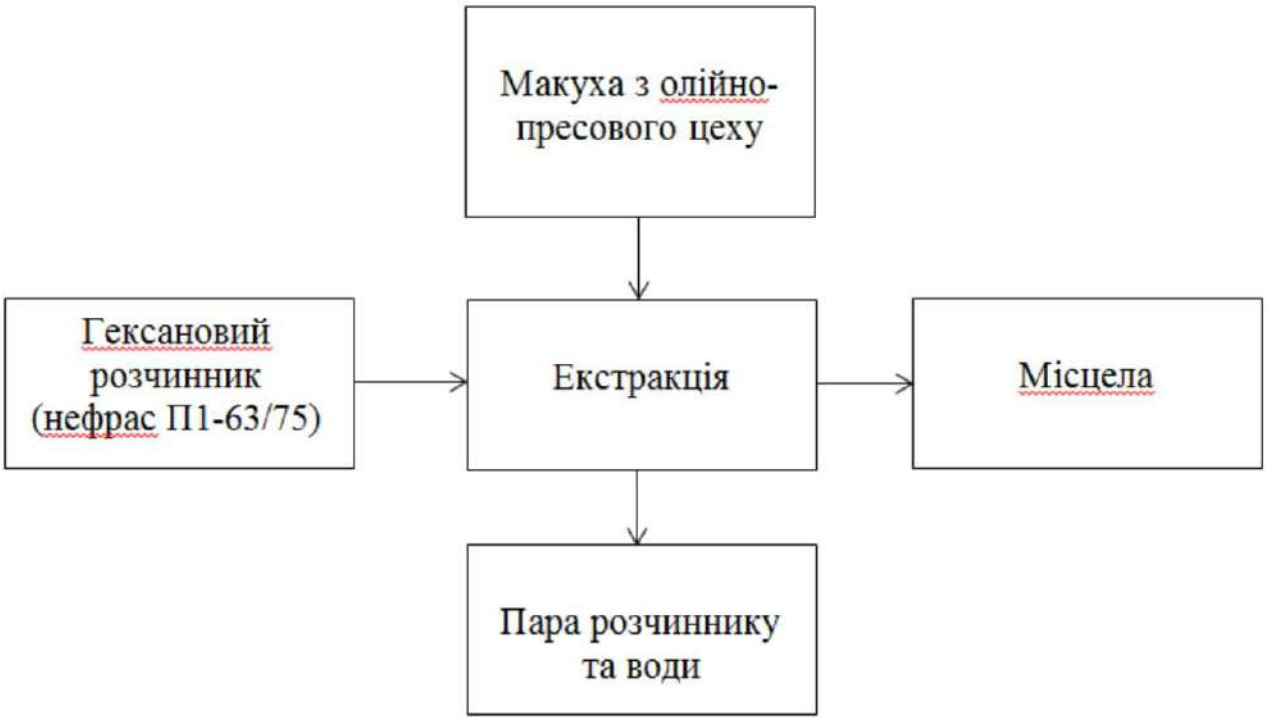


Рисунок 3.2 - Блок-схема екстракційного цеху

Екстракційний спосіб вилучення олії є найбільш економічним, забезпечує максимальне знежирення олійної сировини, дає змогу отримати високу якість олії і знежиреного залишку – шроту.

При переробці низькоолійної сировини (насіння сої та інших) застосовують пряму екстракцію олії, для знежирення насіння більшості високо олійних культур олію попередньо виділяють пресуванням, а потім направляють на подальший, остаточний витяг його шляхом екстракції. Так подають насіння соняшнику, бавовни,

З метою запобігання потраплянню води в чистий розчинник, невелика кількість розчинника рециркулює зворотно з нижньої частини "чистої" секції в секцію сепарації насосом рециркуляції.

Вода з водовідділювача виводиться у шламовипарник через рекуператор.

У шламовипарник подається гостра пара для підвищення температури і більш повного видалення розчинника зі стічної води. Пароповітряна суміш після шламовипарника подається в конденсатор.

Пара розчинника та води з дистилятора І-го та ІІ-го ступенів дистиляції надходить в конденсатор.

Пара розчинника та води з дистилятора ІІІ-го ступеня направляється в конденсатор. Пара розчинника та води, яка не сконденсувалась, після конденсаторів пароежекторами разом з парою розчинника та води після чанного випарника подається у міжтрубний простір дистилятора І-го ступеня.

Пара розчинника та води з ємностей оборотного бензосховища надходить в конденсатор ГПС, а потім в абсорбер.

Парогазоповітряна суміш в конденсаторах охолоджується оборотною водою.

Для більш повного вилучення розчинника з пароповітряної суміші служить абсорбційна установка. Парогазоповітряна суміш після конденсатора газоповітряної суміші спрямовується в нижню частину абсорбера. У верхню частину абсорбера подається охолоджене мінеральне масло, яке при стіканні до низу, насичується парою розчинника. Мінеральне масло та газоповітряна суміш рухаються протитоком по відношенню один до одного. Повітря, очищене від розчинника в абсорбері, вентилятором викидається в атмосферу.

Мінеральне масло, насичене парою розчинника, з абсорбера насосом через витратомір, подається в теплообмінник, який обігрівається гарячим мінеральним маслом, що виходить з десорбера, потім надходить у підігрівач, що обігрівається глухою парою, перед надходженням в десорбер. Гаряче мінеральне масло подається у верхню частину десорбера, яка заповнена металічними насадками. Мінеральне масло розпилюється по всьому об'єму десорбера, який обігрівається глухою (за

Пара розчинника та води з чанного випарника надходить у мокрий шротовловлювач для видалення пилу шроту з метою уникнення засмічення теплообмінної поверхні дистилятора 1-го ступеня та інших теплообмінних поверхонь. В мокрий шротовловлювач насосом подається гаряча вода з шламовипарника і розбризкується через форсунки. Вода з шротовим пилом, із шротоуловлювача стікає у шламовипарник, де розбавляється і знову подається в скрубер, надлишок води відводиться в бензоуловлювач і далі в каналізацію.

Очищена пара розчинника та води з мокрого шротоуловлювача з парою після пароежекторів і гострою парою надходять у міжтрубний простір дистилятора першого ступеня, де нагріваючи місцелу вони охолоджуються і частково конденсуються. Пара розчинника та води, що не сконденсувалась, через охолоджувач пари, подається у конденсатор. ГПС із конденсатора подається далі на абсорбцію.

Бензоводна суміш після дистилятора 1-го ступеня, охолоджувача та конденсатора надходить на водовідділювач.

Бензоводна суміш після конденсаторів, за допомогою насоса бензоводної суміші, також направляється на водовідділювач.

Пара розчинника та води, що не сконденсувалась, подається в конденсатор ГПС, який охолоджується оборотною водою.

Водовідділювач – це двосекційний апарат для сепарації води від розчинника, та для тимчасового зберігання розчинника перед подачею його в екстрактор. У водовідділювач надходить суміш розчинника та води у вигляді конденсату, який рекуперували у різних апаратах. Два продукти, які не змішуються і легко розділяються гравітаційно у зв'язку з різною питомою вагою. Перша секція водовідділювача дає час відстою для того, щоб таке розділення відбулось. Через те що розчинник являється більш легкою фракцією, він збирається у верхній частині і зливається через поріг в секцію "чистого" розчинника водовідділювача, звідки насосом через підігрівники подається в екстрактор.

120

Після дистилятора першого ступеня упарена місцела підігрівається в теплообміннику, де використовується тепло гарячої олії, що виходить з сушарки, самопливом надходить у дистилятор другого ступеня. Дистилятор другого ступеня – це кожухотрубний теплообмінник з вертикальним пучком труб, які обігріваються парою, що подається у міжтрубний простір. Відгін розчинника на першому та другому ступенях дистиляції проводиться під вакуумом, який створюється пароежектором через конденсатор.

Місцела після другого ступеня дистиляції насосом подається в дистилятор третього ступеня для видалення залишків розчинника. Дистиляція проходить у протитоці продукту, коли місцела, яка надходить у верхню частину апарата третього ступеня, рухається каскадами вниз і контактує з гострою парою, яка подається в нижню частину колони.

Дистилятор третього ступеня працює при більш високому вакуумі, який створюється пароежектором високого вакууму через конденсатор.

Олія з нижньої частини дистилятора третього ступеня насосом подається на вакуум-сушарку. Вакуум у вакуум-сушарці створюється пароежектором.

Готова олія з вакуум-сушарки насосом через теплообмінник, де охолоджується місцелою, що надходить з дистилятора першого ступеня в дистилятор другого ступеня, скеровується в охолоджувач. З охолоджувача охолоджена олія подається в склад готової олії або до дільниці гідратації.

Якщо екстракційна олія не відповідає нормативним показникам за температурою спалаху, вона подається за допомогою насоса на передистиляцію до першого ступеня дистиляції через місцелозбірник.

Рух пари розчинника, води та конденсату

Пара розчинника та води з екстрактора подається на конденсацію в конденсатор екстрактора. Пара, яка не сконденсувалась, скеровуться в конденсатор ГПС і далі в абсорбер.

Вакуум в абсорбційній системі створюється вентилятором.

дільнки та форсунки сусідньої. На цій ділянці матеріал екстрагувався менше, ніж на останній дільниці і слабка місцела, проходячи через нього, збагачується, стає більш концентрованою.

Аналогічно здійснюється екстракція на всіх останніх ділянках, де із приближенням до дільнки завантаження екстрактора концентрація місцели зростає. Місцела рухається протитоком по відношенню до екстрагуючого матеріалу, крім того, вона здійснює замкнутий кругообіг (збирач місцели - насос - розбризкувач - збирач місцели). Таким чином, розчинник (слабка місцела), все більше збагачується олією.

Насоси обладнані підігрівниками "труба в трубі". В якості теплоносія застосовується пара, яку подають в «сорочки» підігрівників.

Концентрована місцела, яку отримали, пройшовши через шар свіжого екстрагованого матеріалу, додатково збагачується та фільтрується через шар матеріалу, звільнюючись від грубих домішок перед тим, як він надходить в збирач місцели.

Місцела з останнього збирача місцелим – екстрактора насосом подається в гідроциклони і далі на фільтр, де з місцели відділяються дрібні частини у вигляді осаду. Осад з гідроциклонів та фільтра повертається в екстрактор, а чиста місцела надходить у місцелозбірник.

Місцела з місцелозбирача насосом подається на перший ступінь дистиляції.

Дистиляція місцели здійснюється за триступеневою схемою.

Особливістю процесу дистиляції є те, що весь процес проходить в умовах вакууму, а на останньому етапі процесу дистиляції та сушки олії використовується ще й гостра пара для видалення залишків розчинника з олії.

Дистилятор першого ступеня – це вертикальний кожухотрубний апарат на фланцевих з'єднаннях, який обігрівається сумішшю пари розчинника та води, що виходять з чанного випарника Е109 через мокрий шротовловлювач та парогазовою сумішшю після пароежекторів і додатковою подачею гострої пари в газохід.

•Відділ охолодження шроту. Охолодження шроту здійснюється в VIII-му чані шляхом продування через перфороване подвійне днище навколишнього повітря, що нагнітається вентилятором.

Повітря, що виходить з сушарки-охолоджувача, з частинками шротового пилу скеровується в циклони. Шротовий пил, який відділився в циклоні, виводиться з циклона в конвеєр для шроту, а очищене повітря викидається в атмосферу.

Охолоджений шрот за допомогою конвеєрів та норії подається на склад шроту або в цех грануляції.

Рух розчинника, місцели, олії

У схемі руху розчинника та місцели всередині екстрактора застосовується принцип ступеневого зрошування в протитоку з рециркуляцією розчинника та місцели на кожному ступені. При цьому знежирений матеріал зрошується чистим розчинником, а матеріал, який надходить в екстрактор – концентрованою місцелою. Особливістю схеми руху розчинника в системі є використання розчинника за прямим призначенням.

Поповнення безповоротних втрат розчинника в системі екстракційної установки проводиться періодично з резервуара оборотного бензосховища, за допомогою насосів через водовідділювач.

Чистий розчинник насосом з чистого відсіку для розчинника водовідділювача через підігрівники подається в екстрактор на останній ступінь зрошування нижньої секції екстрактора.

Проникаючи через шар матеріалу, що рухається, розчинник екстрагує залишки олії, й перша слабка (неконцентрована) місцела, яку отримали, поступово накопичується в конічному збірнику місцели. Місцела подається насосом з місцелового збірника в розподільний пристрій, який розташований над цією дільнкою екстрактора. Надлишок місцели, який виникає через постійне надходження свіжого розчинника, через форсунку надходить у наступний збирач місцели в напрямку ближче до завантаження матеріалу в екстрактор. Місцела з місцелового збирача насосом подається на зрошення матеріалу в розподільний пристрій своєї

производств» за стадіями технологічного процесу з урахуванням запірної та регулюючої арматури і об'ємів обладнання.

• автомобільна цистерна-бензовоз для світлих нафтопродуктів з вузлом зливу об'ємом 50 м^3.

Порушення герметичності з'єднань гнучких шлангів при зливі гексану з автоцистерни, обрив шланга може призвести до проливу рідини, утворення пароповітряної суміші, а за наявності джерела запалювання–вибуху пароповітряної суміші. Найбільшу небезпеку представляє повне руйнування цистерни для перевезення гексану та вилив вмісту цистерни, спалахування проливу та потрапляння частково заповненої цистерни під дію високих температур, що може призвести до фізичного вибуху, викиду парів перегрітої рідини та утворення вогняної кулі.

• підземні горизонтальні циліндричні резервуари зберігання розчинника (плюс 1 аварійний), одностінні, об'ємом 80 м^3 кожен :

Порушення герметичності фланцевих з'єднань, несправність дихальної арматури, корозійне пошкодження резервуара, помилки персоналу, дія зовнішніх факторів може викликати утворення вибухонебезпечної концентрації парів гексану в резервуарі, вибуху пароповітряної суміші та пошкодження сусідніх резервуарів ударною хвилею, їх руйнування.

•цех екстракції, а саме подача розчинника в технологічний процес екстракції рослинної олії та дистиляція парів розчинника, в який входить таке обладнання:

- екстрактор який складається з рамочного конвеєра та двох зеєрних стрічкових конвеєрів, де безпосередньо відбувається процес екстракції;

- десольвентайзер-тостер (DT) складається з декількох відділів, які розміщені один під одним:

відділу попередньої десольвентації, де відбувається розділення поверхової вологи та гексану. Обігрівання здійснюється глухою парою.

відділу тостування шроту, де відбувається прожарювання за рахунок глухої

• іскра – виконання робіт стальним інструментом, з вихлопних труб машин, експлуатація несправного обладнання;

• розряди статичної електрики;

• природні катаклізми.

Основними вражаючими факторами вибухів є:

• ударна хвиля, у фронті якої тиск перевищує допустимий;

• розлітання уламків зруйнованого обладнання;

• падіння конструкцій будівель і споруд, комунікацій;

• утворення при вибуху і/або вихід із пошкоджених апаратів чи комунікацій шкідливих для здоров'я людини та довкілля речовин, що містяться в них і вміст цих речовин у повітрі в кількостях, які перевищують гранично допустимі концентрації.

Визначальним параметром, який характеризує рівень небезпеки ударної хвилі, є величини надлишкового тиску та імпульсу в її фронті.

Основними вражаючими факторами пожеж є:

• теплове випромінювання полум'я;

• екологічне забруднення прилеглої території (дим, токсичні продукти згоряння та термічного розкладу);

• знижена концентрація кисню.

Аналіз небезпеки параметрів технологічного процесу

Аналіз складу і характеристики небезпеки об'єкта проводиться поблочно з визначенням сценаріїв динаміки розвитку аварійних ситуацій.

Обладнання, яке залучене в процесі виробництва, не характеризується небезпеками, які обумовлені конструктивними особливостями технологічного обладнання.

Розподіл обладнання на технологічні блоки виконаний згідно з вимогами п.п. 1.1, 1.2 НПАОП 1.3.00-1.01-88 «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих

Зовнішні фактори:

- пожежа або вибух біля обладнання;
- падіння різних предметів (в т.ч. літаків);
- терористичний акт;
- землетрус.

Аналіз аварій на аналогічних об'єктах дає змогу виділити чотири взаємозалежні групи подій, здатних призвести до виникнення і розвитку аварій:

- відмова устаткування, що призводить до витоків (корозія; фізичний знос; механічні ушкодження; дефекти в зварних з'єднаннях; втомні ефекти металу, не виявлені при огляді);
- помилки персоналу (помилки при контролі технологічних параметрів; помилки при підготовці устаткування до ремонту, проведенні ремонтних і профілактичних робіт; помилки при пуску і зупинці устаткування; помилки при локалізації аварійних ситуацій);
- відмова систем безпечного ведення процесу, а також систем контролю технологічних параметрів.
- зовнішні впливи природного і техногенного характеру (припинення подачі електроенергії, рух транспорту, аномальна температура повітря, штормові вітри, сніжні замети, акти саботажу і диверсії).

До найбільш поширених ініціаторів спалаху пароповітряної суміші відносять:

- іскра розряду статичної електрики;
- вихлопи несправних транспортних засобів, електронезахищених приладів чи інструментів з іскроутворюючих металів;
- відкритий вогонь.

Причинами пожеж і вибухів можуть бути:

- відкритий вогонь – запалений сірник, проведення ремонтних робіт з джерелом відкритого вогню;

Це в свою чергу обумовить доступ кисню в розгерметизовану посудину, подальший розвиток пожежі та аварії.

Горіння – це складний хімічний процес, основою якого є хімічна реакція окиснення, що супроводжується виділенням великої кількості тепла, світла, продуктів горіння – оксидів вуглецю, сірки, азоту.

Швидкість горіння залежить від наявності горючої речовини і окислювача (кисню повітря), певної температури та агрегатного стану речовини.

Швидкість поширення полум'я на поверхні дзеркала гексану при звичайних умовах 10-15 м/с, швидкість поширення полум'я у вибуховій суміші парів гексану з повітрям досягає 1500-1800 м/с.

При такій швидкості поширення полум'я горіння переходить у вибух з великою руйнівною силою. Тиск у момент вибуху перевищує 1,5 МПа, температура вибуху сягає 1500 - 1800°С.

Швидкість поширення вибухової хвилі більша за 1500 м/с. Масова швидкість вигоряння гексану становить 10,3х10-2 кг/м^{2}год. Найбільшу потенційну небезпеку представляє руйнування (порушення герметичності) закритої ємкості з викидом гексану в результаті аварії типу «BLEVE».

У випадку утворення вибухопожежонебезпечної концентрації суміші парів гексану з повітрям і наявності „ініціатора", суміш вибухає.

Розміри зони ураження вибуховою хвилею залежать від маси вибухонебезпечної суміші парів гексану, яка, в свою чергу, залежить від маси проливу.

Фактори впливу на обладнання з розчинником, які можуть призвести до аварії, можуть бути внутрішніми і зовнішніми.

Причини аварій.

Внутрішні фактори:

- переповнення ємності (недбалість персоналу цеху, несправність датчиків);
- вибух суміші парів розчинника з повітрям;

Наявність великої кількості розчинника (н-гексану) в автоцистерні та резервуарах створює небезпеку виникнення пожежі у випадку витоку палива та наявності джерела спалаху.

При витоку розчинника створюється небезпека утворення вибухонебезпечних концентрацій паливо-повітряної суміші, що за наявності джерела ініціювання вибуху може викликати вибух паливо-повітряних сумішей і створити умови для подальшого розвитку аварії.

Не виключена ймовірність аварії в резервуарах навіть за наявності справної системи захисту від статичної електрики і при нормальній експлуатації технологічно справного обладнання.

При певних умовах наливу нафтопродуктів в ємності (при збільшенні швидкості наливу) та руху по трубопроводах заряди статичної електрики накопичуються швидше, ніж відводяться через заземлення, оскільки гексан відноситься до діелектриків з дуже низькою провідністю електричного струму.

У таких випадках із збільшенням рівня наливу розчинника в ємності напруга статичної електрики буде збільшуватись і може досягти такого значення, при якому в момент наближення вільної поверхні розчинника до стінок заливної горловини (при наповненні ємностей понад 90 % від об'єму наповнення) внаслідок різниці потенціалів виникає іскровий розряд, що здатен викликати запалювання або вибух суміші парів з повітрям.

Аварійні ситуації можуть виникнути при порушенні технологічного регламенту чи неполадках в роботі обладнання цеху екстракції. При розгерметизації обладнання, в якому обертається гексан у вигляді рідини чи пари, можливий викид гексану в приміщення цеху екстракції, з подальшим утворенням вибухонебезпечних пароповітряних сумішей чи розливу рідини по поверхні підлоги.

Оскільки тиск в момент вибуху досягає 848 кПа (0,85 МПа), а температура вибуху коливається в межах 1500-1800°С, може виникнути розгерметизація посудини.

сорочкою) парою, що приводить до часткового випарювання абсорбованого розчинника. В нижню частину десорбера підводиться гостра пара, що барботує через шар масла, захоплюючи при цьому розчинник, який залишився. Пара розчинника та води після десорбера надходить в конденсатор.

Мінеральне масло, що звільнилось від розчинника, з десорбера насосом подається в теплообмінник, де воно віддає своє тепло маслу, що надходить з абсорбера. Для більш глибокого охолодження мінеральне масло надходить в теплообмінник, де охолоджується оборотною водою, і далі охолоджене мінеральне масло подається у верхню частину абсорбера.

У якості основного теплоносія в екстракційному цеху використовується водяна насичена пара.

Конденсат водяної пари, що відходить з міжтрубного простору апаратів екстракційного цеху, направляється в збирачі конденсату і далі насосом відкачується в котельну заводу.

У системі передбачені запобіжні клапани, для забезпечення екстреного вентилювання в атмосферу, якщо з непередбачених обставин підвищується тиск. Система виявлення пари розчинника дає змогу в обов'язковому порядку відстежувати можливі витоки розчинника – екстракція олії відбувається під ретельним контролем спеціалізованих систем.

Під'їзд до виробничого підрозділу і виїзд передбачається за існуючою схемою руху автотранспорту по території підприємства з використанням в’їзду та виїзду та розвороту транспорту .

Основні небезпечні процеси під час екстракції рослинної олії.

Основним видом робіт, пов'язаними з небезпечними речовинами, є: приймання (злив розчинника в резервуари через зливні муфти з автомобільної цистерни), зберігання розчинника в резервуарах і використання розчинника в процесі екстракції рослинної олії.

Ріпак, фракція > 1 < 2	350 350 350 340 340 340	самозаймання самозаймання самозаймання відмова відмова відмова
Соя, фракція > 0,1 < 0,45	415 415 415 405 405 405	самозаймання самозаймання самозаймання відмова відмова відмова
Соя, фракція > 0,45 < 1	420 420 420 410 410 410	самозаймання самозаймання самозаймання відмова відмова відмова
Соя, фракція > 1 < 2	420 420 420 410 410 410	самозаймання самозаймання самозаймання відмова відмова відмова
Соняшник, фракція > 0,1 < 0,45	365 365 365 355 355 355	самозаймання самозаймання самозаймання відмова відмова відмова
Соняшник, фракція > 0,45 < 1	370 370 370 360 360 360	самозаймання самозаймання самозаймання відмова відмова відмова
Соняшник, фракція > 1 < 2	370 370 370 360 360 360	самозаймання самозаймання самозаймання відмова відмова відмова

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

Аналізи результатів експериментальних досліджень свідчать, що температури займання подрібненого насіння ріпаку, сої та соняшнику 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 °С; 293 ± 2 °С та 222 ± 2 °С відповідно.

Результати експериментальних досліджень температури самозаймання подрібненого насіння олійних культур ріпаку, сої та соняшнику різної дисперсності представлено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Усереднені результати експериментальних досліджень з виявлення впливу дисперсності на температуру самозаймання подрібненого насіння олійних культур різної дисперсності

Назва зразка дисперсність, мм	Температура дослідження, °С	Результати дослідження
Ріпак, фракція > 0,1 < 0,45	345 345 345 335 335 335	самозаймання самозаймання самозаймання відмова відмова відмова
Ріпак, фракція > 0,45 < 1	350 350 350 340 340 340	самозаймання самозаймання самозаймання відмова відмова відмова

Продовження таблиці 4.2

131

ТА САМОЗАЙМАННЯ НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР ТА ПРОДУКТІВ ЇХ ПЕРЕРОБКИ

4.1. Експериментальні дослідження показників пожежної небезпеки насіння олійних культур та продуктів їх переробки

Для проведення експериментальних досліджень на ПП «Оліяр» за адресою с. Ставчани Пустомитівського району Львівської області у сировинному відділенні було відібрано насіння олійних культур, зокрема ріпак, соя, соняшник.

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

Визначались такі показники пожежної небезпеки насіння олійних культур, як температура займання, температура самозаймання та умови їх теплового самозагоряння за методиками, описаними у розділі 2.

4.1.1. Експериментальні дослідження температури займання та температури самозаймання подрібненого насіння олійних культур

Усереднені результати експериментальних досліджень з виявлення впливу дисперсності на температуру займання подрібненого насіння олійних культур представлено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Усереднені результати експериментальних досліджень з виявлення впливу дисперсності на температуру займання подрібненого насіння

1. Технологія виробництва олії пресовим способом є менш пожежонебезпечною оскільки використання обладнання використовується лише для нагрівання м'ятки (олійної сировини), а у технологічному процесі виробництва рослинної олії методом екстракції наявні органічні розчинникіи з температурами кипіння 63...75 °С і існує можливість утворення в технологічних об'ємах пожежовибухонебезпечних сумішей повітря та розчинника;

2. 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;

3. 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;

4. Враховуючи підвищену пожежну небезпеку процесів підготовки сировини підприємств олійно-жирового виробництва для забезпечення безпеки необхідно здійснювати комплексний підхід в поєднанні з комбінованими системами автоматичного управління, а саме: системи контролю, аварійної сигналізації, регулювання перебігу процесів, захист та блокування небезпечних технологічних блоків, пуск та зупинка(аварійна) обладнання тощо.

Результати досліджень висвітлено у [4,6]

РОЗДІЛ 4

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ САМОНАГРІВАННЯ

тостування

- водовідділювач – двосекційний апарат для сепарації води від розчинника, та для тимчасового зберігання розчинника перед подачею його в екстрактор;
- дистилятор першого ступеня – вертикальний кожухотрубний апарат на фланцевих з'єднаннях;
- дистилятор другого ступеня – кожухотрубний теплообмінник з вертикальним пучком труб;
- дистилятор третього ступеня – протитічна металева циліндрична колона;
- конденсатори пароповітряної суміші;
- конденсатор екстрактора;
- адсорбер;
- система трубопроводів для транспортування речовин у технологічному процесі (труба стальна водогазопровідна);
- насоси для забезпечення руху рідин у технологічному процесі;

Надмірний тиск чи пошкодження технологічних апаратів може викликати викид в приміщення цеху парів гексану, але в процесі екстракції в основному гексан обертається в суміші з водяною парою, яка в свою чергу є інгібітором горіння, і буде перешкоджати утворенню вибухонебезпечної концентрації пароповітряної суміші гексану.

Найбільшу небезпеку становлять трубопроводи для транспортування гексану в технологічному процесі. При фізичному зносі, корозії чи порушенні герметичності можливий вилив гексану в цех екстракції, випаровування проливу, утворення вибухонебезпечної концентрації пароповітряної суміші. За наявності джерела запалювання можливий вибух та заряння проливу.

3.5. Висновки за розділом

За результатами проведеного аналізу пожежної небезпеки технологічного процесу переробки насіння олійних культур та продіктів їх переробки можна зробити такі висновки:

140x140	110	28,4	самозаймання
Дисперсність > 0,45 < 1мм			
35x35	165	4,4	самозаймання
50x50	125	11,7	самозаймання
70x70	115	23,2	самозаймання
100x100	110	39,6	самозаймання
140x140	105	49,2	самозаймання
Дисперсність > 0,1 < 0,45мм			
35x35	160	5,3	самозаймання
50x50	120	11,8	самозаймання
70x70	110	23,5	самозаймання
100x100	105	32,4	самозаймання
140x140	100	40,6	самозаймання

Згідно з [67] та проведеними експериментальними випробуваннями, будуємо графіки залежності логарифма температури самозагоряння ріпакового насіння від логарифма питомої поверхні і логарифма часу до самозагоряння, які описуються рівняннями прямої лінії $\lg t_c = A_р + n_р \lg S$ та $\lg t_c = A_в - n_в \lg \tau$. Отримані залежності, що враховують дисперсність подрібненого насіння ріпаку, представлено на рисунках 4.3 та 4.4 відповідно.

