

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 678.7-036

ЛЕНАРТОВИЧ
Лилия Алексеевна

**СТАБИЛИЗАЦИЯ ПОЛИОЛЕФИНОВ СОЕДИНЕНИЯМИ,
ДЕСОРБИРУЮЩИМИСЯ С ПОВЕРХНОСТИ МИНЕРАЛЬНЫХ
НАПОЛНИТЕЛЕЙ**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

по специальности 05.17.06 – Технология и переработка полимеров
и композитов

Минск, 2011

Работа выполнена в учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет»

Научный руководитель

Прокопчук Николай Романович, доктор химических наук, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, профессор, заведующий кафедрой технологии нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»

Официальные оппоненты:

Ставров Василий Петрович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры механики материалов и конструкций учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»;

Можейко Юрий Михайлович, кандидат технических наук, начальник центральной исследовательской лаборатории ОАО «Могилевхимволокно» (г. Могилев)

Оппонирующая организация

Государственное научное учреждение «Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого Национальной академии наук Беларуси»

Защита состоится 29.12.2011 г. в 11.00 ч на заседании совета по защите диссертаций Д 02.08.04 при учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет» по адресу: 220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, зал заседаний ученого совета, ауд. 240, корп. 4.

Тел.: 8-(017)-226-14-32, факс 8-(017)-227-62-17.

e-mail: root@bstu.unibel.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».

Автореферат разослан «25» ноября 2011 г.

Ученый секретарь

совета по защите диссертаций,
кандидат технических наук, доцент



Толкач О. Я.

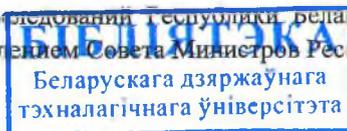
ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в условиях роста конкуренции на рынке задачей производителей полимерных материалов является постоянное повышение качества создаваемой ими продукции. В этом случае важными показателями сравнения выступают не только физико-механические характеристики используемых материалов, но и их долговечность. Создаваемые полимерные композиционные материалы (ПКМ) представляют собой гетерогенные системы, состоящие из ряда компонентов. При создании ПКМ используют наполнители, придающие материалам ценный комплекс свойств, и стабилизаторы, снижающие негативное влияние на материал факторов окружающей среды. Достаточно полно изучено влияние этих компонентов на свойства ПКМ в отдельности. Однако комплексные научные исследования, направленные на изучение индивидуального вклада стабилизаторов и наполнителей в их совместное влияние на свойства ПКМ, не проводятся. Подобные исследования весьма актуальны, так как использование их результатов необходимо для создания научно обоснованного подхода при выборе компонентов и технологии получения ПКМ.

При создании ПКМ выбор дозировки стабилизирующих добавок для полимеров, содержащих наполнители, довольно часто определяется оптимальной концентрацией стабилизаторов, установленной для ненаполненного полимера. Таким образом, не учитывается влияние самого наполнителя на изменение свойств ПКМ в результате старения, что в итоге может приводить как к неэффективности действия данного стабилизатора, так и к возможному его перерасходу. Это может быть связано с тем, что необходимая концентрация стабилизатора при различном содержании наполнителя может изменяться по сравнению с исходным полимером как в сторону увеличения, так и уменьшения, что зависит от возможности самого наполнителя оказывать стабилизирующее или обратное ему воздействие, а также от его способности адсорбировать стабилизатор. Изучение совместного действия стабилизаторов и наполнителей позволит повысить стойкость композиций к различным видам старения, исключить случаи передозировки стабилизаторов, а следовательно, снизить стоимость конечного продукта.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами. Диссертационная работа выполнялась в соответствии с приоритетными направлениями прикладных (раздел 3, п. 3.12 новые многофункциональные и специализированные материалы) научных исследований республике Беларусь на 2006–2010 гг., утвержденными Постановлением



1533 ар.

публики Беларусь от 17.05.2005 № 512, а также в рамках выполнения следующих научно-исследовательских проектов: «Разработка технологического процесса рециклинга отходов термопластов для производства изделий конструкционного назначения» (№ гос. рег. 20064120, 2006–2010 гг.); «Исследование стабилизированных наполненных композиций полиолефинов» – грант Министерства образования Республики Беларусь (№ гос. рег. 20090760, 2009 г.); «Создание прогрессивных технологий получения конкурентоспособных изделий из модифицированных промышленных термопластов и эластомеров; рециклинг полимеров; жидкого топлива и сырья для нефтехимии на основе нефтяных остатков» (№ гос. рег. 20111566, 2010–2013 г.), этап 2011г. «Исследование влияния природы и дозировки технологических добавок на свойства полимерных композиций».

Цели и задачи исследования. Целью работы является изучение совместного влияния стабилизаторов и наполнителей на устойчивость к тепловому старению полимерных композиционных материалов; разработка способа введения стабилизирующих добавок и наполнителей в полимерные матрицы, приводящего к повышению стойкости ПКМ к термоокислительной деструкции.

Для достижения поставленной цели требовалось решить следующие задачи:

- провести анализ современного состояния исследований свойств ПКМ и их устойчивости к процессам теплового старения; изучить влияние основных компонентов ПКМ на их свойства в условиях длительного воздействия повышенной температуры; проанализировать основные факты совместного влияния компонентов ПКМ на свойства композиций в процессах старения, явлений антагонизма и синергизма;

- изучить индивидуальное влияние широко используемых наполнителей и стабилизаторов на устойчивость ПКМ к тепловому старению;

- исследовать совместное влияние стабилизаторов и наполнителей на свойства композиций в условиях длительного воздействия повышенной температуры;

- изучить процессы адсорбции, протекающие при насыщении поверхности наполнителей стабилизаторами;

- выявить влияние химической природы и строения наполнителей и стабилизаторов на термостабильность ПКМ при их совместном действии на матрицу;

- разработать ПКМ, содержащие наполнители и стабилизаторы, обладающие повышенной термостабильностью.

Объектами исследования являлись композиционные материалы на основе полиолефинов, а также основные компоненты ПКМ: наполнители и стабилизаторы. *Предмет исследования* – совместное влияние наполнителей и стабилиза-

торов на термостабильность полимеров; процессы адсорбции стабилизаторов на поверхности наполнителей и их влияние на свойства полиолефинов.

Положения, выносимые на защиту.

1. Результаты проведенного систематического исследования по оценке индивидуальных вкладов в повышение термостабильности композитов стабилизаторов и наполнителей, введенных в полиолефины традиционным способом, показавшие, что принцип аддитивности их действия на матрицу не соблюдается.

2. Установленное повышение термостабильности (до 32%) полиолефиновых композитов при предварительном насыщении поверхности наполнителей термостабилизаторами по сравнению с композитами, содержащими большее количество стабилизатора (до 40%), полученными по традиционной технологии.

