

УДК 621.36:678.5:614.84

## **О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ В ПОЖАРНОМ ИЗВЕЩАТЕЛЕ ЭЛЕКТРЕТНОГО ТЕРМОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА**

И.М. ВЕРТЯЧИХ, кандидат технических наук, доцент,  
Ю.А. ВОЛКОВ, преподаватель,  
И.И. СУТОРЬМА, кандидат технических наук, начальник кафедры

*УО «Гомельский инженерный институт» МЧС Республики Беларусь,  
г. Гомель, Республика Беларусь*

Данная статья посвящена исследованию возможности использования электретного эффекта в термочувствительном элементе аналогового теплового пожарного извещателя. В качестве полимерного материала для получения электрета был выбран поливинилбутираль. Образцы для исследований в виде пленок поляризовали в поле коронного разряда. Термостимулированные токи у полученных электретных пленок возбуждали методом термостимулированной деполяризации.

**Ключевые слова:** пожарный извещатель, термочувствительный элемент, полимерный электрет, термостимулированные токи

**Введение.** Современное развитие техники характеризуется ростом автоматизации производства, внедрением новых технологических процессов, протекающих при высоких температурах, давлениях и скоростях переработки сырья, что ведёт к повышению пожарной опасности. В связи с этим применение технических средств пожарной автоматики является одним из условий обеспечения пожарной безопасности объектов.

Ключевым элементом любой системы пожарной сигнализации является пожарный извещатель, от эффективности работы которого зависит время обнаружения пожара и, в конечном итоге, сохранение жизни людей и минимизация материальных потерь от пожара.

**Постановка задачи.** Основным элементом аналогового теплового пожарного извещателя является термочувствительный элемент, от надежности и достоверности функционирования которого в целом зависит работа системы пожарной сигнализации.

Типовой пожарный извещатель для подачи сигнала в виде термо-ЭДС о возникновении пожара представляет собой тепловой датчик, реагирующий на

повышение температуры окружающей среды и посылающий электрический сигнал на приемную станцию.

Известен датчик температуры [1], действие которого основано на подачу электрического сигнала о повышении температуры благодаря замыканию переключающего элемента. Действие теплового пожарного извещателя [2], основано на изменении электрического сигнала в термочувствительных элементах, выполненных на транзисторах, которые имеют различную постоянную времени изменения сопротивления при изменении температуры. В датчике [3] установлены светофильтр, пропускающий ИК излучение, детектор ИК излучения, электронный ключ, а между светофильтром и детектором ИК излучения установлен маятниковый модулятор. Кроме того, в корпусе датчика установлена микролампа тестирования.

Термобатарея «Извещателя пожарного теплового дифференциального действия ДПС-038» [4] служит для подачи сигнала в виде термо-ЭДС при скачкообразном изменении температуры окружающей среды. Принцип действия термобатареи извещателя основан на возникновении термо-ЭДС в термопарах при возникновении разности температур спаев (Зеебека явление).

Данные термочувствительные элементы при всех своих положительных качествах имеют ряд недостатков: они или конструктивно сложны или для функционирования нуждаются во внешнем источнике электрического напряжения.

**Основная часть.** Данная работа посвящена исследованию возможности использования электретного эффекта в термочувствительном элементе аналогового теплового пожарного извещателя.

Электрет – это диэлектрики, способные длительное время находиться в наэлектризованном состоянии после снятия внешнего воздействия, вызвавшего электризацию (электрический аналог постоянного магнита) [5]. Одним из свойств электрета является появление разрядного термостимулированного тока (ТСТ) в возбужденном электрете при повышении температуры.

В качестве полимерного материала для получения электрета с целью изучения возможности применения его в качестве термочувствительного элемента пожарного извещателя был выбран поливинилбутираль (ПВБ) ГОСТ 9439-85, марки ПШ-1. Образцы для исследований в виде пленок толщиной 8, 10, 100, 200, 210 мкм изготавливали методом прессования при температуре 413К. Электретный заряд в пленках формировали путем их поляризации в поле коронного разряда

напряженностью  $E=0,3$  МВ/м при температуре  $60^{\circ}\text{C}$ . ТСТ у полученных электретных пленок возбуждали методом термостимулированной деполяризации (ТСТД) по схеме, приведенной на рисунке 1 [6,7].