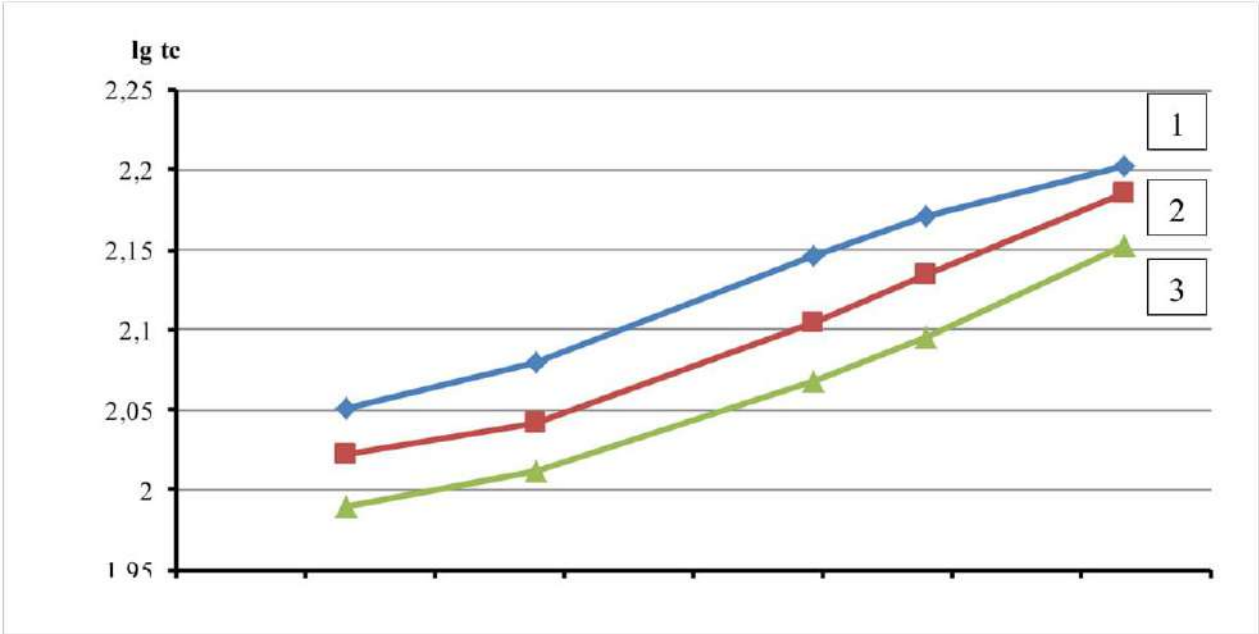


Рисунок 4.3 - Графіки залежності логарифма температури самозагоряння від логарифма питомої поверхні для зразка ріпакового насіння залежно від його дисперсності

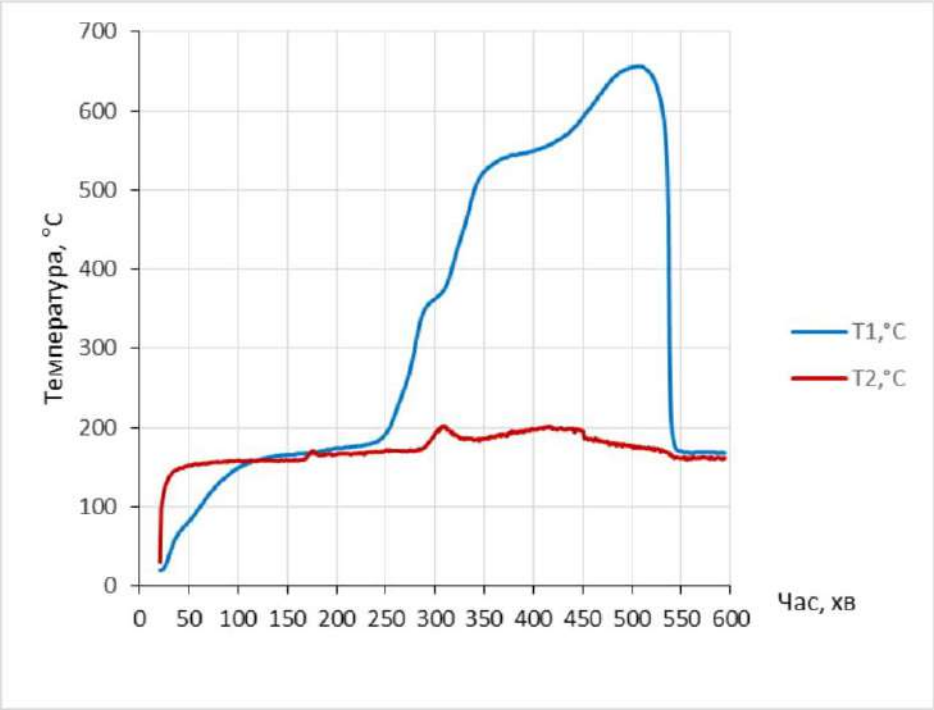


Рисунок 4.2 - Термограма самозагоряння зразка ріпакового насіння дисперсністю > 1 < 2 мм, при Т=170 °С

Результати експериментальних досліджень для визначення умов теплового самозагоряння ріпакового насіння різної дисперсності в кошиках 35х35, 50х50, 70х70, 100х100, 140х140 мм представлені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - 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			
35х35	170	4,1	самозаймання
50х50	130	5,8	самозаймання
70х70	120	7,9	самозаймання

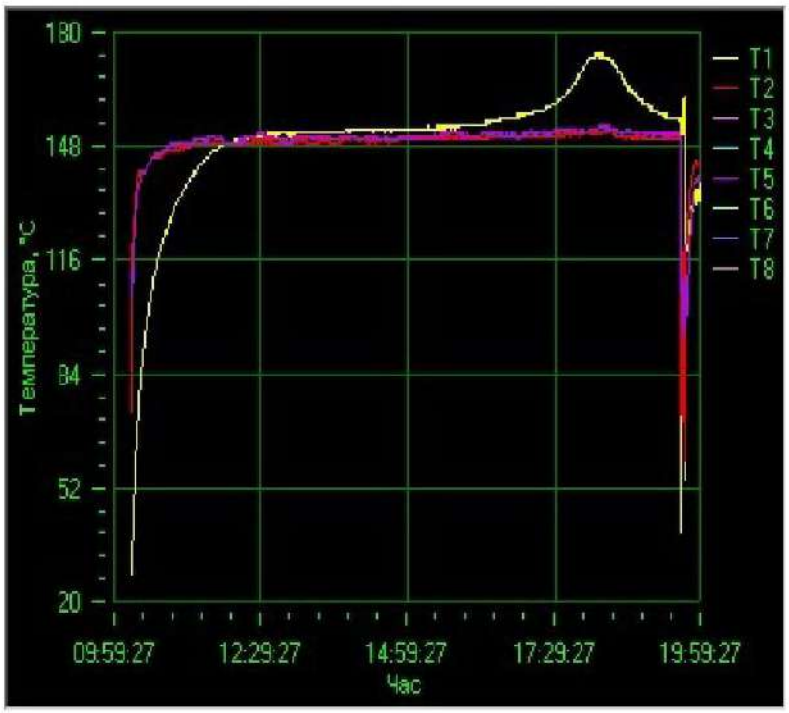


Рисунок 4.1 - Термограма самонагрівання ріпакового насіння дисперсністю > 1 < 2 мм мм без самозагоряння, при Т=160 °С

Термограма самозагоряння зразка ріпакового насіння дисперсністю > 1 < 2 мм (розмір кошика 35х35 мм) представлена на рисунку 4.2.

4.1.2. Експериментальні дослідження умов теплового самозагоряння подрібненого насіння олійних культур

Аналіз результатів експериментальних досліджень свідчить, що температури самозаймання подрібненого насіння ріпаку, сої та соняшнику 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 °С; 415 °С та 365 °С відповідно.

4.1.2.1. Подрібнене насіння ріпаку

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

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

Для прикладу, з випробувань зразка ріпакового насіння дисперсністю > 1 < 2 мм (розмір кошика 35х35мм) отримано такі результати:

1. При температурі 160 °С всередині термостата, зразок був витриманий 6 год і нагрівся до температури 173 °С. Самозагоряння зразка не відбулось (рисунок 4.7);

2. При температурі 170 °С всередині термостата, зразок був витриманий 4,1 год і нагрівся до температури > 400 °С. Відбулось самозагоряння зразка (рисунок 4.8).

Термограма самонагрівання без самозагоряння зразка ріпакового насіння дисперсністю > 1 < 2 мм (розмір кошика 35х35мм) представлена на рисунку 4.1.

Рисунок 4.8 - Графіки залежності логарифма температури самозагоряння від логарифма часу до самозаймання для зразка ріпакового насіння залежно від дисперсності:

де 1) > 1 < 2 мм – [$\mathbf{lg\ t_c = 2{,}242 - 0{,}110 \cdot lg\ \tau}$];

2) > 0,45 < 1мм – [$\mathbf{lg\ t_c = 1{,}312 + 0{,}141 \cdot lg\ \tau}$];

3) > 0,1 < 0,45мм – [$\mathbf{lg\ t_c = 2{,}397 + 0{,}193 \cdot lg\ \tau}$].

4.1.2.3. Подрібнене насіння соняшнику

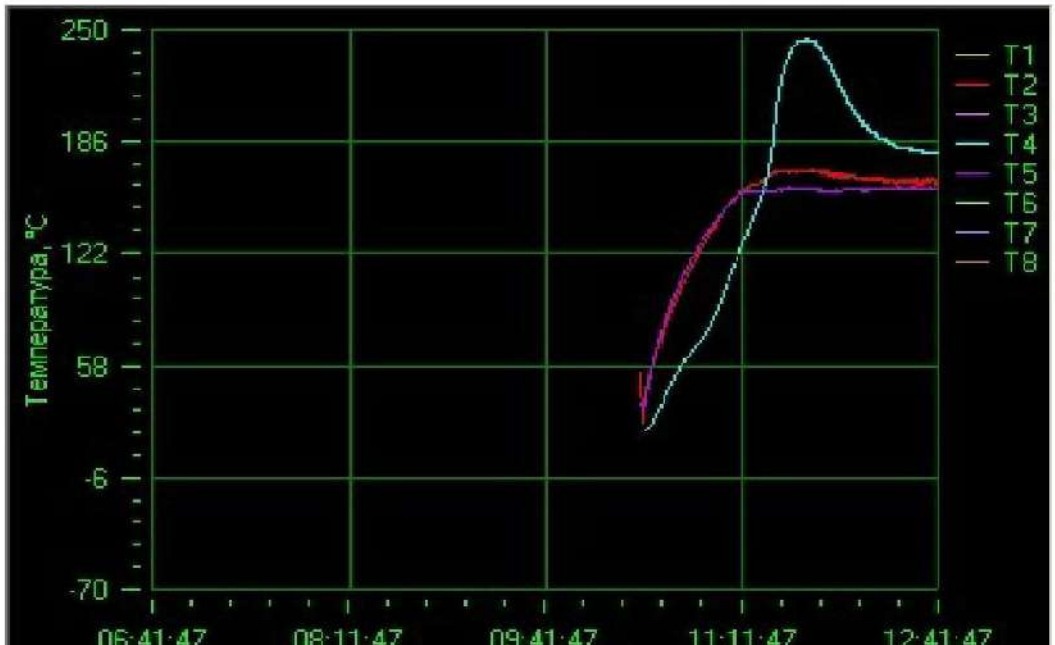
Залежність умов теплового самозагоряння від дисперсності подрібненого насіння соняшнику, визначалась для подрібненого насіння соняшнику дисперсністю > 1 < 2 мм, > 0,45 < 1мм та > 0,1 < 0,45мм.

З випробувань зразка соняшникового насіння дисперсністю > 1 < 2 мм (розмір кошика 35х35мм) отримано такі результати:

1. При температурі 170 °С всередині термостата, зразок був витриманий 6 год і нагрівся до температури 245 °С. Самозагоряння зразка не відбулось (рисунок 4.9);

2. При температурі 180 °С всередині термостата, зразок був витриманий 1,5 год і нагрівся до температури > 400 °С. Відбулось самозагоряння зразка (рисунок 4.10).

Термограма самонагрівання без самозагоряння зразка соняшникового насіння дисперсністю > 1 < 2 мм (розмір кошика 35х35 мм) представлена на рисунку 4.9.



враховують дисперсність подрібненого насіння сої, представлено на рисунках 4.7 та 4.8 відповідно.

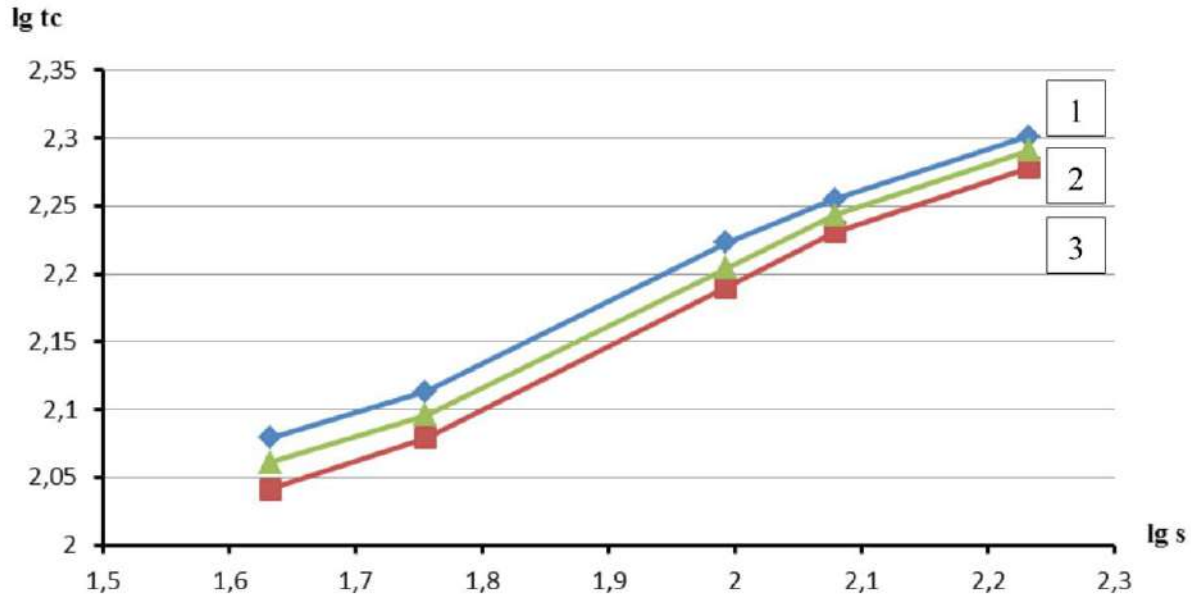
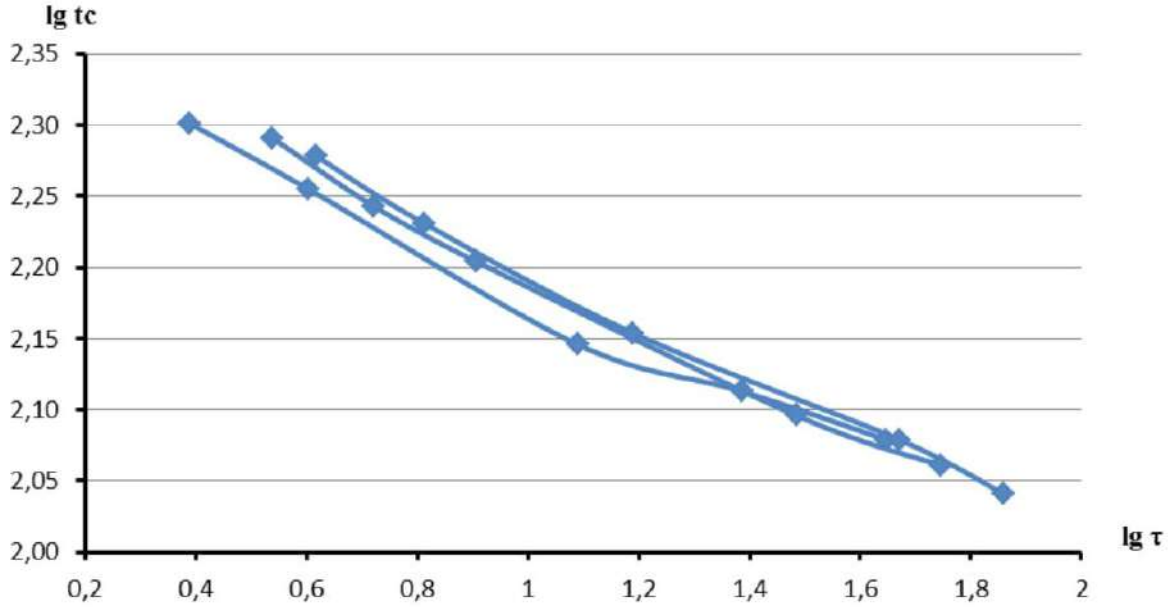


Рисунок 4.7 - Графіки залежності логарифма температури самозагоряння від логарифма питомої поверхні для зразка насіння сої залежно від його дисперсності

де 1) > 1 < 2 мм – **[lg t_c = 1,438+ 0,388· lg S]**;

2) > 0,45 < 1мм – **[lg t_c = 1,397 + 0,407 · lg S]**;

3) > 0,1 < 0,45мм – **[lg t_c = 1,367 + 0,413 · lg S]**.



140

Результати експериментальних досліджень для визначення умов теплового самозагоряння соєвого насіння різної дисперсності в кошиках розміром 35х35, 50х50, 70х70, 100х100, 140х140 мм представлено у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - Дані експериментальних досліджень подрібненого насіння сої

Розмір кошика	Температура у термостаті, °С	Тривалість випробування, год	Результат
Дисперсність > 1 < 2 мм			
35х35	200	2,45	самозагоряння
50х50	180	4,4	самозагоряння
70х70	140	7,2	самозагоряння
100х100	130	24,4	самозагоряння
140х140	120	44,4	самозагоряння
Дисперсність > 0,45 < 1мм			
35х35	195	3,45	самозагоряння
50х50	175	5,3	самозагоряння
70х70	160	8,6	самозагоряння
100х100	125	30,6	самозагоряння
140х140	115	55,9	самозагоряння

Продовження таблиці 4.4

Дисперсність > 0,1 < 0,45мм			
35х35	190	4,15	самозагоряння
50х50	170	6,5	самозагоряння
70х70	155	10,6	самозагоряння
100х100	120	46,9	самозагоряння
140х140	110	72,3	самозагоряння

Згідно з [67] та проведеними експериментальними випробуваннями, будуємо графіки залежності логарифма температури самозагоряння ріпакового насіння від логарифма питомої поверхні і логарифма часу до самозагоряння, які описуються рівняннями прямої лінії $\lg t_c = A_р + n_р \lg S$ та $\lg t_c = A_в - n_в \lg \tau$. Отримані залежності, що

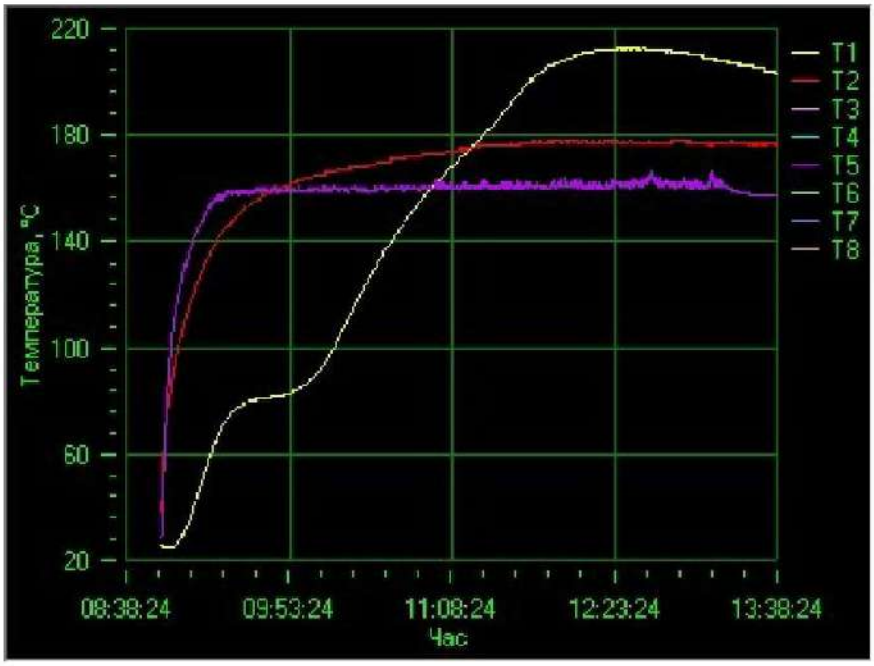


Рисунок 4.5 - Термограма самонагрівання соєвого насіння дисперсністю > 1 < 2 мм без самозагоряння, при Т=190 °С

Термограма самозагоряння зразка соєвого насіння дисперсністю > 1 < 2 мм (розмір кошика 35х35 мм) представлена на рисунку 4.6.

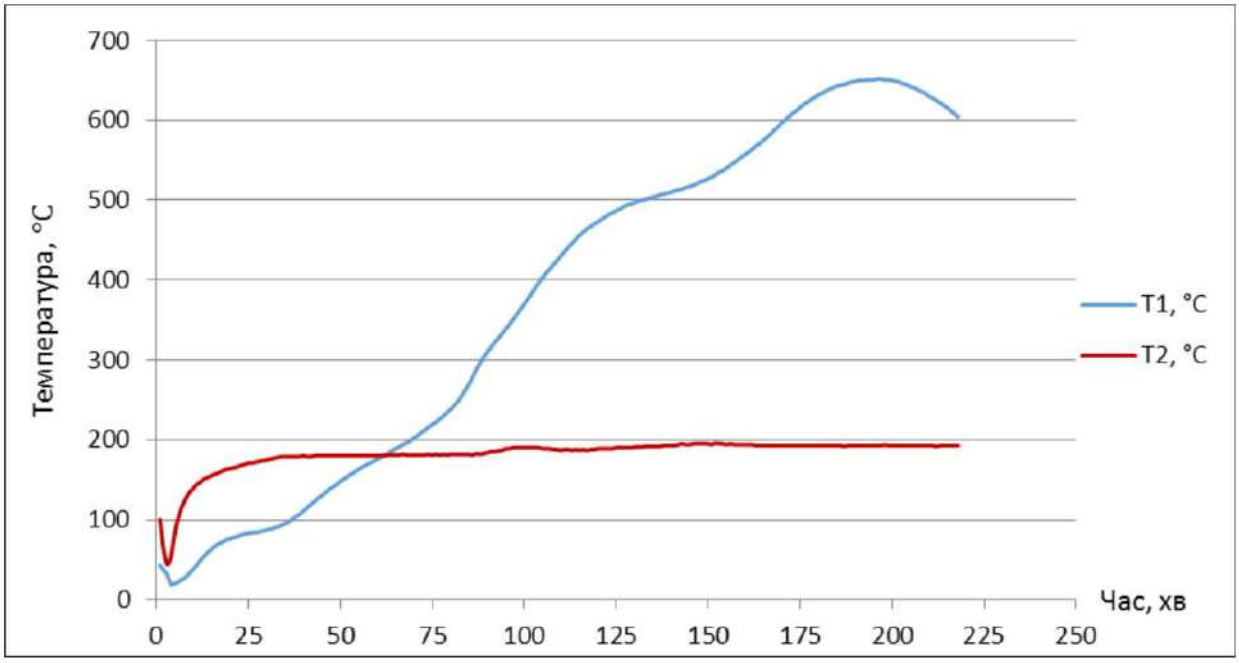


Рисунок 4.6 - Термограма самозагоряння зразка соєвого насіння дисперсністю > 1 < 2 мм, при Т=200 °С

2) > 0,45 < 1мм – **[lg t_c = 1,554 + 0,276 · lg S]**;

3) > 0,1 < 0,45мм – **[lg t_c = 1,518 + 0,284 · lg S]**.

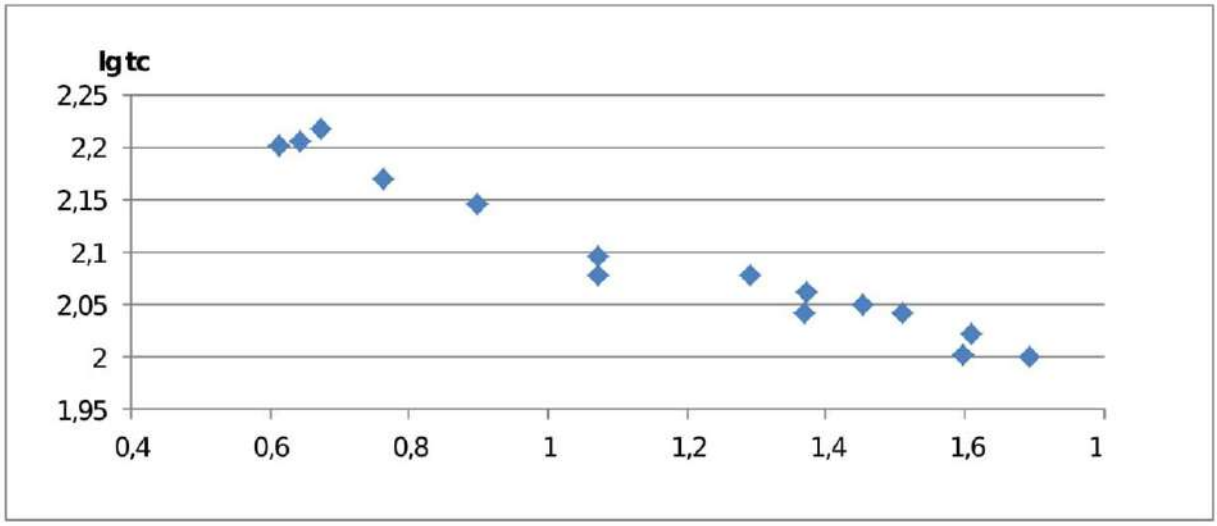


Рисунок 4.4 - Графіки залежності логарифма температури самозагоряння від логарифма часу до самозаймання для зразка ріпакового насіння залежно від його дисперсності

де 1) > 1 < 2 мм – **[lg t_c = 2,313 – 0,181· lg τ]**;

2) > 0,45 < 1мм – **[lg t_c = 1,322 + 0,196 · lg τ]**;

3) > 0,1 < 0,45мм – **[lg t_c = 1,331 + 0,202 · lg τ]**.

4.1.2.2. Подрібнене насіння сої

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

З випробувань зразка ріпакового насіння дисперсністю > 1 < 2 мм (розмір кошика 35х35мм) отримано такі результати:

1. При температурі 190 °С всередині термостата, зразок був витриманий 6 год і нагрівся до температури 210 °С. Самозагоряння зразка не відбулось (рисунок 4.5);

2. При температурі 200 °С всередині термостата, зразок був витриманий 2,45 год і нагрівся до температури > 400 °С. Відбулось самозагоряння зразка (рисунок 4.6).

Термограма самонагрівання без самозагоряння зразка соєвого насіння дисперсністю > 1 < 2 мм (розмір кошика 35х35 мм) представлена на рисунку 4.5.

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.

Принципову схему розташування обладнання для дослідження впливу атмосфери на термічну стійкість подрібненого насіння олійних культур представлено на рисунку 4.13.

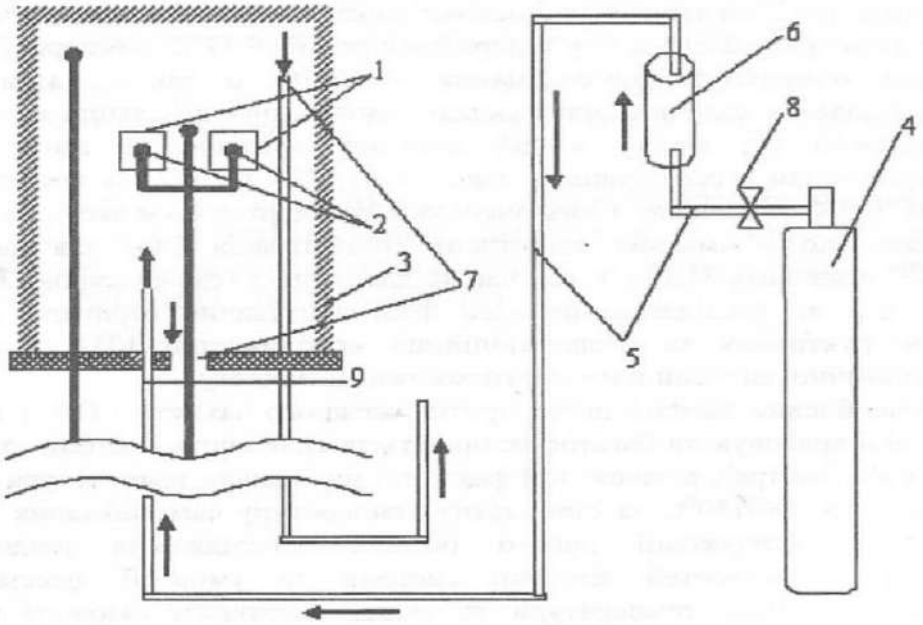


Рисунок 4.13 - Принципова схема розташування обладнання для дослідження впливу атмосфери на термічну стійкість подрібненого насіння олійних культур

де 1 – платинові тиглі зі зразками (α-корунд та α-корунд з подрібненим насінням); 2 – термопари; 3 – кварцовий стакан; 4 – балон з азотом; 5 – гумові трубки; 6 – газовий ротаметр; 7 – шляхи виходу надлишку газоповітряної суміші; 8 - вентиль; 9 - патрубок подавання азоту у газове горюче середовище

Результати досліджень подрібненого насіння ріпаку, сої та соняшнику дисперсністю > 0,45 < 1мм представлені у вигляді термограм на рисунках 4.14-4.16.

У всіх досліджених зразках в області температур 20 – 245 ^{0}C відбуваються ендотермічні процеси, що супроводжуються втратою маси зразків, яка відповідає випаровуванню незв´язаної води, та виділенням конституційної води без деструкції матеріалу зразків. Слід відмітити, що зразок сої відзначається найбільшим вмістом

2) > 0,45 < 1мм – **[lg t_c = 1,391 + 0,472 · lg S]**;

3) > 0,1 < 0,45мм – **[lg t_c = 1,328 + 0,398 · lg S]**.