3. Механизм действия нового стабилизатора 3-бензоил-4-(2-метоксифенил)-4,5-(1H)-дигидропиразола, отличающегося впервые установленной термостабильностью по сравнению с широко применяемыми промышленными стабилизаторами Irganox 1010, Irganox B561, Sandostab P-EPQ в подавлении процессов термо- и фотоокислительной деструкции полиолефинов.

4. Результаты применения метода математической оптимизации (методики Шеффе) при изучении кинетики теплового старения наполненных стабилизированных композиций полиолефинов, позволившего значительно сократить количество необходимых экспериментов для достоверного анализа совместного действия стабилизаторов и наполнителей на полимерную матрицу и наглядно отразить динамику процессов старения.

5. Технологические параметры нанесения стабилизаторов на поверхность наполнителей: научно обоснован выбор растворителя, установлены концентрации стабилизатора в нем, условия их адсорбции, продолжительность насыщения ими поверхности наполнителей, ИК-спектроскопический метод контроля динамики процесса.

6. Механизм пролонгированного и адресного действия стабилизаторов (в области их дефицита в матрице), десорбирующихся с поверхности наполнителя, объясняющий повышение на 10–32% термостабильности стабилизированных наполненных композиций полиолефинов, полученных по предложенному способу в сравнении с традиционным, при одновременном снижении количества использованных стабилизаторов на 20–40%.

7. Результаты опытно-промышленной апробации разработанных композитов, подтверждающие эффективность и экономическую целесообразность их практического применения.

Научная новизна заключается в разработке способа предварительного насыщения поверхности наполнителя стабилизатором, обеспечивающего существенное повышение термостабильности стабилизированных наполненных полимерных материалов за счет более равномерного распределения стабилизато-

ра, адресной десорбции его с поверхности наполнителя, что обеспечивает пролонгированное действие стабилизатора по сравнению с традиционной технологией.

Личный вклад соискателя. Автор принимал непосредственное участие в постановке задач исследования, анализе научной и патентной литературы, планировании и проведении экспериментов, получении экспериментальных данных, их математической обработке. Результаты работы обсуждены с научным руководителем и опубликованы в совместных статьях.

Апробация результатов диссертации. Основные результаты научных исследований были представлены на следующих научно-технических конференциях: 71-ой, 72-ой, 74-ой, 75-ой научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (Минск, 2007 г., 2008 г., 2010 г., 2011 г., БГТУ); Международных научно-технических конференциях «Полимерные композиты и трибология» (Гомель, 2007 г., 2011 г., ИММС им. В.А. Белого НАН Беларуси); 5-ом международном конгрессе молодых ученых по химии и химической технологии «МКХТ-2009» (Москва, 10–15.11.2009 г., РХТУ им. Д.И. Менделеева); 3-ей Белорусской научно-практической конференции «Научно-технические проблемы развития производства химических волокон в Беларуси» (Могилев, 13–15.12.2006 г., УО «МГУП»); Международной научно-технической конференции «Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии» (Минск, 19–20.11.2008 г., БГТУ); 62-ой региональной научно-технической конференции студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием «Молодежь. Наука. Инновации – 2009» (Ярославль, 15.04.2009 г., ЯГТУ); Международной научной конференции молодых ученых «Молодежь в науке – 2009» (Минск, 21–24.04.2009 г., НАН Беларуси); Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов – 2011» (Москва, 11–15.04.2011 г.); 29-ой международной конференции «Композиционные материалы в промышленности» (Ялта, 1–5.06.2009 г., УИЦ «Наука. Техника. Технология»).

Опубликованность результатов диссертации. По результатам исследований опубликовано 15 научных работ, в том числе 7 статей в научных журналах (2,79 авторских листа), соответствующих п. 18 положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь, 4 полных текста докладов в материалах конференций, 4 в тезисах докладов, получено 3 патента на изобретение Республики Беларусь, подана заявка на получение патента Республики Беларусь.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Содержание работы изложено на 168 с., содержит 52 рисунка и 24

таблицы; 12 с. – список использованных источников, включающий 112 наименований, 19 собственных публикаций соискателя; приложения на 26 с.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе рассмотрено влияние наполнителей и стабилизаторов на свойства полимерных материалов. В современной литературе вопросы стабилизации и наполнения полимеров в отдельности хорошо изучены, однако вопросы совместного влияния наполнителей и стабилизаторов на полимерные матрицы практически не рассматриваются. В некоторых работах показаны возможные явления антагонизма при использовании стабилизаторов совместно с другими добавками, но масштабных комплексных исследований, направленных на выявление отрицательного взаимного влияния стабилизаторов и наполнителей и причин его возникновения, не проводилось. Установлено, что при составлении рецептур композиций не учитывается возможное совместное влияние стабилизаторов и наполнителей и не проводится корректировка их процентного соотношения с целью оптимизации комплекса свойств ПКМ. В результате этого наблюдается нерациональное расходование дорогостоящих компонентов, а также не учитывается возможность ухудшения свойств, что нежелательно для производителей продукции. Таким образом, анализ научной литературы выявил целесообразность проведения исследований, направленных на изучение совместного влияния наполнителей и стабилизирующих добавок на свойства полиолефинов.

Во второй главе содержится описание объектов исследований и материалов, использованных в работе. В качестве полимерных матриц были выбраны ПЭВД (15803-020) и ПП (Каплен 01030). Наполнителями являлись мрамор, тальк, рубленое стекловолокно; в качестве стабилизаторов применяли промышленно используемые добавки известных мировых производителей и ряд новых синтезированных соединений. Описаны методы испытания образцов, в том числе: определение деформационно-прочностных характеристик (T2020 DC10 SH, Alpha Technologies, США), технологической усадки, твердости (DIGI-TEST Automat, Bareis), расчет энергии активации термоокислительной деструкции (TGA/DSCI, Mettler Toledo, Швейцария), ИК-спектроскопия для идентификации химических соединений (Nexus ESP, Thermo Nicolet, США), определение адсорбционной способности стабилизирующих добавок, растровая электронная микроскопия (JSM5610LV, Jeol, Япония), расчет параметров растворимости по Аскадскому. Испытания проводились в соответствии с требованиями ГОСТ и ISO. Планирование эксперимента при изучении устойчивости наполненных стабилизированных композиций к длительному воздействию повышенной температуры осуществлялось при помощи методики Шеффе. Обработку результа-

тов экспериментов выполняли методами математической статистики с применением пакета стандартных программ.

