

На правах рукописи



ВО ТХИ ХОАЙ ТХУ

**Модифицированные биоразлагаемые композиционные
материалы на основе полиэтилена**

05.17.06. -Технология и переработка полимеров и композитов

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 2009

Работа выполнена в Московском государственном университете прикладной биотехнологии

Научный руководитель: кандидат химических наук,
доцент Аксенова Татьяна
Иванова

Официальные оппоненты: доктор химических наук,
профессор Шгильман Михаил
Исаакович
доктор технических наук,
профессор Ефремов Николай
Федорович

Ведущая организация: ОАО «Научно - исследовательский институт
пластических масс им. Г.С. Петрова»

Защита диссертации состоится 17 февраля 2010г. на заседании
диссертационного совета Д 212.204.01 в РХТУ им. Д. И. Менделеева (125047,
г. Москва, Миусская пл., д. 9) в конференц-зал в 14 часов.

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-библиотечном центре
РХТУ имени Д.И. Менделеева.

Автореферат диссертации разослан 15 января 20 10 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
Д 212.204.01



Будницкий Ю.М.

2010А

8079

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

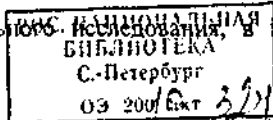
Актуальность проблемы. Проблема защиты окружающей среды приобретает глобальный характер. В частности, серьезную озабоченность вызывает быстрый и практически неуправляемый рост потребления синтетических пластмасс во многих отраслях экономики, приводящий к резкому увеличению отходов. Как следствие, большое значение приобретают вопросы как повышения качества, надежности и долговечности, получаемых из них изделий, так и вопрос их утилизации после истечения срока эксплуатации. Одним из наиболее приемлемых способов решения этих важных вопросов является создание биоразлагаемых материалов. Поэтому разработка и исследование новых биоразлагаемых полимерных материалов - важной и актуальной задачей полимерных материалов.

В последние годы интенсивно ведутся работы по созданию нового класса биоразлагаемых, компостируемых пластинок на основе природных материалов, не приносящих вред окружающей среде и здоровью человека. Во Вьетнаме производство этих материалов пока не налажено.

Весьма эффективный и распространенный способ придания биологической разрушаемости синтетическим полимерам является введение в полимерную композицию различных наполнителей, в частности крахмала, и других ингредиентов.

В частности, для Вьетнама, как и для Российской Федерации, достаточно остро стоит проблема утилизации полиэтилена. Выбор в качестве полимера именно полиэтилена обусловлен его широким использованием в качестве упаковочного материала и наличием его производства в республике, что является важным экономическим аспектом.

Несмотря на то, что в литературе описано значительное количество работ, рассматривающих крахмалосодержащие композиции полиолефинов, проблема создания биodeградируемых систем этим методом окончательно еще не решена. Так, различные типы крахмала, как природного полимера переменного состава, требуют дополнительного исследования, в первую



очередь с точки зрения оптимизации переработки материалов. В том числе это касается производимых во Вьетнаме рисового и кукурузного крахмала.

Поэтому актуальными являлись исследования получения и технологии переработки композиций на основе полиэтилена, рисового и кукурузного крахмала, содержащих также дополнительные технологические компоненты, обеспечивающие повышение технологических свойств и способность к биодegradации.

Цель работы: Целью работы являлась разработка биоразлагаемых композиционных материалов на основе полиэтилена путем совместного использования крахмалов (рисового и кукурузного) в качестве наполнителей и модификаторов, обеспечивающих повышение технологических свойств и биоразлагаемости.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

- Разработка модифицированных композиций на основе ПЭ - крахмал, исследование влияния крахмалов на реологические, диффузионные и деформационно-прочностные свойства композиционных материалов.
- Исследование совместного действия неионогенных модификаторов и крахмалов.
- Изучение влияния концентрации модификатора на реологические параметры композиций
- Исследование кинетики и механизма биоразложения модифицированной композиции.
- Разработка оптимальных составов модифицированных биоразлагаемых композиционных материалов на основе полиэтилена и крахмалов.

