

Сегодня 80% проводимых в Китае исследований в области нанотехнологий касаются металлов и неорганической химии. Кроме того, большое внимание также уделяется полимерам и синтетическим материалам. Тем не менее, в таких областях, как электроника, биомедицина, применение нанотехнологий в силу их низкой изученности пока ограничено.

Согласно ряду отчетов исследовательских компаний, в ближайшие пять лет спрос на строительные материалы, изготовленные с применением нанотехнологий, увеличится на 44%. И, главным образом, это будет достигнуто за счет самоочищающегося покрытия. Хотя на сегодняшний день область применения нанотехнологий в строительстве пока не достаточно широка, тем не менее ученые доказали, что использование новых методик в таких веществах, как бетон, краска, стекло, клей и т.д., делает строительные материалы гораздо более эффективными по своему назначению. Наибольшим спросом в строительной отрасли в ближайшем будущем начнут пользоваться такие материалы с нанотехнологиями, как фасадные водонепроницаемые краски. Причем уже к 2011 году на рынке красок им будет принадлежать доля в 30%.

### **Список литературы:**

1. Дорошин В.Г. Новое открытие американских нанотехников // Коммерсантъ. – 2011. – № 59.
2. Килимник А.Б. Физическая технология: Учебное пособие. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. – 80 с.
3. Иванов К.Е. Полимерные композиты на основе химических волокон, их основные виды, свойства и применение // Технический текстиль. – 2006. – №13.
4. Травень В.Ф. Нанотехнология: Учебник для вузов в 3-х томах. – М.: Академкнига, 2011. – Т. 1. – 727 с.
5. Травень В.Ф. Нанотехнология: Учебник для вузов в 3-х томах. – М.: Академкнига, 2011. – Т.2. – 589 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СПОСОБА НАЛОЖЕНИЯ ОБОЛОЧКИ НА МАСЛОСТОЙКОСТЬ КАБЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

*В.С. Ким, к.ф.-м.н., доц.,  
Т.М. Матери, аспирант гр. А4-27  
Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30,  
тел. (3822)-563-538  
E-mail: tanushenka@sibmail.com*

Низковольтные кабельные изделия (КИ) эксплуатируются в условиях, когда оболочка и изоляция подвергаются одновременному воздействию многих факторов, включая действие агрессивных сред. На производстве и транспорте воздействие жидких углеводородов (дизельное топливо, трансформаторное масло) является для низковольтных КИ, пожалуй, одним из наиболее важных факторов старения. В

большой степени срок службы КИ зависит от способности материала оболочки противостоять действию этих жидкостей.

Маслостойкость КИ определяется согласно ГОСТ Р МЭК 60811-2-1-2006 «Общие методы испытаний материалов изоляции и оболочек электрических и оптических кабелей. Часть 2-1. Специальные методы испытаний эластомерных композиций. Испытания на озоностойкость, тепловую деформацию и маслостойкость, согласно которому к маслостойким относятся КИ, механические характеристики оболочки которого после испытания сохраняются в пределах допустимого значения, установленного в стандарте или технических условиях на конкретный кабель. При разработке конструкции маслостойкого КИ, выбор материалов чаще всего основан на результатах испытаний пластмасс на стойкость к агрессивным средам согласно ГОСТ 12020-72 (СТ СЭВ 428-89) «Пластмассы. Методы определения стойкости к действию химических сред». Стойкость оценивается по изменению механических характеристик материала. Для термопластов, например, регламентируется следующая шкала стойкости: изменение на 0-10% – «хорошая» устойчивость, свыше 10-15% – «удовлетворительно», свыше 15% – «плохо».

В качестве примера устойчивых к агрессивным средам, которые широко применяются для производства маслостойких кабелей как в России, так и за рубежом, можно назвать термопластичные полиуретановые компаунды (TPU), полиамиды (РА), полиэтиленовые компаунды (РЕ), фторполимеры и специальные ПВХ-компаунды [1]. Представляет интерес проведение сравнительного анализа устойчивости к набуханию оболочек КИ различных производителей и с использованием различных способов наложения оболочки. В данной работе проведено исследование устойчивости к воздействию дизельного топлива (ДТ) и трансформаторного масла (ТМ) образцов кабелей, изготовленных для целей данного исследования на ООО «Томсккабель» (г.Томск, Россия), и промышленно выпускаемых маслостойких кабелей марки Ölflex (LAPP Group, г.Штуттгарт, Германия).

