

УДК 614.84

Федоровский В.В., канд. техн. наук Веселивский Р.Б.

Экспериментальное исследование условий теплового самовозгорания измельченных семян масличных культур

*Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности,
г. Львов*

Проанализирован технологический процесс транспортирования и переработки масленичных культур. Представлены наиболее пожароопасные места процесса подготовки масленичных культур до получения из них масла. Представлена методика исследования условий теплового самовозгорания масленичных культур. Проведены экспериментальные исследования условий теплового самовозгорания. Определены условия теплового самовозгорания измельченных семян масличных культур, что описывается логарифмическими зависимостями.

Ключевые слова: пожарная опасность, масленичные культуры, самонагревание, самовозгорание, условие теплового самовозгорания.

V.V. Fedorovsky, PhD. (Tech.) R.B. Veselivsky

Experimental study of fire-fanging thermal conditions of crushed oil-seeds

Lviv State University of Life Safety, Lviv

The production method of transportation and processing of was analyzed. The most fire-dangerous places of the oil crops preparation process is presented, as well as the research method of fire-fanging thermal conditions of oil crops. The experimental research of the fire-fanging thermal conditions is carried out. The fire-fanging thermal conditions of crushed oilseeds are determined. The logarithmic dependences describes it.

Key words: fire hazard, oil crops, self-heating, self-heating, fire-fanging, fire-fanging thermal condition.

Постановка задачи

Одно из ведущих мест в агропромышленном комплексе Украины занимает масложировая отрасль, что связано с уникальностью и разнообразием состава маслосодержащего сырья различных регионов, масштабом использования масложировых продуктов для пищевых, кормовых и технических целей, в том числе и стратегических. Именно поэтому состояние данной отрасли определяет развитие не только агропромышлен-

ного комплекса, но и целого ряда других отечественных отраслей промышленности.

Пожарная опасность технологических процессов транспортировки, хранения и переработки семян масличных культур обусловлена наличием большого количества горючих материалов, возможностью возникновения источников зажигания, наличием условий для быстрого распространения пожара и сложностью ликвидации горения [1–3].

Пожарная опасность семян в состоянии покоя обусловлена его способностью к возгоранию от посторонних источников зажигания и склонностью к тепловому самонагреванию и самовозгоранию, а во взвешенном состоянии (аэрозоль) – к взрыву [1, 4].

Для качественного отжима растительного масла из семян маслических культур измельчают ядра с целью разрушения клеточной структуры маслического материала. Это облегчает отделение масла от белковой части семян путем механического отжима или экстракции. Получаемый после измельчения материал – мятка – имеет большую удельную поверхность по сравнению с исходным. Чем интенсивнее измельчение, тем меньше остается неповрежденных клеток и больше масла находится в виде тонкой пленки на поверхности мятки. Весь процесс подготовки семян сопровождается заданным температурным режимом от 50 до 120 °С, что не несет угрозы самовозгорания. Но, как показывает практика, при остановке технологического процесса и доступе кислорода маслические культуры (мятка) начинают изменять свою температуру и нагреваются, что приводит к поглощению кислорода и является причиной выделения теплоты, которая способствует самонагреванию и сопутствующей экзотермической реакции при переработке семян маслических культур.

Цель работы

Целью работы является определение условий теплового самовозгорания измельченных семян маслических культур (рапса, сои и подсолнечника) для построения зависимостей их температуры самовозгорания от удельной поверхности и времени к самовозгоранию.

Метод экспериментальных исследований

Исследование условий теплового самовозгорания выполнялось в термостате с терморегулятором, что позволяет поддерживать постоянную температуру от 60 до 250 °С с погрешностью не более 3 °С.

Для проведения опытов были использованы термоэлектрические преобразователи ТХА (3 шт.) с максимальным диаметром рабочего спая не более 0,8 мм.