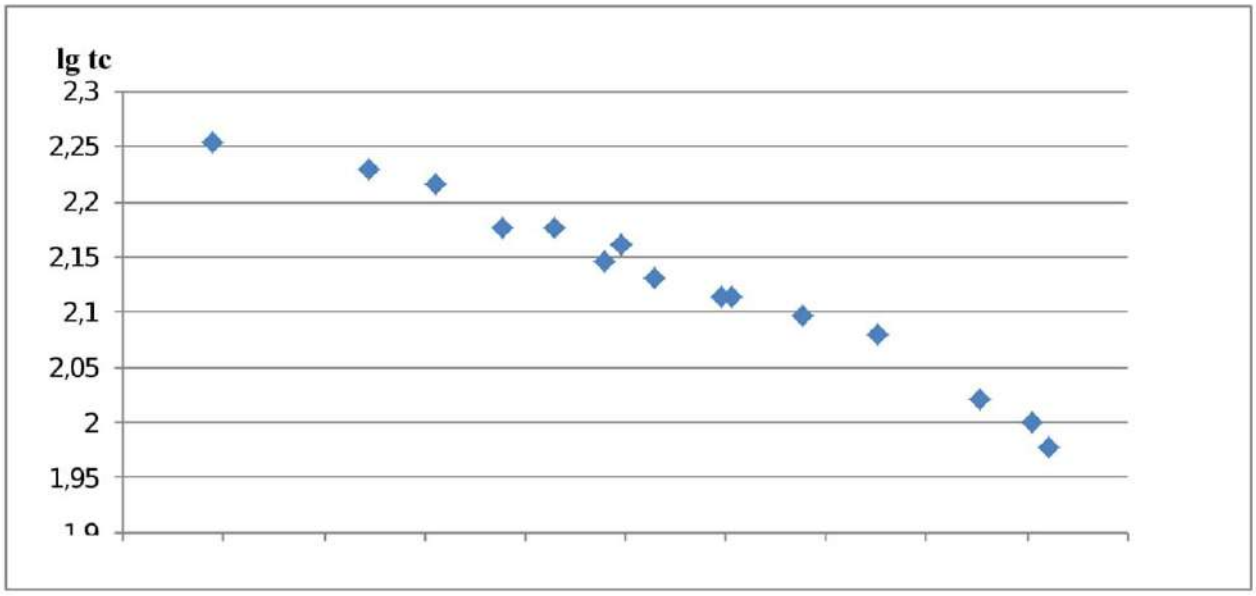


Рисунок 4.12 - Графіки залежності логарифма температури самозагоряння від логарифма часу до самозаймання для зразка насіння соняшнику залежно від дисперсності

де 1) > 1 < 2 мм – **[lg t_c = 2,946 – 0,544· lg τ]**;

2) > 0,45 < 1мм – **[lg t_c = 2,655 + 0,369 · lg τ]**;

3) > 0,1 < 0,45мм – **[lg t_c = 2,338 + 0,195 · lg τ]**.

4.2. Результати експериментальних досліджень з виявлення впливу дисперсності, а також атмосфери на термічну стійкість подрібненого насіння олійних культур

Термічний аналіз зразків проводили на дериватографі 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°С/хв в атмосфері повітря. Маса зразків становила в середньому 100 мг. Дослідження термічної стійкості зразків проводили в діапазоні температур 20-800 °С. Еталонною речовиною був оксид алюмінію.

70x70	140	9,1	самозагоряння
100x100	130	16,3	самозагоряння
140x140	105	51	самозагоряння
Дисперсність > 0,45 < 1мм			
35x35	170	3,1	самозагоряння
50x50	150	7,2	самозагоряння
70x70	135	11,5	самозагоряння
100x100	125	22,6	самозагоряння
140x140	100	64,7	самозагоряння
Дисперсність > 0,1 < 0,45мм			
35x35	165	4,2	самозагоряння
50x50	145	9,8	самозагоряння
70x70	130	15,6	самозагоряння
100x100	120	31,7	самозагоряння
140x140	95	69,8	самозагоряння

Згідно з [67] та проведеними експериментальними випробуваннями, будуємо графіки залежності логарифма температури самозагоряння соняшникового насіння від логарифма питомої поверхні і логарифма часу до самозагоряння, які описуються рівняннями прямої лінії $\mathbf{lg}t_c = A_p + n_p \mathbf{lg}S$ та $\mathbf{lg}t_c = A_в - n_в \mathbf{lg}\tau$. Отримані залежності, що враховують дисперсність подрібненого насіння соняшнику, представлено на рисунках 4.11 та 4.12 відповідно.

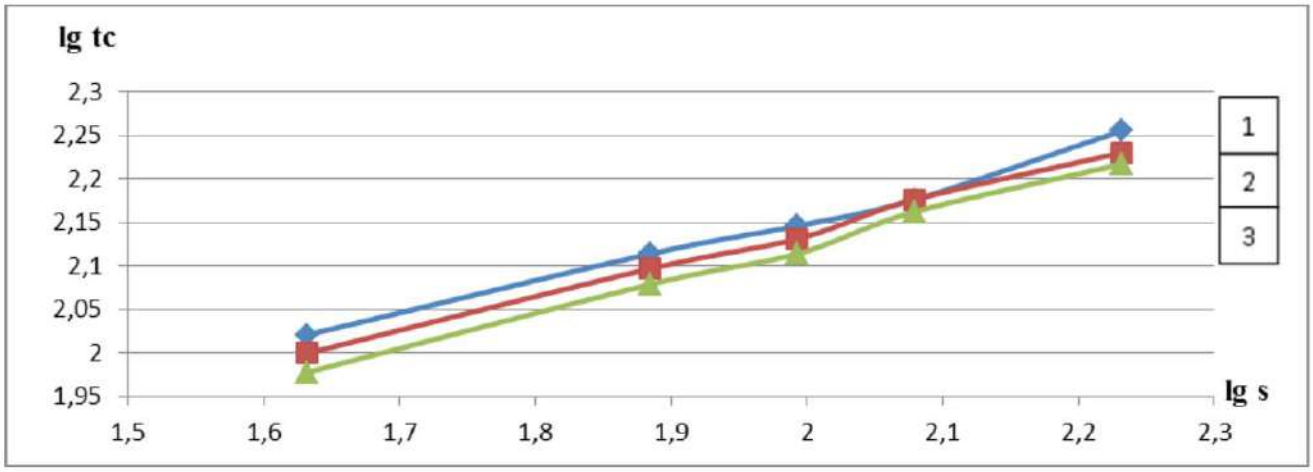


Рисунок 4.11 - Графіки залежності логарифма температури самозагоряння від логарифма питомої поверхні для зразка насіння соняшнику залежно від дисперсності

де 1) > 1 < 2 мм – $[\lg t_c = 1.455 + 0.347 \cdot \lg S]$;

Рисунок 4.9 - Термограма самозагоряння соняшникового насіння дисперсністю > 1 < 2 мм без самозаймання, при Т=170 °С

Термограма самозагоряння зразка соняшникового насіння дисперсністю > 1 < 2 мм (розмір кошика 35х35 мм) представлена на рисунку 4.10.

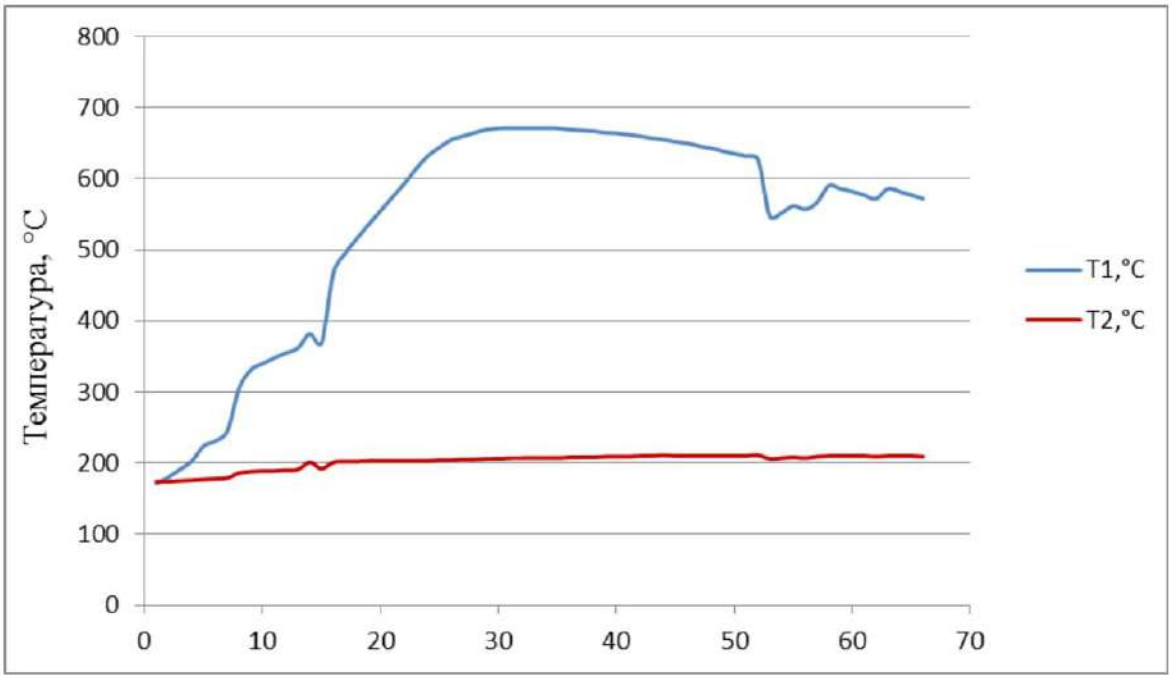


Рисунок 4.10 - Термограма самозагоряння зразка соняшникового насіння дисперсністю > 1 < 2 мм, при Т=180 °С

Результати експериментальних досліджень для визначення умов теплового самозагоряння соєвого насіння різної дисперсності в кошиках розміром 35х35, 50х50, 70х70, 100х100, 140х140 мм представлено у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 - Дані експериментальних досліджень подрібненого насіння соняшнику

Розмір кошика	Температура у термостаті, °С	Тривалість випробування, год	Результат
Дисперсність > 1 < 2 мм			
35х35	180	1,5	самозагоряння

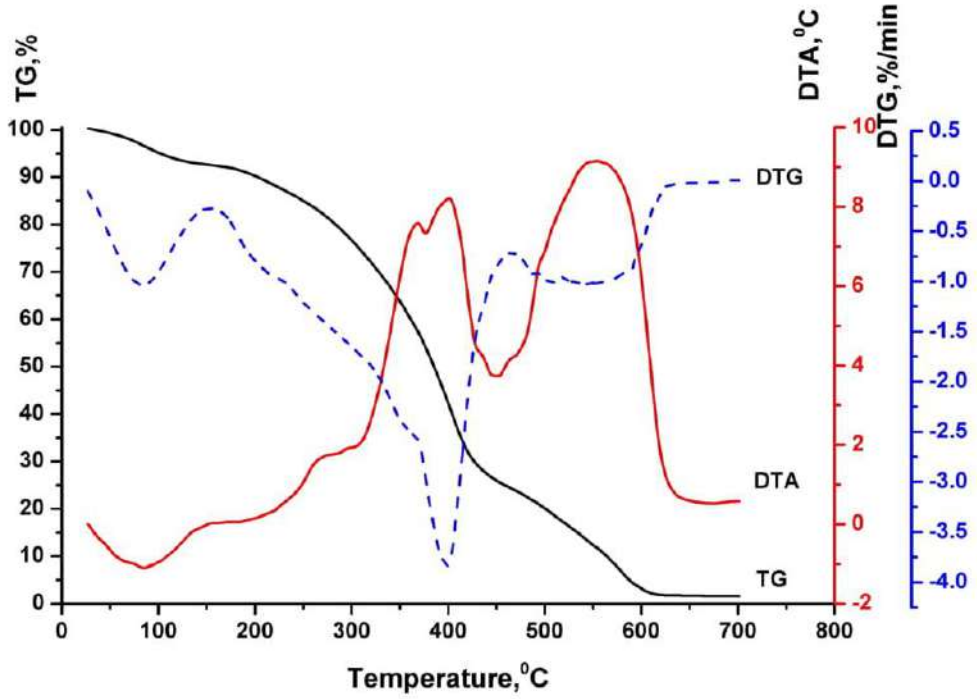
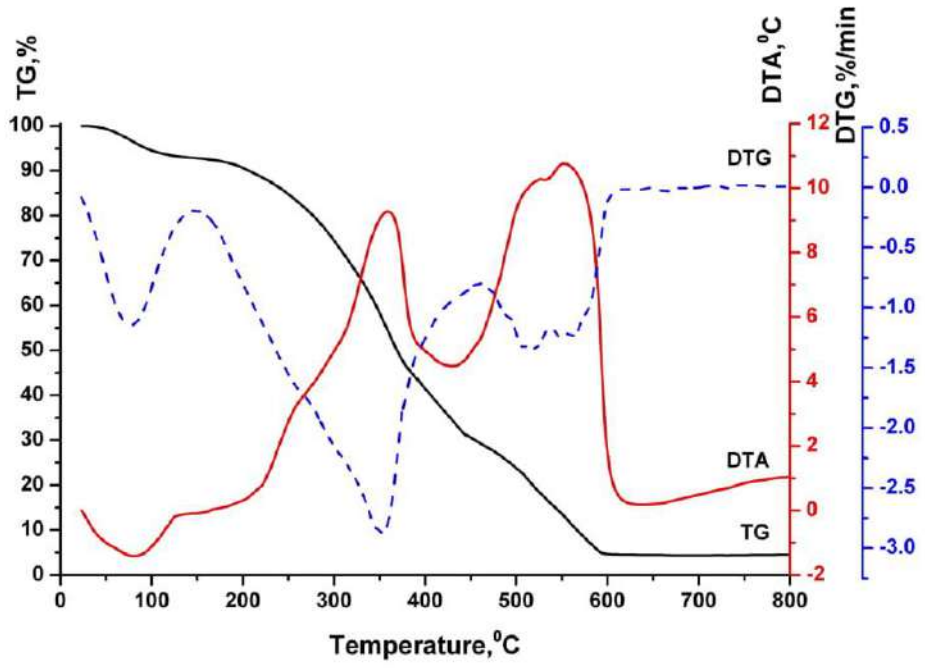


Рисунок 4.17 - Термограма зразка подрібненого насіння ріпаку фракції від 0,45 до 1 мм



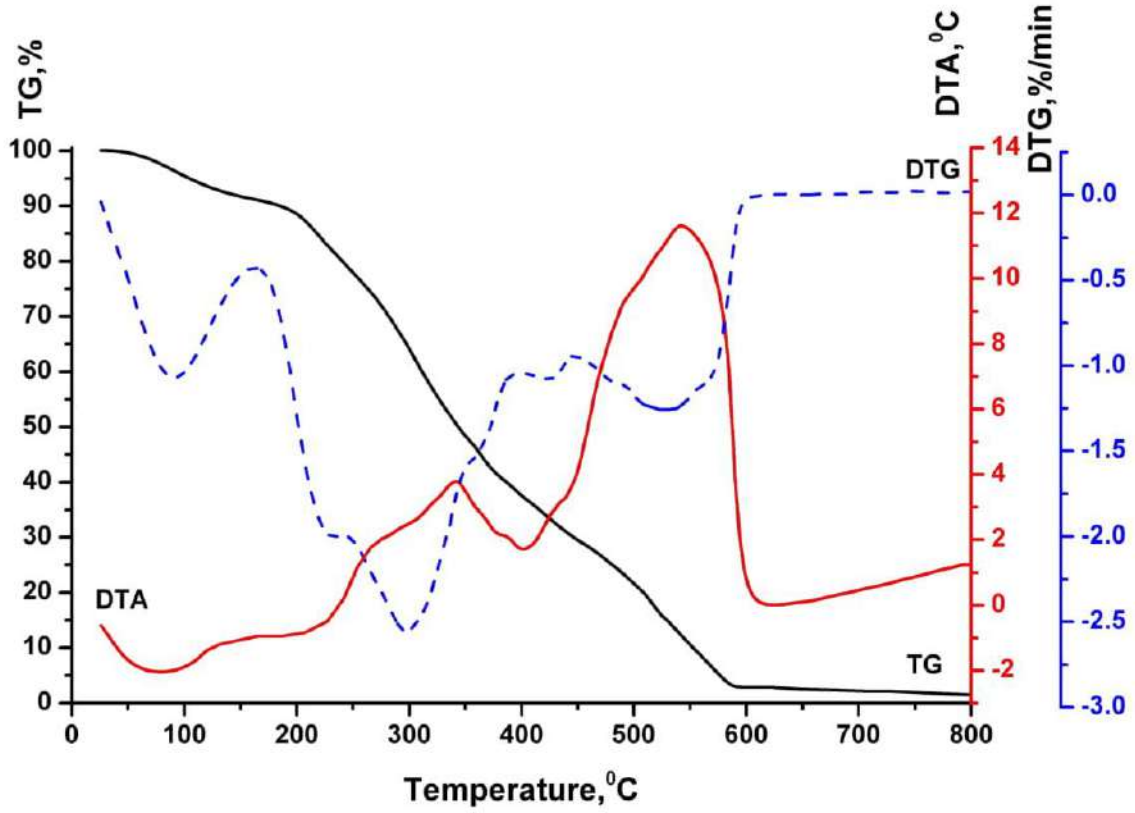


Рисунок 4.16 - Термограма зразка подрібненого насіння сої > 0,45 < 1мм

На рисунках 4.17 і 4.18 наведені термограми зразків подрібненого насіння ріпаку різної дисперсності.

149

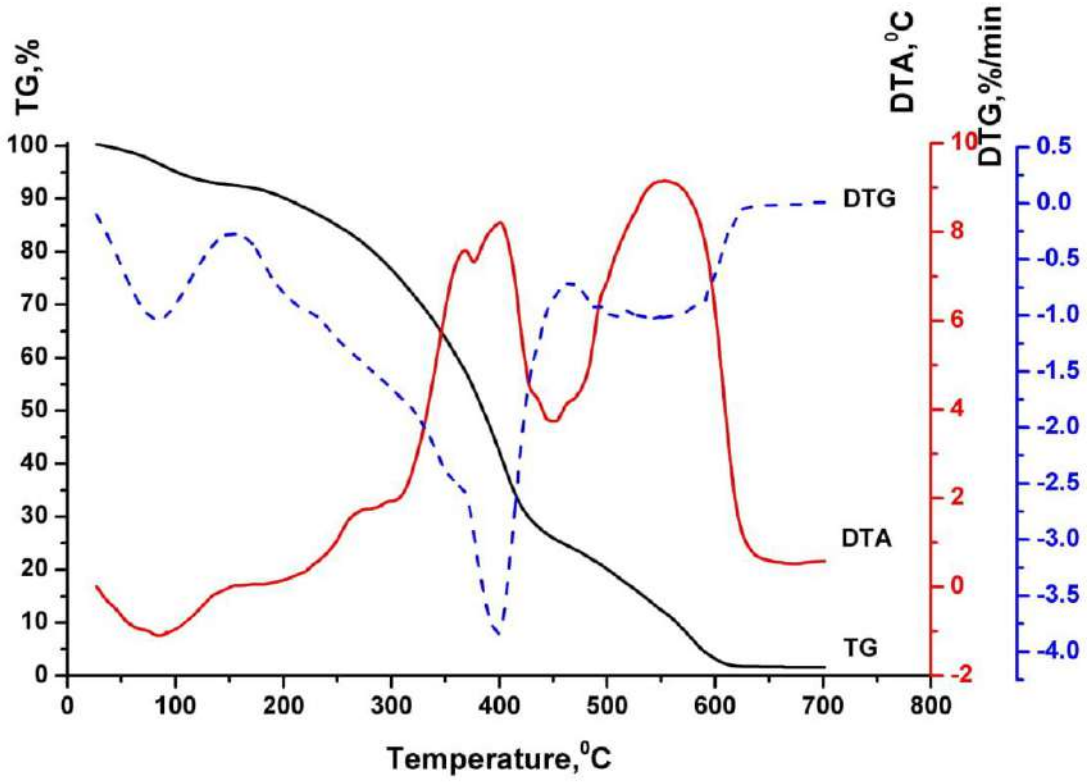


Рисунок 4.15 - Термограма зразка подрібненого насіння ріпаку > 0,45 < 1мм

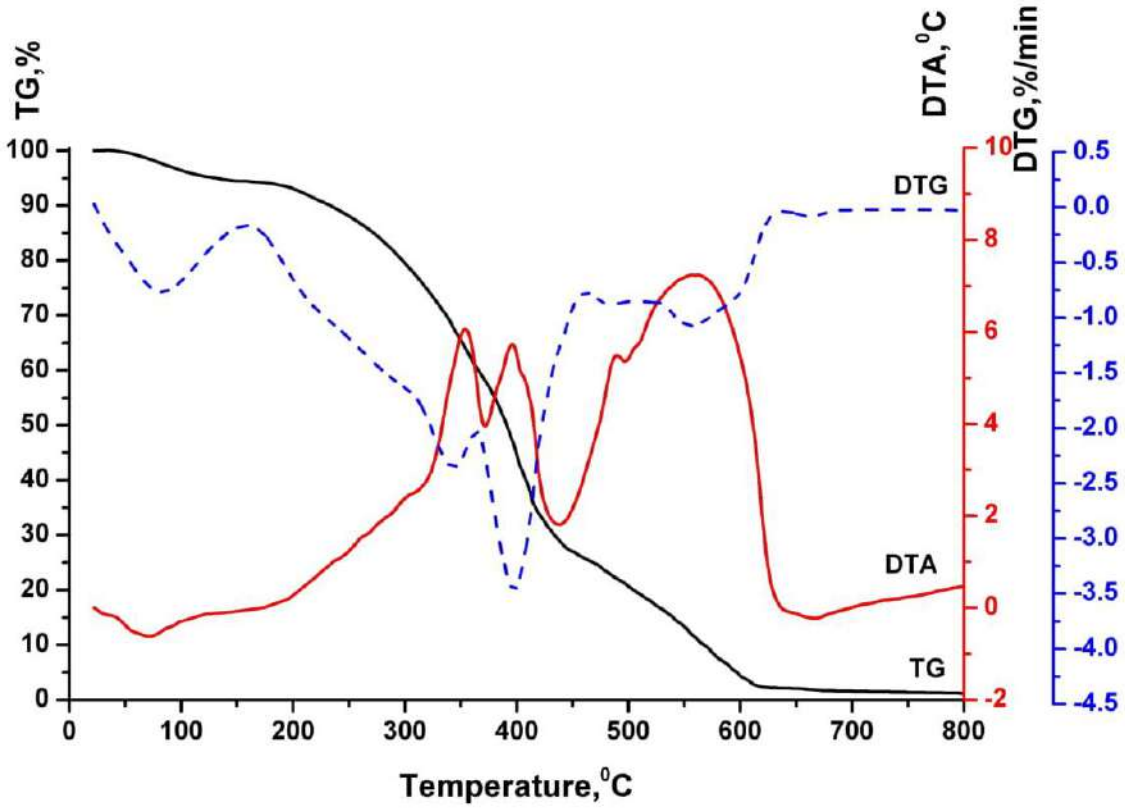


Рисунок 4.14 - Термограма зразка подрібненого насіння соняшника фракції > 0,45 < 1мм

незв'язаної та конституційної води (21,07%), яка втрачається в температурному інтервалі 20-245 ^{0}C. Втрата води в зразках соняшнику та ріпаку відбувається в області температур 20-235^{0}C і становить 10,16% в зразку соняшнику та 13,16% в зразку ріпаку.

Інтенсивна деструкція зразків, яка супроводжується швидкою втратою маси, починається за температур 235-245 ^{0}C. Характер екстремумів на кривих DTA та DTG зразків відрізняється, що свідчить про відмінності в їх хімічному складі.

В температурному інтервалі 235-459 ^{0}C відбувається ряд складних процесів. В цьому температурному інтервалі поряд з ендотермічними процесами піролізу відбуваються екзотермічні окислювальні процеси, які завершуються полуменевим горінням продуктів розкладу. Про це свідчить вигляд кривих DTA, а саме, незначне відхилення кривих в область екзоефектів за температур нижчих 300 ^{0}C та інтенсивне зростання висоти піку в області температур 300 – 459 ^{0}C.

За температур вищих за 406-459 ^{0}C відбувається згоряння карбонізованого залишку зразків, яке супроводжується появою стрімких екзоефектів на кривих DTA

У порівнянні із зразками ріпаку та соняшнику зразок сої відзначається вищою термічною стійкістю. Про це свідчить менш інтенсивна втрата маси зразка (42,29%) в температурному інтервалі 245 – 406^{0}C та поява менш чіткого екзоефекту на кривій DTA, з максимумом за температури 345 ^{0}C, який супроводжує термоокисні та деструктивні процеси в зразку.

Слід відмітити, що зразок ріпака у порівнянні із зразком соняшника є менш термостійким. Поява помітного ендоефекту за температури 300^0 C, на який накладається екзоефект, починаючи з температури 235 C, свідчить про інтенсивність протікання процесів піролізу (відщеплення летких продуктів) в цьому зразку. Наявність найбільш стрімкого екзотермічного ефекту на кривій DTA зразка ріпака, з максимумом за температури 400 ^{0}C, свідчить про найбільш інтенсивне полуменеве горіння зразка.

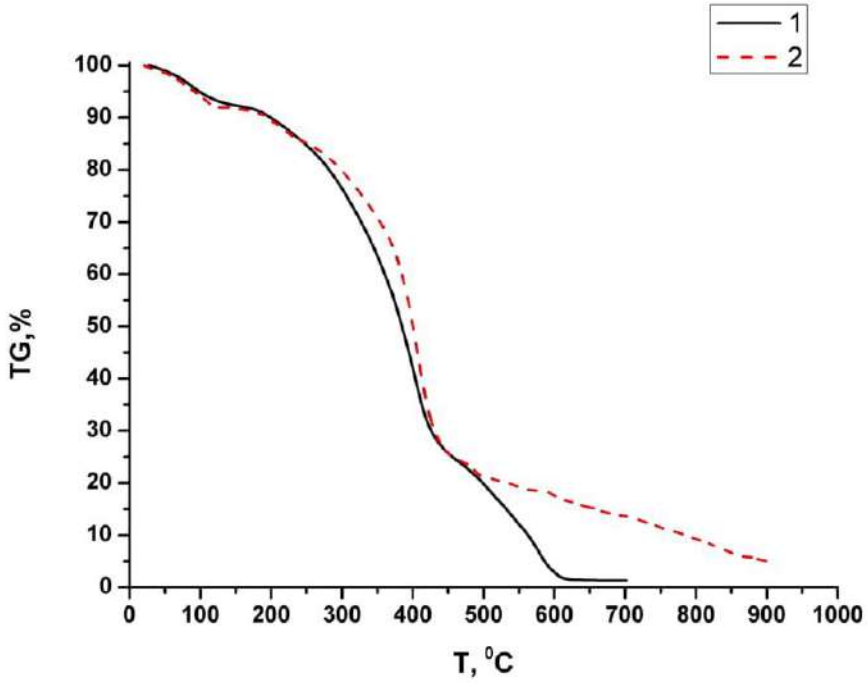


Рисунок 4.23 - Криві TG досліджуваних зразків подрібненого насіння ріпаку де 1) в атмосфері повітря, 2) в атмосфері азоту

Із зменшенням вмісту кисню в атмосфері температури початку деструкції зразків (інтенсивної втрати маси) практично не змінюються, однак, за подальшого нагрівання характер втрати маси зразків відрізняється. Деструктивні процеси в атмосфері азоту (температурний інтервал 235-466°С) зміщені в область вищих температур. Із формуванням карбонізованого залишку в умовах дефіциту кисню втрата маси зразка за температур вищих 466 °С протікає сповільнено.

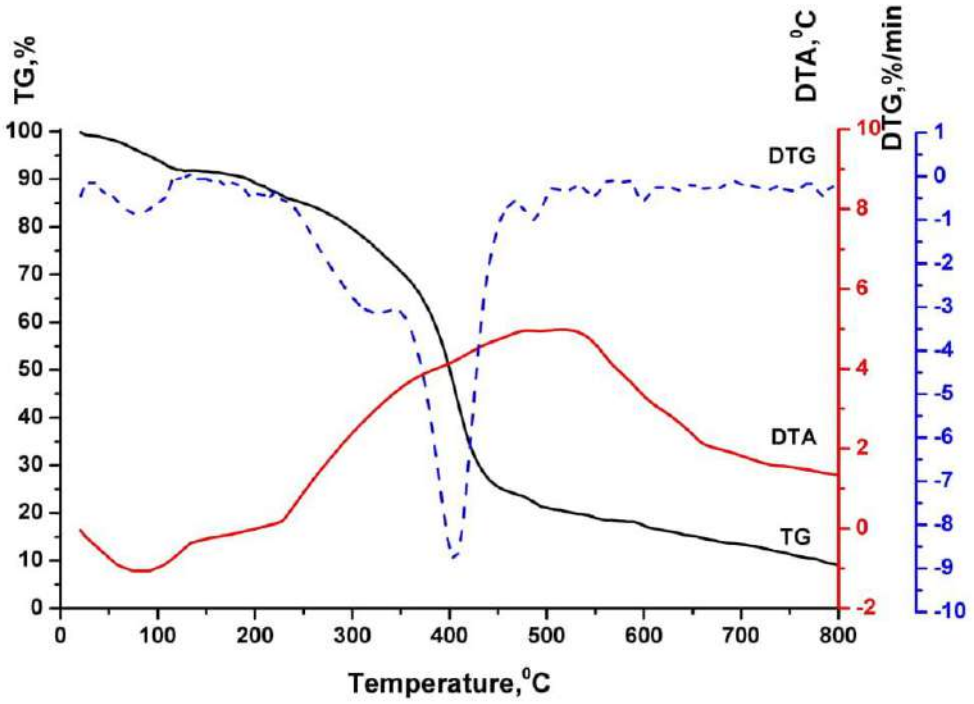


Рисунок 4.22 - Термограма зразка подрібненого насіння ріпаку фракції від 0,45 до 1 мм в атмосфері азоту

На рисунках 4.23 і 4.24 представлено криві термогравіметричного та диференційно-термічного аналізу подрібненого насіння ріпаку дисперсністю від 0,45 до 1 мм в атмосфері повітря та атмосфері азоту.