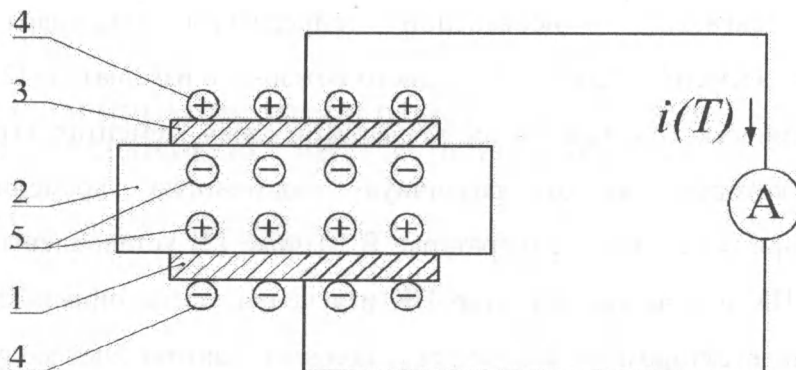


Рисунок 1 – Схема термостимулированной деполяризации полимерного электрета:  
 1,3 - электроды; 2 – полимерный электрет; 4 – индуцированные заряды;  
 5 – инжектированные при поляризации заряды

Значения ТСТ в зависимости от толщины пленок-электретов приведены на рисунке 2.

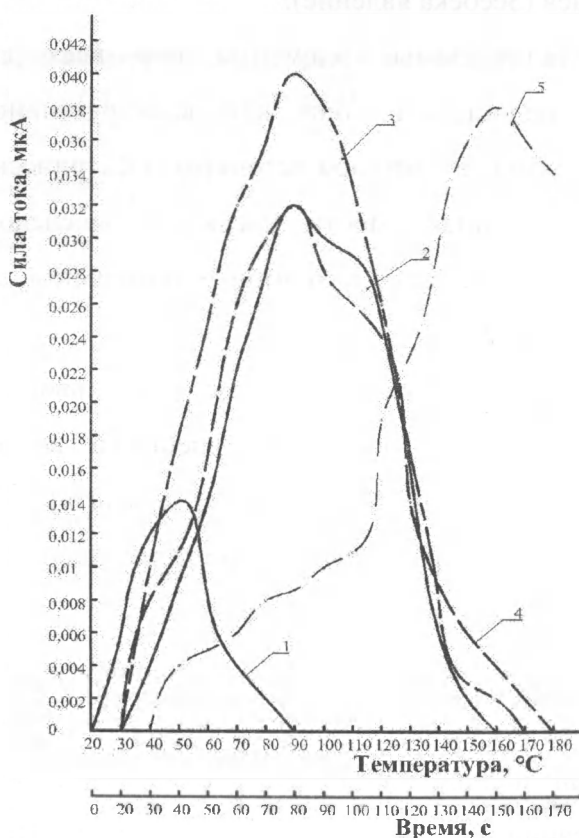


Рисунок 2 – Зависимость ТСТ пленок-электретов от температуры во времени:  
 1 – при толщине пленки 8 мкм; 2 - при толщине пленки 10 мкм; 3 – при толщине пленки 100 мкм; 4 – при толщине пленки 200 мкм; 5 – при толщине пленки 210 мкм

Как видно из рисунка, при ТСД образцов протекает ТСТ, имеющий характерный для электретов вид для температурной зависимости токов ТСТ. Из рисунка следует, что наиболее оптимальной толщиной полимерной пленки-электрета для электретного термочувствительного элемента является толщина в интервале 10 – 200 мкм (кривые 2,3,4). Такой характер протекания ТСТ можно объяснить тем, что при толщине пленки-электрета менее 10 мкм (кривая 1) ее деполяризация во времени протекает быстро из-за невысокого значения приобретенного заряда электрета и, как следствие этого, наблюдаемое максимальное значение ТСТ невысокое. В дальнейшем значение ТСТ с ростом температуры падает, что делает нецелесообразным применением пленки данной толщины в качестве термочувствительного элемента для пожарного извещателя.

При толщине пленки-электрета более 200 мкм (кривая 5) ее деполяризация во времени, вследствие инерционности процесса, протекает медленно и максимальное значение ТСТ наблюдается при высокой температуре, что также делает нецелесообразным применением пленки данной толщины в качестве термочувствительного элемента для пожарного извещателя.

Характер протекания тока ТСД в электретной пленке позволяет применять электреты в качестве термочувствительного элемента аналогового теплового пожарного извещателя, который работает по следующей схеме.

При повышении температуры в охраняемом помещении конвективное тепло воспринимается термочувствительным элементом, что приводит к появлению термоЭДС. Если температура в помещении продолжает расти, растет термоЭДС, и сигнал продолжает поступать на станцию пожарной сигнализации. В случае прекращения повышения и последующем снижении температуры в помещении температура термочувствительного элемента падает до исчезновения ТСТ, т.е. значение величины силы тока в цепи зависит от значения фактора пожара - температуры. При повторном нагреве термочувствительного элемента аналогового извещателя термоЭДС должна появляться снова, т.е. термочувствительный элемент должен обладать свойством самовосстановления.