Термопары устанавливали таким образом, чтобы рабочий спай одной контактировал с образцом и располагался в его центре, второй – касался с внешней стороны корзины, третий – находился в (30 ± 1) мм от стенки корзины. Рабочие спаи всех трех термопар располагались на одном горизонтальном уровне, соответствующем средней линии термостата. Термопары размещали в соответствии [5].

Для проведения экспериментов изготовлены опытные образцы (корзины) из коррозионностойкого металла кубической или цилиндрической формы высотой 35, 50, 70, 100, 140, 200 мм с крышками. Диаметр цилиндрической корзины равен ее высоте, толщина стенки корзины – $1,0 \pm 0,1$ мм.



а)



б)

Рисунок 1 – а) Термошкаф для исследования условий теплового самовозгорания с приборами измерения и контроля; б) Общий вид опытных образцов измельченных семян масличных культур для определения условий теплового самовозгорания

Для установления условий теплового самовозгорания опытных образцов их выдерживали в термостате в течение времени, установленного ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения».

За самовозгорание принимали повышение температуры опытного образца по показаниям термоэлектрического преобразователя №1 к 450 ± 50 °С. Если при первом испытании самовозгорания не произошло в течение времени, указанного в [5], то следующее испытание с новым образцом такого же объема проводили при высшей температуре.

Результаты экспериментальных исследований

Проведя экспериментальные исследования, определены температуры и установлено время, в течение которого произошло самовозгорание из-

мельченных семян, а также установлены условия, при которых происходит тепловое самовозгорание.

После испытаний опытного образца семян рапса размером 35×35 мм получены следующие результаты:

при температуре 160 °С внутри термостата образец был выдержан 6 часов и нагрелся до температуры 173 °С. Самовозгорание образца не произошло;

при температуре 170 °С внутри термостата образец был выдержан 4,1 ч и нагрелся до температуры >400 °С. Состоялось самовозгорание образца. Температура самовоспламенения образца данного размера составляет 170 °С.

На рисунке 2 графически представлены термограммы самонагревания описанного выше опытного образца семян рапса без самовозгорания и с самовозгоранием соответственно.

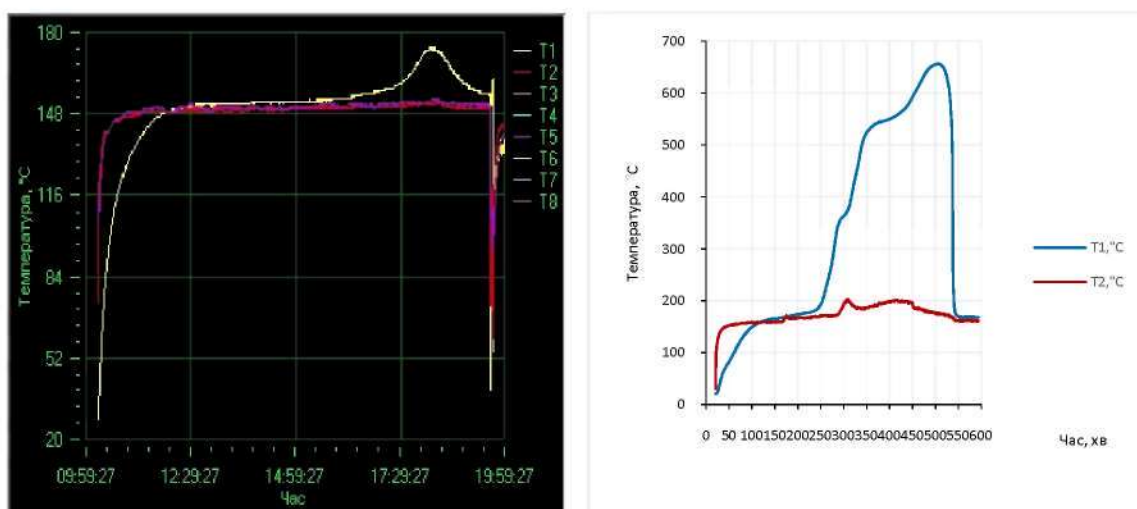


Рисунок 2 – Термограмма самонагрева опытного образца: а) без самовозгорания при $T = 160\text{ }^{\circ}\text{C}$; б) самовозгорание при $T = 170\text{ }^{\circ}\text{C}$

В таблице представлены результаты исследований опытных образцов

измельченных семян рапса, сои и подсолнечника.