Третья глава посвящена изучению индивидуального влияния различных наполнителей и стабилизаторов на устойчивость к тепловому старению композиций полиолефинов. Проведен скрининг соединений, относящихся к классам пиразолов и полидисульфидов, с целью выявления новых эффективных термо- и светостабилизаторов полиолефинов. Установлено, что соединения класса пиразолов могут применяться в качестве комплексных стабилизаторов, эффективно замедляющих развитие термо- и фотоокислительной деструкции, предложен вероятностный механизм их действия. Наиболее эффективным стабилизатором является 3-бензоил-4-(2-метоксифенил)-4,5-(1H)-дигидропиразол. В настоящее время данный стабилизатор не производится в промышленных масштабах, поэтому при разработке композиций, содержащих наполнители, применяли доступные промышленные стабилизаторы, однако были проведены исследования совместного действия нового стабилизатора с используемыми в работе наполнителями.

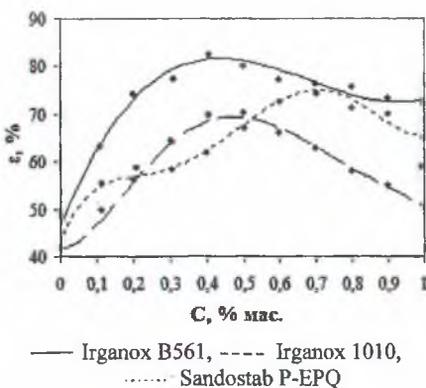


Рисунок 1 – Зависимость относительного удлинения при разрыве ПП от концентрации стабилизаторов (время старения 150 ч)

из-за их ограниченной растворимости в полимере. Неравномерное распределение его в объеме полимера вызывает возникновение локальных объемов с повышенной концентрацией стабилизатора. Он начинает выступать в роли локального пластификатора, увеличивающего подвижность сегментов макромолекул, а следовательно, согласно теории структурно-физической стабилизации, понижающего устойчивость полимера к термоокислительной деструкции. Также передозировка стабилизатора приводит к возрастанию стоимости композиционного материала. Учитывая все вышесказанное, сопоставление эффектив-

На рисунке 1 представлены концентрационные зависимости относительного удлинения при разрыве после 150 ч старения при $T=150^{\circ}\text{C}$ (ГОСТ 26996-86) для ПП, содержащего промышленные стабилизирующие добавки. С увеличением концентрации стабилизаторов значения удлинения сначала возрастают, достигая максимальных значений, дальнейшее повышение их концентрации приводит к снижению ϵ , то есть концентрационная зависимость является экстремальной. При этом передозировка стабилизаторов недопустима

ности стабилизаторов различного химического строения должно проводиться по значениям ϵ , соответствующим оптимальному содержанию стабилизаторов в полимере.

Из рисунка 1 следует, что Irganox B561 заметно эффективнее, чем остальные стабилизаторы. Максимум на концентрационной зависимости для него расположен выше и при меньшей концентрации, а спадающая ветвь менее крутая. Применение стабилизатора Sandostab P-EPQ позволяет достичь лучшего сохранения свойств при воздействии повышенной температуры по сравнению с Irganox 1010, однако при этом необходимо использовать значительно большую концентрацию добавки. Наилучший стабилизирующий эффект наблюдается в присутствии Irganox B561 благодаря тому, что он представляет собой смесь двух стабилизаторов различных типов, позволяющих осуществлять защитное действие в полимере по двум независимым механизмам: Irganox 1010 относится к высокоэффективным первичным антиоксидантам, разрушающим радикалы; Irgafos 168 – ко вторичным антиоксидантам, взаимодействующим с продуктами окисления – гидропероксидами. В соответствии с рисунком 1 определены оптимальные концентрации промышленных стабилизирующих добавок для ПП: Irganox B561 – 0,4 мас. %; Irganox 1010 – 0,5 мас. %; Sandostab P-EPQ – 0,7 мас. %.

Для изучения влияния используемых в работе наполнителей на термостабильность композиций на основе ПП с целью последующего использования полученных данных при определении совместного действия наполнителей и стабилизаторов исследовали изменение значений относительного удлинения при разрыве и прочности при растяжении модельных композиций. При изготовлении композиций содержание наполнителей варьировали в пределах от 5 до 40 мас. %.

На рисунке 2 представлены данные по изменению значений прочности при растяжении и относительного удлинения при разрыве, а также времени 50%-ной потери удлинения в зависимости от продолжительности старения и степени наполнения (наполнитель – мрамор). Введение мрамора в концентрации до 20 мас. % приводит к замедлению развития окислительных процессов в материале. Стабилизирующее действие наполнителя осуществляется за счет влияния нескольких факторов – кинетического, термодинамического и структурного, а также ингибирующего действия твердой поверхности на цепные процессы окисления и распада макромолекул под действием температуры в присутствии кислорода воздуха. Структурный фактор заключается в том, что наполнители могут выступать в роли структурообразователей, влияя на надмолекулярную структуру полимеров и приводя к образованию более упорядоченных надмолекулярных образований с большей плотностью упаковки.

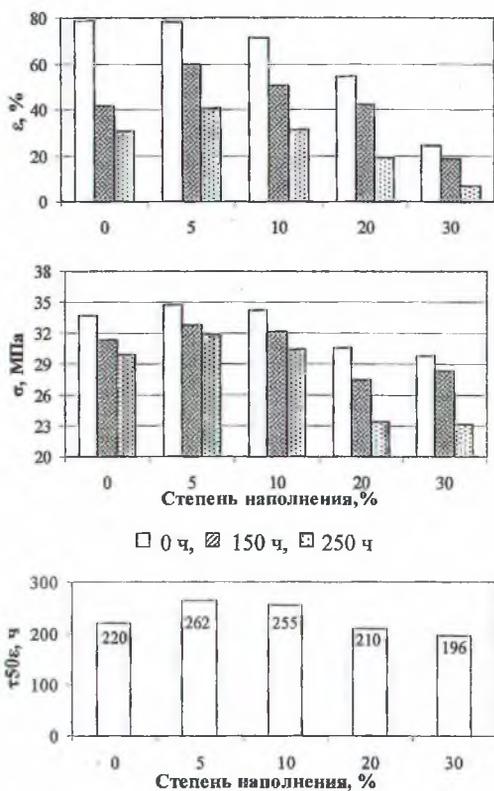


Рисунок 2 – Изменение деформационно-прочностных свойств в зависимости от содержания наполнителя и продолжительности старения

равновесным структурам дольше сохраняться при тепловом старении.

При использовании наполнителя СВ снижаются значения удлинения с одновременным увеличением прочности композиций. Для композиций, содержащих до 10 мас. % СВ, характерно некоторое замедление процессов старения, которое отражается в незначительном изменении прочности.

