

УДК 614:84

ekaterinagolovina@yandex.ru

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ СОСТАВОВ
ИНТУМЕСЦЕНТНОГО ТИПА ПРИ ОГНЕВЫХ ИСПЫТАНИЯХ
В УСЛОВИЯХ УГЛЕВОДОРОДНОГО ГОРЕНИЯ**

**STUDY OF FIRE RETARDANT PROPERTIES OF INTUMESCENT
COMPOSITIONS DURING FIRE TESTS IN HYDROCARBON COMBUSTION**

*Головина Е.В.,
Беззапонная О.В., кандидат технических наук, доцент,
Акулов А.Ю., кандидат технических наук, доцент,
Мансуров Т.Х.,
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург*

*Golovina E.V., Bezzaponnaya O.V., Akulov A.Yu., Mansurov T.H.,
The Ural Institute of State Firefighting Service of Ministry
of Russian Federation for Civil Defense, Yekaterinburg*

В статье приведено обоснование проведения огневых испытаний огнезащитных составов (далее – ОЗС), применяемых на объектах нефтегазовой отрасли, методом оценки огнезащитной эффективности в условиях углеводородного температурного режима. Приведены результаты исследования огнезащитных составов интумесцентного типа разной химической природы методом оценки огнезащитной эффективности применительно к условиям углеводородного температурного режима. Проведен анализ полученных результатов для исследуемых огнезащитных материалов на основе силиконового связующего, на основе эпоксидных смол, акриловой и водной дисперсий.

Ключевые слова: углеводородный температурный режим, огнезащитная эффективность, огнезащитный состав интумесцентного типа, объекты нефтегазовой отрасли.

The article presents the explanation for fire tests of flame retardants used at the objects of the oil and gas industry by the method of assessing the flame retardant efficiency under hydrocarbon temperature conditions. The results of the study of flame retardants of intumescent type of different chemical nature by the method of assessing the fire retardant efficiency in relation to the conditions of hydrocarbon temperature regime are presented. The analysis of the results obtained for the studied flame retardant materials: silicone, epoxy resins, acrylic and water dispersions.

Keywords: hydrocarbon temperature regime, fire-retardant efficiency, fire-retardant of intumescent type, oil and gas industry facilities.

Введение

Применяемые в Российской Федерации нормативные документы предполагают проведение испытаний на огнезащитную эффективность огнезащитных составов в условиях стандартного пожара. Для объектов нефтегазовой отрасли должны применяться специальные огнезащитные составы, способные выдерживать условия углеводородного горения. В

настоящее время немного составов, способных выдержать условия углеводородного режима пожара. Средства огнезащиты, которые подтвердили свою эффективность в условиях стандартного пожара, не могут обеспечить такие же характеристики в условиях углеводородного пожара. Следовательно, применение огнезащитных составов на объектах нефтегазовой отрасли предполагает их испыта-

ние в условиях углеводородного температурного режима, характеризующегося высокой температурой и скоростью распространения пламени [1]. Как указано в ГОСТ 1363-2-2014 [2] при необходимости может быть создан другой температурный режим, учитывающий реальные условия пожара, и отличающийся от стандартного режима. ГОСТ 1363-2-2014 устанавливает альтернативные и дополнительные методы испытания конструкций на огнестойкость, учитывающие реальные условия пожара.

В соответствии с ГОСТ 1363-2-2014 [2] и ГОСТ 53295-2009 [3] были проведены испытания на огнезащитную эффективность в условиях углеводородного температурного режима (рисунок 1). Для исследования вспучивающиеся огнезащитные составы наносились на стальные колонны двутаврового сечения (применялась грунтовка по металлу «ГФ-021») высотой образца 1700 ± 10 мм, с приведенной толщиной металла 5,8 см и толщиной покрытия $10,0 \pm 0,3$ мм. Сушка покрытия при температуре окружающей среды ($22-24$ °C) в течение 21 суток.

