

11. Сарайкина К. А., Семкова Е. Н., Голубев В. А. Щелочестойкость базальтового волокна и способы ее повышения // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. – 2012. – № 1. – С. 185–192.

12. Модификация поверхностного слоя базальтового волокна для увеличения коррозионной стойкости в фиброцементных композитах / А. В. Кнотько, А. А. Меледин, А. В. Гаршев, В. И. Путляев // Строительные материалы. – 2010. – № 9. – С. 89–93.

13. Процессы при ионообменной обработке поверхности базальтового стекловолокна / А. В. Кнотько, А. А. Меледин, А. В. Гаршев, В. И. Путляев // Строительные материалы. – 2011. – № 9. – С. 75–77.

14. Физико-механические основы композиции неорганическое вяжущее – стекловолокно / А.А. Пашенко [и др.]; под ред. А. А. Пашенко. – Киев : Высш. шк., 1979. – 224 с.

15. Grigory Yakovlev, Grigory Pervushin, Irina Maeva, Jadyga Keriene, Igor Pudov, Arina Shaybadullina, Alexander Buryanov, Alexander Korzhenko, Sergey Senkov. Modification of Construction Materials with Multi-Walled Carbon Nanotubes. 11th International Conference on Modern Building Materials, Structures and Techniques, MBMST 2013 // Procedia Engineering 57 (2013). – P. 407–413.

\*\*\*

K. A. Saraykina, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

V. A. Golubev, PhD in Engineering, Associate Professor, Perm National Research Polytechnic University

G. I. Yakovlev, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

#### Structuring the cement stone on the surface of reinforcing basalt fibers

*Basalt fiber is a promising material for particulate reinforcement of cement concrete. A new method of investigating the processes of interaction of basalt glass and cement systems is presented in the article. It has allowed to study the structure and chemical composition of tumors. Based on the findings in the article possible ways are presented to ensure the safety of basalt fiber in an alkaline environment, and methods of increase the adhesion of fiber in cement stone, including the modification by multi-walled carbon nanotubes.*

**Keywords:** particulate reinforcement, basalt fiber, cement, alkali-resistance, carbon nanotubes, methods of protection.

Получено: 17.11.14

УДК 621.3:504

Н. Ф. Хафизова, кандидат экономических наук

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Н. Н. Торжкова, советник юстиции 3-го класса, помощник судьи Арбитражного суда Удмуртской Республики

А. Ф. Гизатуллина, студентка

Е. К. Зорина, студентка

А. С. Мичкова, студентка

А. С. Платова, студентка

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

### АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФТОРОПЛАСТА-4 В ИЗДЕЛИЯХ БЫТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

*В статье представлены результаты анализа использования полимерных материалов. Приведены результаты опроса потребителей бытовой электроники г. Ижевска. Проведен анализ торговых марок бытовой электроники, реализуемой торговыми предприятиями.*

**Ключевые слова:** фторполимеры, тефлон, бытовая электроника.

Современную бытовую электронику невозможно представить без изделий, при изготовлении которых используются композиционные материалы. При изготовлении бытовых приборов и электротехники (переносные обогревательные приборы, пластины утюгов, электрогриль, прибор для изготовления попкорна, кофейники, машины для выпечки хлеба и др.) широко применяется материал тефлон.

Тефлон – это вещество, похожее на пластмассу, относящееся к классу фторполимеров. Фторполимеры, включая базовое соединение, политетрафторэтилен (ПТФЭ) – класс полимеров, в которых часть или все атомы водорода замещены на фтор [1]. Эти материалы являются антропогенными – созданными человеком, не имеющими природных аналогов.

Фторполимеры относятся к высокотехнологичным продуктам и выпускаются в странах с развитой промышленностью, в том числе и в России [2, 3]. В настоящее время производятся традиционные фторполимеры, называемые фторопластами, и специализированные: плавкие фторполимеры, фторкаучуки, латексы, эластомеры, термопластические фторопласты. Широко применяемым является фторопласт-4 (–)н. Зарубежные аналоги фторопласта-4 – Teflon, Fluon G 163, Algoflon F, Nastoflon TF 1702 и др. [4].