Таблица – Результаты исследований измельченных семян масличных культур для определения условий теплового самовозгорания

Размер опыт- ного образца	Удель- ная внеш- няя по- верх- ность опытно- го об- разца, м^{-1}	Температура в термостате, $^{\circ}\text{C}$			Продолжитель- ность испыта- ния, ч			Результат: курсив – самовозгорание не произошло; полужирный – самовозго- рание состоялось		
		Рапс	Соя	Под- сол- неч- ник	Рапс	Соя	Под- сол- неч- ник	Рапс	Соя	Подсол- нечник
35×35	171	160	190	170	6	6	6	<i>173 °C</i>	<i>210 °C</i>	<i>245 °C</i>
		170	200	180	4,1	2,45	1,5	>400 °C	>400 °C	>400 °C
50×50	120	120	170	140	12	12	12	<i>220 °C</i>	<i>223 °C</i>	<i>240 °C</i>
		130	180	150	5,8	4,4	3,4	>400 °C	>400 °C	>400 °C
70×70	85,7	110	130	130	24	24	24	<i>225 °C</i>	<i>220 °C</i>	<i>220 °C</i>
		120	140	140	7,9	7,2	7,2	>400 °C	>400 °C	>400 °C
100×100	60	105	120	120	48	48	48	<i>223 °C</i>	<i>225 °C</i>	<i>229 °C</i>
		115	130	130	19,5	24,4	16,3	>400 °C	>400 °C	>400 °C
140×140	42,8	100	110	95	96	96	96	<i>225 °C</i>	<i>220 °C</i>	<i>219 °C</i>
		110	120	105	28,4	44,4	51	>400 °C	>400 °C	>400 °C

По результатам испытаний строим графики зависимости логарифма температуры самовозгорания от логарифма удельной поверхности и логарифма времени к самовозгоранию, которые описываются следующими уравнениями:

рифма времени к самовозгоранию, которые описываются следующими уравнениями:

$$\lg tc = A_p + n_p \lg S \quad (1)$$

$$\lg tc = A_v - n_v \lg \tau \quad (2)$$

где $\lg tc$ – температура самовозгорания, °С;

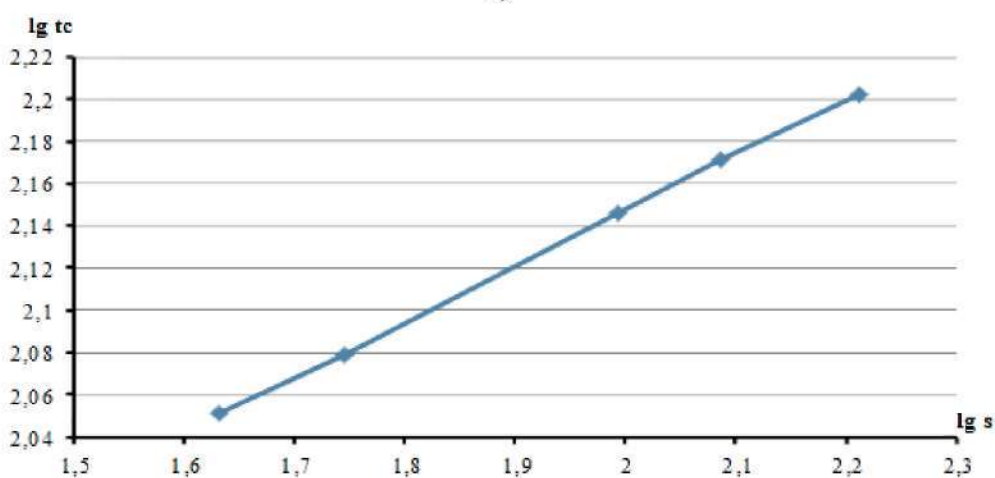
A_p , n_p , A_v , n_v – коэффициенты, определяемые по экспериментальным данным;

$\lg S$ – удельная поверхность опытного образца;

$\lg t$ – продолжительность опыта от уравнивания температуры в термостате и опытного образца до момента самовозгорания.