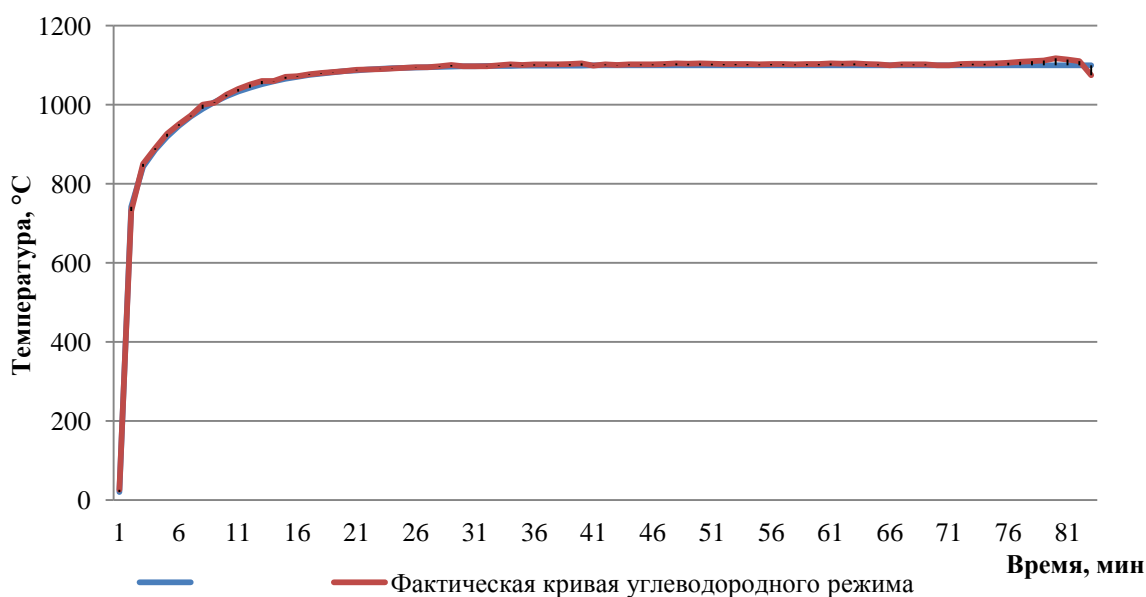


Рисунок 1. Кривые углеводородного температурного режима по ГОСТ 1363-2-2014 и фактическая кривая испытаний

Исследование огнезащитной эффективности проводилось для огнезащитных составов интумесцентного типа на основе силиконового связующего, на основе эпоксидных смол, акриловой и водной дисперсии. Во время проведения испытаний помимо времени наступления предельного состояния образца фиксировались изменение температуры в печи, поведение огнезащитного состава инту-

месцентного типа (вспучивание, обугливание, отслоение), изменение температуры металла опытного образца.

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты проведенных огневых испытаний приведены в таблице 1. Графически полученные результаты отражены на рисунках 2-4.

