

УДК 614.849

DOI 10.21661/r-465392

*Л.В. Илларионова, Е.Б. Аносова*

## ТОКСИЧЕСКАЯ И ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ НАПОЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ

***Аннотация:** полимерные материалы получили широкое распространение в современной строительной отрасли благодаря своей дешевизне и разнообразию. В связи с их популярностью в настоящее время актуальность приобрели вопросы их токсической и пожарной опасности. В работе были исследованы образцы двух напольных синтетических строительных материалов. Результаты определения показателей пожарной опасности материалов (горючесть, воспламеняемость, коэффициент дымообразования) показали их соответствие действующим сертификатам. Исследованы свойства газообразных продуктов горения образцов методом термического анализа и ИК-Фурье анализа. Результаты анализа хлорид-ионов по методу Мора в продуктах термолиза свидетельствуют о токсичности исследованных материалов.*

***Ключевые слова:** продукты термолиза, горючесть, пожарная безопасность, термический анализ, токсичность.*

*L.V. Illarionova, E.B. Anosova*

## TOXIC AND FIRE HAZARD OF FLOORING

***Abstract:** polymer materials have become widespread in the modern construction industry due to their cheapness and variety. With regard to their popularity at the present time there can appear the issues of their toxic and fire danger. The work has studied the samples of two floor synthetic building materials. The results of the determination of the fire hazard indicators of materials (combustibility, flammability, smoke ratio) showed their compliance with the current certificates. The authors have studied the properties of gaseous combustion products of samples by the method of thermal*

*analysis and FTIR analysis. The results of chloride ions analysis according the formula of Maxwell-Mohr in thermolysis products indicate the toxicity of the materials studied.*

**Keywords:** *thermolysis products, flammability, fire safety, thermal analysis, toxicity.*

### *Введение*

Токсическую и пожарную опасность современных синтетических материалов важно учитывать при обеспечении пожарной безопасности, особенно в жилых помещениях.

Согласно статистическим данным МЧС России по Москве, основным местом возникновения пожаров в многоквартирных зданиях являются жилые комнаты. За 2016 год в квартирах жилых домов зарегистрировано 1258 пожаров (2015 г. – 1 197, т.е. наблюдался рост на 5% или на 61 случай) [1].

Пожары представляют значительную угрозу для жизни и здоровья людей, а также наносят материальный ущерб.

Источниками токсичных веществ, являются покрытия стен и потолков, а также напольных покрытий.

Напольные покрытия находятся на последнем месте среди очагов возникновения пожара в помещениях, и к горючести напольных покрытий предъявляются менее жесткие требования, чем к отделочным и облицовочным материалам, так как при пожаре пол находится в зоне воздействия более низкой температуры, по сравнению со стенами и потолком [2]. Тем не менее, изучение пожароопасных и токсических свойств этих материалов имеет важное значение с точки зрения определения их безопасности и влияния на здоровье людей.

Целью настоящей работы являлось уточнение данных, описанных в сертификатах пожарной опасности наших образцов напольных покрытий, а также исследование этих материалов и газообразных продуктов их разложения другими физико-химическими методами с целью выявления их токсичности.

### *Экспериментальная часть*

В качестве объектов исследования были взяты образцы линолеума ПВХ фирмы «Новобалт-Евролин» на теплозвукоизолирующей основе, покрытие ковровое тафтинговое «НЕВА ТАФТ». Согласно сертификатам, предоставленным на эти материалы, они могут применяться в жилых помещениях.

Были проведены испытания на горючесть в соответствии с ГОСТ 30244–94 «Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть» [3], воспламеняемость ГОСТ 30244–96 «Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость» [4], определен коэффициент дымообразования по ГОСТ 12.1.044–89 «Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения» [5], проведено титрование по Мору [6], исследование с применением ИК-спектроскопии и дифференциальной калориметрии ТГ-ДСК.

### *Результаты и их обсуждение*

Испытания на определение группы горючести и группы воспламеняемости образца наших образцов проводились согласно с ГОСТ 30244–94 и ГОСТ 30244–96 соответственно.