Применение тефлона в различных областях определяется необычными свойствами этого фторполимера: химическая стойкость, нерастворимость во всех известных растворителях; высокая гидрофоб-

ность (водоотталкивание); климатическая стойкость и отсутствие старения полимера, неизменность функциональных качеств в широком интервале температур (от  $-269$  до  $+260$  °C). Материал не токсичен, биоинертен к живым тканям, имеет прекрасные электроизоляционные свойства и низкий коэффициент трения [5].

Электрофизические свойства полимера позволили использовать его в электротехнике в качестве изолирующих материалов (конденсаторная лента, покрытие электрокабелей) в электронике и высокочастотной технике. Низкий коэффициент трения обеспечил его применение в машиностроении, авиакосмической технике, в автомобилестроении. В медицине политетрафторэтилен применяется для изготовления имплантатов для сердечно-сосудистой и общей хирургии, стоматологии, офтальмологии благодаря биологической совместимости с организмом человека. Благодаря низкой адгезии, несмазываемости и термостойкости тефлон в виде антипригарного покрытия применяется для изготовления экструзионных форм и форм для выпечки, сковород и кастрюль, в производстве чаш для мультярок и машин для выпечки хлеба и других бытовых приборов.

Тефлон оказался настолько востребованным материалом, что длительное время даже не проводились исследования по выявлению его вредного влияния на живые организмы и окружающую среду. До недавнего времени считалось, что тефлон является биологически инертным веществом. Впоследствии выяснилось, что компоненты этого вещества способны проникать и накапливаются в природе, в организме человека и животных. Безопасность тефлона оказалась под вопросом после сообщений о ядовитом веществе акриламиде, проникающем в пищу. Акриламид – амид акриловой кислоты (номенклатурное название – 2-пропенамид –  $\text{CH}_2=\text{CHC}(\text{O})\text{NH}_2$ ) представляет собой бесцветные кристаллы с температурой плавления  $84,5$  °C, температурой кипения  $215$  °C, плотностью  $1,122$  г/см<sup>3</sup>, ПДК  $0,3$  мг/м<sup>3</sup>; растворяется в воде, этаноле, ацетоне; пожароопасен и взрывоопасен. Токсичен: поражает нервную систему, печень и почки, раздражает слизистые оболочки. Акриламид может образовываться в жареных или запеченных продуктах при реакции между аспарагином и сахарами (фруктоза, глюкоза и т. д.) при температурах выше  $120$  °C [6].

Группой студентов факультета «Математика и естественные науки» был проведен анализ использования изделий бытовой электроники с тефлоновым покрытием. Предполагалось выяснить: известно ли потребителям бытовой техники о вредном воздействии тефлоновых покрытий на организм человека. В ходе анализа решались следующие задачи: изучить теоретические вопросы использования тефлона в бытовой технике; провести социальный опрос жителей и обзор торговых марок бытовых приборов и посуды, продаваемых в Ижевске, в том числе без использования покрытия из тефлона.

В ходе анализа научной литературы установлено, что широкое использование тефлонового покрытия в бытовой электротехнике обусловлено его уникальными свойствами.

**1. Устойчивость к химически агрессивным средам.** Благодаря прочному фторо-углеродному соединению и надежной защите атомов углерода атомами фтора, тефлон обладает почти универсальной химической устойчивостью. На свойства тефлона не влияют растворители типа спиртов, сложных эфиров, кетонов и агрессивные кислоты (концентрированная серная кислота, азотная кислота, плавиковая кислота и др.). Тефлон без наполнителей является физиологически нейтральным материалом. По имеющимся данным организациями FDA (Комитет пищевой и лекарственной промышленности США) и BGA (Федеральный союз оптовой и внешней торговли Германии) материал допущен к использованию в медицине и пищевой промышленности. Благодаря устойчивости к горячему водному пару изделия из тефлона могут подвергаться стерилизации.