Экспериментально определенные условия теплового самовозгорания измельченных семян масличных культур представлены на рисунках 3 (рапс), 4 (соя), 5 (подсолнечник).

а)



б)

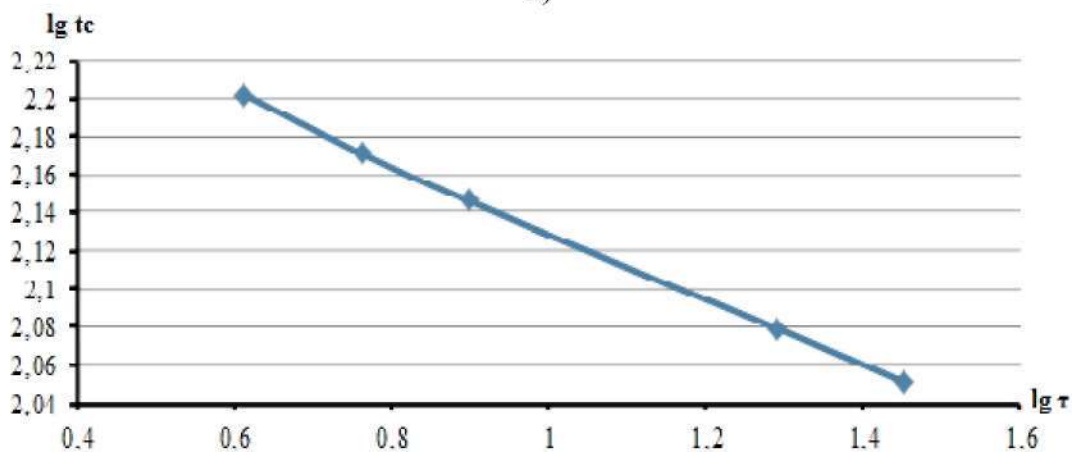


Рисунок 3 – Условия теплового самовозгорания измельченного рапса.

а) – зависимость логарифма температуры самовозгорания от логарифма удельной поверхности; б) – зависимость логарифма температуры самовозгорания от логарифма времени к самовозгоранию