Научная новизна: Проведено исследование совместного влияния модификаторов и крахмалов при их введении в полиэтиленовую композицию с целью повышения биоразлагаемости. Впервые показано, что неионогенное поверхностно - активное вещество (НПАВ) способствует биоразложению наполненных крахмалами полиэтиленовых композиций.

Получены новые данные о реологических и деформационно-прочностных характеристиках модифицированных крахмалонаполненных композиций. Определены эффективные модифицирующие добавки: ОС-20 для композиции с кукурузным крахмалом и АЛМ-7 для композиции с рисовым.

Установлена зависимость между временем деградации, содержанием, свойствами крахмала и модифицирующих добавок на основе изучения кинетики биодеструкции.

Методом ЯМР по активности протонов водорода подтверждена способность ПЭ крахмалонаполненных композиций к набуханию и дальнейшему биоразложению.

Установлено, что сроки биоразложения композиционного материала под действием микроорганизмов можно регулировать путем введения модификаторов.

Практическая ценность: Использование в работе неионогенного модификатора и рисового крахмала позволили создать биоразлагаемые материалы на основе полиэтилена с улучшенными технологическими свойствами и биоразлагаемостью.

Добились, что при введении в композиции полиэтилен - рисовый крахмал модифицирующей добавки лаурил-миристил-7 (АЛМ-7) переработка наполненного материала осуществляется при тех же значениях напряжения сдвига (τ) и скорости сдвига ($\dot{\gamma}$), что и полиэтилен на стандартном экструзионном оборудовании.

В результате проведенных исследований получены новые материалы, на основе ПЭ - крахмал, которые могут быть использованы для создания биоразлагаемых композиционных материалов. Разработанные модификаторы могут найти широкое применение при создании новых материалов на основе ПЭ, что расширит области его практического использования. Выпущена опытная партия рукавной пленки методом раздува на опытно-промышленной установке ООО «МашПласт».

Апробация работы. Основные результаты работы были представлены на: 6-ой, 7-ой, 8-ой международных конференциях студентов и молодых ученых "Живые системы и биологическая безопасность населения", (2007, 2008, 2009 г.г. Москва.); 7-ой международной специализированной выставки "Мир биотехнологии 2009", (Москва); международной научно-практической конференции "Олимпиада 2014: технологические и экологические аспекты производства продуктов здорового питания", (Краснодар, 2009г.); 10-ой международной конференции молодых ученых "Пищевые технологии и биотехнологии", (Казань, 2009г.), 1-ой научно-практической конференции с международным участием "Тара и упаковка пищевых продуктов. Коммуникативные технологии пищевых производств", (МГУПП, Москва, 2009). Кроме того, о ходе выполнения научно-исследовательской работы по созданию биоразлагаемых модифицированных композиций, наполненных крахмалами, работа заслушена на ученом совете ВНИИ Крахмалопроductов расширенного состава, в присутствии делегации института промышленной химии Вьетнама.

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 9 печатных работ, один патент на изобретение и подана заявка на патентование.

Объем и структура работы.

Диссертация изложена на 119 страницах машинописного текста. Структура работы состоит из введения, литературного обзора, методической части, экспериментальной части, заключения, выводов, списка используемой литературы и приложений. Диссертационная работа содержит 13 таблиц, 12 формул и 40 рисунков.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулирована цель работы, научная новизна и ее практическая ценность.

Глава 1. Литературный обзор. В данной главе приведен обзор и анализ литературных данных, посвященных вопросам создания биоразлагаемых

полимерных материалов, способа их модификации. Обоснован выбор материалов в качестве объектов исследования композиций на основе полиэтилена и крахмала, приведены характеристики методов исследования биоразлагаемости полимеров. Дано описание свойств и областей применения биоразлагаемых полимерных материалов.

Глава 2. Методическая часть. Включает краткое описание объектов и методов исследований.

В качестве основных объектов исследований в диссертационной работе было использовано ПЭНП. В качестве второго компонента композиционного материал использовали наиболее распространенные на территории Вьетнама крахмалы риса и кукурузы. Количество наполнителя в композиции составляет от 10 до 35 мас. %. Переработка композиционного полимерного материала на основе ПЭ - крахмал различной природы в изделие проводили методом литья под давлением на термопластавтомате ДЕ-3132.