Для композиций с большим содержанием наполнителей (30 мас. % и более) возможно формирование неоднородной структуры, старение которой происходит более интенсивно. Чрезмерное введение наполнителей приводит к возникновению нарушения сплошности полимерной матрицы, приводящей к разрывам в материале с образованием локальных пустот. На поверхности образующихся пустот интенсифицируются процессы окисления за счет лучшего

Термодинамический фактор характеризует нахождение надмолекулярных образований в более равновесном состоянии, что делает их менее подверженными старению. Кинетический фактор заключается в меньшей подвижности сегментов макромолекул, что позволяет равновесным структурам дольше сохраняться при температурном старении. Использование талька в качестве наполнителя не оказывает значительного стабилизирующего действия, однако некоторое замедление протекания окислительных процессов наблюдается при содержании наполнителя до 10 мас. %. Это может быть связано с кинетическим фактором стабилизации системы, заключающемся в меньшей подвижности сегментов макромолекул за счет их взаимодействия с поверхностью наполнителей, что позволяет

доступа кислорода и благодаря более интенсивному сегментальному движению макромолекул.

Четвертая глава посвящена изучению совместного влияния наполнителей и стабилизаторов на устойчивость к тепловому старению композиций на основе ПП и ПЭ, а также исследованию адсорбции стабилизирующих добавок на поверхности наполнителей и влиянию этого процесса на свойства полимерных композиционных материалов.

Влияние теплового воздействия на деформационные свойства ПКМ оценивалось с помощью диаграмм «состав-свойство» в барицентрической системе координат по изменению относительного удлинения при разрыве, как наиболее чувствительного показателя при старении. Для сравнительной оценки устойчивости к тепловому старению использовали коэффициент термостабильности (K_T) – отношение значений относительного удлинения при разрыве после старения к относительному удлинению до старения.

Использование методики Шеффе при изучении совместного действия стабилизаторов и наполнителей позволяет наглядно изобразить динамику изменения свойств, а также значительно сократить количество необходимых опытов. В нашем случае использование полиномиальной модели позволяет описать изменение определяемого свойства для всего комплекса композиций с содержанием наполнителя от 0 до 30 мас. % и стабилизатора до 1 мас. % лишь по 10 точкам. Рассматривались факторные треугольники с содержанием компонентов 100 %. В локальных областях факторного пространства накладывались ограничения по двум компонентам: наполнителю – от 0 до 30 мас. % и стабилизатору – от 0 до 1 мас. %. Содержание третьего компонента – полимерной матрицы определялось вычитанием из общей суммы компонент наполнителя и стабилизатора. В основе симплексной решетки положен треугольник. Координаты вершин треугольника фиксировали с помощью матриц. На основании матрицы границ локальной области и матрицы эксперимента в относительных единицах внутреннего симплекса в пакете Mathcad вычисляли долю каждого компонента, входящего в состав исследуемых образцов, в натуральных единицах внешнего симплекса.

На рисунке 3 представлена динамика изменения свойств композиций в зависимости от продолжительности старения в виде диаграмм «состав-свойство» для композиций ПП, содержащих в качестве наполнителя мрамор и различные стабилизаторы. В таблице 1 представлены оптимальные концентрации стабилизирующих добавок при различной степени наполнения композиций, а также коэффициент термостабильности (K_T) после 250 ч старения. Для композиций, содержащих 0,4 мас. % стабилизатора Irganox 1010 и 10 мас. % мрамора, коэффициент сохранения свойств после 250 ч старения составляет 0,68. По сравнению с чистым полимером происходит снижение оптимальной

концентрации с 0,5 до 0,4 мас. %, что свидетельствует о стабилизирующем действии самого наполнителя. Для исходного ИП наиболее эффективно использование стабилизатора Irganox B561, однако в наполненных композициях целесообразно применять стабилизатор Irganox 1010.

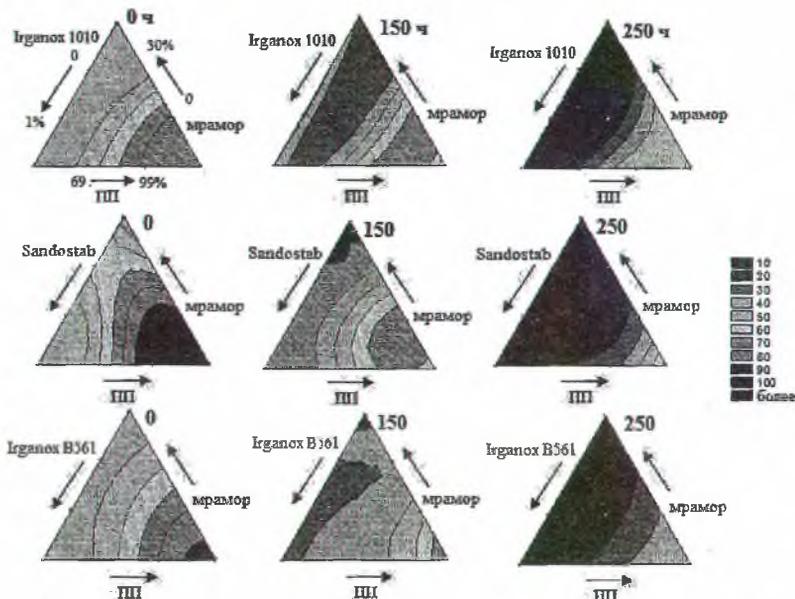


Рисунок 3 – Диаграммы «состав-свойство», отражающие изменение относительного удлинения при растяжении композиций ИП, содержащих мрамор, в результате теплового старения

Таблица 1 – Изменение оптимальной концентрации стабилизаторов в зависимости от степени наполнения

Стабилизатор	Содержание наполнителя, % мас.							
	0		10		20		30	
	С _{ст} , %	К _T 250	С _{ст} , %	К _T 250	С _{ст} , %	К _T 250	С _{ст} , %	К _T 250
Irganox 1010	0,5	0,73	0,3-0,4	0,68	0,5-0,8	0,55	0,5-1	0,44
Irganox B561	0,4	0,78	0,5	0,45	0,8-1	0,39	–	0,35
Sandostab P-EPQ	0,7	0,69	0,7	0,28	0,5-0,8	0,41	0,8-1	0,28
ИП	–	0,38	–	0,44	–	0,35	–	0,28

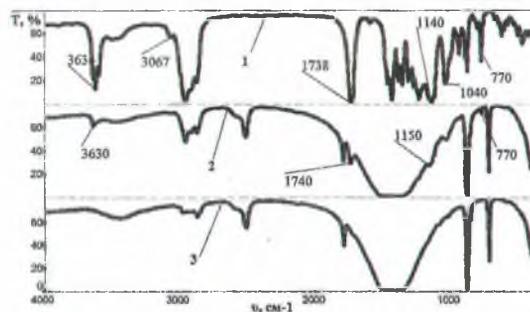
Проведенные исследования показывают необоснованность использования для наполненных композиций стабилизатора в количестве, оптимальном для исходного полимера. Необходимая концентрация стабилизатора зависит от содержания наполнителя, его природы, а также возможного совместного действия

Количественные значения адсорбции стабилизаторов на наполнителях приведены в таблице 2. Наибольшая величина предельной адсорбции характерна для стабилизатора Irganox 1010 и составляет от 102 до 239 мг/г в зависимости от используемого наполнителя.

