

Тезисы научно-практического регионального семинара

**«ПОЖАРООПАСНОСТЬ ХРАНЕНИЯ
РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ»**

Ответственный за выпуск Ю.А. Абрамов

Технический редактор А.Ю. Кирочкин

Подписано в печать 31.03.2003

Печ. л. 0,6

Уч.-изд. л. 0,6

Формат бумаги 60x84/16

Тир. 100

Зак. 125 – 2003

Цена договорная

Подготовка оригинал-макета и печать АПБУ
61023, Харьков, ул. Чернышевского, 94

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

МИНИСТЕРСТВО УКРАИНЫ ПО ВОПРОСАМ
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ
ОТ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДЕПАРТАМЕНТ ПОЖАРНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ УКРАИНЫ

АКАДЕМИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ УКРАИНЫ

К 75-летию АПБ Украины



ТЕЗИСЫ
научно-практического регионального семинара
«ПОЖАРООПАСНОСТЬ ХРАНЕНИЯ
РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ»

Академия пожарной безопасности Украины,
Харьков, 19 марта 2003 года

УДК 614.8

Тезисы научно-практического регионального семинара «Пожароопасность хранения растительного сырья». – Харьков: АПБУ. – 2003. – 30 с.

В сборнике представлены оригинальные авторские разработки ведущих специалистов в области хранения и переработки растительного сырья.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Ю.А. Абрамов, А.Ю. Киричкин, В.Е. Росоха</i> Способ раннего обнаружения пожароопасного состояния зерновой насыпи	4
<i>Г.Э. Винокуров, С.Д. Муравьев</i> Подавление очагов самовозгорания в хранилище растительного сырья	7
<i>Е.Н. Гринченко</i> Система идентификации параметров очага самонагревания	10
<i>С.А. Еременко, В.П. Ольшанский</i> Методы идентификации параметров очагов и прогнозирование пожаровзрывоопасных ситуаций на предприятиях по хранению и переработке растительного сырья	13
<i>А.Ю. Киричкин</i> Идентификация параметров очага самонагревания насыпи растительного сырья при его несимметричном положении	15
<i>Е.В. Куринный</i> Математическая модель чувствительного элемента датчика температуры на основе терморезистивного эффекта	18
<i>С.Д. Муравьев</i> Некоторые проблемы противопожарной защиты элеваторов	21
<i>В.Г. Толубенко</i> Дистанційні методи та засоби виявлення і контролю пожежонебезпечних параметрів при зберіганні зерна	24
<i>В.В. Тригуб</i> Идентификация параметров гнездового очага самонагревания растительного сырья	27

всіх цих факторів найбільш оптимальним з точки зору забезпечення заданої ймовірності і надійності правильного виявлення осередків самонагрівання зерна є діапазон частот $\Delta f = 0,1 \dots 1$ ГГц.

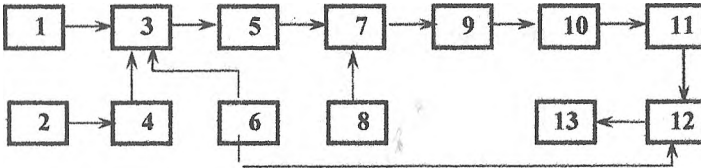


Рис. 1 – Структурна схема супергетеродиначного радіометра

Важливим етапом застосування дистанційного методу на об'єктах є розробка і створення технічних засобів його реалізації, що працюють у вибраному діапазоні частот. З цією метою було розроблено супергетеродиначний радіометр, схема якого представлена на рис. 1.

Радіометр містить в собі наступні блоки: приймальну циліндричну спіральну антену 1, генератор шуму 2, модулятор-комутатор 3, атенуатор 4, підсилювач високої частоти 5, генератор сигналу модуляції теплового випромінювання 6, змішувач 7, гетеродин 8, підсилювач проміжної частоти 9, відеодетектор 10, підсилювач низької частоти 11, синхронний детектор 12, пристрій реєстрації 13.