В диссертационной работе использовали модифицированный полимерный материал, который получали методом экструзии на лабораторной одношнековой установке ЭКК-5. В качестве модифицирующих добавок использованы олигомерный краситель и неионогенные поверхностно-активные вещества ОС-20, АЛМ-7. При получении пленки методом экструзии, в композицию дополнительно вводили сополимер этилена с винилацетатом (СЭВА) в количестве 5%.

Изучение реологических свойств осуществляли методом капиллярной вискозиметрии.

Устойчивость полимерных материалов в агрессивных средах, моделирующих природные условия, определяли по стандартной методике ГОСТ 12020-72.

Исследования времен релаксации протонов воды в системе синтетический полимер-крахмал проводили методом ядерно-магнитного резонанса (ЯМР).

Деформационно-прочностные показатели биоразлагаемых полимерных материалов определяли на разрывной машине по ГОСТ 14236-81.

Кинетику биоразлагаемости полимерных материалов, наполненных крахмалами, исследовали модифицированным методом Штурма.

Результаты представлены прошедшие статистическую обработку с помощью компьютерной программы Excel for Windows. Доверительный интервал для среднеквадратичных отклонений определяли при коэффициенте надежности 90%.

Глава 3. Экспериментальная часть. Представляет описание и обсуждение результатов эксперимента диссертационной работы.

Результаты исследования и их обсуждение

1. Исследование реологических свойств композиционных материалов наполненных крахмалами

Для проведения реологических исследований были подготовлены наполненные композиции методом механического смешения в скоростном турбо-смесителе при температуре 20°C в течение 15 мин. Полученную смесь гомогенизировали в экструдере - пластикаторе при температуре расплава на выходе из головки экструдера 180°C, что обеспечивало достаточно равномерное распределение наполнителя в полимерной матрице.

Реологические свойства композиции оценивали методом капиллярной вискозиметрии в изотермических условиях.

Из экспериментальных данных, полученных в работе (рис.1 - 2) показано, что с увеличением содержания крахмала в матрице полиэтилена происходит резкое снижение скорости сдвига и повышается эффективная вязкость расплавов. При содержании крахмала 30 масс.% течение расплава композиционного материала происходит в области более низких значений скоростей сдвига.

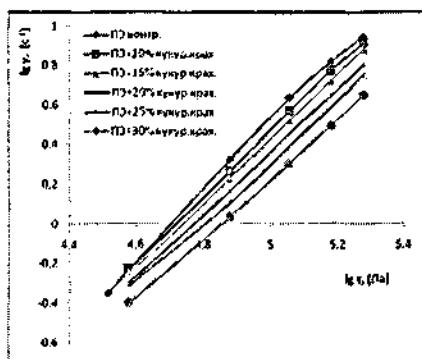


Рис. 1

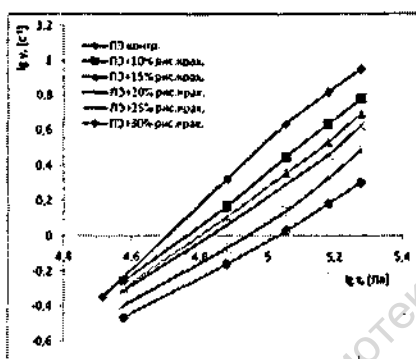


Рис. 2

Рис. 1 и 2 - Кривые течения полимерных композиций ПЭ наполненных кукурузным (рис.1) и рисовым (рис.2) крахмалами

По кривым течения композиций с рисовым и кукурузным крахмалами (рис. 3) можно судить о том, что эти крахмалы практически одинаково влияют на технологические свойства.

