

sewages and gas surge will provide newly to solve actual and global problems to not only branches, but also region as a whole.

Ionits and ion change membrane, as means of protection surrounding ambiances from chemical and radioactive contamination, belongs to future.

#### REFERENCES AND NOTES

1. Ergojin E. Ionits and ion change by smoly.-Alma-ata.:Nauka.1998.-s.240.
2. Gafurova D.A. Physic-chemical particularities of the formation and characteristic ionits. The Abstract dissert. Doctor of chemical sci. -Tashkent. NUUZ, 2015 y. -p.75.
3. Gafurova D.A., Shohidova D.N. New complexity on base polyacrylonitryl. Uzb. Chemical journal. -Tashkent, 2013. №2. -p.25-28.
4. Panjiev U.R., Ziyaeva M.A. Develope new ionits for peelings of the sewages oil and gaze to industry. Journal Oil and gas Uzbekistan. №4, 2015.-p.58-62.
5. Panjiev U.R, Kasimova F.B., Mukhamedgaliev B.A.A new ionits on base departure. Journal Composition materials. №4, 2015. -p. 17-19.
6. Panjiev U.R, Kasimova F.B. Ionits for peelings of the sewages. Journal Ecological herald of a Uzbekistan. №11, 2015 y. -p.45-48

УДК 614.8

### НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ЭЛАСТИЧНЫХ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ПО ТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Тарахно Е. В., доктор технических наук, доцент  
Национальный университет гражданской защиты Украины

Скородумова О. Б., доктор технических наук, профессор  
Национальный университет гражданской защиты Украины

Трегубов Д. Г., кандидат технических наук, доцент  
Национальный университет гражданской защиты Украины

*Аннотация.* Предложен новый подход к созданию эластичных огнезащитных покрытий по текстильным материалам на основе гибридных кремнийорганических гелей. Эластичность покрытий возможно достичь путем снижения количества активных центров на поверхности геля. Разработанное гелевое покрытие закреплено ковалентными связями на поверхности целлюлозного волокна нитей ткани, что обеспечивает значительное повышение ее огнезащиты, водостойкости, а также снижение дымообразующей способности.

*Ключевые слова:* пожарная опасность, текстильные материалы, огнезащита, кремнийорганические золь-гель композиции, гелеобразование, гелевое покрытие, антипирен.

## SCIENTIFIC BASIS OF CREATION OF ELASTIC FIRE- PROTECTIVE COATINGS ON TEXTILE MATERIALS BASED ON ORGANOSILICON COMPOUNDS

Tarakhno E.V., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor  
National University of Civil Defence of Ukraine

Skorodumova O.B., Doctor of Technical Sciences, Professor  
National University of Civil Defence of Ukraine

Tregubovo D.G., Doctor of Philosophy, Associate Professor  
National University of Civil Defence of Ukraine

*Abstract.* A new approach to the creation of elastic fire retardant coatings for textile materials based on hybrid organosilicon gels is proposed. The elasticity of the coatings can be achieved by reducing the number of active sites on the gel surface. The developed gel coating is fixed by covalent bonds on the surface of the cellulose fiber of the fabric filaments, providing a significant increase in its fire protection, and water resistance as well decrease the smoke-generating ability.

*Key words:* fire hazard, textile materials, fire protection, organosilicon sol-gel compositions, gelation, gel coating, fire retardant

Текстильные материалы традиционно остаются одними из самых распространенных материалов, используемых в жизнедеятельности человека.

Горючесть является важной характеристикой текстильных изделий наравне с технологичностью, функциональностью, ценовой доступностью. Статистические данные о возникновении пожаров в результате возгорания текстильных материалов свидетельствуют о тенденции к их увеличению. Анализ пожарной безопасности объектов в Украине показывает, что наибольшее количество пожаров происходит в сооружениях жилого сектора (около 80 %), при этом погибает более 90 % лиц от общего количества пострадавших. Гибель людей обусловлена, прежде всего, пожарной опасностью текстильных материалов из-за их легкой воспламеняемости (даже от маломощных источников возгорания), большой скорости распространения горения, сильного задымления и высокой токсичности продуктов термического разложения и горения. Большую опасность горючие текстильные материалы представляют при условии их использования в качестве обивочных и отделочных материалов на транспорте, обеспечивающем пассажирские перевозки, в помещениях с массовым пребыванием людей, особенно в домах престарелых, больницах, детских садах и летних лагерях.

Несмотря на практическую важность проблемы уменьшения пожарной опасности текстильных материалов и значительные достижения в этой сфере, многие вопросы, связанные с огнезащитой тканей, остаются до сих пор нерешенными. Так, продолжают использоваться огнезащитные средства, которые в своем составе имеют высокотоксичные вещества, которые дополнительно повышают экологическую опасность материала. Некоторые средства обеспечивают непродолжительную огнезащиту тканей и изделий из них.

Поэтому задача обеспечения огнезащиты текстильных материалов без потери ими функциональных свойств и ценовой доступности для широкого применения является актуальной научно-прикладной проблемой в сфере пожарной безопасности.