С целью выявления самовосстанавливающей способности электретного термочувствительного элемента процесс термостимулированной деполяризации полимерных пленок-электретов прерывали при температуре 50<sup>0</sup>С, после чего протекание ТСТ прекращалось, затем пленки снова нагревали и фиксировали ТСТ (рисунки 3,4).

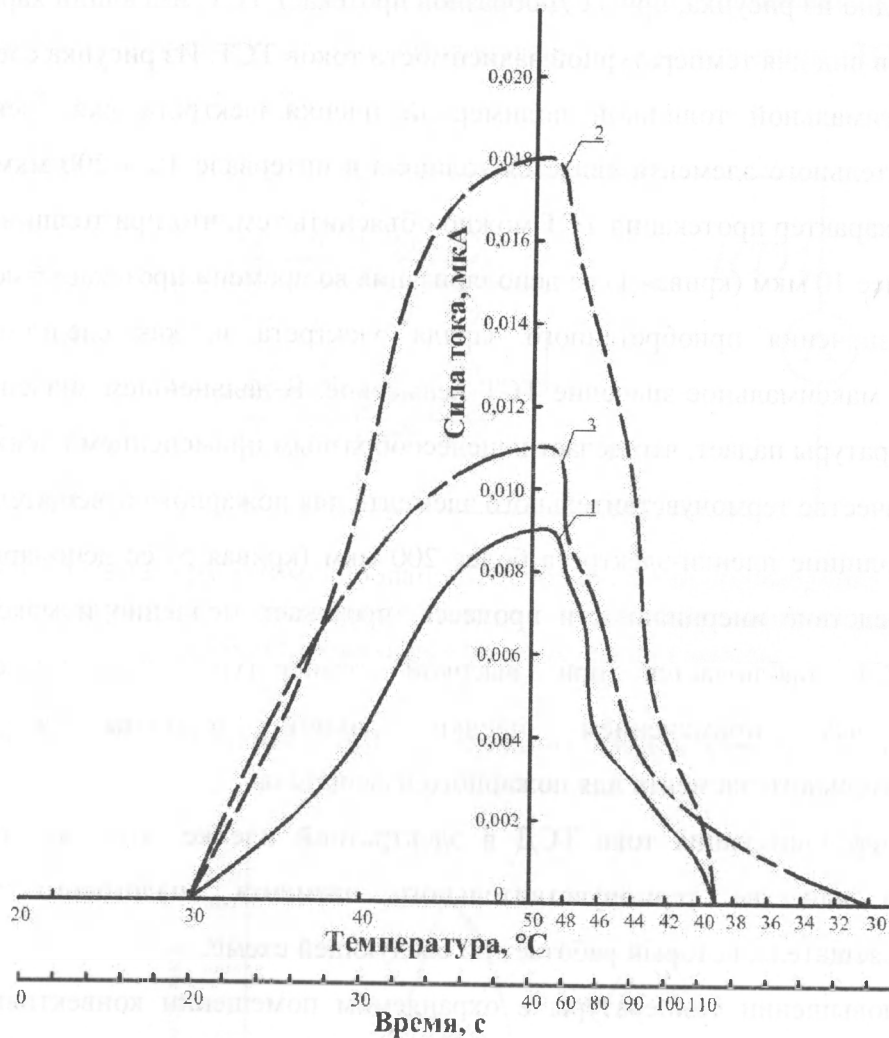


Рисунок 3 – Зависимость значений ТСТ пленок-электретов от температуры во времени при прерывании нагрева: 1 – при толщине пленки 8 мкм; 2 – при толщине пленки 10 мкм; 3 – при толщине пленки 100 мкм; 4 – при толщине пленки 200 мкм; 5 – при толщине пленки 210 мкм

Как видно из рисунка 3 при прерывании нагрева пленки-электрета рост ТСТ прекращается и по мере снижения температуры начинает снижаться вплоть до нуля. При повторном нагреве ТСТ снова появляется.

На рисунке 4 показаны графики ТСТ повторной термодеполяризации пленок, ТСТ которых приведены на рисунке 3. Из приведенных графиков видно, что электретный термочувствительный элемент обладает свойством самовосстанавливаемости.

