

В. В. Федоровський, В. Л. Петровський
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ УМОВ ТЕПЛООВОГО САМОЗАЙМАННЯ РІПАКОВОЇ МАСИ

Проведено аналіз причин процесу самозаймання речовин та матеріалів. Описано умови самозаймання масел та жирів. Наведено характеристики дослідних зразків ріпакової маси та умови проведення експерименту. Представлено результати експериментальних досліджень температури займання та самозаймання ріпакової маси, що становить 322 °С та 345 °С. Визначено коефіцієнти та представлено залежності логарифма температури самозаймання від логарифма питомої поверхні і логарифма часу до самозаймання, які описуються рівняннями прямої лінії. Визначено умови теплового самозаймання ріпакової маси.

Ключові слова: ріпакова маса, самозаймання, займання, температура, умови теплового самозаймання.

В. В. Федоровский, В. Л. Петровский

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ТЕПЛООВОГО САМОВОЗГОРАНИЯ РАПСОВОЙ МАССЫ

Проведен анализ причин процесса самовозгорания веществ и материалов. Описаны условия самовозгорания масел и жиров. Приведены характеристики опытных образцов рапсовой массы и условия проведения эксперимента. Представлены результаты экспериментальных исследований температуры возгорания и самовозгорания рапсовой массы, что составляет 322 °С и 345 °С соответственно. Определены коэффициенты и представлены зависимости логарифма температуры самовоспламенения от логарифма удельной поверхности и логарифма времени до самовозгорания, которые описываются уравнениями прямой линии. Определены условия теплового самовозгорания рапсовой массы.

Ключевые слова: рапсовая масса, самовозгорание, возгорание, температура, условия теплового самовозгорания.

V. V. Fedorovskyi, V. L. Peyrovskyi

EXPERIMENTAL DEFINITION OF THERMAL CONDITIONS OF RAPE FAT PRODUCTS SPONTANEOUS IGNITION

The analysis of spontaneous combustion reasons of substances and materials was held. The characteristics of studied samples of fat products and the conditions of experiment conduction were pointed out. The results of experimental study of rape fat products combustion temperature and spontaneous combustion temperature (322 Celsius and 345 Celsius) were presented. The coefficients were defined and the dependencies of temperature logarithm from specific surface logarithm and logarithm of time leading to combustion, which are described by straight line equation. The conditions of thermal spontaneous combustion of rape fat products were identified.

Key words: fat products, spontaneous combustion, combustion, temperature, conditions of thermal spontaneous ignition.

Постановка проблеми. Пожежна небезпека насіння олійних культур зумовлюється його здатністю до загоряння під впливом сторонніх джерел запалювання і схильністю до самозагоряння та теплового самонагрівання, а у завислому стані (аерозоль) можливий і вибух полоповітряної суміші.

Самозаймання – це фізико-хімічний процес виникнення тління або полум'яного горіння, при якому відбувається загоряння тих чи інших речовин без дотику до них палаючого або напруженого тіла при відсутності променевого тепла. Здатність до самозаймання виявляють різні волокнисті матеріали рослинного або тваринного походження в необробленому вигляді, якщо вони перебувають в контакті з рослинними або тваринними жирами [1].

Теплове самозаймання виникає при нагріванні речовини до температури, яка забезпечує термічне розкладання і подальше прискорене самонагрівання завдяки теплу екзотермічної реакції. Цей процес протікає всередині матеріалу у формі тління, що потім може перейти в полум'яне горіння.

До теплового самозаймання схильні масла, жири, кам'яне вугілля та деякі хімічні речовини. Рослинні масла й жири являють собою суміш гліцеридів жирних кислот: насичених пальмітинової і стеаринової, ненасичених олеїнової, лінолевої тощо. Гліцериди насичених кислот окиснюються при температурах вище 150 °С і не здатні самозайматися. Масла/олії, що містять велику кількість гліцеридів ненасичених кислот, здатні самозайматися. Це пояснюється тим, що гліцериди ненасичених кислот окиснюються на повітрі з утворенням пероксидів, які легко розкладаються з утворенням досить реакційноздатного атомарного кисню [2]. Чим більше кисню приєднується до молекули гліцериду, тим більше тепла виділяється.

Масла й жири можуть самозайматися за таких умов:

- при вмісті у маслі й жирі значної кількості гліцеридів ненасичених кислот;
- при великій поверхні окиснення масел і жирів і малій тепловіддачі;
- якщо жирами й маслами просочені будь-які горючі матеріали;
- при певній ущільненості промасленого матеріалу.

Процес самозаймання визначається швидкістю самонагрівання речовин. Тривалість процесу самозаймання (коливається від декількох хвилин до декількох місяців) залежить від різних факторів, які в складній взаємодії один з одним визначають швидкість протікання екзотермічних реакцій і умови акумуляції тепла.