Таблиця 1 – Основні технічні характеристики радіометру

Діапазон частот теплового випромінювання, МГц	100 ... 500
Смуга пропускання підсилювача проміжної частоти, МГц	100
Теплова флуктуаційна чутливість, К	0,1
Діапазон частот перетворення гетеродина, МГц	200 ... 600
Шумова температура антени, К	200
Діаграма спрямованості антени, °	12

Наявність гетеродина дозволяє перетворювати частоту приймання теплового випромінювання у проміжну фіксовану частоту в широких межах, що дозволяє обирати оптимальні діапазони довжин хвиль приймання теплового випромінювання в умовах перешкод від телевізійних і радіоспівізувальних станцій, а також мобільних телефонів.

Проведеною оцінкою залежності глибини залягання осередків самонагрівання від зміни антенної температури на вході радіометра при радіотепловому контрасті осередку $\Delta T = 50$ К доведено принципову можливість виявлення процесу самонагрівання в зерновому насипу при однозонному зондуванні осередків на глибині до 20 метрів.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ГНЕЗДОВОГО ОЧАГА САМОНАГРЕВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

В настоящее время задачи идентификации получили свое применение при прогнозировании пожарной опасности процесса самонагрева растительного сырья в хранилищах. В работах [1, 2] идентификация параметров очага проводилась при помощи номограмм. Недостатком этого метода является то, что для проведения идентификации требуется точная информация о времени зарождения очага и о месторасположении центра очага, которых обычно нет, и ее получение с помощью измерений является непростой задачей. Поэтому в работе [3] предлагался приближенный метод идентификации параметров очага, использующий дискретное множество решений прямых задач. Он обладает универсальностью и лишен, указанных выше, недостатков. Однако из-за большого объема вычислений реализация его возможна только с применением персонального компьютера. В основе данного метода лежат специальный алгоритм и решение прямой задачи теплопроводности.

Здесь ставится и решается задача реконструирования нестационарного температурного поля самонагрева растительного сырья с целью повышения пожарной безопасности объекта хранения. Наличие системы термоконтроля не дает полной информации о температурном поле, так как она поступает только с отдельных точек массива. Могут оставаться неизвестными максимальные температуры сырья и места их локализации, особенно когда они находятся вдали от термопар. Поэтому для получения полной информации о распределении температуры в массиве сырья приходится решать задачу реконструкции, т.е. построение модели температурного поля, на основании данных о температуре в отдельных точках массива.

К неизвестным относятся параметры ξ , γ , q_0 . Здесь ξ – расстояние от первой термопары до центра очага, γ – радиус очага, q_0 – плотность термоисточников в очаге. Ставится задача их определения по известным избыточным температурам $T_i = T(r_i, t)$ в отдельных поперечных сечениях $r_i = r_0 + i \Delta r$, $i \in [0; (K - 1)]$. Для ее решения воспользуемся рядом ускоренной сходимости, построенным в работе [4]. Он имеет вид

$$T(r, t) = q_0 f(r, \gamma, t), \quad (1)$$

Здесь

$$f(r, \gamma, t) = \frac{1}{\lambda} \left[S(r) - \frac{2R^2}{\pi^3 r} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^3} e^{-a \left(\frac{n\pi}{R} \right)^2 t} \varphi(\gamma, R) \right] \sin \left(\frac{n\pi r}{R} \right),$$

$$S(r) = \frac{\gamma^2}{3} \begin{cases} \left(\frac{3}{2} - \frac{1}{2} \frac{r^2}{\gamma^2} - \frac{\gamma}{R} \right) & \text{при } 0 \leq r \leq \gamma \\ \left(\frac{\gamma}{r} - \frac{\gamma}{R} \right) & \text{при } \gamma \leq r \leq R \end{cases},$$

$$\varphi(\gamma, R) = \frac{R}{\pi n} \sin \left(\frac{n\pi \gamma}{R} \right) - \gamma \cos \left(\frac{n\pi \gamma}{R} \right),$$

$a = \lambda(\rho c)$; λ – коэффициент теплопроводности сырья; ρ , c – его плотность и удельная теплоемкость; r – расстояние от центра очага до расчетной точки; t – время; R – радиус внешней сферической поверхности, окаймляющей очаг, на которой принимаем избыточную температуру равной нулю.