На рисунке 5 представлены ИК-спектры стабилизатора Irganox 1010 и наполнителя мрамор, обработанного раствором стабилизатора, подтверждающие присутствие на поверхности наполнителя полос поглощения, характерных для стабилизатора, что свидетельствует о протекании процессов адсорбции.

Таблица 2 – Значения предельной адсорбции

Стабилизатор	Адсорбция стабилизаторов на различных наполнителях, мг/г		
	СВ	мрамор	тальк
Irganox 1010	239	165	102
Sandostab P-EPQ	35	102	34
Irganox B561	34	26	19



1 – стабилизатор Irganox 1010, 2 – мрамор, обработанный раствором Irganox 1010; 3 – мрамор

Рисунок 5 – ИК-спектры поглощения мрамора и стабилизатора Irganox 1010

адсорбции стабилизирующих добавок на поверхности наполнителей на устойчивость полимерных композитов к длительному воздействию повышенной температуры использовали метод ТГА с последующим определением энергии активации термоокислительной деструкции, а также определяли коэффициент термостабильности композиций и его изменение вследствие модификации наполнителя.

Установлено, что введение в полиолефины мрамора, предварительно обработанного раствором стабилизатора Irganox 1010, приводит к увеличению значений энергии активации термоокислительной деструкции (для ПЭ – от 145 до 173 кДж/моль) и повышению коэффициента термостабильности на 32% по

Спектр мрамора после обработки и последующей отмывки стабилизатора содержит полосы поглощения, характерные для Irganox 1010: 3640 см⁻¹, 766 см⁻¹, 1742 см⁻¹. О взаимодействии поверхностных гидроксильных групп наполнителя свидетельствует смещение полосы поглощения в области 3000–3600 см⁻¹. Представленные данные указывают на сильное адсорбционное взаимодействие стабилизирующей добавки и мрамора. Аналогичные спектры сняты для всех исследуемых наполнителей и стабилизаторов. Установлено, что на поверхности талька присутствует наименьшее количество адсорбированных стабилизаторов.

Для изучения влияния

сравнению с материалом, содержащим необработанный мрамор и стабилизатор, введенные традиционным способом. Обработка поверхности мрамора растворами стабилизаторов Irganox B561, Sandostab P-EPQ и 3-бензоил-4-(2-метоксифенил)-4,5-(1H)-дигидропиразола также приводит к увеличению значений E_d . Однако использование стабилизатора 3-бензоил-4-(2-метоксифенил)-4,5-(1H)-дигидропиразола в наполненном полимере менее эффективно, чем для ненаполненного полимера, при этом коэффициент термостабильности составляет лишь 0,45. Это объясняется плохой адсорбционной способностью данного соединения, поэтому 3-бензоил-4-(2-метоксифенил)-4,5-(1H)-дигидропиразол может быть рекомендован как эффективный термо- и фотостабилизатор для ненаполненных полиолефинов. Для тальконаполненных композиций, содержащих наполнитель, модифицированный растворами стабилизаторов Irganox 1010 и Irganox B561, коэффициент термостабильности увеличивается на 21% и на 19% соответственно. Аналогичные результаты получены для композиций, содержащих СВ.

При обработке мрамора раствором Irganox с 1010 концентрацией 20,8 г/л на 1 г наполнителя содержится 23,4 мг стабилизатора. В количественном соотношении при создании композиций с содержанием наполнителя 10 мас. % на поверхности наполнителя, и, следовательно, в самой композиции содержится 0,2 мас. % стабилизатора. Оптимальная концентрация для ненаполненного полимера – 0,5 мас. %. Согласно проведенным исследованиям в случае индивидуального введения компонентов – наполнителя и стабилизатора при 10 мас. % содержании мрамора необходимая концентрация стабилизатора составляет 0,3 мас. %. Использование наполнителя, предварительно обработанного раствором стабилизирующей добавки, позволяет сократить необходимое количество стабилизатора до 0,2 мас. % (в 1,5 раза меньше, чем при традиционном введении стабилизатора) с одновременным значительным повышением термостабильности. Адсорбция стабилизатора на поверхности наполнителя, которая происходит за счет образования водородных связей между функциональными группами стабилизаторов и активными центрами на поверхности наполнителей, удерживает стабилизатор на поверхности наполнителя. Однако при этом не утрачивается его способность десорбироваться с сохранением своего функционального назначения, особенно при протекании термоокислительной деструкции при повышенных температурах. При введении модифицированного таким способом наполнителя в полимер в процессах переработки происходит более равномерное распределение стабилизатора по всему объему полимера по сравнению с традиционным способом введения, при этом исключается возможность концентрирования стабилизатора в локальных областях, приводящая к обратному эффекту, когда стабилизатор начинает выступать инициатором окислительных процессов. При повышенной температуре стабилизатор начинает де-

сорбировавшись с поверхности наполнителя и выступать в роли антиоксиданта, нейтрализующего действие радикалов. При длительном воздействии температуры происходит постепенное расходование стабилизирующих добавок, в результате чего возникает градиент концентраций стабилизатора в объеме полимера и на поверхности наполнителя, и происходит дальнейшая постепенная десорбция стабилизатора по мере его расходования. Так как стабилизатор десорбируется дозированно, при этом ликвидируется возможность передозировки стабилизатора. Этим объясняется его пролонгирующее действие. Таким образом, обработка поверхности наполнителей стабилизирующими добавками приводит к значительному повышению устойчивости к тепловому старению композиций с одновременным снижением требуемого количества добавки. Кроме того при насыщении наполнителей стабилизаторами из пор и микротрещин удаляется воздух, а вместе с ним и кислород, который при традиционной технологии поступает вместе с наполнителем в полимерную матрицу, дополнительно иницируя окислительные процессы, приводящие к деструкции макромолекул.

Применение разработанного способа введения стабилизирующих добавок приводит к экономии дорогостоящих стабилизаторов. При этом уменьшается себестоимость изделий и увеличивается ресурс их работоспособности за счет повышения термостабильности композиций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Впервые оценен индивидуальный вклад стабилизаторов и наполнителей в повышение термостабильности композиционных материалов при совместном их присутствии в полиолефиновых матрицах. Установлено, что принцип аддитивности их действия не соблюдается. Для одних композиций стабилизатор-наполнитель суммарный эффект повышения устойчивости к термоокислительной деструкции выше аддитивного, а для других – он ниже. Так, для ПЭ, содержащего 10 мас. % мрамора и 0,5 мас. % Irganox 1010, коэффициент термостабильности равен 0,85 (после 96 ч старения). Суммарный аддитивный коэффициент термостабильности для ненаполненного стабилизированного ПЭ и ПЭ, содержащего наполнитель, составляет 0,78. В случае использования стабилизатора Irganox B561 и наполнителя талька коэффициент термостабильности при совместном введении в полимер равен 0,35. Суммарный аддитивный коэффициент термостабильности составляет 0,47 [5–7, 10, 11, 13].