На основании этих данных можно сделать вывод, что образец линолеума ПВХ имеет группу горючести Г3(нормальногорючие), а ковролин соответствует группе горючести Г4(сильногорючие).

Образцы линолеума ПВХ и ковролина соответствуют группе воспламеняемости В3(легковоспламеняемые), что подтвердило написанное в сертификатах.

По результатам каждого испытания на определение коэффициента дымообразования, можно сделать вывод о том, что оба образца в режиме горения соответствуют группы по дымообразующей способности Д2(материал с умеренной дымообразующей способностью), в режиме тления группе Д3(материал с высокой дымообразующей способностью).

Полученные нами результаты исследований по определению показателей пожарной опасности соответствуют данным в сертификатах пожарной безопасности.

Для более полного изучения характера термического воздействия был проведен ряд физико-химических анализов образцов с использованием современных методов исследования.

Были получены ИК-спектры поглощения образца линолеума на основе ПВХ и образца тафтингового ковролина при различных температурах, соответствующих различным стадиям термического воздействия на Фурье-ИК спектрометре фирмы Bruker Optics Tensor 27. ИК-спектры образцов приведены на рис. 1 и 2.

По оси ординат отложена интенсивность пропускания, а по оси абсцисс- частота,  $\text{см}^{-1}$ . По диапазонам частот, на которых можем увидеть пики, определяют функциональные группы, входящие в состав газообразных продуктов сгорания.