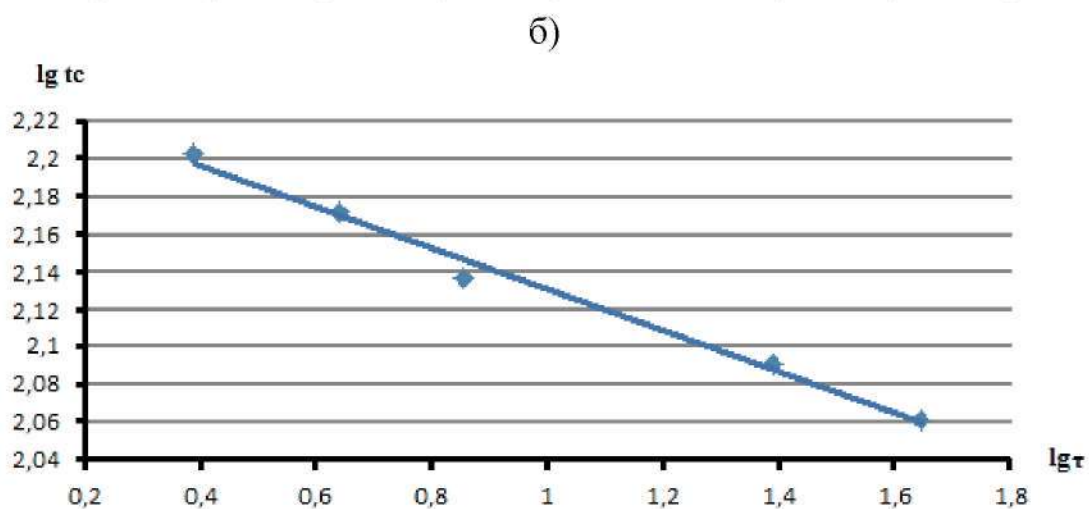
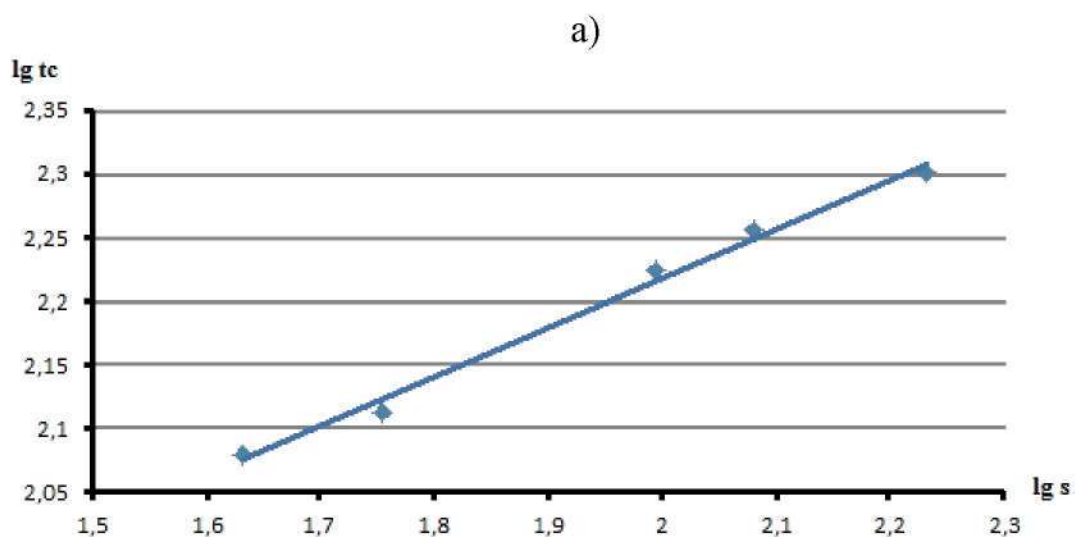
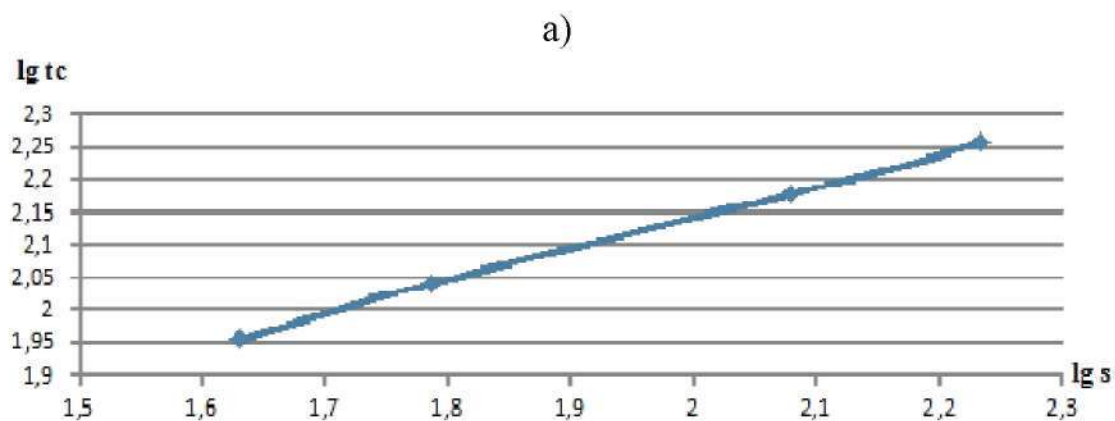