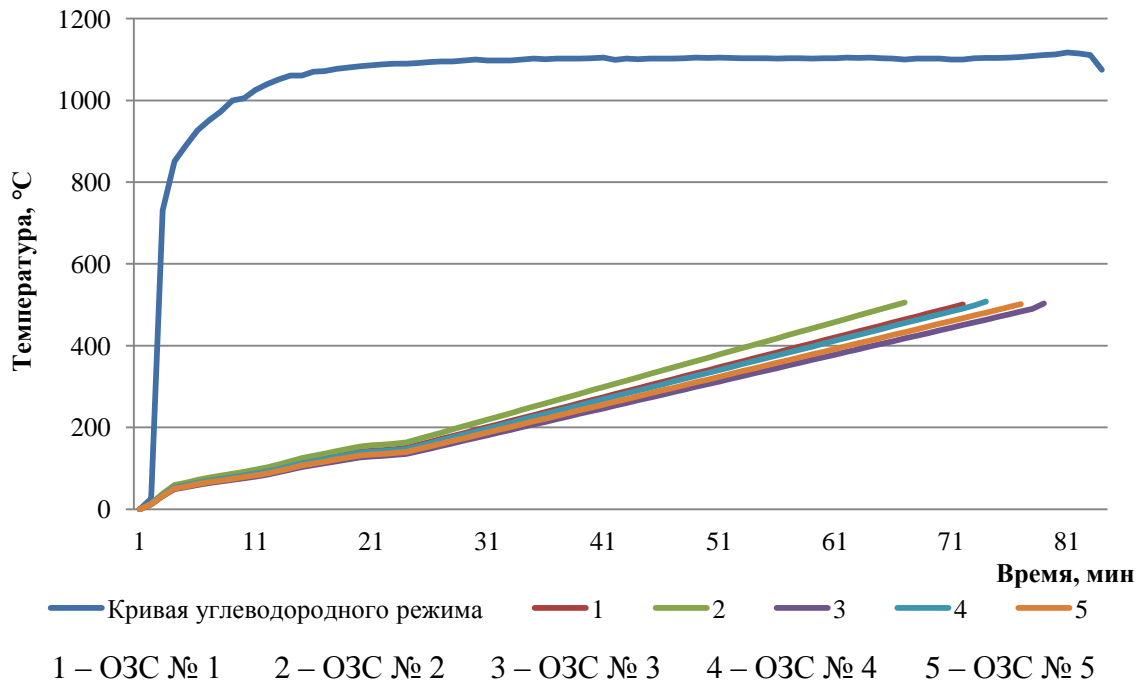


Рисунок 2. Результаты испытаний ОЗС на силиконовой основе в условиях углеводородного температурного режима