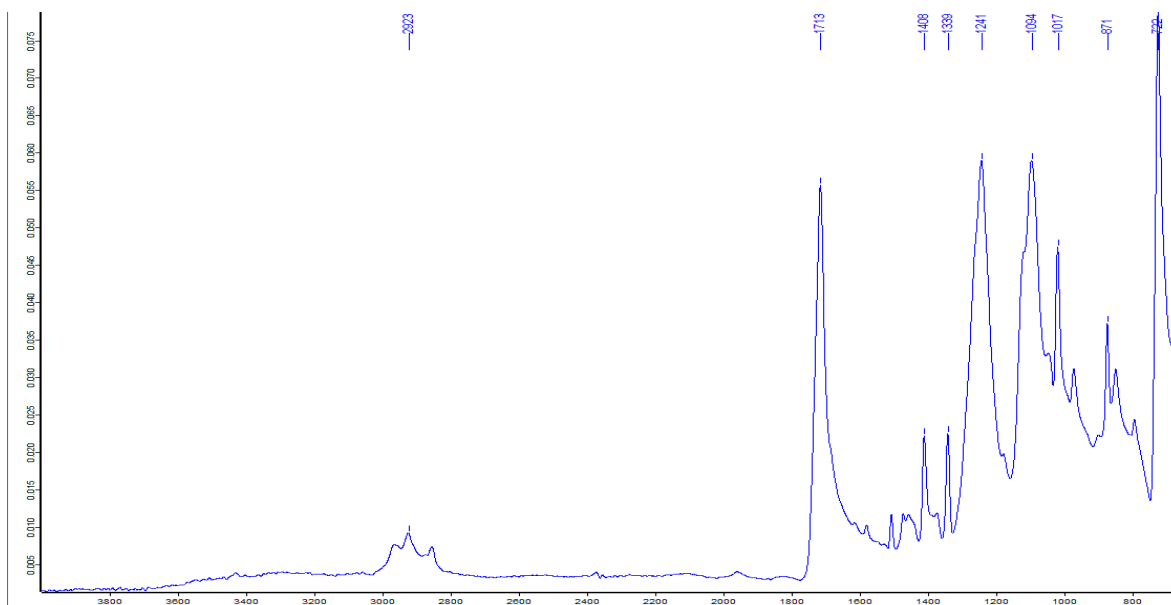


Рис 1. ИК-спектр образца линолеума

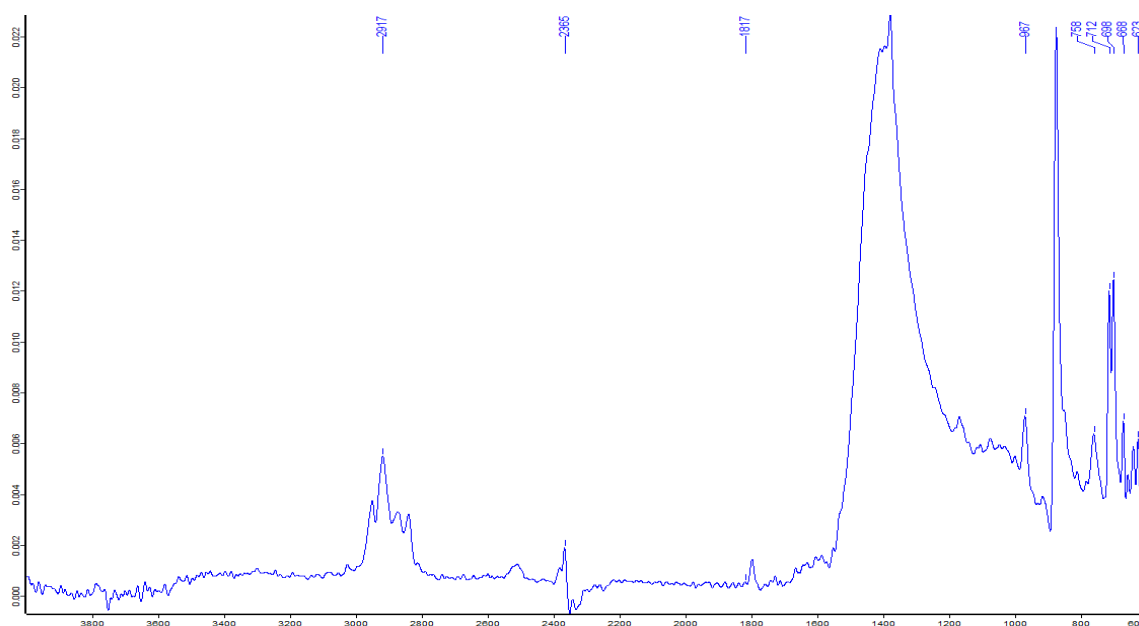


Рис 2. ИК-спектр образца ковровина

Результаты расшифровки ИК-спектра газообразных продуктов термолита образцов представлены в таблицах 1 и 2. При расшифровке ИК- спектра газообразных продуктов термолита, полученных при нагревании образца линолеума, были выявлены следующие вещества: полизамещенные соединения с функциональными группами C-Cl, фенолы, первичные и вторичные спирты, ароматические соединения.

Таблица 1

## Расшифровка ИК-спектра линолеума [7; 8]

Частота, см <sup>-1</sup>	Функциональная группа, вещества
1713	Ароматические альдегиды; алифатические кетоны; предельные алифатические карбоновые кислоты
1408	Алкены HRC=CR'H (цис); R-O-H
1339	Азиды N <sub>3</sub> ; первичные спирты, вторичные спирты, третичные спирты, фенолы, ароматические амины
1241	Ароматические и винильные простые эфиры, сложные эфиры
1094	Вторичные спирты, алифатические простые эфиры, пиридины и хинолины, ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
1017	Первичные спирты, пиридины и хинолины
871	Альдегиды, фураны
722	Алкены HRC=CR'H (цис); первичные амины, тиофены, C-Cl полизамещенные

При нагревании образца линолеума до температуры 144°C выделялись следующие вещества: хлористый водород, соединения, содержащие связь C-Cl, соли аминов.

При нагреве до температуры 259°C были обнаружены фенолы, сложные эфиры, CO<sub>2</sub>.

При нагреве до температуры 377°C были выявлены: фенолы, многоатомные спирты, простые и сложные эфиры.