Рисунок 4 – Условия теплового самовозгорания измельченной сои.
 а) – зависимость логарифма температуры самовозгорания от логарифма удельной поверхности; б) – зависимость логарифма температуры самовозгорания от логарифма времени к самовозгоранию



б)

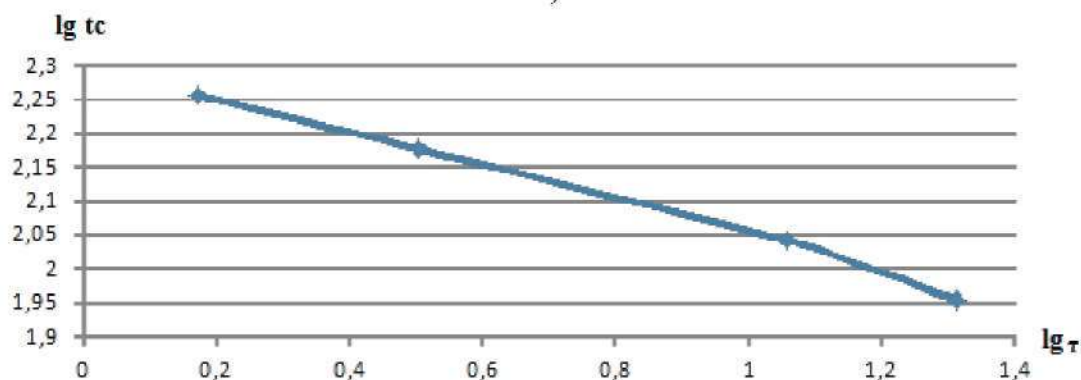


Рисунок 5 – Условия теплового самовозгорания измельченного подсолнечника.

а) – зависимость логарифма температуры самовозгорания от логарифма удельной поверхности; б) – зависимость логарифма температуры самовозгорания от логарифма времени к самовозгоранию

Выводы

Экспериментально определены условия теплового самовозгорания измельченных семян масличных культур, что описываются логарифмическими зависимостями. Данные зависимости позволяют определить температурные условия, при которых происходит тепловое самовозгорание исследованных веществ в зависимости от их удельной поверхности и времени до возникновения самовозгорания.

Зависимости экспериментально установленных условий теплового самовозгорания семян масличных культур:

Рапс:

$$\lg tc = 1,609 + 0,269 \cdot \lg S ;$$

$$\lg tc = 2,313 - 0,181 \cdot \lg \tau .$$

Соя:

$$\lg tc = 1,438 + 0,388 \cdot \lg S ;$$

$$\lg tc = 2,242 - 0,110 \cdot \lg \tau .$$

Подсолнечник:

$$\lg tc = 1,455 + 0,347 \cdot \lg S ;$$

$$\lg tc = 2,946 - 0,544 \cdot \lg \tau .$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Вогман, Л.П. Пожаровзрыво-безопасность процессов хранения сельскохозяйственной продукции: Дис. на соиск. уч. степени докт. техн. наук: 05.26.01. – М., 1993. – 461 с.
2. Откідач, Д.М. Вибухобезпека зберігання та перероблення продукції сільськогосподарського виробництва. Теорія та практика / Д.М. Откідач, В.М. Альбошій – Київ: УкрНДІПБ МНС України, 2006. – 288 с.
3. Корольченко, А.Я. Пожаровзрывоопасность процессов сушки / А.Я. Корольченко – М.: Стройиздат, 1987. – 159 с.
4. Вогман, Л.П. Горшков В.И., Дегтярев А.Г. Пожарная безопасность элеваторов / Л.П. Вогман, В.И. Горшков, А.Г. Дегтярев – М.: Стройиздат, 1993. – 288 с.
5. ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения».