154

більшим виділенням теплоти у порівнянні з зразком дисперсності від 0,45 до 1 мм, про це свідчить більш стрімкий екзоефект, який з'являється на кривій DTA цього зразка за температур, вищих за 430 °С. Таку властивість зразка з вищим ступенем дисперсності можна пояснити більш розвиненою його площею поверхні.

На рисунках 4.21 та 4.22 представлено результати комплексного термічного аналізу зразка подрібненого насіння ріпаку дисперсністю від 0,45 до 1 мм в атмосфері повітря та атмосфері азоту.

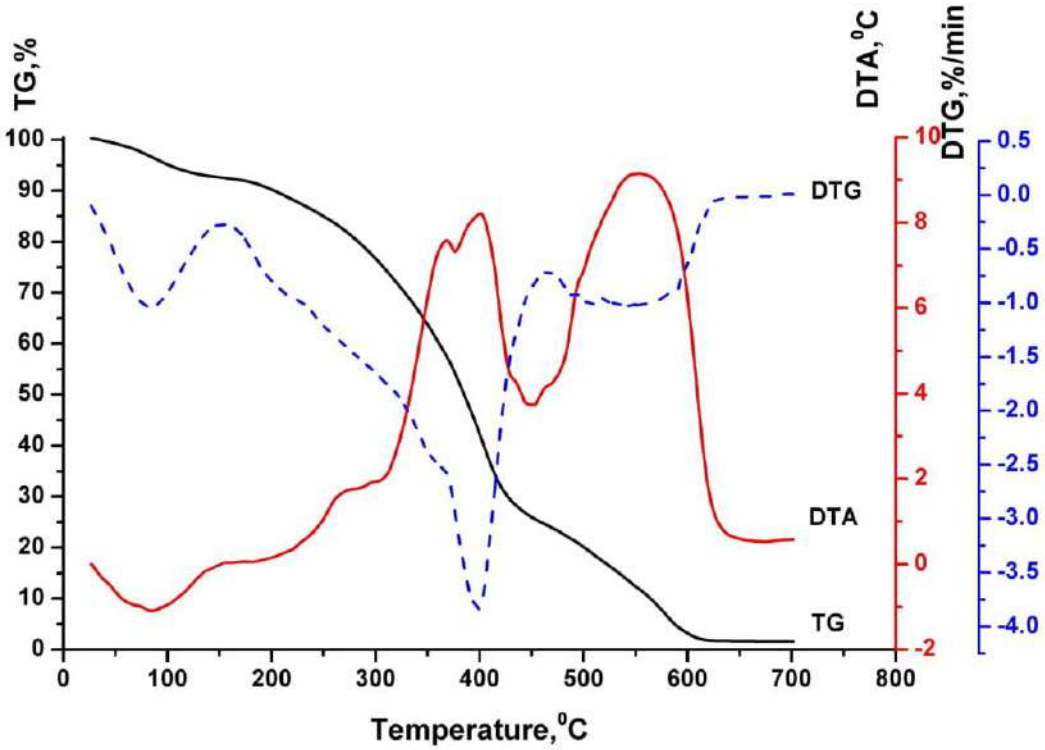


Рисунок 4.21 - Термограма зразка подрібненого насіння ріпаку фракції від 0,45 до 1 мм в атмосфері повітря

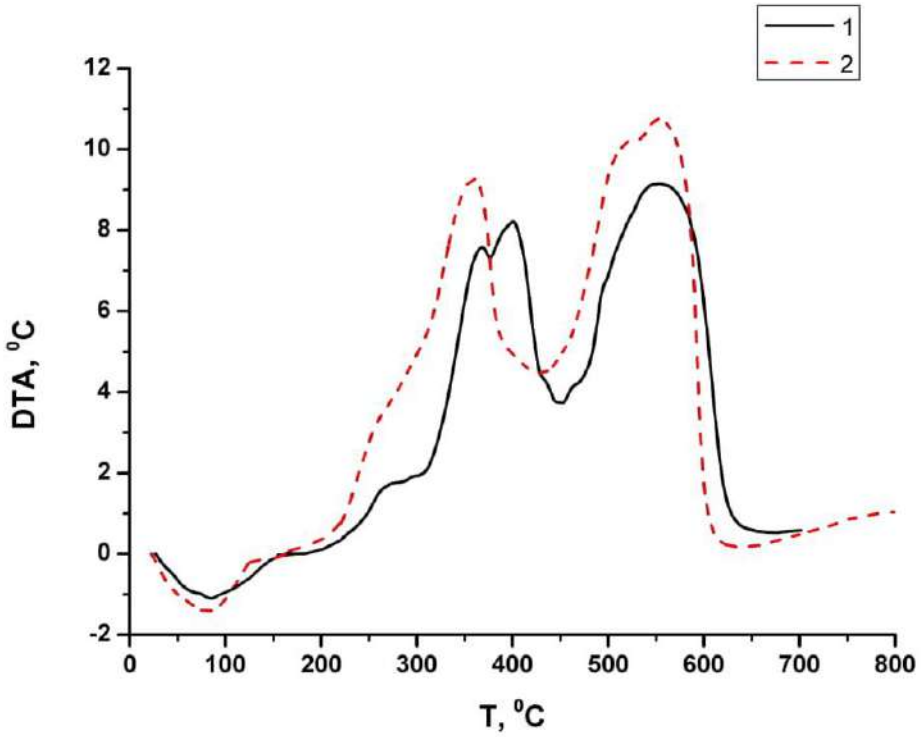


Рисунок 4.20 - Криві DTA досліджуваних зразків подрібненого насіння ріпаку фракцій

де 1) від 0,45 до 1мм;

2) від 0,1 до 0,45мм

Як видно із наведених термограм ступінь подрібнення зразків суттєво не впливає на температуру початку їх термоокиснювальної деструкції. Однак, процеси полуменевого горіння продуктів піролізу в зразку високого ступеня дисперсності протікають більш інтенсивно. Про це свідчить більш інтенсивна втрата маси зразка в температурному інтервалі 250-430 °С та поява більш високого екзотермічного ефекту на кривій DTA, максимум якого (357 °С) зміщений в область нижчих температур порівняно із зразком дисперсності від 0,45 до 1 мм (398 °С). Згоряння карбонізованого залишку зразка вищого ступеня подрібнення супроводжується

Рисунок 4.18 - Термограма зразка подрібненого насіння ріпаку фракції від 0,1 до 0,45 мм

На рисунках 4.19 і 4.20 представлено криві термогравіметричного та диференційно-термічного аналізу подрібненого насіння ріпаку дисперсністю від 0,45 до 1 мм та від 0,1 до 0,45мм.

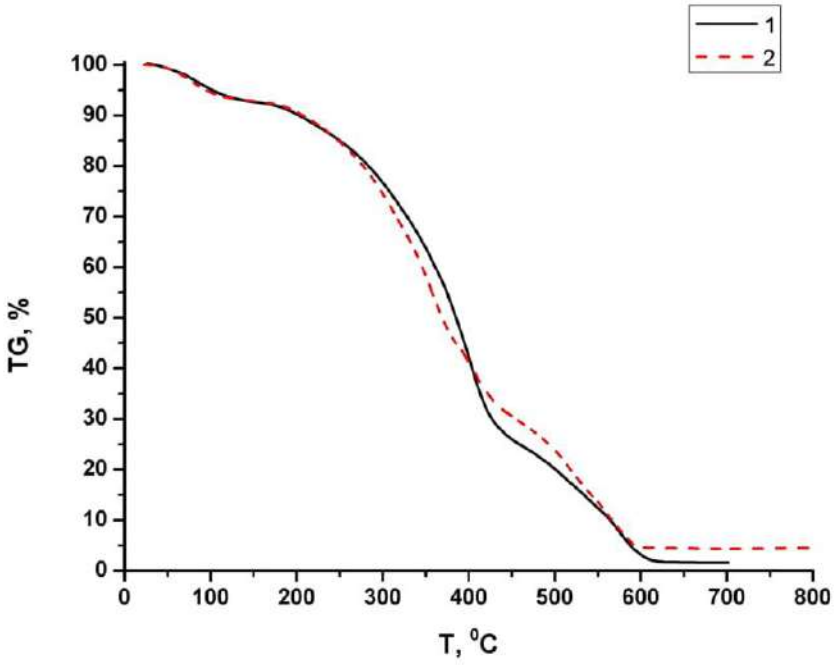


Рисунок 4.19 - Криві TG досліджуваних зразків подрібненого насіння ріпаку фракцій

де 1) від 0,45 до 1мм;
2) від 0,1 до 0,45мм

Таблиця 4.6 - Усереднені результати експериментальних досліджень температури спалаху олії ріпаку, сої та соняшнику

Вид рослинної олії	Результат випробування	Визначена температура спалаху, °С
Олія ріпаку	відбувся спалах за температур: 327 °С 328 °С 327 °С	327,4±2
Олія сої	відбувся спалах за температур: 331 °С 331 °С 332 °С	332,4±2
Олія соняшнику	відбувся спалах за температур: 331 °С 332 °С 330 °С	331±2

Примітка: температура займання олії визначається за формулою:

$T_{займ} = \frac{\sum t_{займ}}{3} + \Delta t$, а $\Delta t = 0{,}27 \times (101{,}3 - 97{,}5)$,

де 97,5 – атмосферний тиск під час проведення випробувань.

Результати експериментальних досліджень температури займання олії ріпаку, сої та соняшнику представлено у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 - Усереднені результати експериментальних досліджень температури займання олії ріпаку, сої та соняшнику

Вид рослинної олії	Результат випробування	Визначена температура займання, °С
Олія ріпаку	займання відбулось за температур: 356 °С 357 °С 358 °С	358±2

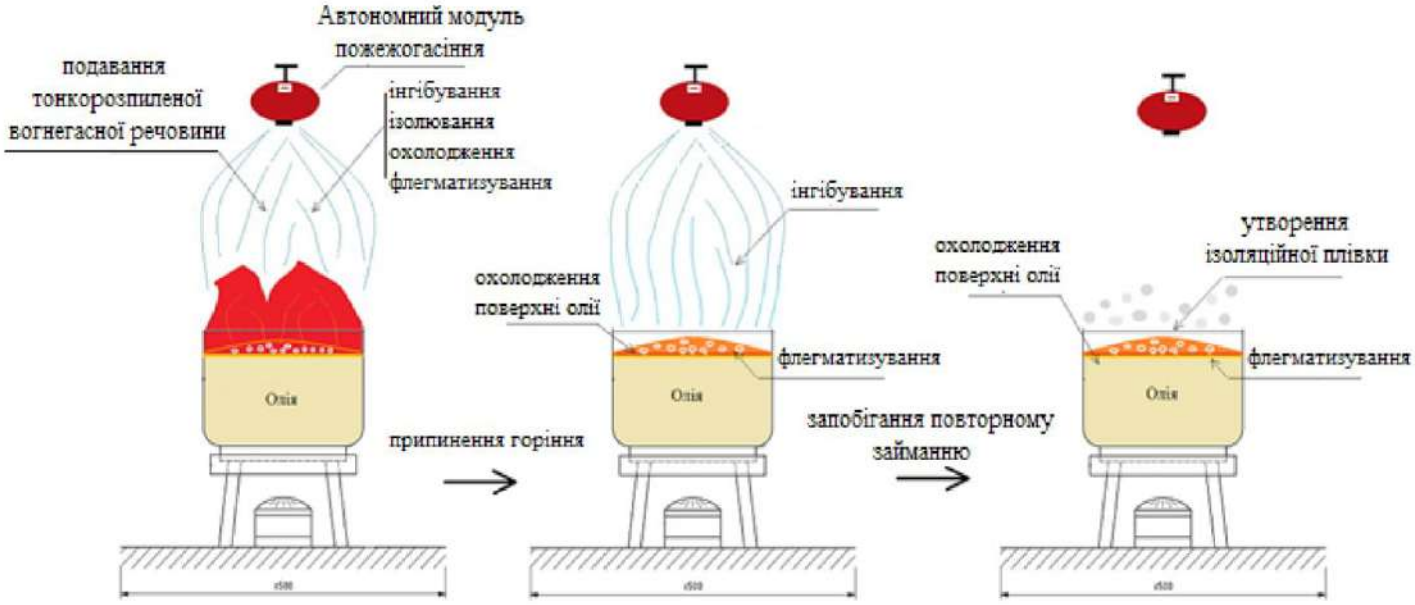


Рисунок 4.28 - Схематичне зображення процесу припинення горіння рослинної олії у модельному вогнищі класу F у разі подавання тонкорозпиленого струменя водної вогнегасної речовини з комбінованим проявом ефектів

4.3.2. Експериментальне визначення показників пожежної небезпеки рослинних олій

Для проведення досліджень ефективності гасіння горючих рідин-продуктів переробки насіння олійних культур як зразок горючої рідини було використано рослинну олію з насіння ріпаку, сої та соняшнику, що була отримана на ПП «Оліяр», с. Ставчани Пустомитівського району Львівської області.

Перед початком вогневих випробувань було експериментально визначено такі показники пожежної небезпеки, як температура спалаху та самозаймання зразків олії ріпаку, сої та соняшнику, згідно з [67] на установках ТВ-2 та СТС.

Результати експериментальних досліджень температури спалаху олії ріпаку, сої та соняшнику представлено у таблиці 4.6.

159

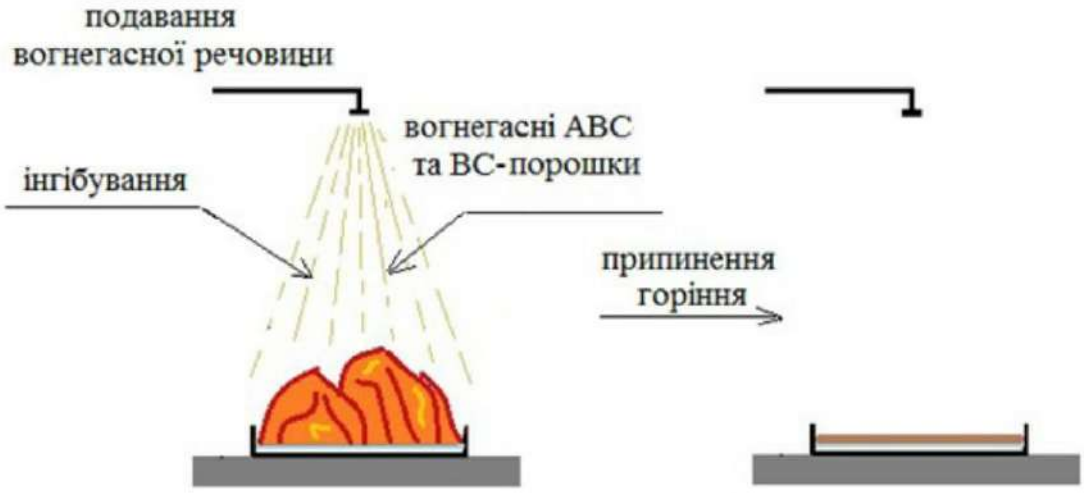


Рисунок 4.26 - Схематичне зображення процесу припинення горіння рослинної олії у модельному вогнищі класу F у разі подавання на гасіння вогнегасних АВС та ВС порошків

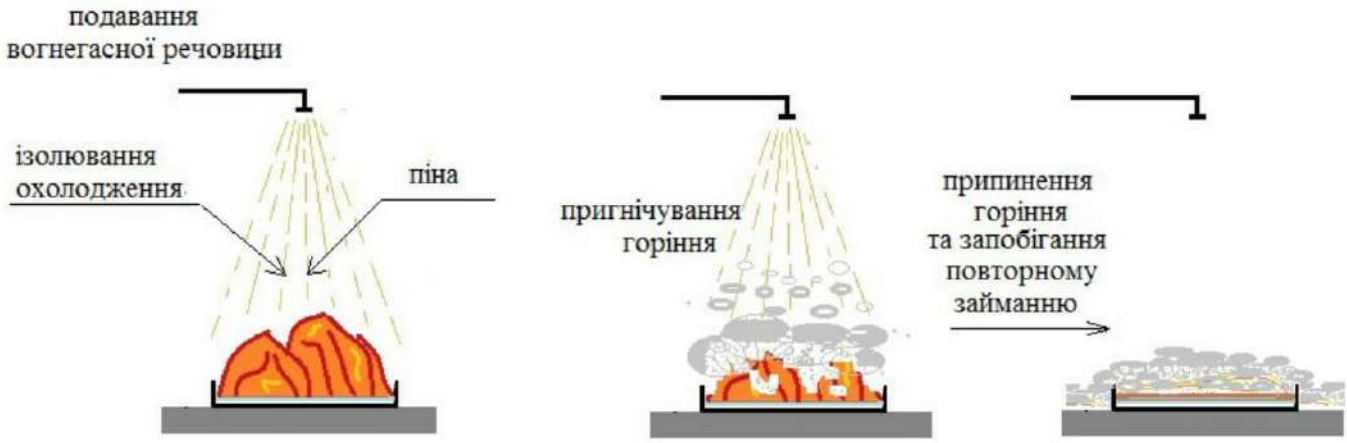


Рисунок 4.27 - Схематичне зображення процесу припинення горіння рослинної олії у модельному вогнищі класу F у разі подавання на гасіння піни низької кратності, згенерованої з робочого розчину плівкоутворювального піноутворювача типу Барс AFFF-1

розрідження, флегматизування [114]. На рисунках 4.25-4.28 внизу зображено схеми, які ілюструють прояв таких чинників у разі застосування вогнегасних речовин задля припинення горіння, зокрема горіння рослинної олії.

За останній час все більшого попиту набувають розробки вогнегасних речовин, придатних для гасіння рослинних олій. Проблема полягає у тому, що гарячі олії відштовхують більшість вогнегасних речовин. Крім того такі вогнегасні речовини як діоксид карбону, вогнегасні порошки або тонкорозпилена вода при їх застосуванні для гасіння таких пожеж у перші секунди припиняють горіння, але через декілька секунд відбувається повторне займання, тому, що температура поверхні олій перевищує значення температури їх займання. Ефекту пожежогасіння можна досягти у тому випадку, коли застосувати тонкорозпилені струмені водної вогнегасної речовини, яка за своїми властивостями реалізує прояв інгібувального чинника, а також ізолювального, тобто з утворюванням плівки на поверхні горіння олій, яка запобігає повторному займанню.

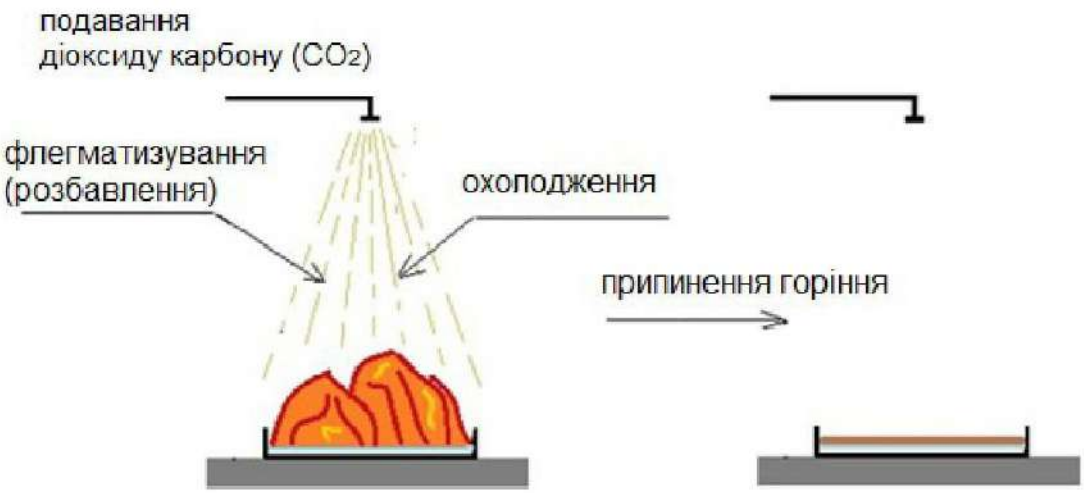


Рисунок 4.25 - Схематичне зображення процесу припинення горіння рослинної олії у модельному вогнищі класу F у разі подавання діоксиду карбону

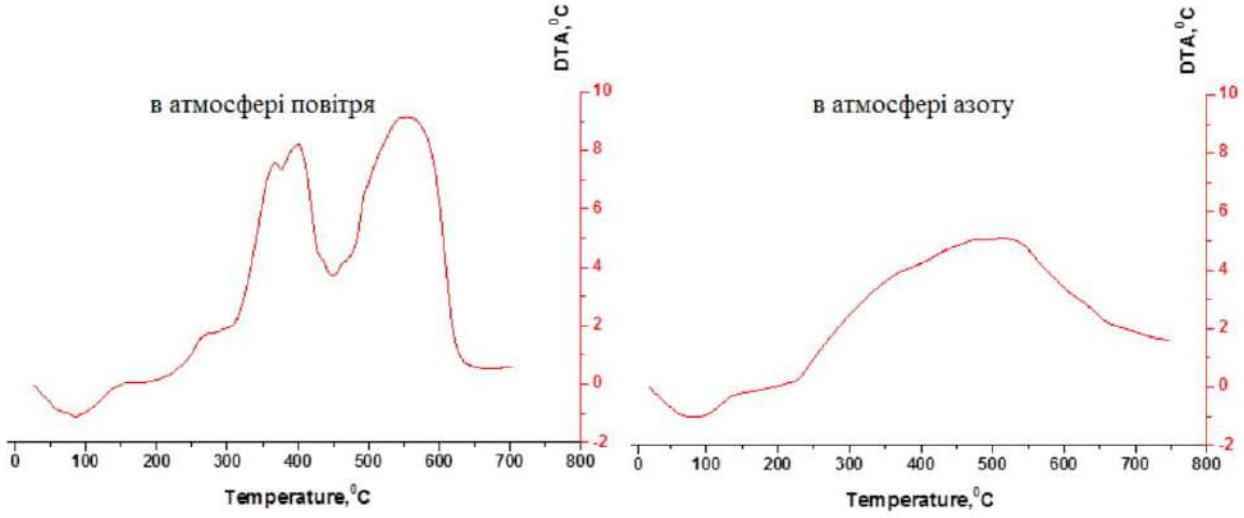


Рисунок 4.24 - Криві DTA зразка подрібненого насіння ріпаку в атмосфері повітря та в атмосфері азоту

З порівняння кривих DTA видно, 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 ріпакового насіння.

4.3. Результати експериментальних досліджень ефективності гасіння вогнегасними речовинами горючих рідин-продуктів переробкм насіння олійних культур

4.3.1. Принципи припинення горіння рослинних олій у разі застосування вогнегасних речовин

Відомо, що залежно від хімічного складу, тій чи іншій вогнегасній речовині притаманні свої чинники впливу на процеси припинення горіння, до яких

Соняш-никова	10,0	погашено на 5 с подавання піни низької кратності	370	360	у результаті подавання піни температура олії зменшилась нижче температури її самозаймання на 10 °С, повторного займання не відбувалось

Продовження таблиці 4.11

	10,0	погашено на 5 с подавання піни низької кратності	370	360	у результаті подавання піни температура олії зменшилась нижче температури її самозаймання на 10 °С, повторного займання не відбувалось

Як видно з результатів досліджень, піна низької кратності, згенерована з робочого розчину піноутворювача Барс AFFF-1, забезпечує ефективне гасіння рослинних олій в умовах випробувань. У разі припинення горіння рослинних олій відбувається зменшення температури нижче температури самозаймання олій. Можливий викид олії, але без подальшого її займання.

4.3.3.4. Гасіння ріпакової, соєвої та соняшникової олій тонкорозпиленим струменем водної вогнегасної речовини

Ефективність гасіння досліджуваних олій проводили за методикою, описаною в розділі 2. У якості технічного засобу подавання піни застосовували випробувальний пристрій типу вогнегасника ВВП з вмістом водного розчину піноутворювача типу Барс AFFF-1, бікарбонату калію (поташу) та модифікувальної добавки. Насадка-розпилювач забезпечувала генерацію тонкорозпиленого струменя водної вогнегасної речовини комбінованої дії з витратою 0,06 кг/с у разі спрацювання випробувального

подаванням повітря через редуктор з балона зі стисненим повітрям. Результати досліджень наведено у таблиці 4.11.

Таблиця 4.11 - Результати досліджень ефективності гасіння рослинних олій піною

Вид олії	Тривалість подавання ВР, с	Результат гасіння	Температура олії у модельному вогнищі, °С		Примітка
			до подавання ВР	після подавання ВР	
Ріпа-кова	10,0	погашено на 6 с подавання піни низької кратності	370	365	у результаті подавання піни температура олії зменшилась нижче температури її самозаймання на 5 °С, повторного займання не відбувалось
	12,0	погашено на 8 с подавання піни низької кратності	370	363	температура олії зменшилась нижче температури її самозаймання на 7 °С, повторного займання не відбувалось
Соєва	7,0	погашено на 5 с подавання піни низької кратності	370	370	температура олії залишалась вищою за температуру її самозаймання
	10,0	погашено на 5 с подавання піни низької кратності	370	370	температура олії залишалась вищою за температуру її самозаймання

Продовження таблиці 4.10

Соєва	8.5	погашено на 3 с після чого продовжувалось подавання порошку до його повного витоку з вогнегаснику	370	370	температура олії залишалась вищою за температуру її самозаймання
	10.0	погашено	370	370	температура олії залишалась вищою за температуру її самозаймання
Соняш-никова	11.0	погашено	370	370	температура олії залишалась вищою за температуру її самозаймання
	9.0	погашено	370	370	температура олії залишалась вищою за температуру її самозаймання

Як видно з результатів досліджень, вогнегасний порошок забезпечує гасіння рослинних олій в умовах випробувань. У разі припинення горіння рослинних олій за умови перевищення температур їх самозаймання може відбуватися їх повторне займання.

4.3.3.3. Гасіння ріпакової, соєвої та соняшникової олій піною низької кратності

Ефективність гасіння досліджуваних олій проводили за методикою, описаною в розділі 2. У якості технічного засобу подавання піни застосовували випробувальний пристрій типу вогнегасника ВВП з вмістом 6%-го робочого розчину піноутворювача Барс AFFF-1. Насадка-розпилювач забезпечувала генерацію піни низької кратності у разі спрацювання випробувального пристрою типу вогнегасника ВВП. Надлишковий робочий тиск у випробувальному пристрої становив 0,6 МПа і підтримувався

Як видно з результатів досліджень діоксид карбону є неефективним для гасіння рослинних олій.

4.3.3.2. Гасіння ріпакової, соєвої та соняшникової олій порошком

Ефективність гасіння досліджуваних олій проводили за методикою, описаною в розділі 2. У якості технічного засобу подавання порошку застосовували вогнегасник порошковий ВП-9. Результати досліджень наведено у таблиці 4.10.

Таблиця 4.10 - Результати досліджень ефективності гасіння рослинних олій порошком

Вид олії	Тривалість подавання ВР, с	Результат гасіння	Температура олії у модельному вогнищі, °С		Примітка
			до подавання ВР	після подавання ВР	
Ріпа-кова	6.0	погашено	370	370	припинення горіння відбулось на 3 с від початку подавання вогнегасної речовини
	6.0	погашено, через 2 с відбулося повторне займання, яке ліквідовано залишком порошку	370	370	температура олії залишалась вищою за температуру її самозаймання
	9.0	погашено	370	370	температура олії залишалась вищою за температуру її самозаймання

Таблиця 4.9 - Результати досліджень ефективності гасіння рослинних олій діоксидом карбону

Вид олії	Тривалість подавання ВР, с	Результат гасіння	Температура олії у модельному вогнищі, °С		Примітка
			до подавання ВР	після подавання ВР	
Ріпа-кова	6.0	не погашено	370	370	на 6 с припинилось подавання вогнегасної речовини (відмова вогнегасника)
	8.0	припинено горіння, але через 1 с відбулося повторне займання	370	370	температура олії залишалась вищою за температуру її самозаймання
	9.3	не погашено	370	369	температура олії залишалась вищою за температуру її самозаймання
Соєва	8.5	не погашено	370	370	температура олії залишалась вищою за температуру її самозаймання
	10.5	припинено горіння, але через 2 с відбулося повторне займання	370	369	температура олії залишалась вищою за температуру її самозаймання
Соняш-никова	9.4	не погашено	370	370	температура олії залишалась вищою за температуру її самозаймання
		не погашено	370	370	температура олії залишалась вищою за температуру її самозаймання

Продовження таблиці 4.7

Олія сої	займання відбулось за температур: 359 °С 359 °С 359 °С	360±2
Олія соняшнику	займання відбулось за температур: 364 °С 365 °С 365 °С	365±2

Примітка: температура займання олії визначається за формулою:

$T_{займ} = \frac{\sum t_{займ}}{3} + \Delta t$, а $\Delta t = 0{,}27 \times (101{,}3 - 97{,}5)$,

де 97,5 – атмосферний тиск під час проведення випробувань.