При нагревании образца ковровина тафтингового типа были выявлены соли аминов, карбоновые кислоты, хлористый водород, CO<sub>2</sub>, альдегиды, оксиды аминов, соединения с группой C-Cl, спирты, ароматические соединения.

Таблица 2

Расшифровка ИК-спектра образца ковровина [7; 8]

Частота, см <sup>-1</sup>	Функциональная группа
2917	Соли аминов, карбоновые кислоты
2365	Хлористый водород, CO <sub>2</sub>
1817	Алкены, алифатические перекиси, R <sub>2</sub> C=NH <sup>+</sup>
976	Альдегиды, окиси аминов, ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
758	Нитроамины, ароматические соединения
712	C-Cl, спирты, ароматические соединения
698	Первичные амины, нитраты
668	C-Cl, R(OH)
623	Нитриты

При нагревании образца ковровина при температуре 184°C выделялись следующие вещества: соединения с группами R(OH), хлористый водород, CO<sub>2</sub>, дикетоны.

Далее при нагревании вплоть до 390°C выделялись те же вещества, что и при температуре 184°C.

Таким образом, одним из источников токсичности продуктов термоллиза рассмотренных образцов могут быть соединения хлора.

Испытания методом синхронного термического анализа TG-DSC на приборе фирмы NETZSCH для синхронного анализа ТГ/ДСК NETZSCH STA 449 F3 Jupiter при нагревании с постоянной скоростью 20 К/мин в атмосфере воздуха (в

качестве держателей использовались керамические тигли с крышкой, вещество сравнения – оксид алюминия) [9].

По полученным кривым ТГ-ДСК можно сделать вывод о том, что у образца линолеума ПВХ интенсивная убыль массы начинается при  $134,70^{\circ}\text{C}$  и сопровождается эндотермическим эффектом величиной  $-236,3$  кДж/кг, связанным, предположительно, с отщеплением хлористого водорода. Экзотермический эффект, начинающийся при  $380^{\circ}\text{C}$  связан, вероятно, с самовоспламенением образца.

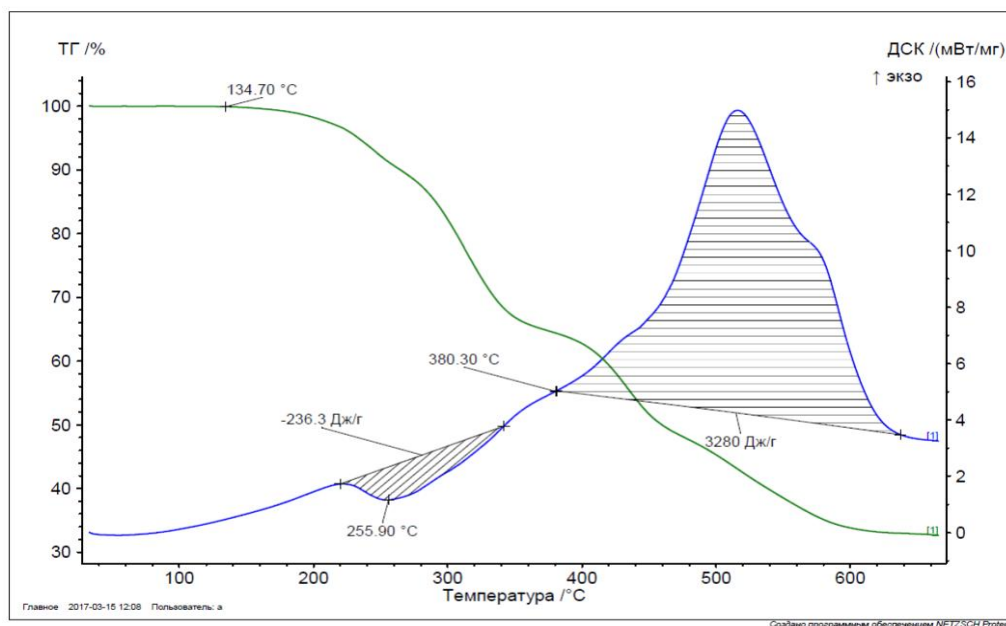


Рис 3. Совмещенные кривые ТГ и ДСК для образца линолеума на основе ПВХ массой  $m = 0,0081$  мг при нагреве до  $700^{\circ}\text{C}$  со скоростью  $20$  К/мин