2. Впервые выявлено и объяснено повышение термостабильности полиолефиновых композиционных материалов при предварительном насыщении поверхности наполнителей термостабилизаторами. Показано, что величина дан-

ного эффекта зависит от развитости поверхности наполнителя, наличия на ней функциональных полярных групп, а также от молекулярного строения стабилизаторов. При обработке поверхности мрамора раствором стабилизатора Irganox 1010 ($C=20,8$ г/л) значительно повышается термостабильность композиций по сравнению с традиционным способом введения, что объясняется высокой адсорбционной способностью данного стабилизатора благодаря наличию в его структуре полярных гидроксильных, карбонильных групп, бензольных колец, а также большой удельной поверхностью мрамора, присутствию на его поверхности активных центров, способных вступать во взаимодействие с полярными группами стабилизатора [7, 15, 19].

3. Установлена эффективность применения соединений класса полидисульфидов и пиразолов в качестве термо- и фотостабилизаторов. Использование соединения 3-бензоил-4-(2-метоксифенил)-4,5-(1H)-дигидропиразола наиболее эффективно в подавлении процессов термо- и фотоокислительной деструкции полиолефинов по сравнению с широко применяемыми промышленными стабилизаторами ($K_{T72}=0,92$ – для ПЭ; $K_{T250}=0,84$ – для ПП). Предложен механизм действия нового стабилизатора. Показано, что его применение наиболее эффективно в ненаполненных полимерах, так как его адсорбционная способность снижена из-за стерически затрудненной структуры [1–3, 8, 9, 12, 16–18].

4. Предложен способ насыщения поверхности наполнителей стабилизаторами: подобраны растворитель, концентрации стабилизатора в нем, условия адсорбции, продолжительность насыщения наполнителей стабилизаторами, ИК-спектроскопический метод контроля наличия стабилизатора на поверхности наполнителя [14, 19].

5. Предложен механизм, объясняющий сверхвысокую (повышение коэффициента термостабильности на 32%) устойчивость к термоокислительному старению полимерных композиционных материалов при введении в полиолефиновые матрицы наполнителей с адсорбированными на них стабилизирующими добавками. Стабилизаторы, находящиеся на поверхности наполнителей, более равномерно распределяются в объеме полимеров, т.к. введенное количество наполнителей на два порядка выше количества стабилизаторов, дозируемых традиционным способом. Таким образом исключаются области в полимерной матрице с передозировкой стабилизатора, при которой он начинает функционировать как инициатор термоокислительной деструкции. По мере расходования стабилизатора создается градиент его концентраций в объеме полимера и на поверхности наполнителя, стабилизатор десорбируется и диффундирует в области полимерной матрицы до выравнивания химических потенциалов, что обеспечивает его пролонгированное и адресное действие. Кроме того, при насыщении наполнителей стабилизаторами из пор и микротрещин удаляет-

ся воздух, а вместе с ним и кислород, поступающий при традиционной технологии с наполнителем в полимерную матрицу, дополнительно инициируя окислительные процессы, приводящие к деструкции макромолекул [7, 14, 19].

6. Разработанные композиции прошли промышленную апробацию в производственных условиях на РУП «СПО «Химволокно» и ООО «Технодорэкспо». Изготовленная из разработанных композиций пленочная полипропиленовая нить (РУП «СПО «Химволокно») и полипропиленовая леска (ООО «Технодорэкспо») соответствуют требованиям НПД, при этом полипропиленовая нить вследствие высокой термостабильности композиций обладает на 15–30% большей удельной разрывной нагрузкой и на 14% меньшей усадкой по сравнению с нитями, изготовленными из традиционных композиций [4, 6, 7].

Рекомендации по практическому использованию результатов

Разработанные композиции на основе полиолефинов рекомендуются к применению при создании изделий, выдерживающих кратковременные или длительные воздействия повышенной температуры. Переработка их в изделия осуществляется стандартными методами (литье под давлением, экструзия). Использование разработанного метода введения стабилизирующих добавок в наполненные композиции требует модернизации типового технологического процесса приготовления композиций и создания изделий из них. Необходима установка дополнительной герметичной ванны для адсорбции стабилизаторов на поверхности наполнителей. Совокупность полученных в работе данных об индивидуальном и совместном действии наполнителей и стабилизаторов в композициях полиолефинов может быть использована при разработке полимерных композиционных материалов на основе других термопластичных матриц. Предложенный метод модификации наполнителей наряду с повышением термостабильности композиций приводит к снижению требуемого количества стабилизатора.

Разработанные композиционные материалы (содержащие 5 мас. % наполнителя) прошли промышленную апробацию при производстве пленочной полипропиленовой нити на РУП «СПО «Химволокно», выпущена опытная партия нити в количестве 5418 кг. Полученная полипропиленовая нить, содержащая модифицированный наполнитель, обладает на 15–30% большей удельной разрывной нагрузкой и на 14% меньшей усадкой.

Практическая значимость и новизна результатов подтверждена 3 патентами Республики Беларусь [16–18]. Подана заявка на получение патента Республики Беларусь «Способ получения наполненных стабилизированных композиций полимеров» [19].

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

Статьи в научных журналах

1. Яценко, В.В. Изучение свойств композиций на основе полиэтилена высокого давления и стабилизаторов класса полидисульфидов / В.В. Яценко, Н.Р. Прокопчук, Л.А. Попова (Ленартович) // Труды БГТУ. Сер. IV. Химия и технология орган. в-в. – 2007. – Вып. XV. – С. 48–51.

2. Наполненные стабилизированные композиции полиолефинов / Л.А. Попова (Ленартович), Н.Р. Прокопчук, В.В. Яценко, Н.М. Кузьменок, Т.А. Бутько // Труды БГТУ. Сер. IV. Химия и технология орган. в-в. – 2008. – Вып. XVI. – С. 71–75.

3. Стабилизирующая активность соединений различной химической природы в композициях полиолефинов / Л.А. Попова (Ленартович), Н.Р. Прокопчук, В.В. Яценко, Н.М. Кузьменок // Труды БГТУ. Сер. IV. Химия и технология орган. в-в. – 2008. – Вып. XVI. – С. 75–78.

4. Ленартович, Л.А. Изучение теплового старения наполненных композиций полиэтилена / Л.А. Ленартович, Н.Р. Прокопчук, В.В. Яценко // Материалы, технологии, инструменты. – 2010. – Т. 15, № 1. – С. 69–73.

5. Ленартович, Л.А. Исследование устойчивости к тепловому старению наполненных композиций на основе полиэтилена / Л.А. Ленартович // Весці НАН Беларусі. Серыя фіз.-мат., фіз.-тэхн. навук. – 2010. – № 5. – С. 155–157.