Результати експериментальних досліджень температури самозаймання олії ріпаку, сої та соняшнику представлено у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Усереднені результати експериментальних досліджень температури самозаймання олії ріпаку, сої та соняшнику

Вид рослинної олії	Визначена температура самозаймання, °С
Олія ріпаку	367-1
Олія сої	463-1
Олія соняшнику	374-1

4.3.3. Експериментальні дослідження з виявлення ефективності процесів припинення горіння рослинних олій у разі застосування вогнегасних речовин

4.3.3.1. Гасіння ріпакової, соєвої та соняшникової олій діоксидом карбону

Ефективність гасіння досліджуваних олій проводили за методикою, описаною в розділі 2. У якості технічного засобу подавання діоксиду карбону застосовували вогнегасник вуглекислотний ВВК-3,5. Результати досліджень наведено у таблиці 4.9.

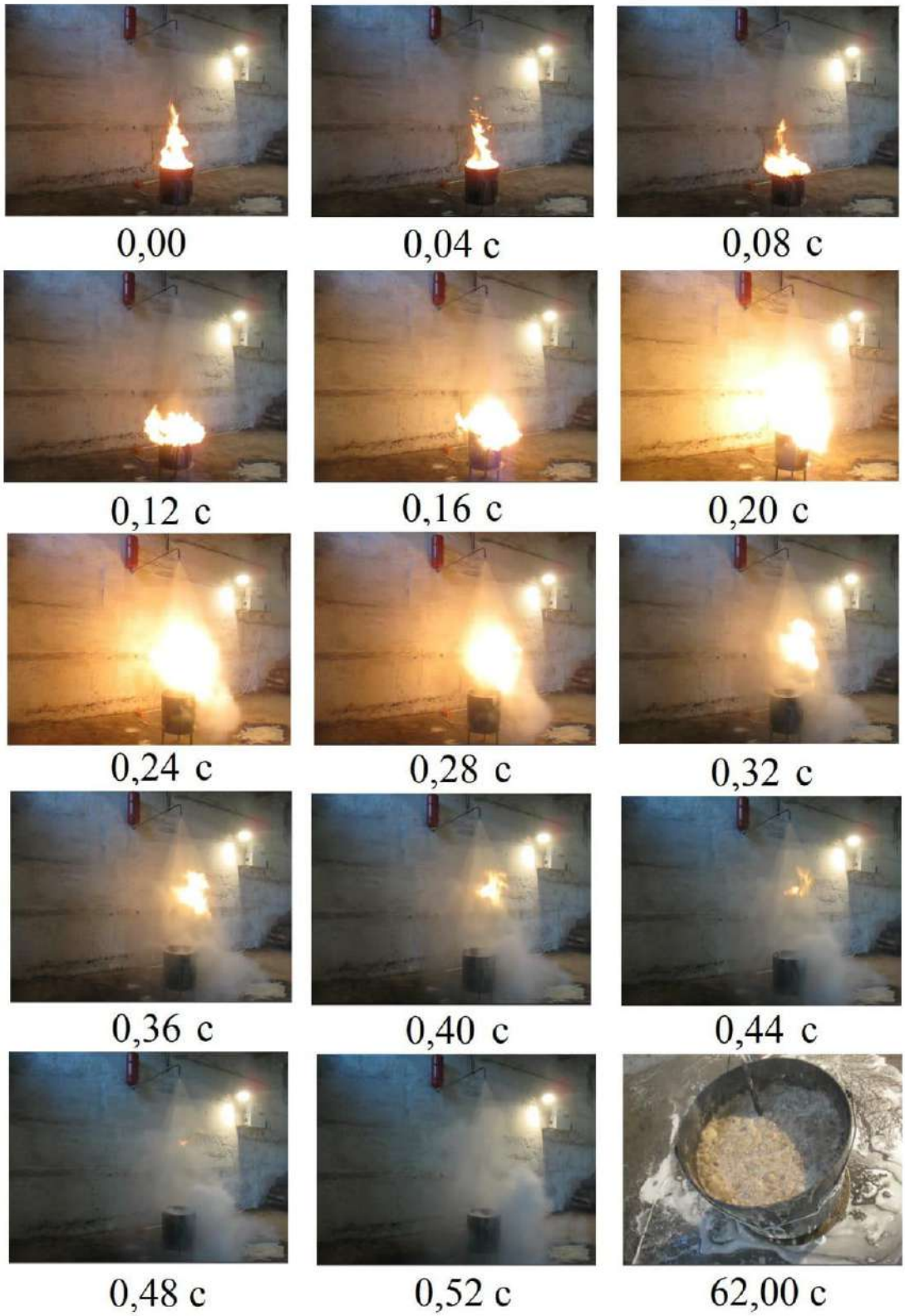


Рисунок 4.29 - Розкадровка процесу припинення горіння соняшникової олії у модельному вогнищі класу F під час подавання тонкорозпиленого струменя водної

	60±2	погашено на 1 с подавання вогнегасної речовини	370	360	після завершення подавання вогнегасної речовини температура олії знизилась до значень нижчих за температуру її самозаймання

Як видно з результатів досліджень, водна вогнегасна речовина 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) забезпечує ефективне гасіння в умовах випробувань на модельному вогнищі класу F всіх досліджених рослинних олій у разі подавання її тонкорозпиленим струменем за інтенсивності подавання 0,09 кг·с $^{-1}$ з автоматичної системи водяного пожежогасіння модульного типу.

Соєва	60±2	погашено на 1 с подавання вогнегасної речовини	370	358	після завершення подавання вогнегасної речовини температура олії знизилась до значень нижчих за температуру її самозаймання

Продовження таблиці 4.13

	60±2	погашено на 1 с подавання вогнегасної речовини	370	359	після завершення подавання вогнегасної речовини температура олії знизилась до значень нижчих за температуру її самозаймання
Соняш-никова	60±2	погашено на 1 с подавання вогнегасної речовини	370	360	після завершення подавання вогнегасної речовини температура олії знизилась до значень нижчих за температуру її самозаймання

використанням автоматичного модуля водяного пожежогасіння за методикою, описаною в підрозділі 2.4.

Розкадровку процесу припинення горіння соняшникової олії у модельному вогнищі класу F під час подавання тонкорозпиленого струменя водної вогнегасної речовини комбінованої дії з автоматичної системи водяного пожежогасіння наведена на рисунку 4.29.

Результати проведених досліджень наведено в таблиці 4.13.

Таблиця 4.13 - Результати досліджень ефективності гасіння рослинних олій тонкорозпиленим струменем водної вогнегасної речовини з автоматичної системи водяного пожежогасіння модульного типу

Вид олії	Тривалість подавання ВР, с	Результат гасіння	Температура олії у модельному вогнищі, °С		Примітка
			до подавання ВР	після подавання ВР	
Ріпа-кова	60±2	погашено на 1 с подавання вогнегасної речовини	370	360	після завершення подавання вогнегасної речовини температура олії знизилась до значень нижчих за температуру її самозаймання
	60±2	погашено на 1 с подавання вогнегасної речовини	370	361	після завершення подавання вогнегасної речовини температура олії знизилась до значень нижчих за температуру її самозаймання

	9,0	погашено на 3 с подавання вогнегасної речовини	370	370	температура олії залишалась вищою за температуру її самозаймання, але повторного займання не відбувалось

Продовження таблиці 4.12

Соняш-никова	8,0	погашено на 3 с подавання вогнегасної речовини	370	370	температура олії залишалась вищою за температуру її самозаймання, але повторного займання не відбувалось
	7,0	погашено на 2 с подавання вогнегасної речовини	370	370	температура олії залишалась вищою за температуру її самозаймання, але повторного займання не відбувалось

Як видно з результатів досліджень, водна вогнегасна речовина з вмістом піноутворювача Барс AFFF-1, бікарбонату калію (поташу) та модифікувальної добавки забезпечує ефективне гасіння в умовах випробувань всіх досліджених рослинних олій у разі подавання її тонкорозпиленим струменем за інтенсивності подавання 0,24 кг·с $^{-1}$.

З метою виключення фактора впливу оператора на результати гасіння було проведено дослідження з визначення ефективності гасіння рослинних олій тонкорозпиленими струменями вогнегасної речовини комбінованої дії з

випробувальному пристрої становив 0,6 МПа і підтримувався подаванням повітря через редуктор з балонау зі стисненим повітрям. Результати досліджень наведено у таблиці 4.12.

Таблиця 4.12 - Результати досліджень ефективності гасіння рослинних олій тонкорозпиленим струменем водної вогнегасної речовини комбінованої дії з випробувального пристрою типу переносного вогнегасника ВВП-10

Вид олії	Тривалість подавання ВР, с	Результат гасіння	Температура олії у модельному вогнищі, °С		Примітка
			до подавання ВР	після подавання ВР	
Ріпа-кова	6,0	погашено на 2 с подавання вогнегасної речовини	370	370	температура олії залишалась вищою за температуру її самозаймання, але повторного займання не відбувалось
	7,0	погашено на 2 с подавання вогнегасної речовини	370	370	температура олії залишалась вищою за температуру її самозаймання, але повторного займання не відбувалось
Соєва	8,0	погашено на 2 с подавання вогнегасної речовини	370	370	температура олії залишалась вищою за температуру її самозаймання, але повторного займання не відбувалось

4.5. Результати експериментальних досліджень флегматизування пароповітряного горючого середовища в технологічних об'ємах з наявністю небезпечної концентрації парів гексанового розчинника

Для визначення впливу добавки азоту на флегматизувальну ефективність пароповітряної суміші гексанового розчинника проведено експеримент згідно з методикою, що наведена у підрозділі 2.5.

Для отримання необхідної концентрації було використано піпетку та чутливі ваги і зроблено наважку крапель.

Для оцінки ефективності флегматизування горючого середовища азотом, було експериментально визначено вибухопожежонебезпечні концентрації парів гексанового розчинника, що наведені у таблиці 4.14.

Таблиця 4.14 - Результати експериментальних досліджень меж вибухопожежонебезпечних концентрацій парів гексанового розчинника нефрас П1-63/75 за методом вибухового циліндра «внутрішній об'єм циліндра 0,5 дм^3»

Маса гексанового розчинника, г	Концентрація парів гексанового розчинника, г/дм^3	Результат
0,01	0,02	Відмова
0,01	0,02	Відмова
0,01	0,02	Відмова
0,02	0,04	Поширення полум'я
0,02	0,04	Поширення полум'я
0,02	0,04	Поширення полум'я
0,03	**0,06**	**Вибух**
0,03	**0,06**	**Вибух**
0,03	**0,06**	**Вибух**
0,04	**0,08**	**Вибух**
0,04	**0,08**	**Вибух**
0,04	**0,08**	**Вибух**
0,05	***0,10***	***Вибух***
0,05	***0,10***	***Вибух***
0,05	***0,10***	***Вибух***
0,06	**0,12**	**Вибух**

Продовження таблиці 4.14

0,06	**0,12**	**Вибух**

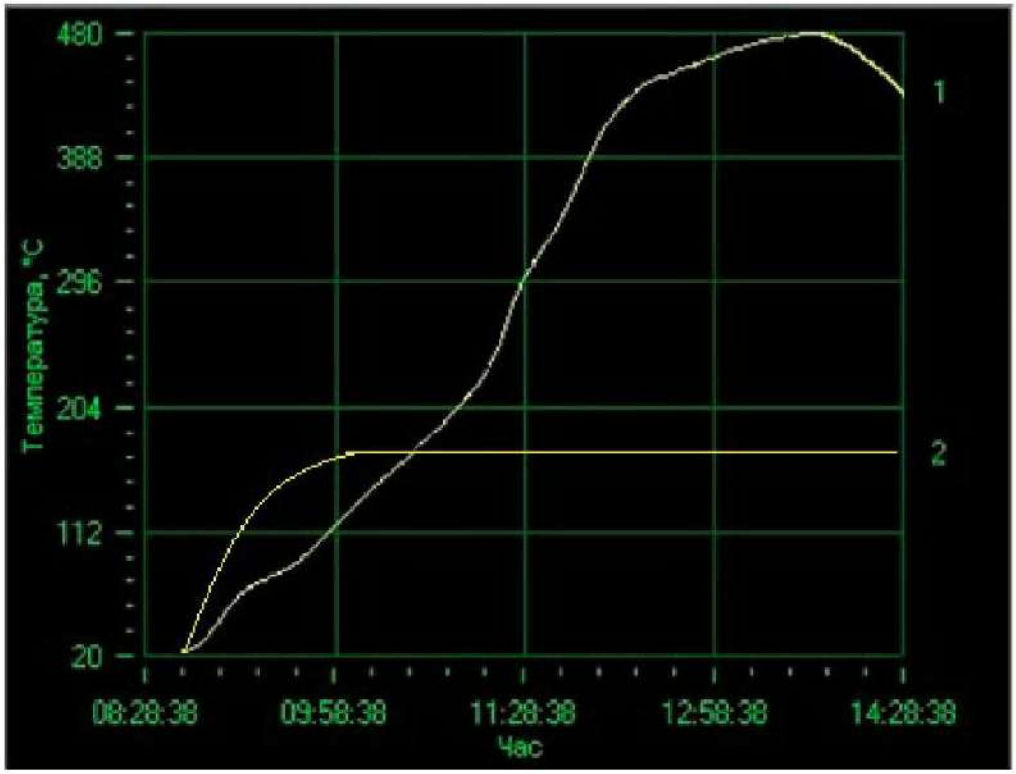


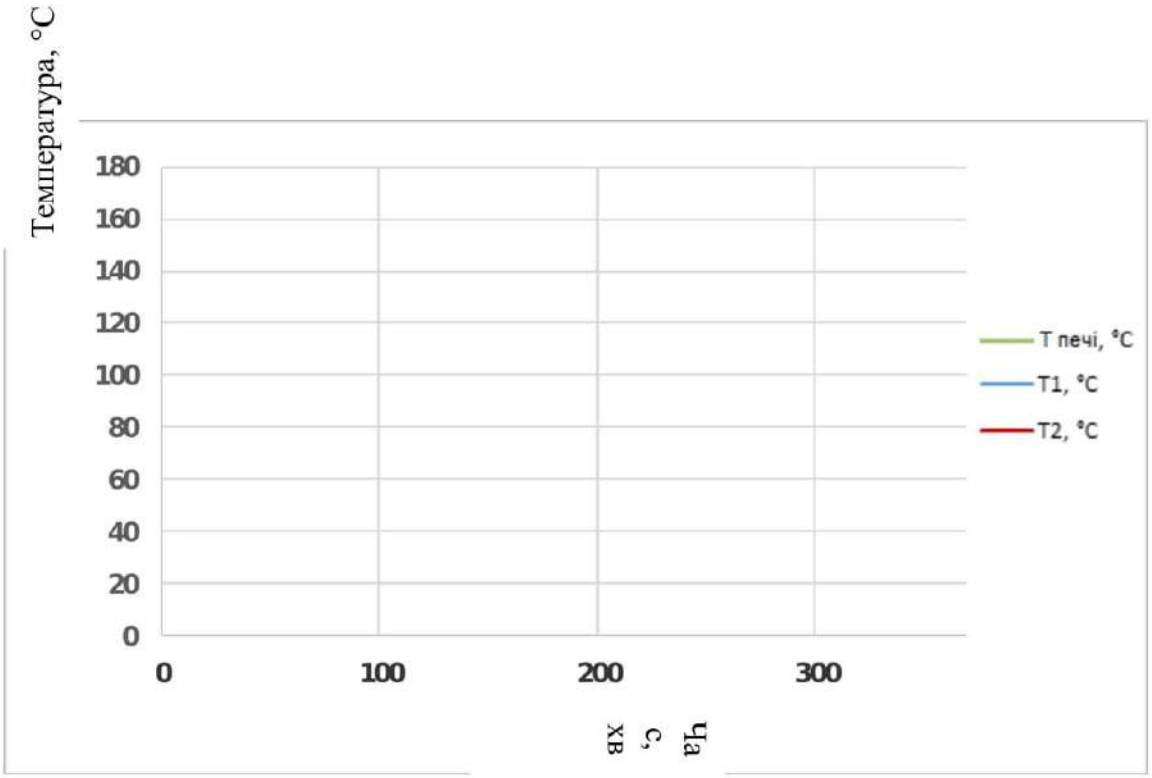
Рисунок 4.32 - Графіки залежності зміни температури всередині кошика розміром 35х35 мм із зразком подрібненого насіння ріпаку дисперсністю > 0,1 < 0,45мм за середньооб'ємної температури в термошафі 160 °С

де 1 – в атмосфері повітря; 2 – в атмосфері азоту

Як видно з аналізу термограми (рисунок 4.32), азотне середовище припиняє самонагрівання зразка та запобігає процесу самозагоряння подрібненого насіння ріпаку.

176

Результат експерименту в середовищі азоту. Термограма зразка ріпакового насіння дисперсністю > 0,1 < 0,45мм (розмір кошика 35х35 мм) представлена на



рисунку 4.31.

Рисунок 4.31 - Термограма зразка ріпакового насіння дисперсністю > 0,1 < 0,45мм (азотне середовище), при T=160 °C

На рисунку 4.32 представлено графіки залежності зміни температури всередині кошика із зразком подрібненого насіння ріпаку дисперсністю > 0,1 < 0,45мм (розмір кошика 35х35 мм) в атмосфері повітря та в атмосфері азоту.

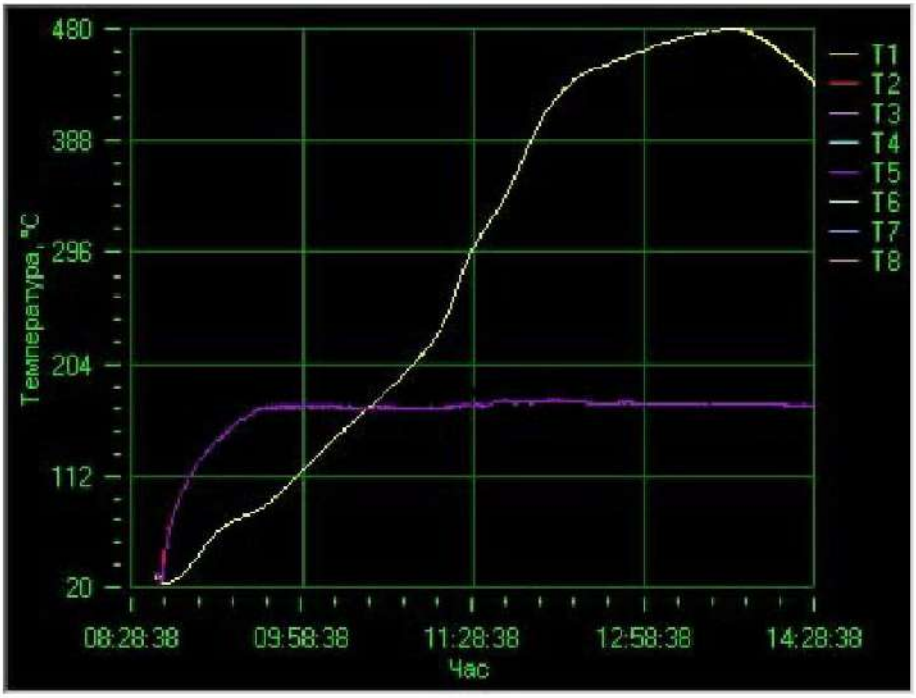


Рисунок 4.30 - Термограма самонагрівання із самозагорянням зразка ріпакового насіння дисперсністю > 0,1 < 0,45мм, при Т=160 °С

вогнегасної речовини комбінованої дії з автоматичної системи водяного пожежогасіння

4.4. Результати експериментальних досліджень виявлення впливу атмосфери на ефективність флегматизування горючого середовища в технологічних об'ємах з наявністю подрібненого насіння олійних культур

Для оцінки впливу інертного середовища (азот) на процес теплового самозагоряння подрібненого насіння олійних культур було використано метод, який представлений у підрозділі 2.1.

Експеримент виконувався із зразком подрібненого насіння ріпаку дисперсністю > 0,1 < 0,45мм, враховуючи, що саме цей зразок насіння має найнижчі температурні умови самозагоряння (таблиця 4.3) .

Порядок проведення експерименту. Підготовка зразка (його подрібнення) проводилась в азотному середовищі, що дало можливість відтворити реальні умови технологічного процесу на олійно-жировому виробництві, де доступ кисню неможливий в умовах пропарювання сировини у процесі кондиціонування подрібненого насіння.

Зразок подрібненого насіння ріпаку дисперсністю > 0,1 < 0,45мм, в кошику 35х35, поміщався в нагріту камеру термошафи, що заповнена азотом.

При проведенні експерименту з оцінки впливу азотного середовища на умови самозагоряння зразка, температура в термошафі підтримувалась на рівні 160 °С, оскільки за такої температури відбувалось самозагоряння зразка за наявності кисню повітря в термошафі (таблиця 4.3).

Результат експерименту в повітряному середовищі. Термограма самонагрівання з подальшим самозагорянням зразка ріпакового насіння дисперсністю > 0,1 < 0,45мм (розмір кошика 35х35мм) представлена на рисунку 4.30.

та її покращення завдяки впровадженню запропонованих за результатами дисертаційних досліджень організаційно-технічних заходів.

Суть цього методу полягає у визначенні числового значення параметра пожежної небезпеки «П» та рівня пожежної небезпеки «РП», які розраховуються за формулами, наведеними в підрозділі 2.6.

На цьому підприємстві було виділено два технологічних процеси, що становлять підвищену пожежну небезпеку у зв'язку з наявністю в процесі виробництва горючих та легкозаймистих речовин:

1 – олійно-пресовий цех (ОПЦ) (великооб'ємна багатоповерхова будівля, розміром 48х24 м, де в технологічному процесі можлива наявність 50000 кг насіння олійних культур);

2 – цех екстракції (ЦЕ) (великооб'ємна багатоповерхова будівля, розміром 21х30,5 м, де в технологічному процесі можлива наявність 60 т гексанового розчинника та 12 000 кг місцели).

Вихідні дані та розрахункові результати представлено у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Вихідні дані та результати розрахунку пожежної небезпеки ПП «Оліяр»методом Гретенера

Фактор небезпеки (безпеки)	Чисельне значення [92]	
	Олійно-пресовий цех	Цех екстракції
Рухоме пожежне навантаження «q»	1,8	1,6
Горючісь «c»	1,0	1,6

Продовження таблиці 5.1

Димоутворення «r»	1,2	1,1
Токсичність продуктів горіння «k»	1,0	1,1
Нерухоме пожежне навантаження «i»	1,05	1,05
Поверховість (висота) приміщення «e»	1,8	1,65
Розміри і форма площі приміщення «g»	1,6	1,2
Виникнення (активація) пожежі «A»	1,2	1,45
Нормативні заходи протипожежного захисту «N»:		
- ручні вогнегасники «n_1»	1,0	1,0
- внутрішні пожежні крани «n_2»	1,0	1,0

РОЗДІЛ 5
ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

5.1. Результати оцінювання пожежної небезпеки підприємства олійно-жирового виробництва методом Гретенера

Із застосуванням методу Гретенера [92] було проведено оцінку фактичної пожежної небезпеки підприємства олійно-жирового виробництва на прикладі ПП «Оліяр», що розташоване в с. Ставчани Пустомитівського району Львівської області,

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 тонкорозпиленим 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 застосування в системі забезпечення пожежної безпеки олійно-жирового виробництва у якості зарядів переносних вогнегасників, а також автоматичних систем пожежогасіння.

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 самозагоряння подрібненого насіння.

7. 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.

8. Результати досліджень висвітлено у [1, 2, 3, 5, 9]

3. 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 ^{0}C відбуваються ендотермічні процеси, які супроводжуються втратою маси зразків. Термічна деструкція зразків супроводжується швидкою втратою маси і починається за температур 235-245 ^{0}C. У температурному діапазоні від 235 ^{0}C до 459 ^{0}C відбуваються екзотермічні окислювальні процеси, які завершуються полуменевим горінням продуктів деструкції, а за температурного діапазону від 406 ^{0}C до 459 ^{0}C відбувається згоряння карбонізованого залишку зразків, яке супроводжується виникненням інтенсивних екзоефектів.

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.

4. 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.

5. 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

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	Відмов
43,0	**Відмова**	**Відмова**	**Відмова**	**Відмова**	**Відмова**	**Відмова**	**Відмова**	**Відмов**

Результати аналізу наведених в таблиці 4.15 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 її вибухопожежонебезпечних концентрацій, тобто перетворення такого газового горючого середовища на негорюче.

4.6. Висновки за розділом

1. За результатами експериментальних досліджень встановлено, що температура займання подрібненого насіння ріпаку, сої та соняшнику має значення: 322 ± 2 °С; 293 ± 2 °С та 222 ± 2 °С, а значення температури самозаймання: 345 °С; 415 °С та 365 °С 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.

2. Встановлено, що значення температури (t_c,°С) за яких відбувається теплове самозагоряння подрібненого насіння ріпаку, сої та соняшнику залежать від його дисперсності враховуючи питому поверхню зразків (S, $м^{-1}$) подрібненого насіння та тривалість до їх самозагоряння (τ, 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 $\lg t_c = a + в \cdot \lg S$, $\lg t_c = a1$ і $в1 \cdot \lg \tau$ з відповідними експериментально встановленими коефіцієнтами а, в, а1, в1 для зразків подрібненого насіння ріпаку, сої та соняшнику фракцій > 1 < 2 мм; > 0,45 < 1 мм; > 0,1 < 0,45 мм, значення їх відповідно:

Коефіцієнти	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

0,07	**0,14**	**Вибух**
0,07	**0,14**	**Вибух**
0,07	**0,14**	**Вибух**
0,08	0,16	Поширення полум'я
0,08	0,16	Поширення полум'я
0,08	0,16	Поширення полум'я
0,09	0,18	Поширення полум'я
0,09	0,18	Поширення полум'я
0,09	0,18	Поширення полум'я
0,10	0,20	Відмова
0,10	0,20	Відмова
0,10	0,20	Відмова

За результатами експериментальних досліджень, встановлено, що область вибухопожежонебезпечних концентрацій парів гексанового розчинника, який використовується у технологічному цеху екстракції на підприємстві олійно-жирового виробництва, розташована в межах 0,04-0,18 г/дм^3.

Визначення флегматизувальної здатності газового горючого середовища системи «нефрас П1-63/75-повітря» азотом проведено за його об'ємних концентрацій 30, 40 та 43 %.

Ефективність флегматизування визначалась для експериментально визначеної, близької до стехіометричної концентрації гексанового розчинника, що представлена у таблиці 4.14.

Результати проведених експериментів ефективності флегматизування представлені у таблиці 4.15.

Таблиця 4.15 - 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

За результатами дисертаційних досліджень пропонується застосовувати для гасіння рослинних олій вогнегасну речовину 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 тонкорозпиленим струменем. Її ефективність у порівняно з іншими вогнегасними речовинами, такими як діоксид карбону, вогнегасний АВС порошок чи піна низької кратності, пояснюється 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.

5. Впускний/випускний вентиль.

Трубопроводи системи продувки азотом прокладаються над землею зі сталевих труб.

Газоподібний азот для внутрішньої продувки технологічного обладнання олійно-пресового цеху зберігається в 2-х моноблоках загальним об'ємом 960 л під тиском 20 МПа. На випадок виходу з ладу одного з моноблоків, передбачити встановлення резервного (аварійного) моноблока. Подача азоту здійснюється через редукційний клапан пониження тиску до 0,6 МПа. Система азотопроводу передбачає підключення до жаровні та кондиціонерів. Технологічна схема продувки азотом олійно-пресового цеху представлена на рисунку 5.1. Система передбачена для можливості заміщення повітря у внутрішньому об'ємі технологічного обладнання інертним газом. Система вмикається від сигналу оператора автоматично завдяки встановленим електромагнітним клапанам «Spirax Sarco».

Подача газоподібного азоту до цеху екстракції, для продувки технологічного обладнання, здійснюється з 3-х моноблоків загальним об'ємом 1440 л, які перебувають під тиском 20 МПа. Подача азоту здійснюється через редукційний клапан пониження тиску до 0,6 МПа. На випадок виходу з ладу одного з моноблоків передбачити встановлення резервного (аварійного) моноблока. Система передбачає підключення азотопроводу до екстрактора, тостера та до системи продувки. Система передбачена для можливості виконання продувки обладнання інертним газом від парів гексанового розчинника, для забезпечення неможливості утворення вибухонебезпечної концентрації парів розчинника перед початком виконання ремонтних робіт у цеху екстракції. Система вмикається від сигналу оператора автоматично завдяки встановленим електромагнітним клапанам «Spirax Sarco». Технологічна схема продувки азотом екстракційного цеху представлена на рисунку 5.2

5.2.1 Рекомендації із застосування вогнегасних речовин для гасіння рослинної олії

187

	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	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	1,21	0,9
коефіцієнт підвищення ефективності	1,65	1,73

Таким чином, впровадження запропонованої продувки азотом внутрішніх об'ємів кондиціонерів і жаровні олійно-пресового цеху та екстрактора і тостера цеху екстракції для запобігання самозагорянню 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.

5.2. Рекомендації із підвищення ефективності систем забезпечення пожежної безпеки підприємств олійно-жирового виробництва під час переробки насіння олійних культур

Для підвищення рівня пожежної безпеки, що обгрунтовано у підрозділі 5.1 пропонується встановлення системи продувки азотом внутрішнього об'єму технологічного обладнання олійно-пресового та екстракційного цехів.

Для потреб продувки пропонується встановлення газобалонних комплектних моноблоків.

Моноблок складається з :

1. Металева рама;
2. 12 балонів по 40 л кожен;
3. Система сполучення балонів типу «павук»;

1. Для олійно-пресового цеху: $РП_{ОПЦ} > П_д$ – 1,43>1,3, отже приміщення ОПЦ є підвищеної пожежної небезпеки;
2. Для цеху екстракції: $РП_{ЦЕ} > П_д$ – 1,56>1,3, отже приміщення ЦЕ є підвищеної пожежної небезпеки.