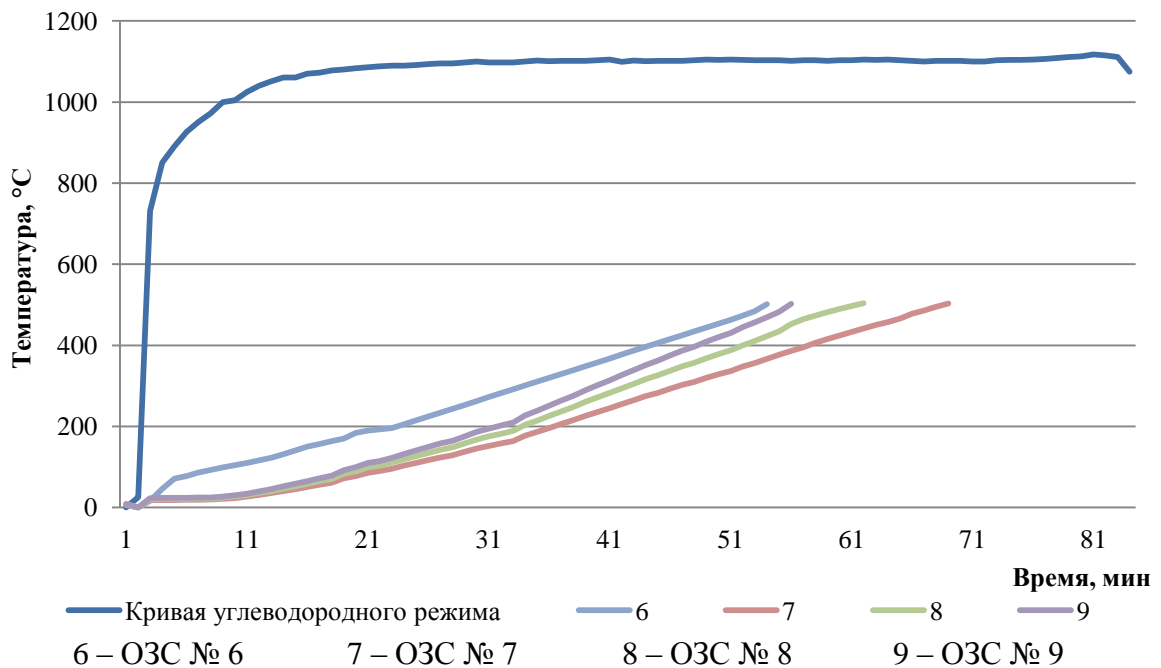


Рисунок 3. Результаты испытаний ОЗС на основе эпоксидных смол в условиях углеводородного температурного режима

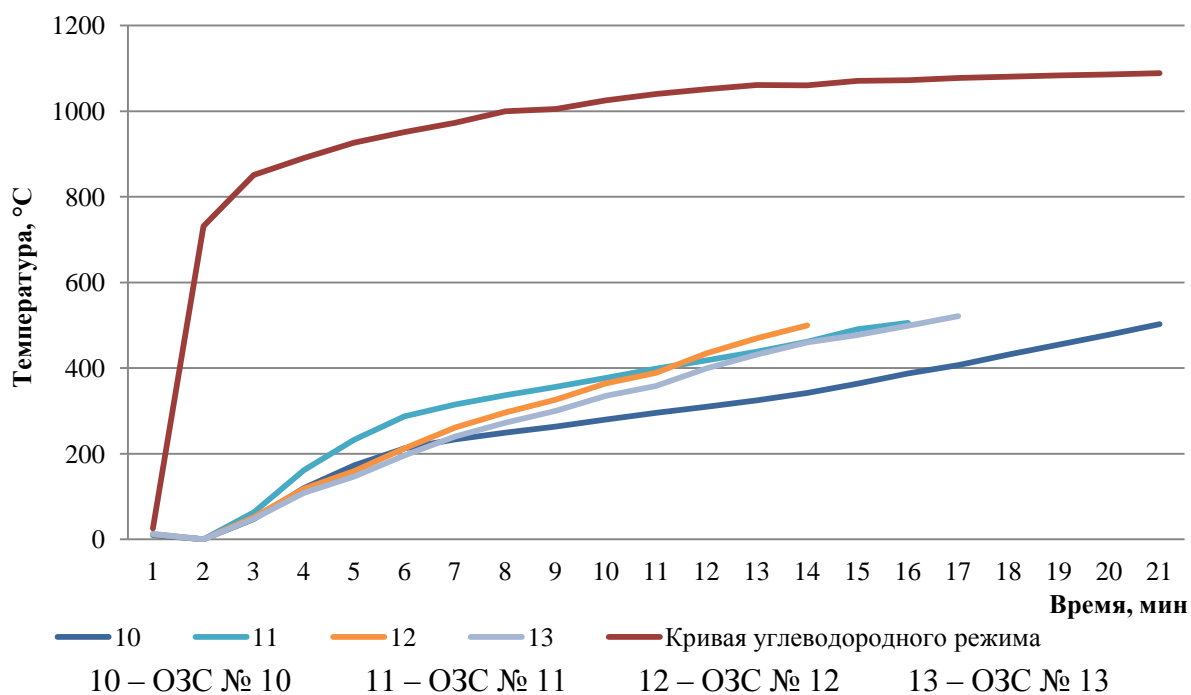


Рисунок 4. Результаты испытаний ОЗС на основе акриловой и водной дисперсии в условиях углеводородного температурного режима

Таблица 1
Результаты огневых испытаний ОЗС интумесцентного типа
разной химической природы

	ОЗС на силиконовой основе					ОЗС на эпоксидной основе				ОЗС на акриловой основе		ОЗС на водной основе	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$T_{кр}$, мин	71	67	79	76	76	52	67	59	54	19	14	12	15

Примечание: $T_{кр}$ – время достижения критической температуры (500 °C) стальной конструкцией (в минутах).