Враховуючи великі обсяги виробництва олії шляхом обробки насіння олійних культур, дослідження умов теплового самозаймання подрібнених мас цього насіння є актуальною науково-технічною задачею.

Експериментальне дослідження. Для проведення експериментальних досліджень було обрано ріпак, з насіння якого отримують олію. Насіння було подрібнено до необхідного розміру шляхом його перемелювання та отримано ріпакову масу (рисунок 1).



Рисунок 1 – Вигляд дослідного зразка ріпакової маси

Відповідно до [3], апаратура для визначення умов теплового самозаймання включає в себе такі елементи:

1. Термостат місткістю робочої камери не менше 40 дм³ з терморегулятором, що дає змогу підтримувати постійну температуру від 60 до 250 °С з похибкою не більше 3 °С;

2. Кошики з корозійностійкого металу кубічної або циліндричної форми висотою 35, 50, 70, 100, 140 мм (по 10 шт. кожного розміру) з кришками. Діаметр циліндричного кошика повинен дорівнювати її висоті. Товщина стінки кошика – (1,0 ± 0,1) мм;

3. Термоелектричні перетворювачі (не менше 3) з максимальним діаметром робочого спаю не більше 0,8 мм.

Підготовка експерименту. Термоелектричні перетворювачі встановлюють таким чином, щоб робочий спай одного 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, який відповідає середній лінії термостата.

Кошик заповнюють дослідним зразком, встановлюють термоелектричні перетворювачі, закривають кришкою і поміщають його в центр термостата, нагрітого до заданої температури випробування.



Рисунок 2 – Дослідний зразок встановлений у термошафу для дослідження умов теплового самозаймання ріпакової маси

Дослідний зразок витримують в термостаті до самозаймання або (за відсутності самозаймання) протягом часу, зазначеного в таблиці 1.

Таблиця 1

Час витримання зразка до самозаймання

Висота кошика, мм	Температура досліду, °С	Час до самозагоряння, год
35	165	4,1
50	145	5,8
70	125	7,9
100	120	19,5
140	115	28,4

За самозаймання приймають підвищення температури зразка (за показами термоелектричного перетворювача №1 до (450 ± 50) °С.

Якщо при першому випробуванні самозаймання не відбулося протягом часу, зазначеного в табл. 1, то наступне випробування з новим зразком такого ж об'єму проводять при більшій температурі.

Якщо при першому випробуванні сталося самозаймання, то наступне випробування з новим зразком такого ж об'єму проводять при меншій температурі (наприклад, на 20 °С менше).

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 мінімальну самозаймання не відбувається. Середньоарифметичне значення цих температур приймають за температуру самозаймання зразка цього об'єму.

Аналогічні випробування проводять із зразками досліджуваної речовини в кошиках інших розмірів.

Характеристика вимірювальних приладів, що використовувались для проведення експериментальних досліджень, наведена у таблиці 2.

Таблиця 2

Характеристика вимірювальних приладів

№ з/п	Найменування приладу чи пристрою	Заводський номер	Границя вимірювання	Клас точності або похибка вимірювання
1	Регулятор вимірювач РТ 0102	10.354	Від 0 до 1200 °С	± 2 °С
2	Термопара ТХА	6	Від 0 до 1200 °С	Клас точн. 0,8
3	Термостат	2925	Від 0 до 250 °С	± 3 °С

Отримані дані експериментальних досліджень наведено у таблиці 3.

Таблиця 3

Експериментальні дані

№ зразка	Розмір зразка (по розміру кошика), мм	Повна зовнішня поверхня зразка, м ⁻¹	Покази термопар			Температура досліду, °С	Час до самозагоряння, год	Тривалість досліду, год
			1	2	3			
1	35x35	171	169	170	171	165	4,1	6
2	50x50	120	129	130	131	145	5,8	12
3	70x70	85,7	119	120	121	125	7,9	24
4	100x100	60	113	115	116	120	19,5	48
5	140x140	42,8	109	110	111	115	28,4	96

Висновки. Згідно з [2], на підставі отриманих результатів випробувань, будемо графіки залежності логарифма температури самозаймання від логарифма питомої поверхні і логарифма часу до самозаймання, які описуються рівняннями прямої лінії (рисунок 3,4):