Цель работы – развитие научных основ создания эластичных огнезащитных покрытий по текстильным материалам путем разработки комплексных гибридных гелей на основе кремнийорганических соединений.

В основном, используют 2 метода обеспечения пожарной безопасности текстильных материалов: 1) синтез неорганических негорючих или органических

трудногорючих термостойких волокон; 2) физическая или химическая модификация расплава волокнообразующих полимеров, природных нитей, поверхностная или объемная обработка тканей или готовых изделий.

Оценены преимущества и недостатки существующих методов и способов огнезащиты текстильных материалов.

Среди основных недостатков можно отметить:

- сложность и длительность проведения технологического процесса синтеза негорючих или трудногорючих волокон;
- высокая стоимость и сложное строение некоторых компонентов огнезащитных композиций;
- негативное влияние на физико-механические свойства защищаемых материалов;
- токсичность и негативное влияние на экологию некоторых замедлителей горения или продуктов их термического разложения;
- неудовлетворительные огнезащитные свойства и малый срок огнезащиты;
- повышенная дымообразующая способность.

Перспективными замедлителями горения текстильных материалов являются кремнеорганические гелевые покрытия, которые имеют ряд преимуществ, а именно: негорючесть, водостойкость, экономичность и технологичность при применении, возможность использования для огнезащитной обработки тканей и изделий из них.

Поэтому представляется перспективным разработать новый подход к модификации тканей, который позволил бы в случае использования традиционного золь-гель процесса и простых невредающих антипиренов повысить огнестойкость ткани при сохранении их естественной эластичности, внешнего вида, технологичности нанесения и ценовой доступности.

Проведенные исследования позволили разработать теоретические основы получения эластичных покрытий путем корректировки параметров созревания кремнийорганических золь-гелей в индукционном периоде, что повышает эффективность их применения для целей огнезащиты текстильных материалов. Установлено, что обязательным условием получения эластичности покрытия является снижение количества активных центров и равномерное распределение гидрофобных радикалов на поверхности гелевого покрытия.

Установлено, что образование ковалентных связей между функциональными группами целлюлозного волокна и поликремниевой кислоты, являющейся основной фазой кремнийорганических гелей, обеспечивает водостойкость обработанных образцов и надежно защищает текстильный материал от возгорания. Так, время начала обугливания ткани увеличивается на 20-30 %, а время полного прогорания ткани (в зависимости от типа ткани и состава покрытия) повышается в 2-10 раз.

Применение комплексных композиций на основе кремнийорганических гелей и химически активных замедлителей горения (антипиренов) увеличивает эффективность огнезащитного действия, что обусловлено ингибированием процессов, протекающих как в конденсированной фазе (за счет соединений фосфора), так и в газовой фазе (за счет аммония). Установлено, что подавление процесса дымообразования (в 2,5–3 раза) при воздействии открытого пламени или теплового воздействия пожара на защищенные покрытием текстильные материалы позволяет применять разработанные композиции для огнезащиты текстильных материалов на объектах с массовым пребыванием людей.

Предложен химизм закрепления молекул антипирена на поверхности целлюлозного волокна и гелевого покрытия, заключающийся в образовании ковалентной связи между функциональными группами целлюлозы, гелевого покрытия и антипирена, что обеспечивает повышение огнезащитного действия комбинированных покрытий.

Разработана математическая модель огнезащитного действия кремнийорганического покрытия по целлюлозосодержащему волокну нитей ткани, обеспечивающая получение прогнозных оценок параметров пожарной безопасности

текстильных материалов, исходя из уровня теплового воздействия на поверхность защищенного материала.

На основании сформулированных теоретических положений по огнезащите текстильных материалов комплексными покрытиями разработаны практические рекомендации по выбору рецептуры огнезащитных комбинированных гелевых покрытий, расходов, условий нанесения и сушки, необходимых для эффективной огнезащиты текстильных материалов различного назначения от теплового воздействия пожара или открытого огня.

Для определения соответствия результатов экспериментальных исследований, проведенных на разработанных и усовершенствованных лабораторных установках, достоверности сделанных на их основе выводов по огнезащитной эффективности разработанных композиций проводили определение параметров пожарной безопасности обработанных образцов текстильных материалов по стандартным методикам. Установлено, что хлопчатобумажные образцы, пропитанные разработанной композицией, являются: трудно воспламеняющимися, с малой (низкой) дымообразующей способностью, трудногорючими материалами, не распространяющими пламя.

Таким образом, установлено, что нанесение комплексных композиций на основе кремнийорганических гелей и химически активных замедлителей горения не только замедляет термодеструкцию текстильных материалов за счет протекания эндотермических процессов в гелевом покрытии, замедляет реакции гетерогенного и газофазного окисления за счет протекания процессов коксообразования и ингибирования активных центров пламени, но и способствует угнетению процесса дымообразования при воздействии открытого пламени или теплового воздействия пожара на защищенные покрытием текстильные материалы. Обобщающие выводы являются теоретическими основами получения эластичных комплексных кремнийорганических огнезащитных покрытий по текстильным материалам.