В результате проведенных испытаний установлено, что наименьшее время достижения критической температуры образца наблюдается у композиции на основе водной дисперсии. Наибольшее

время $T_{кр}$ показали составы на силиконовой основе и на основе эпоксидных смол.

В ходе испытаний была проведена оценка изменений, происходящих с покрытиями, которые отражены на рисунке 5 и в таблице 2.



Рисунок 5. Внешний вид ОЗС интумесцентного типа после огневых испытаний в условиях углеводородного температурного режима

Таблица 2
Изменения, происходящие с покрытиями, во время огневых испытаний в условиях углеводородного температурного режима

Образец	Время начала горения	Время окончания горения	Толщина вспученного слоя	Наличие дефектов вспученного покрытия
ОЗС № 1	6 мин	53 мин	20,1 см	Неоднородность вспучивания
ОЗС № 2	8 мин	55 мин	19,8 см	
ОЗС № 3	8 мин	55 мин	21,1 см	
ОЗС № 4	8 мин	56 мин	22,5 см	
ОЗС № 5	7 мин	54 мин	21,8 см	
ОЗС № 6	5 мин	39 мин	14,6 см	Обугливание
ОЗС № 7	7 мин	47 мин	16,2 см	
ОЗС № 8	5 мин	40 мин	14,1 см	
ОЗС № 9	7 мин	42 мин	15,2 см	
ОЗС № 10	3 мин	14 мин	12,5 см	Растрескивание
ОЗС № 11	2 мин	10 мин	12,1 см	
ОЗС № 12	2 мин	9 мин	11,9 см	Сильное отслоение
ОЗС № 13	2 мин	10 мин	12,4 см	

Примечание: время начала и окончания горения отсчитывалось от начала испытания.

Выводы

Установлено, что покрытия на основе силиконового и эпоксидного связующего характеризуются незначительным количеством дефектов теплоизолирующего пенококсового слоя, благодаря чему данные составы продемонстрировали высокие временные показатели огнезащитной эффективности в условиях углеводородного горения. В результате огневых испытаний огнезащитных вспучивающихся материалов на основе акриловой и водной дисперсии была зафиксирована утрата целостности вспученного покрытия – растрескивания, неудовлетворительная адгезия пенококсов, в связи с чем, время достижения критической температуры стальной конструкцией составило 19 и 12 минут соответственно, что свидетельствует о том, что данные составы малоэффективны при их применении на

объектах нефтегазовой отрасли, для которых характерна опасность возникновения углеводородного горения.

В результате исследования огнезащитных материалов интумесцентного типа методами термического анализа [4-8] и методом оценки огнезащитной эффективности, можно сделать вывод, что составы, характеризующиеся большей термостойкостью, с позиции методов СТА, также показали большую огнезащитную эффективность при огневых испытаниях в условиях углеводородного температурного режима. Отсюда вытекает предположение о возможной зависимости между термоаналитическими параметрами, характеризующими термостойкость огнезащитной композиции, и временными показателями, характеризующими огнезащитную эффективность исследуемых составов.

Литература

1. Цой А.А. Испытание огнезащитных материалов в условиях углеводородного температурного режима / А.А. Цой, Ф.В. Демехин // Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. 2015. № 4. С. 20-24.
2. ГОСТ Р ЕН 1363-2-2014 Конструкции строительные. Испытания на огнестойкость. Часть 2. Альтернативные и дополнительные методы. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» (дата обращения: 08.11.2017).

3. ГОСТ Р 53295-2009 Средства огнезащиты для стальных конструкций. Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» (дата обращения: 05.02.2018).

4. Беззапонная О.В., Головина Е.В., Мансуров Т.Х. Особенности проведения испытаний огнезащитных материалов интумесцентного типа методом термического анализа в условиях углеводородного пожара // Техносферная безопасность. 2017. № 3 (16). С. 57-62.