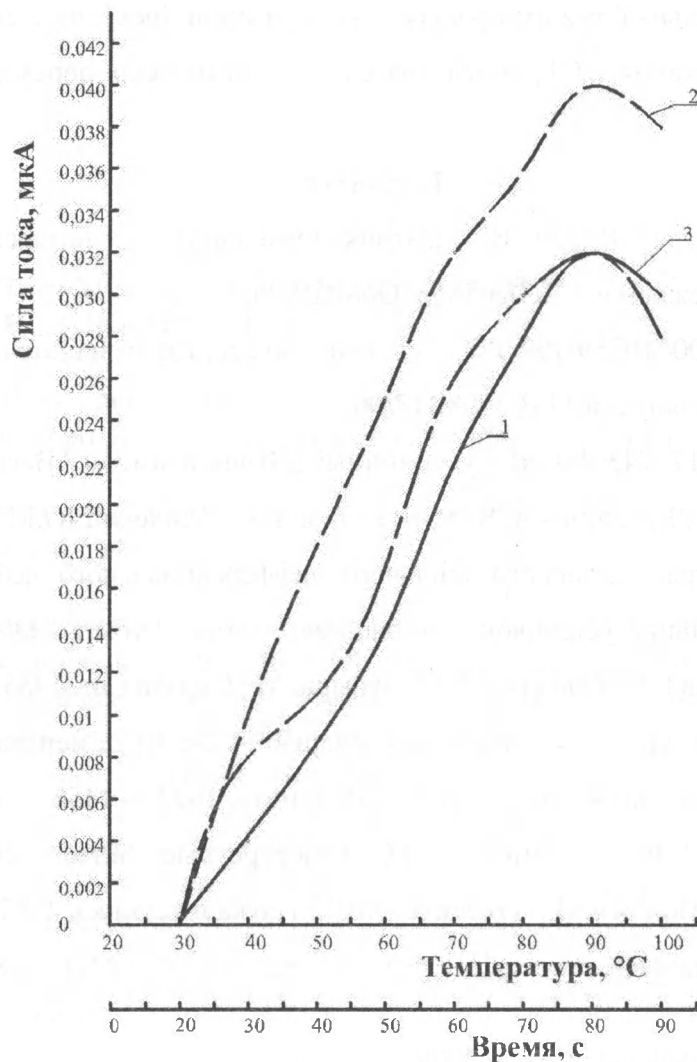


Рисунок 4 – Зависимость значений ТСТ пленок-электретов от температуры во времени при повторной деполяризации: 1 – при толщине пленки 8 мкм; 2 – при толщине пленки 10 мкм; 3 – при толщине пленки 100 мкм; 4 – при толщине пленки 200 мкм; 5 – при толщине пленки 210 мкм

#### Заключение

1) Характер изменения ТСТ, протекающего в процессе деполяризации электретного термочувствительного элемента позволяет применять полимерный электрет для аналогового теплового пожарного извещателя, так как значение величины силы тока в цепи зависит от величины значения фактора пожара, то есть температуры.

2) Электретный термочувствительный элемент дает возможность не только определять критические значения температуры в защищаемом помещении, но и контролировать процесс изменения температуры в технологических установках, выдавая сигнал персоналу об угрожающем состоянии технологического процесса.

3) По возможности восстановления работоспособности полимерный электрет является самовосстанавливаемым – при переходе температуры в защищаемом

помещении в нормальный режим процесс деполяризации прекращается, что приводит к прекращению протекания ТСТ, и извещатель автоматически переходит в дежурный режим.

### Литература

1. Патент US 7012535 ВВ. Датчик температуры с батарейным питанием, выдающий предупреждение / Keller John. G08B19/00;
2. Заявка 2004102599/99 РФ. Тепловой пожарный извещатель / Членов А.Н., Буцинская Т.А., Землянухин М.В. G08B17/06
3. Патент 2179743 РФ. Модуляционный датчик пламени / Васин В.И., Воронов А.Ю., Горбачев Л.Д., Калашников В.И., Куренков В.С., Милехин Ю.М., Соколов Н.Н.
4. «Извещатель пожарного теплового дифференциального действия ДПС-038» (прототип). Эксплуатация установок пожарной автоматики Бубырь Н.Ф., Воробьев Р.П., Быстров Ю.В., Зуйков Г.М. / Под ред. Н.Ф. Бубыря.-М.: Стройиздат, 1986.-367 с: ил.
5. Большой энциклопедический словарью – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: «Большая Российская энциклопедия»; СПб: «Норинт», 1997. – 1456 с.: ил.
6. Гольдаде В.А., Пинчук Л.С. Электретные пластмассы: Физика и материаловедение / Под ред. В.А. Белого. – МН.: Наука и техника, 1987. – 231 с.
7. Электреты: Пер. с англ./Под ред. Г. Сесслера. – М.: Мир, 1983. – 487 с, ил.

*Поступила в редакцию 20.11.2009*

**I.M. Vertjachih, I.A. Volkov, I.I. Sutorma**

### **ABOUT POSSIBILITY OF USING THE ELECTRET THERMOSENSITIVE ELEMENT IN THE FIRE DETECTOR**

Given article is devoted to the researching possibility of using the electret effect in the thermosensitive element of the analogue thermal fire detector. As a polymeric material for reception of electret has been chosen polyvinylbutyral. Samples for researches in the form of films were polarised in the field of corona discharge. Thermostimulated currents of received electret films were raised by a method of thermostimulated depolarization.