У образца ковровина, интенсивная убыль массы начинается при температуре  $278,40^{\circ}\text{C}$ , экзотермический эффект начинается при температуре  $184,80^{\circ}\text{C}$  величиной в  $234,3$  кДж/кг, кроме того, при температуре  $375,60^{\circ}\text{C}$  начинается сильный экзотермический эффект величиной в  $3843$  кДж/кг.

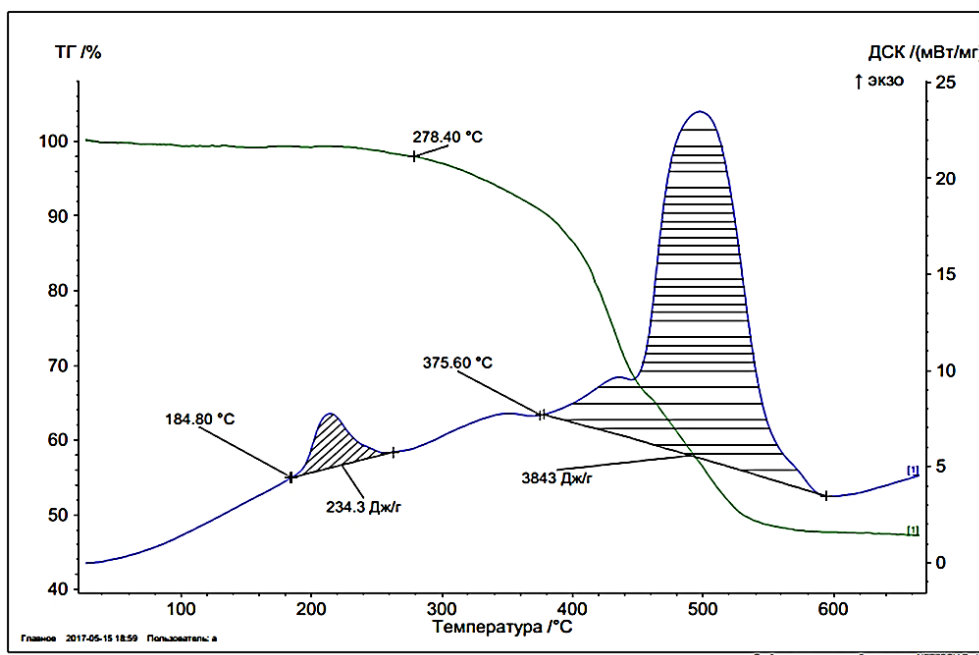


Рис 4. Совмещенные кривые ТГ и ДСК для образца коврового покрытия тафтингового типа массой  $m = 2,7$  мг при нагреве до  $700^{\circ}\text{C}$  со скоростью  $20$  К/мин

Определение хлорид-ионов по методу Мора в водном растворе паров, выделившихся при термоллизе образцов при температуре начала термического разложения, у линолеума ПВХ и ковролина показал превышение их предельно допустимой концентрации практически в 9 раз. Такая концентрация хлоридов в условиях пожара смертельна для человека. Опасная концентрация хлора в воздухе составляет  $1 - 1,6 \text{ г/м}^3$  [10].

### Заключение

Использование линолеума ПВХ и коврового покрытия тафтингового типа повышает вероятность токсического отравления на начальной стадии пожара, связанную с воздействием соединений хлора, что не отражено в предоставленных на данные образцы сертификатах пожарной и токсической опасности.

### Список литературы

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://moscow.mchs.ru/document/920349> (дата обращения: 22.09.17).