5. Беззапонная О.В., Головина Е.В., Мансуров Т.Х., Акулов А.Ю. Применение метода термического анализа для комплексного исследования и совершенствования вспучивающихся огнезащитных составов // Техносферная безопасность. 2017. № 2 (15). С. 3-7.

6. Беззапонная О.В., Головина Е.В. Оценка влияния минеральных наполнителей на термостойкость и горючесть огнезащитного состава интумесцентного типа на силиконовой основе // Журнал прикладной химии. 2018. Т. 91. № 1. С. 104-109.

7. Беззапонная О.В., Головина Е.В., Акулов А.Ю., Калач А.В., Шарапов С.В., Калач Е.В. Пути совершенствования огнезащитных терморасширяющихся составов для использования на объектах нефтегазового комплекса // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. 2017. Т. 26. № 12. С. 14-24. DOI: 10.18322/PVB.2017.26.12.14-24.

8. Головина Е.В., Беззапонная О.В., Мансуров Т.Х. Критерии оценки термостойкости огнезащитных составов интумесцентного типа для объектов нефтегазового комплекса // Техносферная безопасность. 2018. № 3 (20). С. 33-38.

References

1. Coj A.A. Ispytanie ognezashchitnyh materialov v usloviyah uglevodorodnogo temperaturnogo rezhima // A.A. Coj, F.V. Demekhin // Nauchno-analiticheskij zhurnal Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzhby MCHS Rossii. – 2015. – № 4. – S. 20-24.

2. GOST R EN 1363-2-2014 Konstrukcii stroitel'nye. Ispytaniya na ognestojkost'. CHast' 2. Al'ternativnye i dopolnitel'nye metody. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus». (data obrashcheniya: 08.11.2017).

3. GOST R 53295-2009 Sredstva ognezashchity dlya stal'nyh konstrukcij. Obshchie trebovaniya. Metod opredeleniya ognezashchitnoj ehffektivnosti. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus». (data obrashcheniya: 05.02.2018)

4. Bezzaponnaya O.V., Golovina E.V., Mansurov T.H. Osobennosti provedeniya ispytanij ognezashchitnyh materialov intumescentnogo tipa metodom termicheskogo analiza v usloviyah uglevodorodnogo pozhara // Tekhnosfernaya bezopasnost'. – 2017. – № 3 (16). – S. 57-62.

5. Bezzaponnaya O.V., Golovina E.V., Mansurov T.H., Akulov A.YU. Primenenie metoda termicheskogo analiza dlya kompleksnogo issledovaniya i sovershenstvovaniya vspuchivayushchihsya ognezashchitnyh sostavov // Tekhnosfernaya bezopasnost'. – 2017. – № 2 (15). – S. 3-7.

6. Bezzaponnaya O.V., Golovina E.V. Ocenka vliyaniya mineral'nyh napolnitelej na termostojkost' i goryuchest' ognezashchitnogo sostava intumescentnogo tipa na silikonovoj osnove // Zhurnal prikladnoj himii. – 2018. – Т. 91. – № 1. – S. 104-109.

7. Bezzaponnaya O.V., Golovina E.V., Akulov A.YU., Kalach A.V., SHarapov S.V., Kalach E.V. Puti sovershenstvovaniya ognezashchitnyh termorasshiryayushchihsya sostavov dlya ispol'zovaniya na ob'ektah neftegazovogo kompleksa // Pozharovzryvobezopasnost' / Fire and Explosion Safety. – 2017. – Т. 26. – № 12. – S. 14-24. DOI: 10.18322/PVB.2017.26.12.14-24.

8. Golovina E.V., Bezzaponnaya O.V., Mansurov T.H. Kriterii ocenki termostojkosti ognezashchitnyh sostavov intumescentnogo tipa dlya ob'ektov neftegazovogo kompleksa // Tekhnosfernaya bezopasnost'. – 2018. – № 3 (20). – S. 33-38.