Також, про підвищену пожежну небезпеку олійно-пресового та екстракційного цеху свідчить те, що в них рівень пожежної небезпеки РП є більшим за 1.

Для зниження пожежної небезпеки будівель олійно-пресового цеху та цеху екстракції пропонується система азотної продувки внутрішнього об'єму технологічного обладнання цих цехів.

Таким чином, буде 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'ємів. Цей захід дасть можливість вплинути на фактор спеціальних протипожежних заходів «s_5», який буде дорівнювати 6,41 замість 3,83.

Підставивши чисельне значення фактора, що враховує запропоновані протипожежні заходи, отримаємо значення пожежної небезпеки олійно-пресового цеху ($П_{ОПЦазот}$) та цеху екстракції ($П_{ЦЕазот}$):

$$П_{ОПЦазот} = Р \cdot А/З = 6,53 \cdot 1,2/7,05 = 1,11 \quad (5.5)$$

$$П_{ЦЕазот} = Р \cdot А/З = 6,43 \cdot 1,45/7,69 = 1,21 \quad (5.6)$$

Далі визначаємо чисельне значення рівня пожежної небезпеки олійно-пресового цеху ($РП_{ОПЦазот}$) та цеху екстракції ($РП_{ЦЕазот}$):

$$РП_{ОПЦазот} = П/ П_д = 1,11/1,3 = 0,85 \quad (5.7)$$

$$РП_{ЦЕ} = П/ П_д = 1,21/1,3 = 0,9 \quad (5.8)$$

Отримані результати оцінки рівня пожежної небезпеки ПП «Оліяр» наведено у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Результати оцінювання пожежної небезпеки ПП «Оліяр» удосконаленим методом Гретенера до і після запропонованих за результатами дисертаційних досліджень протипожежних заходів

- довжина рукавних ліній «n_4» - протипожежний інструктаж персоналу «n_5»	1,0 1,0	1,0 1,0
Нормативні заходи протипожежного захисту «S»: - виявлення пожежі «s_1» - передача сигналу тривоги «s_2» - об'єктова пожежна охорона «s_3» - час прибуття пожежної охорони на об'єкт «s_4» - автоматичні установки пожежогасіння «s_5» - системи димовидалення «s_6»	 1,2 1,2 1,4 0,95 2,0 1,0	 1,2 1,2 1,4 0,95 2,0 1,0
Нормативні заходи протипожежного захисту «F»: - несучі конструкції «f_1» - зовнішні стіни «f_2» - стелі, перекриття «f_3» - протипожежні відсіки «f_4»	 1,0 1,0 1,0 1,1	 1,0 1,0 1,0 1,2
Потенційна небезпека «Р» (розраховано за рівнянням 2.5)	6,53	6,43
Рівень протипожежного захисту «З» (розраховано за рівнянням 2.6)	4,21	4,59
Нормативні заходи протипожежного захисту «N» (розраховано за рівнянням 2.7)	1,0	1,0
Нормативні заходи протипожежного захисту «S» (розраховано за рівнянням 2.8)	3,83	3,83
Нормативні заходи протипожежного захисту «F» (розраховано за рівнянням 2.9)	1,1	1,2
Допустиме значення пожежної небезпеки «$П_д$» (розраховано за рівнянням 2.10)	1,3	1,3

Отримавши необхідні дані та результати розрахунків, визначаємо чисельне значення пожежної небезпеки олійно-пресового цеху ($П_{ОПЦ}$) та цеху екстракції ($П_{ЦЕ}$):

$$П_{ОПЦ} = Р \cdot А/З = 6,53 \cdot 1,2/4,21 = 1,86 \quad (5.1)$$

$$П_{ЦЕ} = Р \cdot А/З = 6,43 \cdot 1,45/4,59 = 2,03 \quad (5.2)$$

Далі визначаємо чисельне значення рівня пожежної небезпеки олійно-пресового цеху ($РП_{ОПЦ}$) та цеху екстракції ($РП_{ЦЕ}$):

$$РП_{ОПЦ} = П/ П_д = 1,86/1,3 = 1,43 \quad (5.3)$$

$$РП_{ЦЕ} = П/ П_д = 2,03/1,3 = 1,56 \quad (5.4)$$

Для оцінки пожежної небезпеки олійно-пресового цеху та цеху екстракції порівнюємо отримані значення рівня пожежної небезпеки «РП» та допустимого значення пожежної небезпеки «П»:

що описуються логарифмічними залежностями $\lg t_c = a + в \cdot \lg S$, $\lg t_c = a1$ і $в1 \cdot \lg \tau$ з відповідними експериментально встановленими коефіцієнтами а, в, а1, в1 для зразків подрібненого насіння ріпаку, сої та соняшнику фракцій > 1 < 2 мм; > 0,45 < 1мм; > 0,1 < 0,45мм, 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
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

4. 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 ^{0}C відбуваються ендотермічні процеси, які супроводжуються втратою маси зразків. Термічна деструкція зразків супроводжується швидкою втратою маси і починається за температур 235-245 ^{0}C. У температурному діапазоні від 235 ^{0}C до 459 ^{0}C відбуваються екзотермічні окиснювальні процеси, які завершуються полуменевим горінням продуктів деструкції, а за температурного діапазону від 406 ^{0}C до 459 ^{0}C відбувається згоряння карбонізованого залишку зразків, яке супроводжується появою інтенсивних екзоефектів.

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.

5. 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

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 °С; 293 ± 2 °С та 222 ± 2 °С, а їх температури самозаймання 345 °С; 415 °С та 365 °С 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,°С) за яких відбувається теплове самозагоряння подрібненого насіння ріпаку, сої та соняшнику залежать від його дисперсності враховуючи питому поверхню зразків (S, $м^{-1}$) подрібненого насіння та тривалість до їх самозагоряння (τ,хв) в межах 10-15°С для зразків насіння фракцій > 1 < 2мм, >0,45<1мм, > 0,1 < 0,45мм. Визначено умови теплового самозагоряння,

5.3. Висновки за розділом

1. Із застосуванням методу Гретенера оцінено ефективність запропонованих за результатами проведених досліджень технічних рішень та рекомендацій для підприємств олійно-жирового виробництва, що створює передумови підвищення їх рівня пожежної безпеки та зниження пожежної небезпеки у середньому в 1,7 раза.

2. Розроблено технологічні схеми продувки азотом олійно-пресового та екстракційного цехів на ПП «Оліяр», що розташоване в с. Ставчани Пустомитівського району Львівської області.

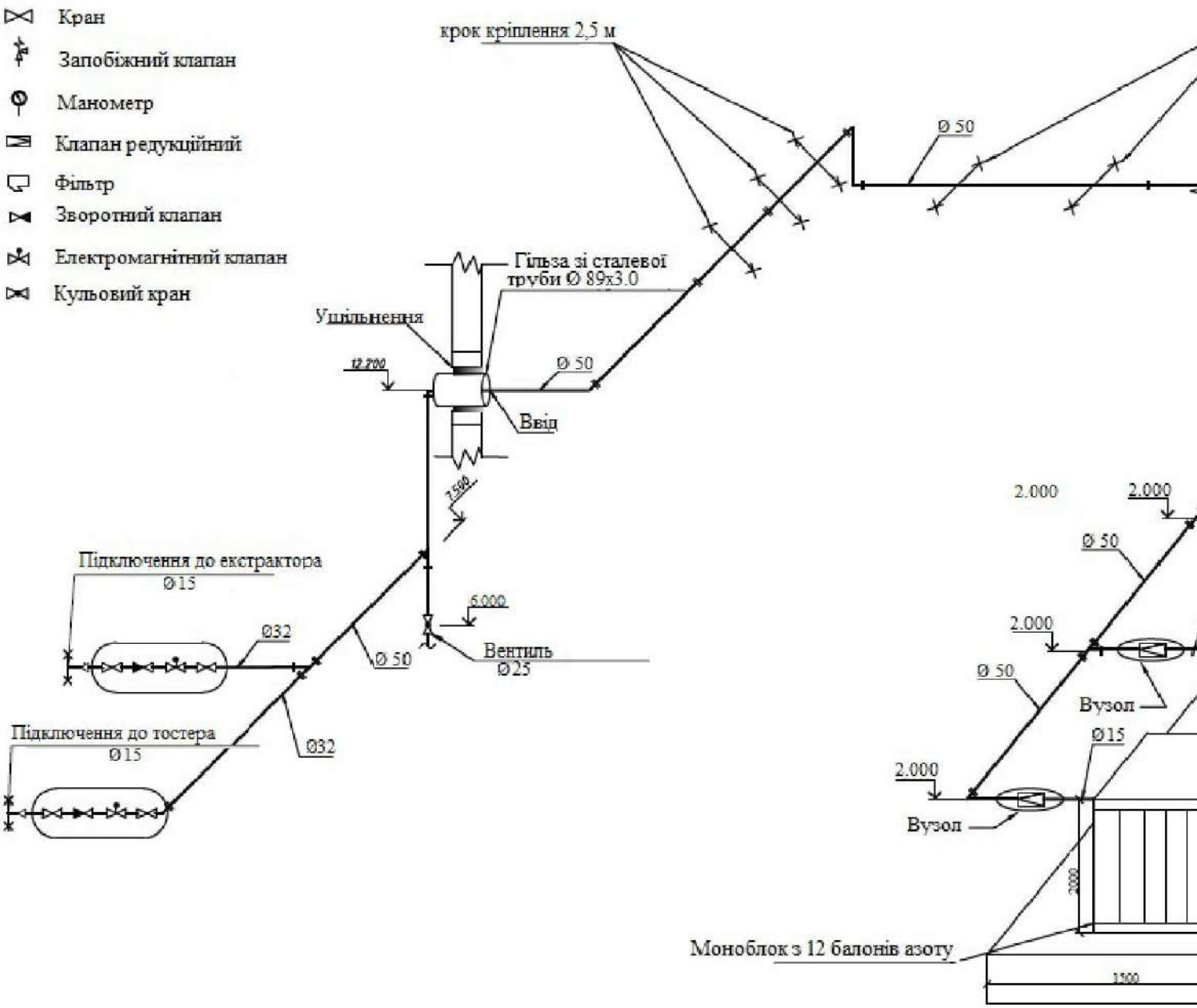


Рисунок 5.2 - Технологічна схема продувки азотом екстракційного цеху

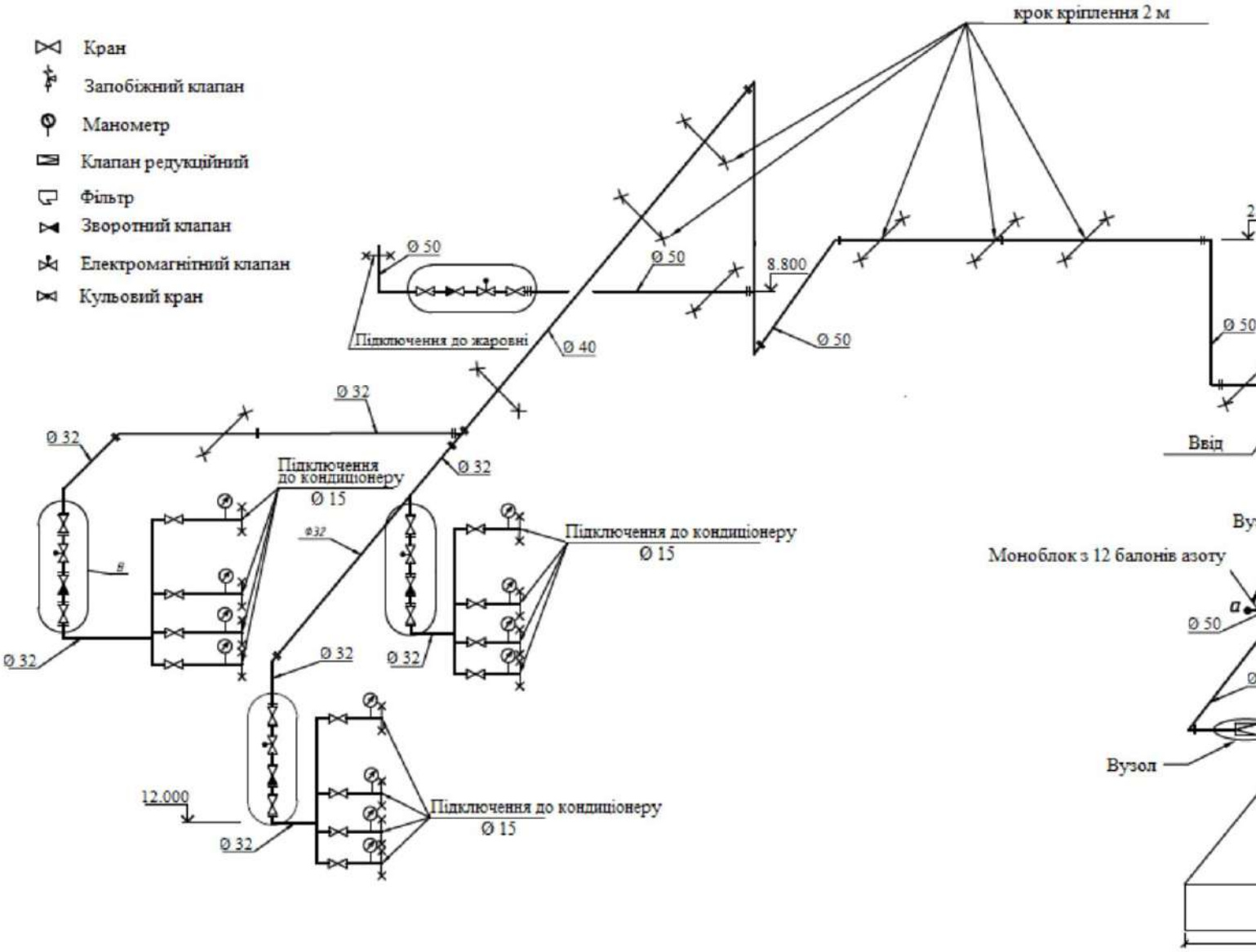


Рисунок 5.1 - Технологічна схема продувки азотом олійно-пресового цеху

17. НАПБ Б.02.005-2003. Типове положення про інструктажі, спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України, затверджене наказом МНС України від 29.09.2003 № 368, зареєстроване у Міністерстві юстиції України 11.12.2003 за № 1148/8469.

18. НАПБ Б.02.010-2003. Типове положення про службу пожежної безпеки, затверджене наказом МНС України від 29.09.2003 № 369 та зареєстроване в Міністерстві юстиції України 10.12.2003 за № 1121/8442.

19. НАПБ Б.02.014-2004. Положення про порядок погодження з органами державного пожежного нагляду проектних рішень, на які не встановлено норми та правила, обґрунтованих відхилень від обов'язкових вимог нормативних документів, затверджене наказом МНС України від 15.11.2004 №170 та зареєстроване в Міністерстві юстиції України 22.11.2004 за № 1467/10066.

20. НАПБ Б.02.015-2004. Положення про порядок державного пожежного нагляду за будівництвом об'єктів іноземними фірмами, затверджене наказом МНС України від 05.07.2004 № 297 та зареєстроване в Міністерстві юстиції України 21.07.2004 за № 905/9504.

21. ДСТУ Б.В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою, затверджені наказом Мінрегіонбуду Укоаїни від 15.06.2006 № 158.

22. НАПБ Б.06.001-2003. Перелік посад, при призначенні на які особи зобов'язані проходити навчання і перевірку знань з питань пожежної безпеки, та порядку їх організації, затверджений наказом МНС України від 29.09.2003 № 368, зареєстрований в Міністерстві юстиції України 11.11.2003 за № 1147/8468.

23. НАПБ Б.06.004-2005. Перелік однотипних за призначенням об'єктів, які підлягають обладнанню автоматичними установками пожежогасіння та пожежної сигналізації, затверджений наказом МНС України від 22.08.2005 № 161, зареєстрований в Міністерстві юстиції України 05.09.2005 за № 990/11270.

24. НАПБ Б.05.013-2004. Інструкція про погодження з органами державного пожежного нагляду проектів національних стандартів, стандартів організацій, норм,

8. Федоровський В.В. Умови теплового самозаймання соєвої маси / В.В. Федоровський, В.Л. Петровський // 16-а Всеукраїнська науково-практична конференція рятувальників.: матеріали 16-ї Всеукр. наук.-практ. конф. – Київ:ІДУЦЗ, 2016.

9. Федоровський В.В. Умови теплового самозаймання ріпакової маси / В.В. Федоровський // Надзвичайні ситуації: безпека та захист: матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф. – Черкаси: ЧІПБ НУЦЗУ, 2016.

10. Наказ Міністерства аграрної політики України від 05.06.2004 № 228 «Про затвердження Технічного регламенту зернового складу», зареєстрований в Міністерстві юстиції України 05.07.2004 за № 835/9434.

11. Інструкція із сушіння продовольчого, кормового зерна, насіння олійних культур та експлуатації зерносушарок. Затверджена наказом Державної акціонерної компанії «Хліб України» № 27 від 27.03.1997 р.

12. Инструкция по активному вентилированию зерна и маслосемян (техника и технология), утвержденная приказом Минхлебопродуктов СССР №42 от 20.02.1982 г.

13. Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 30.12.2014 № 1417 «Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні», зареєстрований в Міністерстві юстиції України 05.03.2015 за № 252/26697.

14. НАПБ А.05.001-2010. Інструкція про порядок створення та організацію діяльності добровільної пожежної дружини (команди), затверджена наказом МНС України від 24.12.2009 № 882, зареєстрована в Міністерстві юстиції України 18.02.2010 за № 171/17466.

15. НАПБ Б.01.008-2004. Правила експлуатації вогнегасників, затверджені наказом МНС України від 02.04.2004 № 152, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 29.04.2004 за № 555/9154.

16. НАПБ Б.01.011-2007. Правила пожежної безпеки для підприємств з переробки ефірно-олійної сировини, затверджені наказом Міністерства аграрної політики України та МНС України від 10.04.2007 р. №252/235 та зареєстровані в

198

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Федоровський В.В. Пожежна небезпека процесів підготовки сировини підприємств олійно-жирового виробництва / В.В. Федоровський, Р.Б. Веселівський // Науковий вісник НЛТУ. Збірник науково-технічних праць. Львів, 2017. №27(1). С. 178–181.

2. Федоровський В.В. Експериментальне визначення умов теплового самозаймання ріпакової маси / В.В. Федоровський, В.Л. Петровський // Пожежна безпека: Збірник наукових праць. ЛДУ БЖД. Львів, 2016. №28. С. 121–126.

3. Федоровський В.В. Експериментальне визначення температур займання та самозаймання подрібненого насіння олійних культур / В.В. Федоровський, Р.Б. Веселівський, А.Т. Лозинський // Пожежна безпека: Збірник наукових праць. Львів, 2016. №29. С. 149–153.

4. Федоровський В.В. Підходи до визначення температур спалаху та займання горючих рідин / В.В. Федоровський, Р.Б. Веселівський // Цивільний захист та пожежна безпека. Науковий вісник. Київ, 2016. №2(2). С. 49–53.

5. Федоровский В.В. Экспериментальное исследование условий теплового самовозгорания измельченных семян масличных культур / В.В. Федоровский, Р.Б. Веселивский // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: научно-технический журнал. – Минск: НИИ ПБиЧС РБ, 2017. – № 1(41). – С. 110-116.

6. Федоровський В.В. Техногенна та пожежна небезпека підприємств олійно-жирового виробництва / В.В. Федоровський // Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи.: матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. – Львів: ЛДУБЖД, 2015.

7. Федоровський В.В. Експериментальне дослідження температури спалаху та займання ріпакової олії / В.В. Федоровський, В.Л. Петровський // Пожежна та техногенна безпека. Теорія, практика, інновації.: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. –Львів: ЛДУБЖД, 2016.

спринклерної установки, так і локальної установки пожежогасіння внутрішніх технологічних об'ємів.

9. 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.

середовище припиняє самонагрівання та запобігає процесу самозагоряння подрібненого насіння.

6. 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.

7. За результатами 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 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 тонкорозпиленим 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.

8. 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

80. JKKP: GP (I) 497. Guidelines for the Classification of Hazardous Chemicals. - Putrajaya : Department of Occupational Safety and Health, 1997. - 39 p.

81. Davletshina T. A.Industrial Fire Safety Guidebook. - Westwood : Noyes Publication, 1998. - 531 p.

82. Баратов А. Н., Иванов Е. Н., Корольченко А.Я. Пожарная безопасность / А. Н. Баратов, Е. Н. Иванов, А.Я. Корольченко // Взрывобезопасность. – М. : Химия, 1987. – 272 с.

83. Монахов В. Т. Показатели пожарной опасности веществ и материалов. Анализ и предсказание. Газы и Жидкости. – М. : ВНИИПО, 2007. – 248 с.

84. Тарасов А. В., Степанова И. В. Процесси горения и показатели пожарной опасности / А. В. Тарасов, И. В. Степанова // 6 учебное пособие. – СПб. : Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 20098. – С. 15-16.

85. Алексеев С. Г. Температура вспышки. Часть 1. История вопроса, дефениции, методы экспериментального определения / С. Г. Алексеев, В. В. Смирнов, Н. М. Барбин // Пожаровзрывоопасность веществ и материалов : научн. техн. журнал – Москва, 2012. – №5. – С. 35-41.

86. ГОСТ 12.1.044-89 “Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения”.

87. Алексеев С. Г. Температура вспышки. Часть 2. Расчет через давлениэ насищеного пара / С. Г. Алексеев, В. В. Смирнов, Н. М. Барбин // Пожаровзрывоопасность веществ и материалов : научн. техн. журнал – Москва, 2012. – №10. – С. 21-35.

88. Температура вспышки. Часть 4. Дескрипторный метод расчета / С. Г. Алексеев, К. С. Алексеев, В. В. Смирнов, Н. М. Барбин // Пожаровзрывоопасность веществ и материалов : научн. техн. журнал – Москва, 2014. – №5. – С. 18-37.

89. Korol’chenko Ya. A., Bobkov A. S., Zhuravlev V. S., Lantykhova L. V. Calculating the flash point of inflammable liquids Chemistry and Technology of Fuels and Oils. — 1969. — Vol. 5, No. 8. — P. 556–558.

67. ГОСТ 12.1.044-89 “Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения”.

68. Шкаф сушильный электрический круглый 2В-151. Технический паспорт. Одесса. Облполиграфиздат, 1980. – 29с.

69. НАПБ В.01.057-2006/200. Правила пожежної безпеки в агропромисловому комплексі України, затверджені наказом Міністерства аграрної політики України та МНС України від 04.12.2006 № 730/770, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 05.04.2007 за № 313/13580.

70. НАПБ 07.026-2010 Рекомендації щодо забезпечення пожежної безпеки при транспортуванні та зберіганні насіння олійних культур. – Київ : УкрНДІПБ МНС України, 2010. – 63 с.

71. ДСТУ 3855-99. Пожежна безпека. Визначення пожежної небезпеки матеріалів та конструкцій. Терміни та визначення. – 27 с.

72. НАПБ В.07.013-86/810 (НАОП 8.1.00-2.05-86 (ОСТ 8.12.06-86)) Процессы производственные на предприятиях с хранением и переработкой зерна. Взрывоопасность. Номенклатура показателей пожаровзрывоопасности производственной пыли и пылевоздушной смеси.

73. ISO 3679:2004 (E). Determination of Flash Point-Rapid Equilibrium Closed Cup Method.-Geneva : ISO Copyright Office, 2004.— 18 p.

74. ISO 13736:2008 (E). Determination of Flash Point – Abel Closed Cup Method. – Geneva : ISO Copyright Office, 2008. – 22 p.

75. British Standard. BS EN ISO 13736:2008. Determination of Flash Point–Abel Closed Cup Method (ISO 13736:2008). – London : BSI, 2009. – 22 p.

76. 2006 International Fire Code.

77. 2009 International Fire Code.

78. 2012 International Fire Code.

79. Safe Working with Industrial Solvents. Flammability: A Safety Guide for Users Best Practice Guidelines - 4. - Brussels : ESIG, 2003. - 21 p.

59. ВБН В.1.1-37-200-2004. Перелік приміщень та будівель підприємств олійно-жирової промисловості з визначення їх категорій і класів вибухопожежонебезпечних зон.

60. Правила безпеки систем газопостачання України, затверджені наказом Держнаглядохоронпраці від 01.10.1997 № 254, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 15.05.1998 за № 318/2758.

61. Рекомендации по обеспечению пожарной безопасности силосов и бункеров на предприятиях по хранению и переработке зерна. Минхлебопродуктов СССР, 1989 – 31 с.

62. НПАОП 15.4-1.06-97 Правила безпеки для олійно-жирового виробництва. – Київ : УкрНДІхарчопром, 1997. – 313 с.

63. Скоробагатько Т.М. Шляхи забезпечення протипожежного захисту процесів виробництва рідкого моторного біопалива та об'єктів з його наявністю / Т.М. Скоробагатько, В.О. Боровиков, Д.Г. Білкун // Науковий вісник УкрНДІПБ: Збірник наукових праць. УкрНДІЦЗ. Київ, 2011. №2(24). С. 124–130.

64. Скоробагатько Т.М. Результати експериментальних досліджень гасіння окремих зразків моторного біопалива та палива моторного сумішевого пінами середньої та низької кратності / Т.М. Скоробагатько, В.О. Боровиков, Д.Г. Білкун // Науковий вісник УкрНДІПБ: Збірник наукових праць. УкрНДІПБ. Київ, 2010. №2(22). С. 142–147.

65. Цапко Ю.В. Визначення умов флегматизування азотом горючого газового середовища у фіксованому об'ємі залежно від параметрів надходження компонентів / Ю.В. Цапко, В.П. Орел, А.В. Антонов // Науковий вісник УкрНДІПБ: Збірник наукових праць. УкрНДІПБ. Київ, 2002. №2(6). С. 97–101.

66. Цапко Ю.В. Оцінка ефективності застосування діоксиду вуглецю в системах протипожежного захисту газоперекачувальних агрегатів / Ю.В. Цапко, А.В. Антонов, В.П. Орел // Науковий вісник УкрНДІПБ: Збірник наукових праць. УкрНДІПБ. Київ, 2002. №2(6). С. 102–108.

45. ГОСТ 12.1.018-93. ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие положения. – 4 с.

46. ГОСТ 12.1.041-83. ССБТ. Пожаровзрывобезопасность горючих пылей. Общие требования. – 23 с.

47. ГОСТ 12.1.044-89. ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – 100 с.

48. ГОСТ 12.4.026 -2015 ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности и розметка сигнальная. – 76 с.

49. ГОСТ 12.4.124-83. ССБТ. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования. – 5 с.

50. ГОСТ 16363-98. Средства огнезащитные для древесины. Методы определения огнезащитных свойств. – 11 с.

51. СТ СЭВ 383-87** Пожарная безопасность в строительстве. Термины и определения. – 8 с.

52. СТ СЭВ 446-77** Противопожарные нормы строительного проектирования. Методика определения расчетной пожарной нагрузки. – 12 с.

53. ДБН 360-92** Містобудування. Планування та забудова міських і сільських поселень. – 142 с.

54. ДБН Б.2.4-3-95. «Генеральні плани сільськогосподарських підприємств». – 56 с.

55. ДБН В.1.1-7-2016. Пожежна безпека об’єктів будівництва. – 47 с.

56. ДБН В.1.2-7:2008. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. – 30 с.

57. ДБН В.2.2-8-98. Будинки і споруди. підприємства, будівлі і споруди по зберіганню та переробці зерна. – 88 с.

58. ВБН-АПК-03.07. Перелік будівель і приміщень підприємств агропромислового комплексу України з встановленням їх категорій з вибухопожежної небезпеки та пожежонебезпечних зон за ПБЕ.

32. НАПБ 07.006-74. Классификация взрывоопасных и пожароопасных зон, помещений и наружных установок предприятий по хранению и переработке зерна, утверждены Министерством заготовок СССР 04.07.1974 г.

33. НПАОП 0.00-1.29-97. Правила захисту від статичної електрики, затверджені наказом Держнаглядохоронпраці України від 22.04.1997 № 103.

34. НПАОП 40.1-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок, затверджені наказом Мінпраці України від 21.06.2001 № 272.

35. ДСТУ 2272:2006. Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять. – 27 с.

36. ДСТУ 2273:2006. Протипожежна техніка. Терміни та визначення основних понять. – 31 с.

37. ДСТУ 3855-99. Пожежна безпека. Визначення пожежної небезпеки матеріалів та конструкцій. Терміни та визначення. – 28 с.

38. ДСТУ 4297-2004. Технічне обслуговування вогнегасників. Загальні технічні вимоги. – 46 с.

39. ДСТУ ISO 6309:2007 (ISO 6309:1987, IDT). Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір. – 12 с.

40. ДСТУ Б В.2.5-38:2008 (IEC 62305:2006, NEQ). Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блисковкозахисту будівель і споруд. – 51 с.

41. СОУ 15.4-37-215:2004. Порядок розроблення, погодження, затвердження та реєстрації технологічних регламентів вибухонебезпечних хімікотехнологічних процесів олійно-жирового виробництва. вимоги до змісту та оформлення.

42. СОУ 15.4-37-003348882-804:2009. Норми технологічного проектування резервуарних парків та складів олій та жирів олійно-жирових підприємств.

43. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – 83 с.

44. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования. – 6 с.

правил, технічних умов, інших нормативно-технічних документів, що стосуються забезпечення пожежної безпеки, та підготовку відгуків щодо них, затверджена наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій від 02.09.2004 № 38, зареєстрована у Міністерстві юстиції України 15.09.2004 за № 1158/9757.