**2. Устойчивость к свету и погодным условиям.** Тефлон отличается необыкновенной устойчивостью к свету и погодным условиям, вследствие этого изделия из фторполимеров подходят для наружного применения при самых неблагоприятных внешних условиях с сохранением всех механических и электрических свойств материалов.

**3. Гигроскопичность.** Гигроскопичность тефлона практически равна нулю. Даже после длительного хранения в воде водопоглощения обнаружено не было.

**4. Антифрикционные свойства тефлона.** Тефлон имеет самый низкий коэффициент трения среди всех твердых материалов с сопоставимыми величинами статического и динамического коэффициентов трения. При добавлении к тефлону различных наполнителей может наблюдаться незначительное изменение коэффициента трения.

**5. Электрические свойства.** Фторопласты в качестве диэлектрика применяются в технике высоких и ультравысоких частот. Прокат фторопластовой пленки используется при изготовлении высокочастотных кабелей, проводов, конденсаторов, для изоляции катушек, пазов электрических машин и других электроизоляционных изделий [7].

Были изучены сведения о вредном воздействии тефлона на живые организмы. О влиянии тефлона на здоровье человека и на окружающую среду заговорили в начале 2000-х гг., после того как в 2001 г. были опубликованы данные экологического мониторинга местности вблизи предприятия по производству тефлона в Великобритании. В ходе мониторинга было обнаружено наличие продуктов распада тефлона с периодом полураспада в несколько сотен лет. Оказалось, что тефлоновое покрытие при нагревании начинает выделять вредное вещество – перфтороктановую кислоту (PFOA, C-8) – вещество, способное накапливаться в окружающей среде. Проверкой этих сведений занималась американская природоохранная компания Environmental Working Group. В ходе спе-

циального исследования вещество PFOA в малых дозах обнаружили в крови значительной части американского населения. Предполагаемым источником была названа посуда с тефлоновым покрытием. Наиболее опасным продуктом термического разложения тефлона является перфторизобутилен (C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>), представляющий собой чрезвычайно ядовитый газ. Сотрудники производства и жители окрестностей первыми попадают под угрозу поражения вредными веществами.

Материал ПТФЭ, безопасный в обычных условиях, при нагревании до температуры выше 200 °С начинает разлагаться, выделяя токсичные продукты с канцерогенными свойствами [8]. Опыты, проведенные на крысах, подтвердили опасения ученых: подопытные крысы достаточно быстро умирали. Попадая в пищу при термической обработке, эти вещества способствуют развитию онкологических заболеваний. Вредные вещества приводят к мутациям клеток, нарушениям иммунной системы, вызывают гормональные нарушения, страдают щитовидная и поджелудочная железы [9].

Несмотря на неопровержимые свидетельства вредного воздействия фторопластов на живые организмы, производители изделий с тефлоновым покрытием продолжают настаивать на безопасности своих изделий [10].

Соцопрос потребителей проводился в супермаркетах бытовой электроники при покупке ими мультитварок, машин для выпекания хлеба, кофемашин и др. Анкеты заполнили 50 человек: 28 женщин (56 %), 22 мужчины – (46 %). Было выявлено влияние половозрастных показателей респондентов на информированность в области исследования. Распределение респондентов по половому признаку представлено на диаграмме (рис. 1).

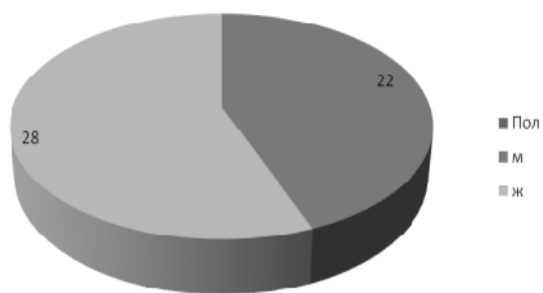


Рис. 1. Соотношение участников опроса мужского женского пола

Выяснилось, что 29 человек знают о том, что такое тефлон – 58 % опрошенных, из них 15 женщин (53,57 % из опрошенных женщин), 14 мужчин (63,64 % опрошенных мужчин).