Для данного исследования были изготовлены образцы кабелей двух типов. Оболочка образца типа 1 изготовлена однослойной, на стандартном экструдере, а оболочка образца типа 2 – двухслойной на V-образном экструдере за один проход. В обоих случаях использована высоконаполненная безгалогенная полимерная композиция на основе полиолефина, которая не относится к материалам с хорошей устойчивостью к набуханию.

Для сравнения проведено старение промышленно выпускаемых маслостойких кабелей с однослойной оболочкой Ölflex 440P и Ölflex ROBUST 200 (LAPP Group, Германия). Оболочка Ölflex 440P выполнена из термоэластопласта (ТЭП) уретанового типа, а оболочка Ölflex ROBUST 200 – из ТЭП олефинового типа. Оба материала относятся к полимерам с хорошей устойчивостью к углеводородным жидкостям.

Старение образцов КИ в дизельном топливе (ДТ) и трансформаторном масле (ТМ) проводилось согласно ГОСТ Р МЭК 60811-2-1-2006 при комнатной температуре, в течение 1000 ч. Через каждые 200 ч образцы вынимались и проводились измерения толщины оболочки, прочности на разрыв  $\sigma$  и относительного удлинения при разрыве  $\epsilon$  в соответствии с ГОСТ ИЕС 60811-1-1-2006.

На рис.1 представлена зависимость изменения толщины оболочки %, от времени старения в углеводородных жидкостях.

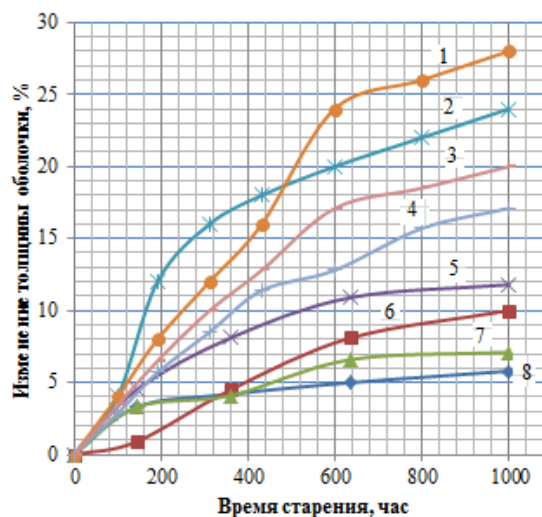


Рис. 1. Изменение толщины оболочки в процентах от исходного значения в зависимости от времени старения. Старение в ДТ: 1 – образцы тип 1; 3 – образцы тип 2; 5 – Ölflex Robust200; 7 – Ölflex 440P. Старение в ТМ: 2 – образцы тип 1; 4 – образцы тип 2; 6 – Ölflex Robust200; 8 – Ölflex 440P.

Как видно из рисунка 1, толщина всех рассмотренных кабелей (как в дизельном топливе, так и в трансформаторном масле) с течением времени увеличивается. За 1000 ч старения изменение толщины оболочки образцов типа 1 составило в среднем 25%, а для образцов типа 2 – 17%.

На рисунке 2 а представлены зависимости  $\epsilon$  от времени старения. На рисунке 2 б представлены зависимости  $\sigma$  от времени старения. Прочность образцов убывает с ростом времени нахождения в жидкости.