25. НАПБ В.01.056-2005/111. Правила будови електроустановок. Протипожежний захист електроустановок, введені в дію наказом Мінпаливенерго України від 11.05.2005 №209.

26. НАПБ В.01.057-2006/200. Правила пожежної безпеки в агропромисловому комплексі України, затверджені наказом Міністерства аграрної політики України та МНС України від 04.12.2006 № 730/770, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 05.04.2007 за № 313/13580.

27. НАПБ В.07.013-86/810 (НАОП 8.1.00-2.05-86 (ОСТ 8.12.06-86)) Процессы производственные на предприятиях с хранением и переработкой зерна. Взрывоопасность. Номенклатура показателей пожаровзрывоопасности производственной пыли и пылевоздушной смеси.

28. НАПБ 01.005-77. Правила пожарной безопасности для предприятий, организаций и учреждений Министерства заготовок СССР. ППБО-113-76*, утверждены приказом Госснаба СССР от 24.11.1977 г. № 410.

29. НАПБ 01.012-84. Правила пожарной безопасности для предприятий и организаций системы Госснаба СССР. ППБО-114-84, утверждены Госснабом СССР 26.01.1984 р.

30. НАПБ 05.006-85. Инструкция по организации безопасного проведения огневых работ в зданиях, помещениях и сооружениях со взрывопожароопасными и пожароопасными производствами на предприятиях системы Министерства заготовок СССР, утверждены приказом Министерства заготовок СССР от 19.08.1985 г. № 251.

31. НАПБ 06.005-80. Перечень зданий и помещений Министерства заготовок СССР, подлежащих оборудованию автоматической пожарной сигнализацией, утверждены приказом Министерства заготовок СССР от 24.09.1980 г. №318.

ПРОТОКОЛ № 20/8/151215

ВИЗНАЧЕННЯ УМОВ ТЕПЛОВОГО САМОЗАЙМАННЯ ПОДРІБНЕНОГО НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР (РІПАК, СОЯ, СОНЯШНИК)

Львів-2015

2. Температури займання та температури самозаймання подрібненого насіння олійних культур (ріпак, соя, соняшник);

3. Температури спалаху та займанняолії (ріпак, соя, соняшник).

ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЛАБОРАТОРІЯ

Свідоцтво про атестацію № РЛ 125/15 від 02 листопада 2015 р.

Ліцензія ДДПБ МНС України серія АГ № 506341 від 11.02.2011 р.

ДОДАТОК А

Протоколи експериментальних досліджень з визначення:

1. Умов теплового самозаймання подрібненого насіння олійних культур (ріпак, соя, соняшник);

210

ДОДАТКИ

116. ГОСТ Р 53717-2009. Нефтепродукты. Определение тнмпературы вспышки в закрытом тигле. – Тага.- Введ. 01.01.2011 г. – М. : Стандартинформ, 2010. – 20с.

117. British Standard. BS EN ISO 1523:2002, BS 2000-492:2002. Method of Test for Petroleum and its Products-BS 2000-492: Determination of Flash Point–Closed Cup Equilibrium Method. – London : BSI, 2002. – 13 p.

118. British Standard. BS EN ISO 2719:2002, BS 2000–34:2002. Determination of Flash Point-Pensky–Martens Closed Cup Method. – London : BSI, 2004.– 23 p.

119. British Standard. BS EN ISO 3679:2004, BS 2000-523:2004. Methods of Test for Petroleum and its Products – BS 2000-523: Determination of Flash Point – Rapid Equilibrium Closed Cup Method-London : BSI, 2004. – 19 p.

120. ISO 1516:2002 (E). Determination of Flashno Flash – Closed Cup Equilibrium Method. – Geneva : ISO Copyright Office, 2002. – 10 p.

121. ISO2592:2000 (E). Determination of Flash and Fire Points – Cleveland Open Cup Method. – Geneva : ISO Copyright Office, 2000. – 13 p.

122. Пожаровзывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ. изд. в 2 книгах / [Баратов А.Н., Корольченко А.Я., Кравчук Г.Н. и др.]. – М.: Химия, 1990. – 496 с.

123. Баратов А.Н., Вогман Л.П. Огнетушащие порошковые составы. – М.: Стройиздат, 1982. – 72 с

105. Провести исследования и разработать рекомендации по снижению пожарной опасности зерно- и комбикормохранилищ: Отчет о НИР / УкрНИИПБ МВД Украины. - № ГР, Инв. № 746. - К., 1996.

106. Провести дослідження пожежної небезпеки нових технологій зберігання рослинної сировини в мінісховищах та розробити рекомендації щодо їх протипожежного захисту: Звіт про НДР / УкрНДІПБ МВС України. - № ДР 0101U002565 - К.-2002.

107. Провести дослідження і розробити проект нормативного документа (інструкції) стосовно протипожежного захисту об'єктів зберігання й переробляння зерна: Звіт про НДР / УкрНДІПБ МНС України. - К.-2007.

108. Провести дослідження та розробити проект положення щодо розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій на об'єктах зберігання й переробляння зернопродуктів: Звіт про НДР / УкрНДІПБ МНС України. - № ДР 0107U009871 - К.-2008.

109. Семенов Л.И., Теслер Л.А. Взрывобезопасность элеваторов, мукомольных и комбикормовых заводов. М.: Агропромиздат, 1991. – 367 с.

110. Машков Б.М., Хазина З.И. Справочник по качеству зерна и продуктов его переработки. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980. – 335 с.

111. Трисвятский Л.А. Хранение зерна. – М.: Агропромиздат, 1986. – 351 с.

112. Зберігання і переробка продукції рослинництва Г. І. Подпрятов, Л. Ф. Скалецька, А. М. Сеньков, В. С. Хилевич. — К.: Мета, 2002. — 495 с.

113. Хранение зерна: учеб. пособие / Н. И. Тихонов, А. М. Беляков; ФГОУ ДПОС «ВИПККА», Каф. инновац. технологий. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2006. – 108 с.

114. Антонов А.В., Боровіков В.О.; Орел В.П., Жартовський В.М., Ковалишин В.В. Вогнегасні речовини. Посібник. - Київ: Пожінформтехніка. 2004. - 176 с.

115. Шебеко Ю. Н., Иванов А. В., Корольченко А. Я., Алехина Э. Н., Бармакова А. А., Терешина Н. А. Инструкция по расчету температуры вспышки и воспламенения горючих жыдкостей «4р-82. – М. : ВНИИПО, 1983. – 36 с.

90. Coats, A. W.; Redfern, J. P. (1963). «Thermogravimetric Analysis: A Review». Analyst 88 (1053): 906—924. Bibcode:1963Ana….88..906C. doi:10.1039/AN9638800906.

91. ДСТУ 3675-98. Пожежна техныка. Вогнегасники переносни. Загальні технічні вимоги та методи випробувань.

92. Осипова М.Н. Методическое пособие по оценке пожароопасности помещений различного назначения методом Гретенера. – М.: Пожтехника, 1998. – 64 с.

93. ДСТУ 4694:2006 Соняшник. Олійна сировина. Технічні умови.

94. ДСТУ 4964:2008 Національний стандарт України. Соя. Технічні умови.

95. ДСТУ 4966:2008 Насіння ріпаку для промислового перероблянння. Технічні умови.

96. ГОСТ 12.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.

97. Науково-дослідна робота № 0109U005220 / Провести дослідження та науково обґрунтувати вимоги пожежної безпеки при транспортуванні та зберіганні насіння олійних культур / – К. : Укр НДІПБ, 2010. – 376 с.

98. ДСТУ 4492-2005 Олія соняшникова. Технічні умови.

99. ДСТУ 4534-2006 Олія соєва. Технічні умови

100. ДСТУ 8175:2015 Олія ріпакова. Технічні умови.

101. Вогман Л.П. Пожаровзрывобезопасность процессов хранения сельскохозяйственной продукции: Дис. на соиск. уч. степени докт. техн. наук: 05.26.01. - М., 1993. - 461 с.

102. Откідач Д.М., Альбощій В.М. Вибухобезпека зберігання та перероблення продукції сільськогосподарського виробництва. Теорія та практика. – Київ: УкрНДІПБ МНС України, 2006. – 288 с.

103. Корольченко А.Я. Пожаровзрывоопасность процессов сушки. – М.: Стройиздат, 1987. – 159 с.

104. Вогман Л.П., Горшков В.И., Дегтярев А.Г. Пожарная безопасность элеваторов.- М: Стройиздат, 1993.- 288с.

2	Термопара ТХА	6	Від 0 до 1200 °С	Клас точн. 0,8
3	Термостат 2В-151	2925	Від 0 до 250 °С	± 3 °С

2. ОТРИМАНІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ РЕЗУЛЬТАТИ:

2.1. Результати досліджень подрібненого насіння ріпаку

Розмір кошика	Температура у термостаті, °С	Тривалість випробування, год	Результат
Зразок 1. Дисперсність 1 < Д < 2 мм			
35x35	165 170	6 4,1	відмова самозаймання
50x50	125 130	12 5,8	відмова самозаймання
70x70	115 120	24 7,9	відмова самозаймання
100x100	110 115	48 19,5	відмова самозаймання
140x140	105 110	96 28,4	відмова самозаймання
Зразок 2. Дисперсність 0,7 < Д < 1мм			
35x35	160 165	6 4,4	відмова самозаймання
50x50	120 125	12 11,7	відмова самозаймання
70x70	110 115	24 23,2	відмова самозаймання
100x100	105 110	48 39,6	відмова самозаймання
140x140	100 105	96 49,2	відмова самозаймання
Зразок 3. Дисперсність 0,1 < Д < 0,45 мм			
35x35	155 160	6 5,3	відмова самозаймання
50x50	115 120	12 11,8	відмова самозаймання
70x70	105 110	24 23,5	відмова самозаймання
100x100	100 105	48 32,4	відмова самозаймання
140x140	95 100	96 40,6	відмова самозаймання

Згідно наведеної вище методики та проведених експериментальних випробувань, будуємо графіки залежності логарифма температури самозаймання від

Таблиця 2 – Питома поверхня дослідного зразка в залежності від кошика

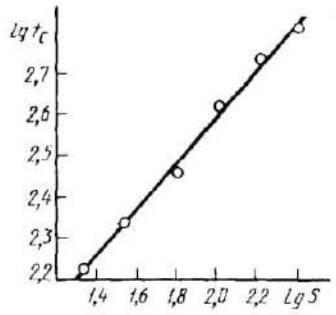
Розмір кошика, мм	*Питома поверхня дослідного зразка, $м^{-1}$*
35×35	171
50×50	120
70×70	85,7
100×100	60
140×140	42,8

V - об'єм зразка, $м^3$.

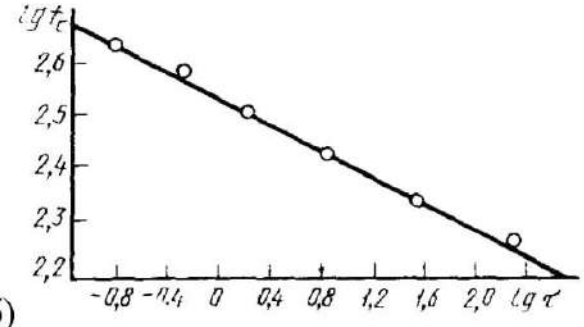
За результатами досліджень будують графіки:

а) Залежність логарифма температури самозаймання від логарифма питомої поверхні для дослідного зразка;

б) Залежність логарифма температури самозаймання від логарифма часу до самозаймання.



а)



б)

1.4.2. Умови та результати випробувань реєструють у протоколі.

1.5. Вимоги безпеки. Через виділення токсичних продуктів термічного розкладання термостат слід встановлювати в окремому приміщенні з припливно-витяжною вентиляцією, що забезпечує кратність обміну повітря не менше восьми. Робоче місце оператора має задовольняти санітарно-гігієнічним вимогам за ГОСТ 12.1.005.

Таблиця 2

Характеристика вимірювальних приладів

№ п/п	Найменування приладу чи пристрою	Заводський номер	Границя вимірювання	Клас точності або похибка вимірювання
1	Реєстратор вимірювальний РТ-0102	10-354	Від 0 до 1200 °С	± 2 °С

216

100	48
140	96

За самозаймання приймають підвищення температури зразка (за показаннями термоелектричного перетворювача 1) до (450 ± 50) °С.

1.3.3. Якщо при першому випробуванні самозаймання не відбулося протягом часу, зазначеного в табл. 1, то наступне випробування з новим зразком даного обсягу проводять при більшій температурі.

1.3.4. Якщо при першому випробуванні сталося самозаймання, то наступне випробування з новим зразком даного обсягу проводять при меншій температурі (наприклад, на 20 °С менше).

1.3.5. Випробування повторюють при різних температурах із зразками даного обсягу до досягнення мінімальної температури, при якій відбувається самозагоряння, а при температурі на 10 °С менше мінімальної самозаймання не відбувається. Середньоарифметичне значення цих температур приймають за температуру самозаймання зразка даного обсягу.

Аналогічні випробування проводять із зразками досліджуваної речовини в кошиках інших розмірів.

1.4. Оцінка результатів

1.4.1. На підставі отриманих результатів випробувань будують графіки залежності логарифма температури самозаймання від логарифма питомої поверхні і логарифма часу до самозаймання (рис. 1), які описуються рівняннями прямої лінії:

$$\lg t_c = A_p + n_p \lg S; \quad (1)$$

$$\lg t_c = A_в - n_в \lg \tau, \quad (2)$$

де t_c - температура самозаймання, ° С;

A_p, n_p, A_B, $n_в$ - коефіцієнти, що визначаються за дослідними даними;

t - тривалість випробування від моменту вирівнювання температур зразка досліджуваної речовини і термостата до моменту самозаймання, год.;

S - питома поверхня зразка, в $м^{-1}$ обчислюється за формулою

$$S = \frac{F}{V},$$

циліндричного кошика повинен бути рівний її висоті. Товщина стінки кошика - (1,0 ± 0,1) мм.

1.1.3. Термоелектричні перетворювачі (не менше 3) максимальним діаметром робочого спаю не більше 0,8 мм.

1.2. Підготовка до випробування

1.2.1. Встановлюють термоелектричні перетворювачі таким чином, щоб робочий спай одного термоелектричного перетворювача контактував із зразком і розташовувався в його центрі, другий - стикався з зовнішньою стороною кошика, третій - знаходився на відстані (30 ± 1) мм від стінки кошика. Робочі спаї всіх трьох термоелектричних перетворювачів повинні розташовуватися на одному горизонтальному рівні, відповідному середньої лінії термостата.

1.2.2. Зразки для випробування повинні характеризувати середні властивості досліджуваної речовини (матеріалу). При випробуванні листового матеріалу його набирають у стопку, відповідну внутрішнім розмірам кошика. У зразках монолітних матеріалів попередньо висвердлюють до центру отвір діаметром (7,0 ± 0,5) мм для термоелектричного перетворювача.

1.3.Проведення випробувань

1.3.1. Заповнюють кошик досліджуваним зразком. Встановлюють термоелектричні перетворювачі відповідно до п. 2.1. Кошичок закривають кришкою і поміщають її в центр термостата, нагрітого до заданої температури випробування (наприклад, 200 °С).

За температуру випробування приймають середньоарифметичний показ термоелектричних перетворювачів 2 і 3 за вирахуванням поправки $\Delta t_{т}$.

1.3.2. Зразок витримують в термостаті до самозаймання або (за відсутності самозаймання) протягом часу, зазначеного в табл. 1.

Таблиця 1 – Параметри для випробувань

Висота кошика, мм	**Тривалість випробування, год**
35	6
50	12

ПРОТОКОЛ № 20/8/151215

ВИЗНАЧЕННЯ УМОВ ТЕПЛОВОГО САМОЗАЙМАННЯ ПОДРІБНЕНОГО НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР (РІПАК, СОЯ, СОНЯШНИК)

Дата проведення випробування: 5.03-15.12.2015 р.

Умови в приміщенні:

температура, °С	18
атм.тиск, кПа	97.3
відносна вологість, %	64,5

МІСЦЕ ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ: Науково-дослідна лабораторія ЛДУБЖД.

Адреса: м. Львів, вул. Клепарівська, 35.

ОБ'ЄКТ ВИПРОБУВАНЬ:

Подрібнене насіння ріпаку, сої та соняшнику з дисперсністю:

Зразок 1 – 0,1 < Д < 0,45;

Зразок 2 – 0,7 < Д < 1мм;

Зразок 3 – 1 < Д < 2мм.

1. МЕТОДИКА ВИПРОБУВАНЬ

Згідно ГОСТ 12.1.044-89 "Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения".

1.1.Апаратура

Апаратура для визначення умов теплового самозаймання включає в себе наступні елементи.

1.1.1. Термостат місткістю робочої камери не менше 40 дм^3 з терморегулятором, що дозволяє підтримувати постійну температуру від 60 до 250 °С з похибкою не більше 3 °С.

1.1.2. Кошики з корозійностійкого металу кубічної або циліндричної форми висотою

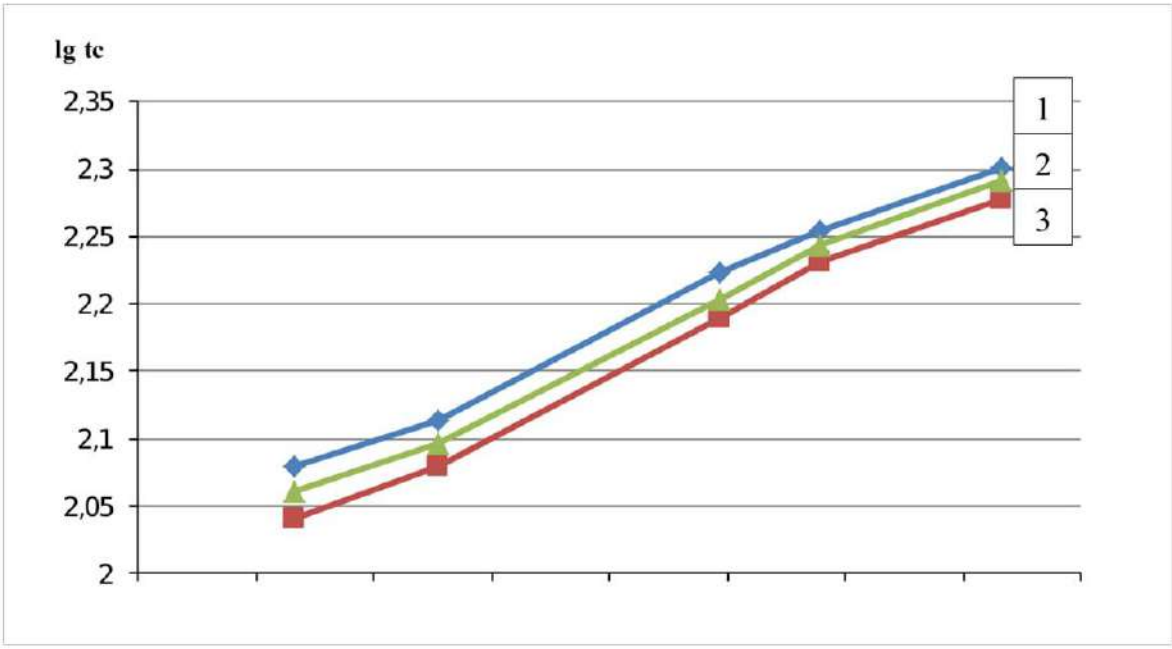


Рисунок 3 – Графіки залежності логарифма температури самозаймання від логарифма питомої поверхні для дослідного зразка ріпакового насіння в залежності від його дисперсності:

Зразок 1) 1мм < Д < 2мм – [lg tc = 1,438+ 0,388· lg S];

Зразок 2) 0,7мм < Д < 1мм – [lg tc = 1,397 + 0,407 · lg S];

Зразок 3) 0,1мм < Д < 0,45мм – [lg tc = 1,367 + 0,413 · lg S].

Розмір кошика	lg S	lg T1	lg T2	lg T3
35x35	2,233	2,301	2,278	2,291
50x50	2,079	2,255	2,231	2,243
70x70	1,993	2,223	2,19	2,204
100x100	1,778	2,113	2,079	2,096
140x140	1,631	2,079	2,041	2,061

100x100	125 130	48 24,4	відмова самозаймання
140x140	115 120	96 44,4	відмова самозаймання
Зразок 2. Дисперсність 0,7 < Д < 1мм			
35x35	190 195	6 3,45	відмова самозаймання
50x50	170 175	12 5,3	відмова самозаймання
70x70	155 160	24 8,6	відмова самозаймання
100x100	120 125	48 30,6	відмова самозаймання
140x140	110 115	96 55,9	відмова самозаймання
Зразок 3. Дисперсність 0,1 < Д < 0,45 мм			
35x35	185 190	6 4,15	відмова самозаймання
50x50	165 170	12 6,5	відмова самозаймання
70x70	150 155	24 10,6	відмова самозаймання
100x100	115 120	48 46,9	відмова самозаймання
140x140	105 110	96 72,3	відмова самозаймання

Згідно наведеної вище методики та проведених експериментальних випробувань, будуємо графіки залежності логарифма температури самозаймання від логарифма питомої поверхні і логарифма часу до самозаймання, які описуються рівняннями 1 та 2.

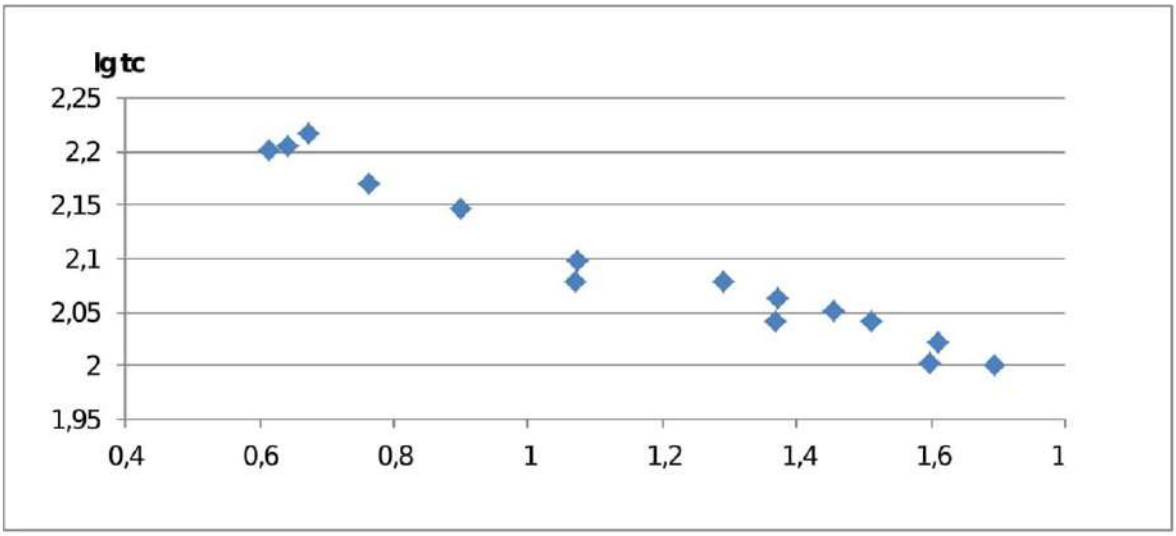


Рисунок 4 – Графіки залежності логарифма температури самозаймання від логарифма часу до самозаймання для дослідного зразка ріпакового насіння в залежності від дисперсності:

Зразок 1) 1мм < Д < 2мм – [lg tc = 2,313 – 0,181· lg τ];

Зразок 2) 0,7мм < Д < 1мм – [lg tc = 1,322 + 0,196 · lg τ];

Зразок 3) 0,1мм < Д < 0,45мм – [lg tc = 1,331 + 0,202 · lg τ].

Розмір кошика	lg τ1	lg T1	lg τ2	lg T2	lg τ3	lg T3
35x35	0,613	2,202	0,642	2,206	0,672	2,218
50x50	0,763	2,171	1,071	2,079	1,072	2,097
70x70	0,898	2,146	1,368	2,042	1,372	2,062
100x100	1,291	2,079	1,597	2,002	1,511	2,042
140x140	1,453	2,051	1,692	2	1,609	2,022

2.2. Результати досліджень подрібненого насіння сої

Розмір кошика	Температура у термостаті, °С	Тривалість випробування, год	Результат
Зразок 1. Дисперсність 1 < Д < 2 мм			
35x35	195 200	6 2,45	відмова самозаймання
50x50	175 180	12 4,4	відмова самозаймання
70x70	135 140	24 7,2	відмова

логарифма питомої поверхні і логарифма часу до самозаймання, які описуються рівняннями 1 та 2.

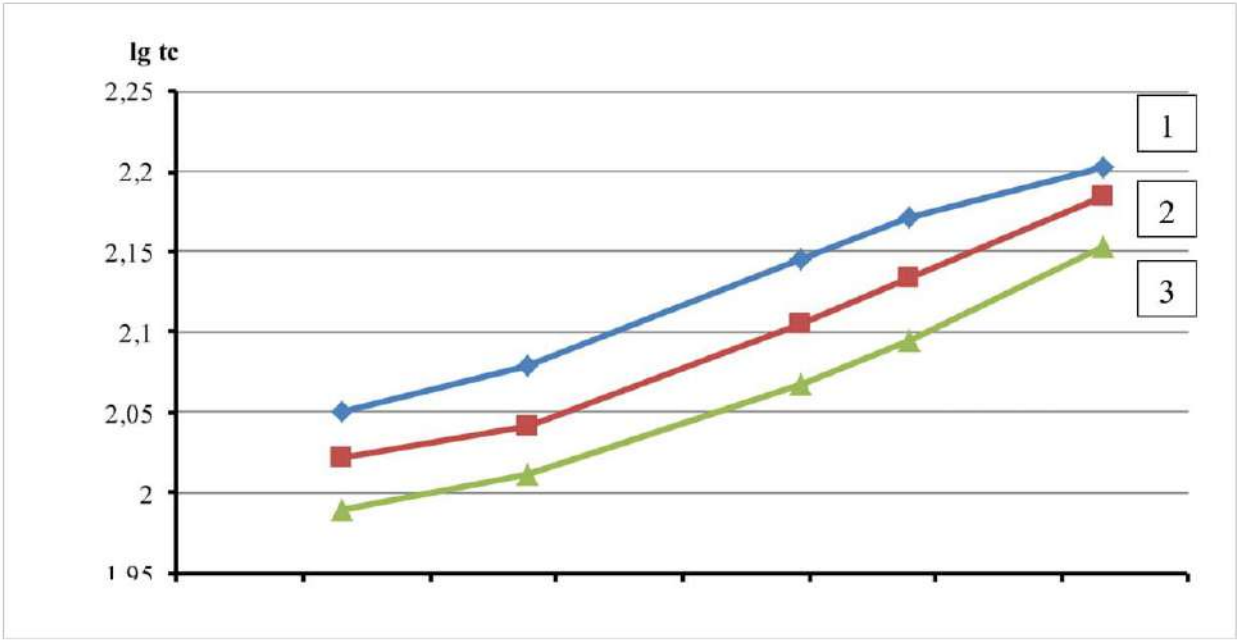


Рисунок 3 – Графіки залежності логарифма температури самозаймання від логарифма питомої поверхні для дослідного зразка ріпакового насіння в залежності від його дисперсності:

Зразок 1) 1мм < Д < 2мм – [lg tc = 1,609 + 0,269 · lg S];

Зразок 2) 0,7мм < Д < 1мм – [lg tc = 1,554 + 0,276 · lg S];

Зразок 3) 0,1мм < Д < 0,45мм – [lg tc = 1,518 + 0,284 · lg S].

Розмір кошика	lg S	lg T1	lg T2	lg T3
35x35	2,233	2,202	2,185	2,153
50x50	2,079	2,171	2,134	2,095
70x70	1,993	2,146	2,105	2,068
100x100	1,778	2,079	2,042	2,012
140x140	1,631	2,051	2,022	1,989

ПРОТОКОЛ № 20/2/151208

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ЗАЙМАННЯ ТА ТЕМПЕРАТУРИ САМОЗАЙМАННЯ ПОДРІБНЕНОГО НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР (РІПАК, СОЯ, СОНЯШНИК)

Дата проведення випробуваня: 08.12.2015 р.

Умови в приміщенні:

температура, °С	18
атм.тиск, кПа	97.3
відносна вологість, %	65

МІСЦЕ ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ: Науково-дослідної лабораторії ЛДУБЖД.

Адреса: м. Львів, вул. Клепарівська, 35.

ОБ'ЄКТ ВИПРОБУВАНЬ:

Подрібнене насіння ріпаку, сої та соняшнику з дисперсністю:

Зразок 1 – > 1 < 2 мм;

Зразок 2 – > 0,45 < 1мм;

Зразок 3 – > 0,1 < 0,45мм.

МЕТОДИКА ВИПРОБУВАНЬ

Згідно ГОСТ 12.1.044-89 "Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения".

1. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ЗАЙМАННЯ

Для випробування готують 10-15 зразків досліджуваної речовини (матеріалу) масою (3,0±0,1) гр. Зразки матеріалів повинні мати циліндричну форму діаметром (45±1) мм. Плівкові і листові матеріали набирають у стопку діаметром (45±1) мм, накладаючи шари один на одного до досягнення зазначеної маси.

Львів-2015

ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЛАБОРАТОРІЯ

Свідоцтво про атестацію № РЛ 125/15 від 02 листопада 2015 р.

Ліцензія ДДПБ МНС України серія АГ № 506341 від 11.02.2011 р.