Из 29 человек о вредном воздействии тефлона знают всего 14 человек – 48,27 %: из них 9 женщин (32,14 % из опрошенных женщин), 5 мужчин (22,72 % опрошенных мужчин).

Распределение участников опроса по возрасту представлено на рис. 2.

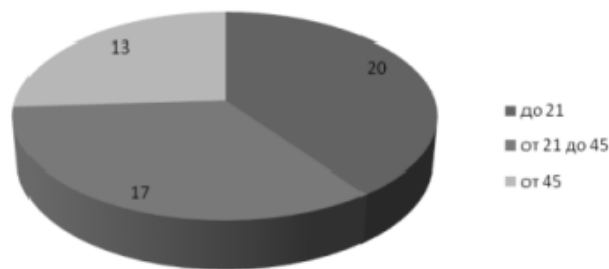


Рис. 2. Возраст участников опроса

Распределение ответов о видах угроз для человека и окружающей среды при использовании приборов с тефлоновым покрытием представлено на рис. 3.



Рис. 3. Виды вредного воздействия продуктов распада тефлона

Анализ результатов опроса показал, что из опрошенных 42 % респондентов (21 человек) ничего не знают о воздействии тефлона на организм человека и окружающую среду. Только один человек из 50 (2 %) подтвердил связь тефлона с онкологическими заболеваниями. 16 % опрошенных (8 человек) знают о том, что тефлон при нагревании выделяет токсичные вещества, 3 человека (6 %) знают о том, что этот материал плохо утилизируется.

По результатам анализа анкет сделаны следующие выводы.

1. Более коммуникабельными являются горожане в возрасте от 20 до 45 лет.

2. Конкретной информацией о том, что имеются побочные влияния от использования бытовых приборов, владеют 23 человека, или 46 % опрошенных, т. е. люди мало интересуются техническими характеристиками приборов, которые могут оказывать влияние на состояние здоровья.

3. Изготовители и продавцы опасной для жизни и здоровья бытовой техники не предоставляют покупателям соответствующую информацию в необходимом объеме.

Анализ торговых марок техники, реализуемой в розничной сети бытовой электроники г. Ижевска, показал, что на рынке бытовая техника представлена популярными торговыми марками: Redmond, Brand, Gipfel, Kukmara. Во многих отделах бытовой техники реализуются изделия без тефлонового покрытия. Было установлено, что в бытовых приборах используется 4 вида покрытия: без покрытия, с тефлоновым покрытием, с антипригарным покрытием, с керами-

ческим покрытием. Изделия с «эко-чашей» (без покрытия) имеют минимальную цену, изготавливаются из стали, «не боятся» острых предметов (вилки, ножей, ложек и миксеров), подходят для повседневного использования при приготовлении вареных, паровых, тушеных, томленых блюд.

Тефлоновое покрытие – самый распространенный вариант покрытия чаш мультиварок. Тефлоновое покрытие имеет отличные антипригарные свойства, но легко повреждается металлическими и другими острыми предметами. Тефлоновые чаши хорошо подходят для выпекания, т. к. данное покрытие имеет пористую структуру и выпечка хорошо отстает от краев чаши.

Чаши с антипригарным покрытием наилучшим образом подходят для приготовления печеных, жареных блюд и выпечки. Эти покрытия характеризуются высокой прочностью, хорошими антипригарными свойствами и экологической безопасностью.

Керамическое покрытие является наиболее прочным и долговечным из всех покрытий, применяемых в мультиварках. Керамика считается безвредной, позволяет готовить блюда без масла, сохраняет насыщенный натуральный вкус продуктов и витамины. Керамическое покрытие выдерживает нагревание до +450 °С. Единственным минусом изделий с керамическим покрытием является высокая стоимость.