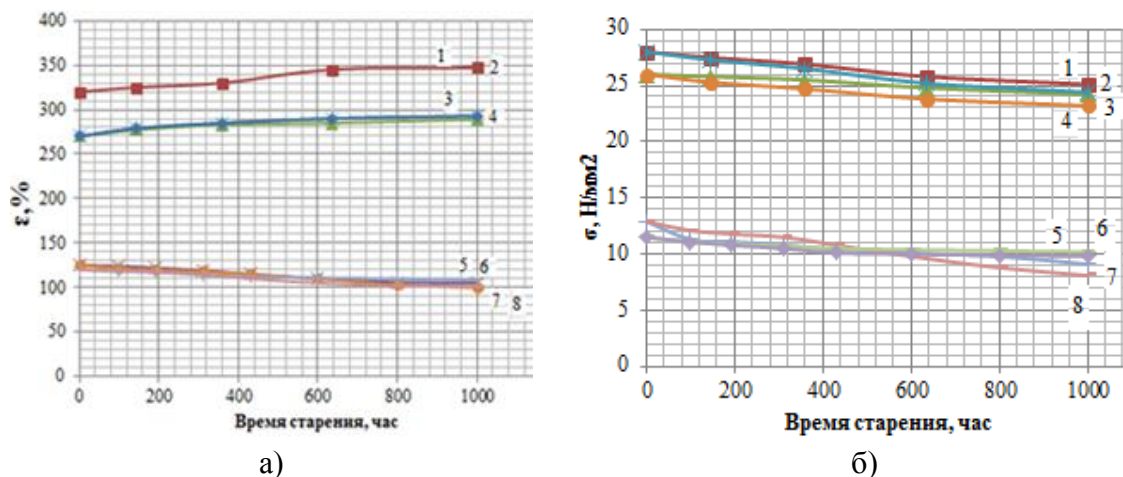


Рис. 2. Зависимость от времени старения в ДТ и ТМ (а) относительного удлинения при разрыве  $\epsilon$  и (б) прочности при разрыве  $\sigma$  оболочек образцов: 1 – Ölflex 440P в ДТ; 2 – Ölflex 440P в ТМ; 3 – Ölflex Robust200 в ДТ; 4 – Ölflex Robust200 в ТМ; 5 – тип 1 в ДТ; 6 – тип 1 в ТМ; 7 – тип 2 в ДТ; 8 – тип 2 в ТМ.

Относительное удлинение для образцов Ölflex монотонно возрастает в течение всего периода старения. Увеличение  $\epsilon$  при старении в ТМ немного меньше, чем при старении в ДТ: при старении Ölflex 440P в ТМ  $\epsilon$  увеличилось на 8,4%, а в ДТ – на

8,5%; старение Ölflex Robust200 в ТМ привело к увеличению  $\epsilon$  на 7%, в ДТ – на 8,5%. Такое незначительное увеличение  $\epsilon$  скорее всего связано со слабым пластифицирующим действием, которое оказывает диффузия молекул жидкости.

Для образцов типа 1 и типа 2 относительное удлинение уменьшается. Для образцов типа 1, уменьшение  $\epsilon$  при старении в ТМ составило 16%, в ДТ – 20%. Для образцов типа 2 изменение  $\epsilon$  при нахождении в ТМ – 10%, в ДТ – 15,8%. Состав полимерной композиции, которая использовалась для изготовления оболочки, неизвестен. Можно предположить, что уменьшение  $\epsilon$  оболочки из высоконаполненной полимерной композиции на основе полиолефина может быть связано либо с вытеснением пластификатора, либо с абсорбцией молекул жидкости поверхностью частиц наполнителя [2]. В любом случае следует отметить, что для оболочки, наложенной на V-образном экструдере, получено заметно меньшее изменение  $\epsilon$ .

В целом, образцы кабелей марки Ölflex показали удовлетворительную устойчивость к старению в углеводородных жидкостях. Хотелось бы отметить, что образцы, выполненные с однослойной оболочкой не прошли испытаний на старение в агрессивных средах. На устойчивость КИ к старению оказывает влияние способ наложения оболочки. Показано, что использование V-образного экструдера позволяет повысить маслостойкость КИ.

#### **Список литературы:**

1. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. – М.: Научный мир, 2007. – 573 с.
2. Зуев Ю.С. Разрушение полимеров под действием агрессивных сред. – М.: Химия. 1972. – 232 с.

### **СИНТЕЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОВЕРХНОСТНО-МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦ ЖЕЛЕЗА**

*П.С. Постников, к.х.н., инженер-исследователь,*

*А.А. Ольштрем, студент гр. 4Д21,*

*О.А. Гусельникова, магистрант гр. 4ГМ31,*

*Г.С. Боженкова, инженер*

*Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30,*

*тел.(3822)-444-555*

*E-mail: aao6@tpu.ru*

В настоящее время синтез наполненных композитных материалов на основе полимерных матриц является актуальной задачей для современной науки и технологии. Высокоупорядоченные полимерные композиты демонстрируют широкий ряд различных свойств, зависящих от структуры и типа наполнителя, а также его упорядоченности и связей между поверхностью наполнителя и полимерными цепями [1].