Приближенное решение обратной задачи теплопроводности будем проводить последовательным сужением доверительных интервалов. Алгоритм включает в себя следующие действия:

1. Выполняется переход от замеренных температур к их отношениям $\bar{T}_i = T_i T_0^{-1}$.

2. Задается доверительный интервал $\xi \in (\xi_H, \xi_K)$, делится на M отрезков и во внешнем цикле по m от 0 до M вычисляются $\xi_m = \xi_H + m(\xi_K - \xi_H)M^{-1}$.

3. Задается доверительный интервал $\gamma \in (\gamma_H, \gamma_K)$, делится на N отрезков и во внутреннем цикле по n от 0 до N вычисляются $\gamma_n = \gamma_H + n(\gamma_K - \gamma_H)N^{-1}$.

4. Проводится вычисление значений

$$f_i = f(\xi_m + i \Delta r, \gamma_n, t), \quad i = \overline{0, (K-1)}.$$

5. Осуществляется переход к отношениям $\bar{f}_i = f_i (f_0)^{-1}$.

6. Вычисляется сумма квадратов отклонений $S_{mm} = \sum_{i=0}^{K-1} (\bar{T}_i - \bar{f}_i)^{-1}$

и выбирается наименьшее ее значение в дискретном двумерном массиве.

7. Фиксирование в качестве приближенного решения задачи тех значений ξ_m и γ_n , которые дают наименьшую величину S_{mm} .

8. Делается уточняющий расчет, при необходимости более точного решения задачи идентификации. Он включает выбор более

коротких доверительных интервалов в окрестностях прежде найденных значений ξ_m и γ_n и повторный пересчет, согласно пунктам: 2, 3, 4, 5, 6, 7.

9. Вычисляется параметр q_0 по формуле $q_0 = T_0 (f(\xi_m, \gamma_n, t))^{-1}$.

10. Делается проверочный расчет. Он состоит в том, что приближенно найденные: q_0 , $\xi = \xi_m$ и $\gamma = \gamma_n$ подставляют в формулу (1) и вычисляют теоретические значения $T_i = q_0 f(\xi + i \Delta r, \gamma, t)$. Затем они сравниваются с экспериментальными значениями T_i , которые использовались для проведения идентификации.

Данный алгоритм был апробирован на результатах экспериментальных исследований, проведенных в работе [5] на базе отдела № 5 УкрНИИПБ МВД Украины и в работе [6] на базе ВНИИПО МЧС России для травяной муки. Относительная погрешность расхождений идентифицированных параметров составила не более 7%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тригуб В.В. Идентификация параметров гнездового очага при самонагревании растительного сырья // Проблемы пожарной безопасности. Сб. науч. тр. АПБУ. – Вып. 10. – Харьков: Фолио, 2001. – С. 187 – 190.

2. Тригуб В.В., Грушко А.И. Приближенная методика определения параметров гнездового самонагревания сырья, порожденное сферическим очагом с увеличивающимся радиусом // Проблемы пожарной безопасности. Сб. науч. тр. АПБУ. – Вып. 11. – Харьков: Фолио, 2002. – С. 206 – 208.

3. Ольшанский В.П. Алгоритм компьютерного поиска параметров локализованного очага при самонагревании сырья // Проблемы пожарной безопасности. Сб. науч. тр. АПБУ. – Вып. 10. – Харьков: Фолио, 2001. – С. 125 – 130.

4. Ольшанский В.П., Тригуб В.В. К расчету температуры самонагревания сырья гнездовым сферическим очагом // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. Сб. науч. тр. Вып. 118 – Харьков: ХГПУ, 2000. – С. 43 – 45.

5. Откидач Д.Н. Разработка системы пожарной сигнализации для объектов хранения зернопродуктов: Дис... канд. техн. наук: 05.26.03. – Харьков, 1999. – 194 с.

6. Плюшкевич Ю.В. Температурный контроль тепловых процессов в дисперсной насыпи в хранилищах растительного сырья с целью повышения их пожарной безопасности: Дис... канд. техн. наук: 05.26.01. – М., 1995. – 225 с.