$$\lg t_c = A_p + n_p \lg S;$$

$$\lg t_c = A_b - n_b \lg \tau.$$

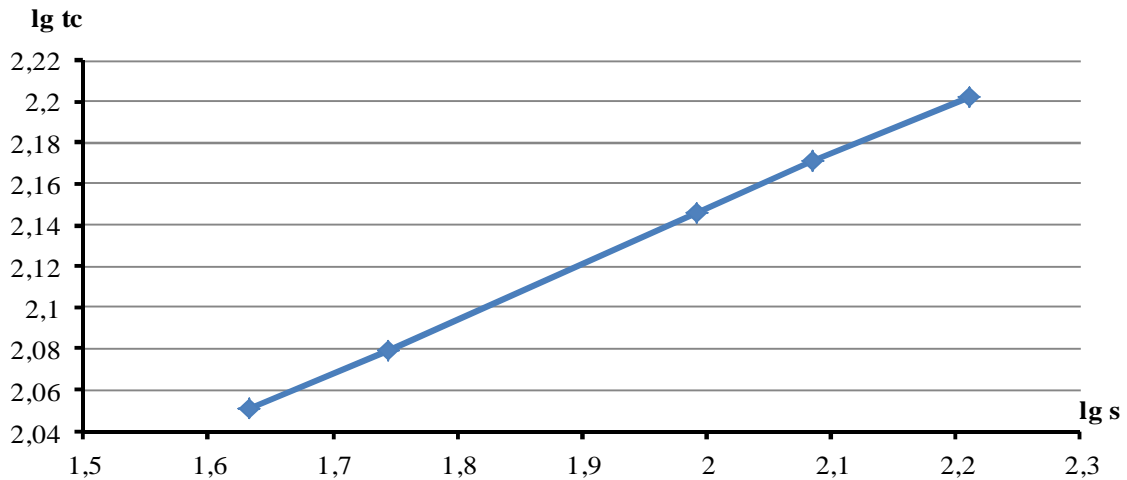


Рисунок 3 – Залежність логарифма температури самозаймання від логарифма питомої поверхні

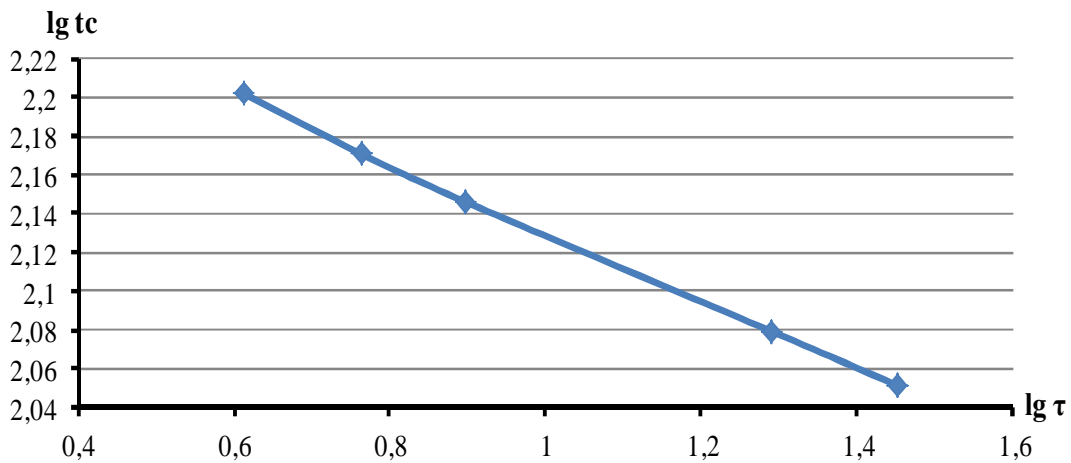


Рисунок 4 – Залежність логарифма температури самозаймання від логарифма часу до самозаймання

З проведених експериментальних досліджень отримано такі результати:

1. Температура займання подрібненої маси ріпаку становить 322 °С.
2. Температура самозаймання подрібненої маси ріпаку становить 345 °С.
3. Умови теплового самозаймання описуються рівняннями з відповідними коефіцієнтами: $\lg tc = 1,609 + 0,269 \cdot \lg S$; $\lg tc = 2,313 - 0,181 \cdot \lg t$.

Список літератури:

1. ДСТУ 3855-99. Пожежна безпека. Визначення пожежної небезпеки матеріалів та конструкцій. Терміни та визначення.
2. Вогман Л.П. Пожаровзрывобезопасность процессов хранения сельскохозяйственной продукции: Дис. на соиск. уч. степени докт. техн. наук: 05.26.01. - М., 1993. - 461 с.
3. ГОСТ 12.1.044-89 "Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения".
4. 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.

References:

1. DSTU 3855-99. Fire Safety. Determination of fire risk materials and structures. Terms and Definitions.
2. Vogman, L.P. (1993) “ Fire and explosion processes, storage of agricultural products ” Thesis abstract for Doct. Sc. (Engineering.). 05.26.01 Moscow, Russia.
3. GOST 12.1.044-89 Fire and explosion hazard of substances and materials. Nomenclature of indices and methods of their determination.
4. NAPB B.07.013-86/810. The processes of manufacturing enterprises with storage and processing of grain. The Explosive. Nomenclature of indices fire and explosion hazard industrial dust and dust air mixture.