В последние годы внимание российских ученых привлекают проблемы воздействия на окружающую среду отходов производства фторсодержащих полимеров. Рост производства фторопласта-4 в России составляет по некоторым данным 3–4 % (по новым продуктам до 10 %) [11]. Ввиду того, что в природных условиях отходы производства фторполимеров не подвержены быстрой деструкции и содержат вредные вещества, их попадание в окружающую среду приводит к длительному загрязнению (SAICM, 2011).

В обществе постепенно формируется понимание опасности для здоровья и окружающей среды от использования изделий с тефлоновым покрытием. На

доказательство безопасности антипригарных покрытий производители тратят сотни миллионов долларов: публикуются результаты исследований «независимых», но хорошо оплаченных ученых; «вбрасываются» соответствующие статьи в прессу и Интернет, идет постоянное рекламирование усовершенствованных изделий. По некоторым данным, компания DuPont тратит на это порядка 100 миллионов долларов в год. Но гигантские прибыли от монопольного производства материала, нужного в каждом доме, покрывают все расходы.

Любителям антипригарного покрытия на основе тефлона никто не запрещает им пользоваться и дальше. Как говорится, «предупрежден – значит вооружен», а остальное – личное дело каждого.

#### Библиографические ссылки

1. Бузник В. М. Новые наноразмерные и микроразмерные объекты на основе политетрафторэтилена // Рос. нанотехнологии. – 2009. – Т. 4. – № 11/12. – С. 35–41.
2. Логинов Б. А. Удивительный мир фторполимеров. – 2-е изд., доп. – М.: Дом печати – ВЯТКА, 2009. – 168 с.
3. Панишин Ю. А., Малкевич С. Г., Дунаевская Ц. С. Фторопласты. – Л.: Химия, 1978. – 232 с.
4. Логинов Б. А. Удивительный мир фторполимеров. – 2-е изд., доп. – М.: Дом печати – ВЯТКА, 2009. – 168 с.
5. Мадорский С. Термическое разложение полимеров. – М.: Мир, 1967. – 328 с.
6. Энциклопедия полимеров. – Т. I. – М., 1972. – С. 29–32.
7. Промышленные фторорганические продукты: справ. издание / Б. Н. Максимов, В. Г. Барабанов, И. Л. Серушкин и др. – 2-е изд., пер. и доп. – СПб.: Химия, 1996. – 544 с.
8. Мадорский С. Термическое разложение полимеров. – М.: Мир, 1967. – 328 с.
9. Белов С. В. Техносфера: аспекты безопасности и экологичности // Вестник МГТУ. – 1998. – Сер. ЕН. – № 1.
10. Официальный сайт компании DuPont. [электронный ресурс]. – URL: <http://www.dupont.ru>.
11. Хитрин С. В., Фукс С. Л., Филатов В. Ю., Чермянина Е. А., Максимова Е. В. Утилизация отходов политетрафторэтилена в присутствии переносчиков фтора // Международная НК «Производство – Технология – Экология». – М., 2006. – Т. 2. – С. 405–412.

\*\*\*

*N. F. Khafizova*, PhD in Economics, Kalashnikov Izhevsk State Technical University  
*N. N. Torzhkova*, 3<sup>rd</sup> rank Counsellor in Justice, Judge Assistant of Arbitration Court of Udmurt republic  
*A. F. Gizzatullina*, Student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University  
*E. K. Zorina*, Student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University  
*A. S. Michkova*, Student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University  
*A. S. Platova*, Student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

#### Analysis of PTFE - 4 Application in Household Electronic Products

*The article presents the results of analysis of polymeric materials application. The results of surveying Izhevsk consumers of household electronics are given. The analysis of brands of household electronics sold by commercial enterprises is performed.*

**Keywords:** fluoropolymers, teflon, consumer electronics.

Получено: 07.11.14