ПРОТОКОЛ № 20/2/151208

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ЗАЙМАННЯ ТА ТЕМПЕРАТУРИ САМОЗАЙМАННЯ ПОДРІБНЕНОГО НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР (РІПАК, СОЯ, СОНЯШНИК)

226

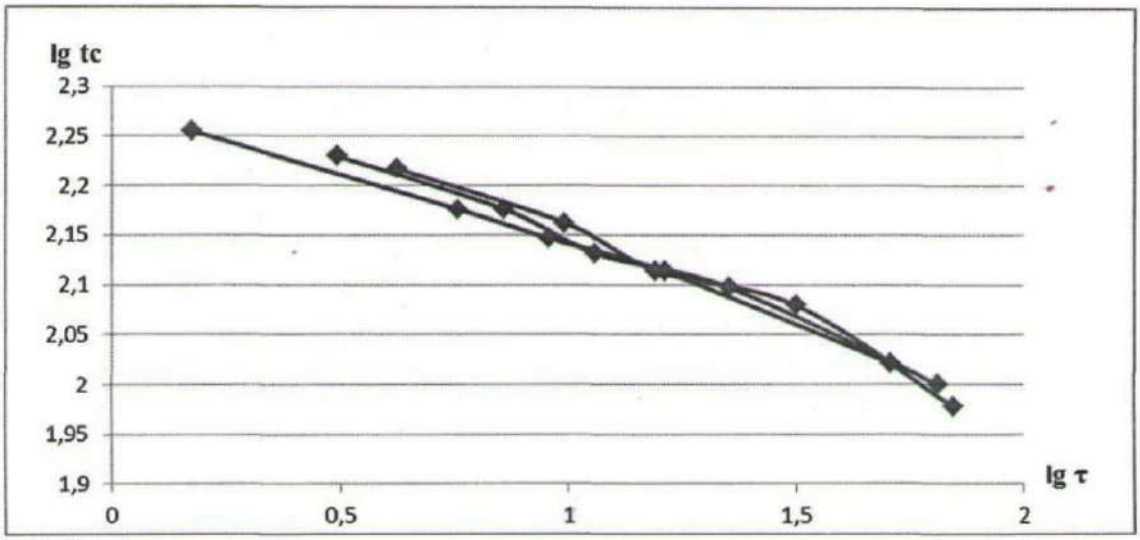


Рисунок 4 – Графіки залежності логарифма температури самозаймання від логарифма часу до самозаймання для дослідного зразка ріпакового насіння в залежності від дисперсності:

Зразок 1) 1мм < Д < 2мм – [lg tc = 2,946 – 0,544· lg τ];

Зразок 2) 0,7мм < Д < 1мм – [lg tc = 2,655 + 0,369 · lg τ];

Зразок 3) 0,1мм < Д < 0,45мм – [lg tc = 2,338 + 0,195 · lg τ].

Розмір кошика	lg τ1	lg T1	lg τ2	lg T2	lg τ3	lg T3
35x35	0,176	2,255	0,491	2,23	0,623	2,217
50x50	0,755	2,176	0,857	2,176	0,991	2,162
70x70	0,957	2,146	1,06	2,131	1,193	2,114
100x100	1,212	2,113	1,354	2,097	1,501	2,079
140x140	1,707	2,021	1,81	2	1,844	1,978

Завідувач НДЛ ЛДУБЖД _____ В.Л. Петровський

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЛАБОРАТОРІЯ 08571340

Провідний фахівець НДЛ ЛДУБЖД _____ А.Т. Лозинський

логарифма питомої поверхні і логарифма часу до самозаймання, які описуються рівняннями 1 та 2.

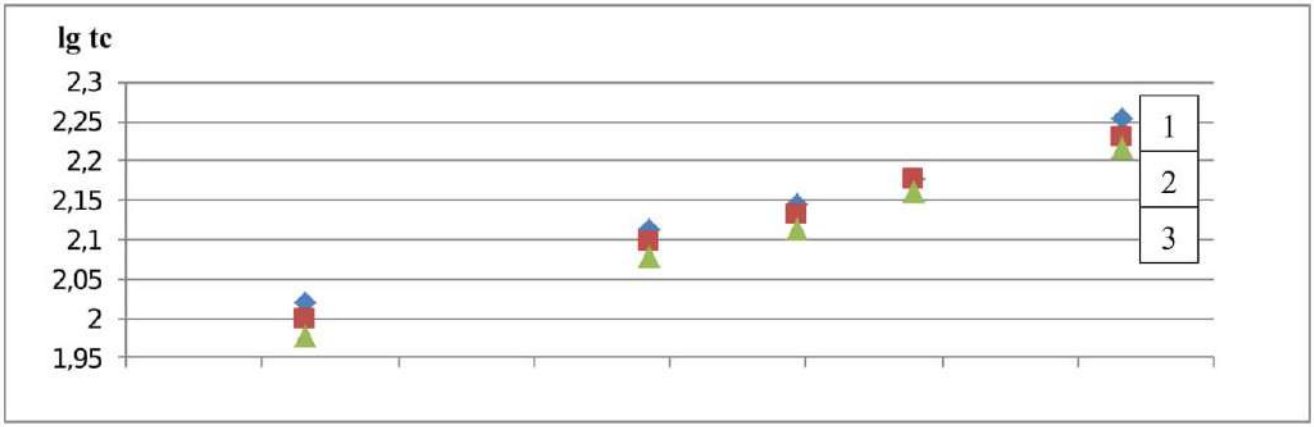


Рисунок 3 – Графіки залежності логарифма температури самозаймання від логарифма питомої поверхні для дослідного зразка ріпакового насіння в залежності від його дисперсності:

Зразок 1) 1мм < Д < 2мм – [lg tc = 1,455+ 0,347· lg S];

Зразок 2) 0,7мм < Д < 1мм – [lg tc = 1,391 + 0,472 · lg S];

Зразок 3) 0,1мм < Д < 0,45мм – [lg tc = 1,328 + 0,398 · lg S].

Розмір кошика	lg S	lg T1	lg T2	lg T3
35x35	2,233	2,255	2,23	2,217
50x50	2,079	2,176	2,176	2,162
70x70	1,993	2,146	2,131	2,114
100x100	1,778	2,114	2,097	2,079
140x140	1,631	2,021	2	1,978

2.3. Результати досліджень подрібненого насіння соняшнику

Розмір кошика	Температура у термостаті, °С	Тривалість випробування, год	Результат
Зразок 1. Дисперсність 1 < Д < 2 мм			
35x35	175 180	6 1,5	відмова самозаймання
50x50	145 150	12 5,7	відмова самозаймання
70x70	135 140	24 9,1	відмова самозаймання
100x100	125 130	48 16,3	відмова самозаймання
140x140	100 105	96 51	відмова самозаймання
Зразок 2. Дисперсність 0,7 < Д < 1мм			
35x35	165 170	6 3,1	відмова самозаймання
50x50	145 150	12 7,2	відмова самозаймання
70x70	130 135	24 11,5	відмова самозаймання
100x100	120 125	48 22,6	відмова самозаймання
140x140	95 100	96 64,7	відмова самозаймання
Зразок 3. Дисперсність 0,1 < Д < 0,45 мм			
35x35	160 165	6 4,2	відмова самозаймання
50x50	140 145	12 9,8	відмова самозаймання
70x70	125 130	24 15,6	відмова самозаймання
100x100	115 120	48 31,7	відмова самозаймання
140x140	90 95	96 69,8	відмова самозаймання

Згідно наведеної вище методики та проведених експериментальних випробувань, будуємо графіки залежності логарифма температури самозаймання від

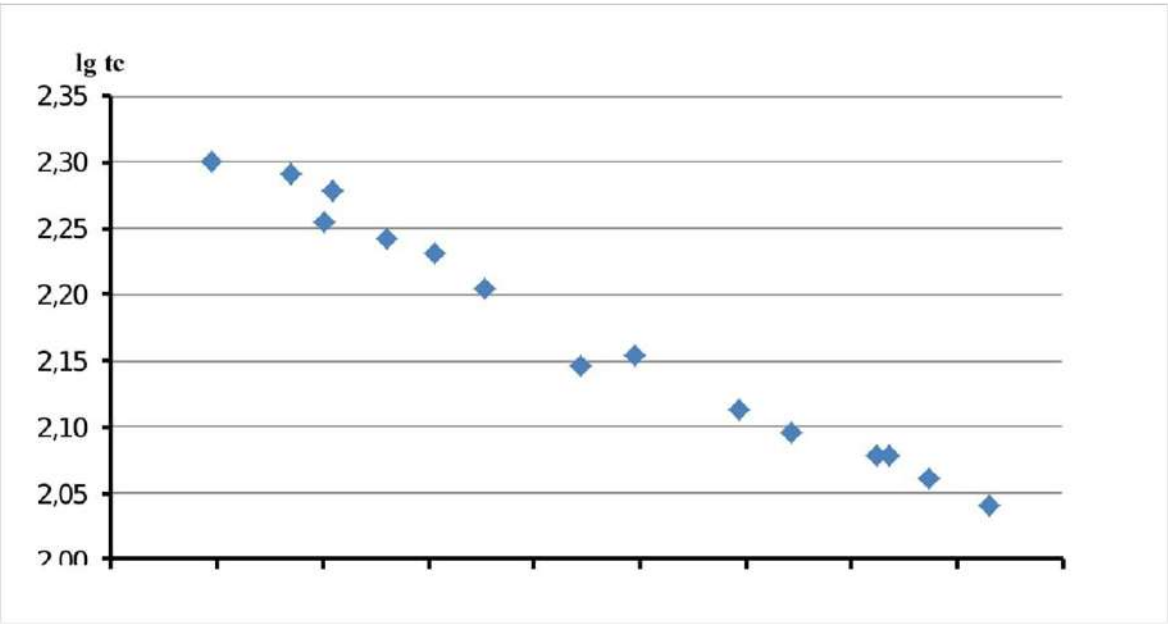


Рисунок 4 – Графіки залежності логарифма температури самозаймання від логарифма часу до самозаймання для дослідного зразка ріпакового насіння в залежності від дисперсності:

Зразок 1) 1мм < Д < 2мм – [lg tc = 2,242 – 0,110· lg τ];

Зразок 2) 0,7мм < Д < 1мм – [lg tc = 1,312 + 0,141 · lg τ];

Зразок 3) 0,1мм < Д < 0,45мм – [lg tc = 2,397 + 0,193 · lg τ].

Розмір кошика	lg τ1	lg T1	lg τ2	lg T2	lg τ3	lg T3
35x35	0,389	2,301	0,538	2,291	0,618	2,278
50x50	0,603	2,255	0,721	2,243	0,812	2,231
70x70	1,089	2,146	0,907	2,204	1,189	2,154
100x100	1,387	2,113	1,485	2,096	1,671	2,079
140x140	1,647	2,079	1,747	2,061	1,859	2,041

- > 0,1 < 0,45мм – 340 °С.

2. Подрібнене насіння сої (дисперсність):
   - > 1 < 2 мм – 415 °С;
   - > 0,45 < 1мм – 415 °С;
   - > 0,1 < 0,45мм – 410 °С.
3. Подрібнене насіння соняшнику (дисперсність):
   - > 1 < 2 мм – 365 °С;
   - > 0,45 < 1мм – 365 °С;
   - > 0,1 < 0,45мм – 360 °С.

Завідувач НДЛ ЛДУБЖД _____ В.Л. Петровський

Провідний фахівець НДЛ ЛДУБЖД _____ А.Т. Лозинський

ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ
НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЛАБОРАТОРІЯ
08571340

2.1.1. Результати досліджень подрібненого насіння ріпаку

Номер зразка	Температура випробування, °С	Результат
Дисперсність > 1 < 2 мм		
1	350	самозаймання
2	350	самозаймання
3	350	самозаймання
4	340	відмова
5	340	відмова
6	340	відмова
Дисперсність > 0,45 < 1мм		
1	350 °С	самозаймання
2	350 °С	самозаймання
3	350 °С	самозаймання
4	340 °С	відмова
5	340 °С	відмова
6	340 °С	відмова
Дисперсність > 0,1 < 0,45мм		
1	345 °С	самозаймання
2	345 °С	самозаймання
3	345 °С	самозаймання
4	335 °С	відмова
5	335 °С	відмова
6	335 °С	відмова

2.1.2. Результати досліджень подрібненого насіння сої

Номер зразка	Температура випробування, °С	Результат
Дисперсність > 1 < 2 мм		
1	420	самозаймання
2	420	самозаймання
3	420	самозаймання
4	410	відмова
5	410	відмова
6	410	відмова
Дисперсність > 0,45 < 1мм		
1	420	самозаймання
2	420	самозаймання
3	420	самозаймання
4	410	відмова
5	410	відмова

2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ САМОЗАЙМАННЯ

Для випробування готують 10-15 зразків досліджуваної речовини (матеріалу) масою (3,0±0,1) гр. Зразки матеріалів повинні мати циліндричну форму діаметром (45±1) мм. Плівкові і листові матеріали набирають у стопку діаметром (45±1) мм, накладаючи шари один на одного до досягнення зазначеної маси.

Методом послідовних наближень визначають мінімальну температуру робочої камери, при якій взірець самозаймається і горить більше 5 с, а при температурі на 10 °С менше – спостерігається відмова.

За температуру самозаймання досліджуваної речовини (матеріалу) приймають середнє арифметичне двох температур, що відрізняються не більше ніж на 10 °С, при одній з яких спостерігається займання 3 зразків, а при іншій - три відмовлення. Отримане значення температури округляють з точністю до 5 °С.

Таблиця 2 – Характеристика вимірювальних приладів

№ п/п	Найменування приладу чи пристрою	Заводський номер	Границя вимірювання	Клас точності або похибка вимірювання
1	Установка ОТП	б/н	Від 20 до 600 °С	-
2	Секундомір СОС пр-2б-2-000	8625	Від 0 до 3600 с	Клас точн. 2
3	Термопара ТХА	15	Від 0 до 1200 °С	Клас точн. 0,8
4	Регулятор-вимірювальний блок РТ 0102	10.385	Від мінус 50 до 1200 °С	□2 □С
5	Ваги BTU 210/ С3	1826	Від 0 до 210 г	Класс точн. 3

2.1 ОТРИМАНІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ РЕЗУЛЬТАТИ:

Номер зразка	Температура випробування, °С	Результат
Дисперсність > 1 < 2 мм		
1	221	займання
2	222	займання
3	222	займання
Дисперсність > 0,45 < 1мм		
1	222	займання
2	221	займання
3	222	займання
Дисперсність > 0,1 < 0,45мм		
1	222	займання
2	221	займання
3	222	займання

Висновок. Згідно з 4.7.4.1 ГОСТ 12.1.044-89 температура займання подрібненого насіння олійних культур становить:

1. Подрібнене насіння ріпаку (дисперсність):
   - > 1 < 2 мм – 322 °С;
   - > 0,45 < 1мм – 322 °С;
   - > 0,1 < 0,45мм – 321 °С.
2. Подрібнене насіння сої (дисперсність):
   - > 1 < 2 мм – 293 °С;
   - > 0,45 < 1мм – 293 °С;
   - > 0,1 < 0,45мм – 293 °С.
3. Подрібнене насіння соняшнику (дисперсність):
   - > 1 < 2 мм – 222 °С;
   - > 0,45 < 1мм – 222 °С;
   - > 0,1 < 0,45мм – 222 °С.

1.1. ОТРИМАНІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ РЕЗУЛЬТАТИ:

1.1.1. Результати досліджень подрібненого насіння ріпаку

Номер зразка	Температура випробування, °С	Результат
Дисперсність > 1 < 2 мм		
1	322	займання
2	323	займання
3	321	займання
Дисперсність > 0,45 < 1мм		
1	322	займання
2	322	займання
3	321	займання
Дисперсність > 0,1 < 0,45мм		
1	320	займання
2	321	займання
3	320	займання

1.1.2. Результати досліджень подрібненого насіння сої

Номер зразка	Температура випробування, °С	Результат
Дисперсність > 1 < 2 мм		
1	291	займання
2	293	займання
3	293	займання
Дисперсність > 0,45 < 1мм		
1	292	займання
2	293	займання
3	293	займання
Дисперсність > 0,1 < 0,45мм		
1	293	займання
2	293	займання
3	292	займання

Перед випробуванням зразки кондиціонують при відносній вологості 50%, температурі 23 °С на протязі 4 годин, згідно вимог ***ГОСТ 12423***-66 Пластмассы. Условия кондиционирования и испытания образцов (проб).

Якщо при температурі випробування зразок займається, то випробовування припиняють. Якщо протягом 20 хв. зразок не займається, або раніше цього часу цілком припиниться димовидалення, то випробування припиняють і в протоколі відзначають відмовлення.

За температуру займання приймають покази термоелектричного перетворювача, що вимірює температуру зразка. Методом послідовних наближень визначають мінімальну температуру зразка, при якій за час витримки в печі не більше 20 хв. зразок займається і буде горіти більше 5 с після віддалення пальника, а при температурі на 10 °С менше займання відсутнє.

За температуру займання досліджуваної речовини (матеріалу) приймають середнє арифметичне двох температур, що відрізняються не більше ніж на 10 °С, при одній з яких спостерігається займання 3 зразків, а при іншій – три відмовлення. Отримане значення температури округляють з точністю до 5 °С.

Таблиця 1 – Характеристика вимірювальних приладів

№ п/п	Найменування приладу чи пристрою	Заводський номер	Границя вимірювання	Клас точності або похибка вимірювання
1	Установка ОТП	б/н	Від 20 до 600 °С	-
2	Секундомір СОС пр-2б-2-000	8625	Від 0 до 3600 с	Клас точн. 2
3	Термопара ТХА	15	Від 0 до 1200 °С	Клас точн. 0,8
4	Регулятор-вимірювальний блок РТ 0102	10.385	Від мінус 50 до 1200 °С	□2 □С
5	Ваги BTU 210/ С3	1826	Від 0 до 210 г	Класс точн. 3

№ п/п	Найменування приладу чи пристрою	Заводський номер	Границя вимірювання	Клас точності або похибка вимірювання
1	Прилад ТВ-2	0361	Від мінус 15 до 360 °С	-
2	Термометр ТН-2	976	Від 0 до 365 °С	Клас точн. 1
3	Секундомір СОС пр-2б-2-000	8625	Від 0 до 3600 с	Клас точн. 2

2.1. ОТРИМАНІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ РЕЗУЛЬТАТИ:

Ріпакова олія

№ зразка	Швидкість нагріву, °С/3 хв.	Покази термометра,°С	Результати випробувань	Особливості випробування
1	1,0	356	спалах	
2	1,0	357	спалах	
3	1,0	358	спалах	
$T_{сп.} = \frac{1071}{3}$	.+	1,026 .=	358,0	

Соєва олія

№ зразка	Швидкість нагріву, °С/3 хв.	Покази термометра,°С	Результати випробувань	Особливості випробування
1	1,0	359	спалах	
2	1,0	359	спалах	
3	1,0	359	спалах	
$T_{сп.} = \frac{1077}{3}$	.+	1,026 .=	360,0	

Соняшникова олія

№ зразка	Швидкість нагріву, °С/3 хв.	Покази термометра,°С	Результати випробувань	Особливості випробування
1	1,0	331	спалах	
2	1,0	332	спалах	
3	1,0	330	спалах	
$T_{сп.} = \frac{993}{3}$	.+	1,026 .=	332,0	

Висновок. Згідно з 4.5.4.1 ГОСТ12.1.044-89 температура спалаху рослинної олії, з урахуванням поправки на атмосферний тиск, у відкритому тиглі складає:

Зразок 1 (Ріпакова олія) – 328 °С;

Зразок 2 (Соєва олія) – 332 °С;

Зразок 3 (Соняшникова олія) – 332 °С.

2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ЗАЙМАННЯ

Суть методу випробувань полягає у нагріванні певної кількості речовини з заданою швидкістю, періодичному запалюванні парів, що виділяються, та встановленні факту наявності чи відсутності займання за умови фіксованої температури.

Температура займання - це температура, за якої під впливом полум'я газового пальника виникає полум'яне горіння парів речовин та триває протягом не менше ніж 5 с, після його видалення.

За температуру займання беруть середнє арифметичне результатів, які отримано на трьох зразках, з поправкою на атмосферний тиск (Δt):

$$\Delta t = 0{,}27 \times (101{,}3 - p_a), \qquad (2)$$

де p_a – атмосферний тиск, кПа.

де p_a – атмосферний тиск, кПа.

Таблиця 1 – Характеристика вимірювальних приладів

№ п/п	Найменування приладу чи пристрою	Заводський номер	Границя вимірювання	Клас точності або похибка вимірювання
1	Прилад ТВ-2	0361	Від мінус 15 до 360 °С	-
2	Термометр ТН-2	976	Від 0 до 365 °С	Клас точн. 1
3	Секундомір СОС пр-2б-2-000	8625	Від 0 до 3600 с	Клас точн. 2

.

1.1. ОТРИМАНІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ РЕЗУЛЬТАТИ:

Ріпакова олія

№ зразка	Швидкість нагріву, °С/3 хв.	Покази термометра,°С	Результати випробувань	Особливості випробування
1	1,0	327	спалах	
2	1,0	328	спалах	
3	1,0	327	спалах	
$T_{сп.} = \frac{982}{3}$	.+	1,026 .=	328,4	

Соєва олія

№ зразка	Швидкість нагріву, °С/3 хв.	Покази термометра,°С	Результати випробувань	Особливості випробування
1	1,0	331	спалах	
2	1,0	331	спалах	
3	1,0	332	спалах	
$T_{сп.} = \frac{994}{3}$	.+	1,026 .=	332,4	

Соняшникова олія

ПРОТОКОЛ 20/8/151207

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ СПАЛАХУ ТА ЗАЙМАННЯ ОЛІЇ (РІПАКУ, СОЇ, СОНЯШНИКУ)

Дата проведення			**Умови в приміщенні:**		
випробування:	07.12.2015 р.		температура, °С		20
			атм.тиск, кПа		97,3
			відносна вологість,	%	62

МІСЦЕ ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ: Науково-дослідна лабораторія ЛДУБЖД.
Адреса: м. Львів, вул. Клепарівська, 35.

ОБ'ЄКТ ВИПРОБУВАНЬ:
Рослинна олія:
Зразок 1 – Ріпакова олія;
Зразок 2 – Соєва олія;
Зразок 3 – Соняшникова олія.

МЕТОДИКА ВИПРОБУВАНЬ

Згідно ГОСТ 12.1.044-89 "Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения"

1. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ СПАЛАХУ

Суть методу випробувань експериментального визначення температури спалаху речовин полягає в проведенні спеціальних випробувань, в умовах яких над поверхнею конденсованої речовини утворюються пари, що здатні спалахувати в повітрі від джерела запалювання (полум'я може бути над частиною або над всією поверхнею рідини); стійке горіння при цьому не виникає.

Швидкість нагріву речовини має складати 5-6 °С/хв., для лаків 1 °С за 3 хв.

При випробуваннях сумішей, із легко киплячих негорючих/важкогорючих компонентів, нагрів ведуть до їх википання.

За температуру спалаху приймають середнє арифметичне значень температури спалаху, що отримані на трьох взірцях з поправкою на атмосферний тиск(Δt):

$$\Delta t = 0{,}27 \times (101{,}3 - p_a),$$

ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

НАУКОВО- ДОСЛІДНА ЛАБОРАТОРІЯ

Свідоцтво про атестацію № РЛ 125/15 від 02 листопада 2015 р.

Ліцензія ДДПБ МНС України серія АГ № 506341 від 11.02.2011 р.

ПРОТОКОЛ № 20/8/151207

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ СПАЛАХУ ТА ЗАЙМАННЯ ОЛІЇ (РІПАК, СОЯ, СОНЯШНИК)

Львів-2015

ДОДАТОК В

Акти впровадження результатів досліджень у навчальний процес:

1. Акт впровадження у Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності.

ОЛІЯР
КОМПАНІЯ-ВИРОБНИК

ПП «Оліяр», 81118,
Україна, Львівська область,
Пустомитівський район, с. Ставчани

т./ф: +38 032 299 16 16
office@oliyar.com.ua
www.oliyar.com.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ
Заступник директора ОЕЗ
Б.М.Затварський
«11» 10 2017року

Акт

про впровадження результатів дисертаційної роботи

Федоровського Вадима Вікторовича

Комісія в складі:

Голова: - заступник директора Затварський Б.М.

Членів: - головний технолог Цибух Т.М.

- інженер з пожежної безпеки Половко А.П.

склала цей акт про те, що за результатами дисертаційної роботи Федоровського В.В. «Підвищення ефективності систем забезпечення пожежної безпеки підприємств олійно-жирового виробництва» впроваджено:

- систему пожежогасіння азотом внутрішнього об'єму технологічного обладнання екстракційного цеху (екстрактор та тостер)

Змонтована система підвищує пожежну безпеку підприємства ПП «Оліяр» за адресою с. Ставчани Пустомитівського району Львівської області, вул. Шашкевича 36.

Акт складений для подання до спеціалізованої Вченої ради К 35.874.01 Львівського державного університету безпеки життєдіяльності в зв'язку із захистом дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата наук.

Голова: Затварський Б.М.

Члени: Цибух Т.М.

Половко А.П.

ОЛІЯР
КОМПАНІЯ-ВИРОБНИК

ПП «Оліяр», 81118,
Україна, Львівська область,
Пустомитівський район, с. Ставчани

т/ф: +38 032 299 16 16
office@oliyar.com.ua
www.oliyar.com.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора ОЕЗ

Б.М.Затварський

«14» 10 2017року

Акт

про впровадження результатів дисертаційної роботи

Федоровського Вадима Вікторовича

Комісія в складі:

Голова: - заступник директора Затварський Б.М.

Членів: - головний технолог Цибух Т.М.

- інженер з пожежної безпеки Половко А.П.

склала цей акт про те, що за результатами дисертаційної роботи Федоровського В.В. «Підвищення ефективності систем забезпечення пожежної безпеки підприємств олійно-жирового виробництва» впроваджено:

- систему пожежогасіння азотом внутрішнього об'єму технологічного обладнання олійно-пресового цеху (жаровня і три кондиціонери).

Змонтована система підвищує пожежну безпеку підприємства ПП «Оліяр» за адресою с. Ставчани Пустомитівського району Львівської області, вул. Шашкевича 36.

Акт складений для подання до спеціалізованої Вченої ради К 35.874.01 Львівського державного університету безпеки життєдіяльності в зв'язку із захистом дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата наук.

Голова: Затварський Б.М.

Члени: Цибух Т.М.

Половко А.П.

1. Акт впровадження на ТзОВ «БЕССАРАБІЯ-АГРО», за адресою: Одеська область, м. Ізмаїл, Болградське шосе, 8 а;

2. Акти впровадження на ПП «Оліяр», що розташоване в с. Ставчани Пустомитівського району Львівської області.

ДОДАТОК Б

3. НЕПРЯМЕ ВИЗНАЧЕННЯ ГРУПИ ГОРЮЧОСТІ РЕЧОВИНИ

ЗГІДНО з 2.1, 4.2.2 ГОСТ 12.1.044-89

Для визначення горючості речовин приймають результати експериментально визначених показників пожежної небезпеки за п. 4.2, 4.5, 4.6 ГОСТ 12.1.044-89.

Оскільки згідно проведених експериментальних досліджень рослинна олія здатна до самозаймання, а також займається при дії джерела запалювання вона відноситься до горючої речовини.

Завідувач НДЛ ЛДУБЖД _____ В.Л. Петровський

Провідний фахівець НДЛ ЛДУБЖД _____ А.Т. Лозинський

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор Львівського державного університету безпеки життєдіяльності з науково-дослідної роботи
д.с.-г.н., професор
полковник служби цивільного захисту
Кузик А.Д.

«23» _____ 2017 року

Акт
про впровадження результатів дисертаційної роботи
Федоровського Вадима Вікторовича

Комісія в складі:

Голова:

завідувач кафедри цивільного захисту та комп'ютерного моделювання екогеофізичних процесів, д.ф.-м.н., професор Стародуб Ю.П.

Члени:

доцент кафедри цивільного захисту та комп'ютерного моделювання екогеофізичних процесів, к.т.н., доцент Тарнавський А.Б.

доцент кафедри цивільного захисту та комп'ютерного моделювання екогеофізичних процесів, к.т.н., доцент Ткачук Р.Л.

склала цей акт про те, що за результатами дисертаційної роботи Федоровського В.В. «Підвищення ефективності систем забезпечення пожежної безпеки підприємств олійно-жирового виробництва» впроваджено залежності температури теплового самозагоряння (tc,°C) від питомої поверхні зразків (S,м-1) подрібненого насіння олійних культур та тривалості до їх самозагоряння (τ,хв) враховуючи дисперсність подрібненого насіння, які описуються логарифмічними залежностями lg tc = a + в · lg S, lg tc = a1 і в1 · lg τ з відповідними визначеними коефіцієнтами для подрібненого насіння ріпаку, сої та соняшнику.

Результати досліджень впроваджені в курс лекцій із дисциплін «Безпека потенційно-небезпечних технологій та виробництв» кафедри цивільного захисту та комп'ютерного моделювання екогеофізичних процесів навчально-наукового інституту цивільного захисту ЛДУ БЖД.

Акт складений для подання в спеціалізовану вчену раду К 35.874.01 Львівського державного університету безпеки життєдіяльності в зв'язку з захистом дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

Голова:
завідувач кафедри ЦЗ таКМЕП,
д.ф.-м.н., професор — Стародуб Ю.П.

Члени комісії:
доцент кафедри ЦЗ таКМЕП, к.т.н., доцент — Тарнавський А.Б.
доцент кафедри ЦЗ таКМЕП, к.т.н., доцент — Ткачук Р.Л.