6. Ленартович, Л.А. Изучение особенностей теплового старения наполненных композиций полиолефинов / Л.А. Ленартович, Н.Р. Прокопчук, В.В. Яценко // Труды БГТУ. Сер. IV. Химия, технология орган. в-в. и биотехнология. – 2010. – Вып. XVIII. – С. 80–83.

7. Взаимное влияние наполнителей и стабилизаторов в полимерных композиционных материалах / Л.А. Ленартович, Н.Р. Прокопчук, В.В. Яценко, Т.А. Бутько // Труды БГТУ. – 2011. – № 4 : Химия, технология орган. в-в. и биотехнология. – С. 98–102.

Материалы конференций

8. Диффильный характер молекулярной структуры полидисульфидов как регулирующий фактор их антиоксидантной активности в композитах / В.В. Яценко, Т.А. Бутько, М.М. Ревяко, Л.А. Попова (Ленартович), Е.З Хрол // Научно-технические проблемы развития производства химических волокон в Беларуси (Химволокна-2006) : материалы третьей Белорусской науч.-практ. конф., Могилев, 13–15 декабря 2006 г. / Гос. конц. «Белнефтехим», Мин. образ.

Республики Беларусь ; редкол.: Б.Э. Геллер [и др.]. – Могилев, 2007. – С. 312–316.

9. Попова (Ленартович), Л.А. Увеличение долговечности наполненных композиций полиэтилена / Л.А. Попова, Н.Р. Прокопчук, В.В. Яценко // Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 19–20 ноября 2008 г. : в 2 ч. / БГТУ ; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск, 2008. – Ч. 1. – С. 365–369.

10. Попова (Ленартович), Л.А. Особенности стабилизации наполненных композиций полиэтилена / Л.А. Попова, Н.Р. Прокопчук, В.В. Яценко // Композиционные материалы в промышленности : материалы 29-й междунар. конф., Ялта, 1–5 июня 2009 г. / Укр. информац. центр «Наука. Техника. Технология». – Киев, 2009. – С. 133–134.

11. Попова (Ленартович), Л.А. Особенности теплового старения наполненных композиций полиэтилена / Л.А. Попова, Н.Р. Прокопчук, В.В. Яценко // Успехи в химии и химической технологии : сб. науч. тр. / РХТУ им. Д.И. Менделеева ; под науч. ред. П.Д. Саркисова. – Москва, 2009. – Том XXIII, № 5 (98). – С. 64–68.

Тезисы докладов

12. Яценко, В.В. Стабилизация композиций полиэтилена / В.В. Яценко, Л.А. Попова (Ленартович) // ПОЛИКОМТИБ – 2007 : тезисы докладов междунар. научно-техн. конф., Гомель, 16–19 июля 2007 г. / ИММС НАНБ ; редкол.: В.Н. Адериха [и др.]. – Гомель, 2007. – С. 202.

13. Попова (Ленартович), Л.А. Некоторые особенности термостабилизации наполненных композиций полиолефинов / Л.А. Попова // Молодежь. Наука. Инновации. – 2009 : тезисы докладов 62 Регион. научно-техн. конф. студ., аспирант. и магистр. высших учеб. заведений с междунар. участием, Ярославль, 15 апреля 2009 г. / ЯГТУ; редкол.: И.Г. Абрамов [и др.]. – Ярославль, 2009. – С. 65.

14. Ленартович, Л.А. Процессы адсорбции стабилизаторов на поверхности наполнителей и их влияние на устойчивость полимерных композиционных материалов к длительному воздействию повышенной температуры / Л.А. Ленартович // Ломоносов – 2011 [Электронный ресурс] : материалы Междунар. науч. конф. студ., аспирант. и молод. ученых, Москва, 11–15 апреля 2011 г. / МГУ ; редкол.: А.И. Андреев (отв. ред.) [и др.]. – М. : МАКС Пресс, 2011. – 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM).

15. Ленартович, Л.А. Влияние модификации поверхности наполнителей на свойства полимерных композиционных материалов / Л.А. Ленартович, Н.Р. Прокопчук, В.В. Яценко // ПОЛИКОМТИБ – 2011 : тезисы докладов меж-

дунар. научно-техн. конф., Гомель, 27–30 июня 2011 г. / ИММС НАНБ ; редкол.: В.Н. Адериха [и др.]. – Гомель, 2011. – С. 140.

Патенты Республики Беларусь

16. Стабилизатор светоокислительной деструкции : пат. 11264 Респ. Беларусь, МПК (2006) С 08 G 75/00, С 08 L 23/00 / В.В. Яценко, Н.Р. Прокопчук, Л.А. Попова (Ленартович), Ю.В. Кочеткова, Т.А. Бутько ; заявитель БГТУ. – № а 20070302 ; заявл. 22.03.07 ; опубл. 30.10.08 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2008. – № 5. – С. 94.

17. Стабилизатор термоокислительной деструкции : пат. 12986 Респ. Беларусь, МПК (2009) С 08 К 5/00, С 08 L 23/00 / Н.Р. Прокопчук, Л.А. Попова (Ленартович), В.В. Яценко ; заявитель БГТУ. – № а 20081480 ; заявл. 21.11.08 ; опубл. 30.04.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 2. – С. 100.

18. Стабилизатор термоокислительной деструкции : пат. 12987 Респ. Беларусь, МПК (2009) С 08 К 5/00, С 08 L 23/00 / Н.Р. Прокопчук, Л.А. Попова (Ленартович), В.В. Яценко, Н.М. Кузьменок, Т.А. Ковальчук ; заявитель БГТУ. – № а 20090024 ; заявл. 09.01.09 ; опубл. 30.04.10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 2. – С. 100.

Заявки на патент Республики Беларусь

19. № а 20111574 Способ получения наполненных стабилизированных композиций полимеров. Ленартович Л.А., Прокопчук Н.Р., Яценко В.В. Дата подачи 23.11.2011.



РЕЗЮМЕ

Ленартович Лилия Алексеевна СТАБИЛИЗАЦИЯ ПОЛИОЛЕФИНОВ СОЕДИНЕНИЯМИ, ДЕСОРБИРУЮЩИМИСЯ С ПОВЕРХНОСТИ МИНЕРАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

Ключевые слова: полимерный композиционный материал (ПКМ), наполнитель, стабилизатор, полипропилен, полиэтилен, адсорбция, деформационно-прочностные свойства, тепловое старение, термостабильность.

Цель работы: изучение совместного влияния стабилизаторов и наполнителей на устойчивость к тепловому старению; разработка способа введения стабилизирующих добавок и наполнителей в полимерные матрицы, приводящего к повышению термостабильности.