2. Чешко И.Д. Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования). Под науч. ред. канд. юр. наук Н.А. Андреева. – 2-е изд., стереотип. – СПб.: СПБИБ МВД России, 1997.
3. ГОСТ 30244–94 Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть. Введ. 1996. 01.01. – М.: Изд-во стандартов, 1994.
4. ГОСТ 30402–96 Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость. Введ. 1996. 07.01. – М.: Изд-во стандартов, 1996.
5. ГОСТ 12.1.044–89. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. Введ. 1991.01.01. – М.: Изд-во стандартов, 1989.
6. Калюкова Е.Н. Осадительные комплексообразующее титрование: Методические указания к лабораторной работе по аналитической химии. – Ульяновск: Ул-ГТУ, 2003.
7. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. Пер. с англ. / Под ред. Ю.А. Пентина. – М.: Изд-во Иностранной литературы, 1963.
8. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений / Перевод с английского под ред. А.А. Мальцева. – М.: Мир, 1965.
9. Удивительные возможности термического анализа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.netzsch-thermal-analysis.com/ru/produkty-reshenija/sinkhronnyi-termicheskii-analiz/sta-449-f3-jupiter-sovmeshchennyi-tg-dsk> (дата обращения: 22.09.17).
10. Щеглов П.П. Токсичные продукты термического разложения и горения полимерных материалов при пожаре / П.П. Щеглов, А.Ф. Шароварник. – М.: Высшая инженерная пожарно-техническая школа МВД России, 1992.

### **References**

1. Retrieved from <http://moscow.mchs.ru/document/920349>
2. Cheshko, I. D. (1997). Ekspertiza pozharov (obekty, metody, metodiki issledovaniia). Pod nauch. red. kand. iur. nauk N.A. Andreeva. SPb.: SPbIPB MVD Rossii
3. (1994). GOST 30244-94 Materialy stroitel'nye. Metody ispytaniia na goriuchest'. Vved. 1996. 01.01. M.: Izd-vo standartov

4. (1996). GOST 30402-96 Materialy stroitel'nye. Metod ispytaniia na vosplame-niaemost'. Vved. 1996. 07.01. M.: Izd-vo standartov
5. (1989). GOST 12.1.044-89. Sistema standartov bezopasnosti truda. Pozharov-zryvoopasnost' veshchestv i materialov. Nomenklatura pokazatelei i metody ikh opre-deleniia. Vved. 1991.01.01. M.: Izd-vo standartov
6. Kaliukova, E. N. (2003). Osaditel'nye kompleksoobrazuiushchee titrovanie: Metodicheskie ukazaniia k laboratornoi rabote po analiticheskoi khimii. Ul'ianovsk: Ul-GTU
7. Bellami, L. (1963). Infrakrasnye spektry slozhnykh molekul. Per. s angl. M.: Izd-vo Inostrannoi literatury
8. Nakanisi, K. (1965). Infrakrasnye spektry i stroenie organicheskikh soedinenii. M.: Mir
9. Udivitel'nye vozmozhnosti termicheskogo analiza. Retrieved from <https://www.netzsch-thermal-analysis.com/ru/produkty-reshenija/sinkhronnyi-termicheskii-analiz/sta-449-f3-jupiter-sovmeshchennyi-tg-dsk>
10. Shcheglov, P. P., & Sharovarnik, A. F. (1992). Toksichnye produkty termicheskogo razlozheniia i goreniiia polimernykh materialov pri pozhare. M.: Vysshaia inzhenernaia pozharno-tekhnicheskaia shkola MVD Rossii,

---

**Илларионова Лада Валерьевна** – магистрант ФГБОУ ВО «Российский хими-ко-технологический университет им. Д.И. Менделеева», Россия, Москва.

**Ilarionova Lada Valerevna** – graduate student at Dmitry Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Russia, Moscow.

**Аносова Евгения Борисовна** – канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Рос-сийский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева», Россия, Москва.

**Anosova Evgenia Borisovna** – candidate of technical sciences, associate profes-sor at Dmitry Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Russia, Mos-cow.