**УДК 614.841:544.169**

### **НЕЛИНЕЙНОСТЬ МАССОВЫХ СКОРОСТЕЙ ВЫГОРАНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ РАЗНЫХ ГОМОЛОГИЧЕСКИХ РЯДОВ**

Трегубов Д.Г., кандидат технических наук, доцент

Тарахно Е.В., доктор технических наук, доцент

Трегубова Ф.Д., студентка

Национальный университет гражданской защиты Украины

*Аннотация.* Проанализировано влияние на свойства вещества, в том числе на массовую скорость выгорания ( $V_m$ ), длины молекулы углеводородов разных гомологических рядов. Показано наличие периодичности в значениях температур плавления и  $V_m$  жидких углеводородов по принципу «четных-нечетных» молекул. Аппроксимирована зависимость температур плавления *n*-алканов от длины углеродной цепи. Предложена аналитическая зависимость для расчетного прогноза  $V_m$  *n*-алканов и *n*-спиртов на основании значений температур плавления и самовоспламенения, а также молярной массы.

*Ключевые слова:* углеводород, температура плавления, температура самовоспламенения, массовая скорость выгорания, расчет.

## NONLINEARITY OF MASS VELOCITIES OF BURNING FOR HYDROCARBONS FROM DIFFERENT HOMOLOGICAL SERIES

Tregubov DG, Ph.D, Associate Professor

Tarahno EV, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Tregubova FD, Student

National University of Civil Defence of Ukraine

*Annotation.* An influence on the properties of the substance, including on the mass rate of burnout of the length of molecules for hydrocarbons of different homological series, is analyzed. The presence of oscillativity of melting points and  $V_m$  of liquid hydrocarbons for "even-odd" molecules is shown. The dependence of the melting temperatures of n-alkanans from the length of the carbon chain is approximated. Analytical dependence for the estimated prediction of VM n-alkanans and n-alcohols based on the values of melting and self-ignition temperatures, as well as the molar mass is proposed.

*Keywords:* hydrocarbon, melting point, self-ignition temperature, bulk burnout rate, calculation.

Массовая скорость выгорания – важный показатель пожарной опасности веществ в жидком и твердом состоянии. Однако для последних методик расчетного прогноза параметров пожарной опасности практически не существует. Это во многом объясняется нелинейностью свойств даже для веществ, которые принадлежат к одному гомологическому ряду. Обычно учитывают вклад в расчетный параметр инкрементов для типа и количества атомов, химических связей, функциональных групп и др., а также некоторые теплофизические характеристики вещества.

Температура плавления ( $t_{пл}$ ) относится к основным параметрам, которые определяют как общие свойства, так и опасность хранения веществ. Но зависимость увеличения  $t_{пл}$  в одном гомологическом ряду углеводородов имеет не плавный, а колебательный характер. Так, у «соседей» по ряду циклоалканов – циклопентан и циклогексан – разница в  $t_{пл}$  составляет более 100 К, а циклопентан плавится тяжелее циклобутана. Это связано с образованием надмолекулярных структур кластерного типа (димеров), различиями в пространственном строении и др. Без учета колебательных отклонений от общей зависимости трудно прогнозировать свойства вещества. Такие эффекты обуславливают периодичность значений  $V_m$  n-алканов и n-спиртов [1], а также их температур плавления [2]; этот эффект интенсивно проявляется для циклоалканов, слабее – для алкенов. Колебательность проявляется в том, что молекулы с «четным» и «нечетным» количеством атомов углерода имеют различные зависимости роста  $t_{пл}$ , а также  $V_m$ . Из этого следует, что строение кластеров должно отличаться для «четных» и «нечетных» молекул, маркером этого может быть разница в «эквивалентной длине» кластера (эквивалентную длину молекул рассчитывают при прогнозировании температур самовоспламенения ( $T_{св}$ ) [3].

Если бы изменение  $t_{пл}$  в гомологическом ряду зависело бы только от молярной массы, то такая зависимость должна была бы быть линейной. Но для алканов это наблюдается некоторой степени только на отрезках  $n_C = 2-8$  и  $n_C > 30$ , наименее линейный отрезок –  $n_C = 9-29$ . Данную систему можно аппроксимировать для «четных» молекул в  $n_C = 8 - t_{пл} = 22n_C - 227,3$ ; для «нечетных» –  $t_{пл} = 24,275n_C - 260,53$ ; и для всех молекул для  $n_C = 9-29 - t_{пл} = 5,56n_C - 85,3$ ; для  $n_C = 30-100 - t_{пл} = 0,7057n_C + 44,629$  (в °С). Для больших «длин» колебательность значений  $t_{пл}$  менее заметна. Данные формулы дают коэффициент корреляции для n-алканов 0,98 и среднее отклонение 7 °С.

Классы углеводородов по возрастанию эффекта нелинейности  $t_{пл}$  располагаются так: алкены, алканы, алкины и циклоалканы. Начиная с  $n_C = 7$  зависимости для алканов и алкинов почти совпадают, но с противофазностью колебаний  $t_{пл}$ . Такая колебательность незначительна для алкенов. Наибольшая амплитуда колебания  $t_{пл}$  наблюдается для алкинов и циклоалканов. Чем больше молярная масса молекулы, тем больше  $t_{пл}$  вещества; чем