Методы исследования: стандартные методики ГОСТов определения деформационно-прочностных характеристик, технологической усадки, твердости, расчет энергии активации термоокислительной деструкции, ИК-спектроскопия, определение адсорбционной способности стабилизирующих добавок, растровая электронная микроскопия.

Полученные результаты и их новизна: проведены систематические исследования по оценке индивидуальных вкладов в повышение термостабильности композитов стабилизаторов и наполнителей, введенных в полиолефины обычным способом, показавшие, что принцип аддитивности их действия на матрицу не соблюдается. Предложен механизм действия стабилизаторов класса пиразолов, эффективных в подавлении процессов термо- и фотоокислительной деструкции полиолефинов. Установлено повышение термостабильности (до 32%) полиолефиновых композитов при предварительном насыщении поверхности наполнителей термостабилизаторами. Предложен способ насыщения поверхности наполнителей стабилизаторами. Объяснен механизм пролонгированного и адресного действия стабилизаторов, десорбирующихся с поверхности наполнителя, объясняющий повышение на 10–32% термостабильности стабилизированных наполненных композиций полиолефинов, полученных по предложенному способу в сравнении с традиционным, при одновременном снижении количества использованных стабилизаторов на 20–40%.

Область применения: Результаты проведенных исследований могут быть реализованы на предприятиях по переработке полимеров и в химической промышленности при разработке рецептур ПКМ с повышенной термостабильностью.

РЭЗІЮМЭ

Ленартовіч Лілія Аляксееўна СТАБІЛІЗАЦЫЯ ПОЛІАЛЕФІНАЎ ЗЛУЧЭННЯМІ, ЯКІЯ ДЭСАРБІРУЮЦЦА З ПАВЕРХНІ МІНЭРАЛЬНЫХ НАПАЎНЯЛЬНІКАЎ

Ключавыя словы: палімерны кампазіцыйны матэрыял (ПКМ), напаўняльнік, стабілізатар, поліпрапілен, поліэтылен, адсорбцыя, дэфармацыйна-трываласныя ўласцівасці, цеплавое старэнне, тэрмастабільнасць.

Мэта працы: вывучэнне сумеснага ўплыву стабілізатараў і напаўняльнікаў на ўстойлівасць ПКМ да цеплага старэння; распрацоўка спосабу ўвядзення стабілізуючых дабавак і напаўняльнікаў у палімерныя матрыцы, які прыводзіць да павышэння тэрмастабільнасці.

Метады даследавання: стандартныя метадыкі ДАСТАў вызначэння дэфармацыйна-трываласных характарыстык, тэхналагічнай усадкі, цвёрдасці, разлік энергіі актывацыі тэрмааксіляльнай дэструкцыі, ІЧ-спектраскапія, вызначэнне адсарбцыйнай здольнасці стабілізуючых дабавак, растрвая электронная мікраскапія.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: праведзены сістэматычныя даследаванні па ацэнцы індыўідуальных укладаў у павышэнне тэрмастабільнасці кампазітаў стабілізатараў і напаўняльнікаў, уведзеных у поліалефіны звычайным спосабам, якія выявілі, што прыцып адытыўнасці іх дзеяння не выконваецца. Прапанаваны механізм дзеяння стабілізатараў класа піразолаў, эфектыўных у падаўленні працэсаў тэрма- і фотааксіляльнай дэструкцыі поліалефінаў. Выяўлена павышэнне тэрмастабільнасці (да 32%) поліалефінавак кампазітаў пры папярэднім насычэнні паверхні напаўняльнікаў тэрмастабілізатарамі. Прапанаваны спосаб насычэння паверхні напаўняльнікаў стабілізатарамі. Выяўлены механізм пралангаванага і адраснага дзеяння стабілізатараў, якія дэсарбіруюцца з паверхні напаўняльніка, пры гэтым адбываецца павышэнне на 10–32% тэрмастабільнасці стабілізаваных напоўненых кампазіцый поліалефінаў, атрыманых па прапанаваным спосабе ў параўнанні з традыцыйным, пры адначасовым паніжэнні колькасці скарыставаных стабілізатараў на 20–40%.

Галіна скарыстання: вынікі праведзеных даследаванняў могуць быць рэалізаваны на прадпрыемствах па перапрацоўцы палімераў і ў хімічнай прамысловасці пры распрацоўцы рэцэптур ПКМ з павышанай тэрмастабільнасцю.

SUMMARY

Liliya A. Lenartovich

POLYOLEFIN'S STABILIZATION BY COMPOUNDS, WHICH DESORB FROM MINERAL FILLER'S SURFACE

Key words: polymeric composite material (PCM), filler, stabilizer, polypropylene, polyethylene, adsorption, deformative-strength properties, thermal aging, thermostability.

The object-matter of research is to investigate the combined influence of stabilizers and fillers on polyolefin's thermal stability; is to develop method of introduction stabilizing additives and fillers in polymeric matrixes, which results in thermostability increase.

The followings methods were used in the course of the research: conventional GOST methods of determination deformative-strength properties, technological shrinkage, hardness, fluidity indicator of melt, calculation the activation energy of thermooxidizing destruction, infra-red spectroscopy, definition of absorptive ability of stabilizing additives, scanning electron microscopy.

The results obtained and their novelty: the regular researches which direct on estimation individual contributions of stabilizers and fillers in increasing composite's thermostability have been carried out. The researches demonstrate that principle of additivity of their action on a matrix isn't observed. The work offers action mechanism of pirazols, which are effective in inhibition thermo- and photooxidizing polyolefin's destruction. It has been determined that preliminary saturation of filler's surface by thermostabilizers results in increasing (up to 32%) of polyolefin's composites thermostability. The research offers a method of saturation filler's surface by stabilizers. It has been explained the mechanism prolonged and address action of stabilizers, which desorb from filler's surface. The mechanism shows that stabilized filled polyolefin's composites which obtain on the offered way in comparison with traditional is characterized by increasing thermostability on 10–32% and decreasing quantities of stabilizers on 20–40%.

Field of application: the obtained results recommended to be applied at enterprises of polymer's treatment and in chemical industry by working out of PCM formulations with the improved complex of properties.

Научное издание

Ленартович Лилия Алексеевна

**СТАБИЛИЗАЦИЯ ПОЛИОЛЕФИНОВ СОЕДИНЕНИЯМИ,
ДЕСОРБИРУЮЩИМИСЯ С ПОВЕРХНОСТИ МИНЕРАЛЬНЫХ
НАПОЛНИТЕЛЕЙ**

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук по специальности

05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов

Ответственный за выпуск Л. А. Ленартович

Подписано в печать 25.11.2011. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная.

Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,5. Уч.-изд. л. 1,5.

Тираж 60 экз. Заказ #78.

Издагель и полиграфическое исполнение:

УО «Белорусский государственный технологический университет».

ЛИ № 02330/0549423 от 08.04.2009.

ЛП № 02330/0150477 от 16.01.2009.

Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.