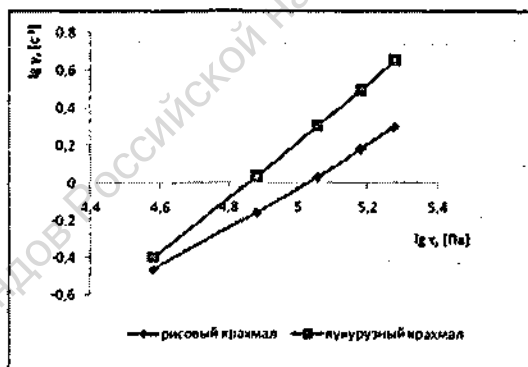


Рис.3 - Кривые течения полимерных композиций ПЭ наполненных крахмалами при содержании крахмала 30 масс.%.

При наполнении крахмалом свыше 35% масс. происходит образование агломератов частиц наполнителя, что приводит к существенным изменениям технологических свойств композиционных материалов, что ставит под

сомнение возможность их переработки на существующем оборудовании. Таким образом, можно констатировать, что диапазон наполнения композиции крахмалом составляет не более 30 масс. %.

2. Исследование устойчивости композиционных материалов на основе полиэтилен - крахмал к действию агрессивных сред

В соответствии с задачами исследований необходимо было исследовать способность полученных крахмалонаполненных композиций к биоразложению. Для этого было изучено поведение полученных композиций в различных агрессивных средах, позволяющее судить о способности материала к разлагаемости под действием факторов внешней среды. В работе был использован косвенный метод - метод определения стойкости к действию химических сред в соответствии с ГОСТ 12020-72. В качестве модельных сред были выбраны: вода, биогумус и раствор NaCl.

При рассмотрении зависимости изменения массы от времени при помещении композитов с рисовым крахмалом в модельные среды (рис. 4) следует, что на всех кривых наблюдается максимальный рост массы, связанный с набуханием поверхностных слоев, после чего происходит резкое ее уменьшение.

Это связано с вымыванием низкомолекулярных фракций из поверхностных слоев в течение первых 5 суток и затем в течение 15 суток процесс стабилизируется для воды и раствора NaCl. В воде с биогумусом происходит более активное проникновение раствора в межмолекулярное пространство композиции и последовательно идут процессы вымывания и набухания.

Иначе ведут себя композиции, наполненные кукурузным крахмалом. Из представленных на рис. 5 зависимостей следует, что в первых 5 дней происходит резкое вымывание поверхностных слоев, а затем идет набухание, т.е. проникновение растворителя в межмолекулярное пространство. Причем набухание композиции с рисовым крахмалом составляет 5-6% и кукурузным и 1-2%.

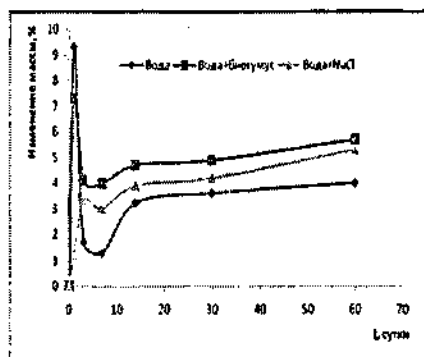


Рис. 4

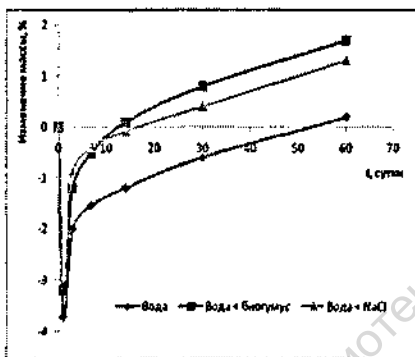


Рис. 5

Рис. 4 и 5 - Изменение массы полимерных композиций ПЭ наполненных рисовым (рис 4) и кукурузным (рис 5) крахмалами

3. Исследование времен релаксации протонов воды в системе синтетический полимер-крахмал

Физические и структурные свойства крахмала, представляющего второй компонент исследуемых образцов, сильно зависит от молекулярного взаимодействия с водой.

Неодинаковая способность композитов к набуханию в воде и в водных растворах NaCl и биогумуса, видимо, связана с особенностями строения молекул рисового и кукурузного крахмалов. Об активности взаимодействия водорода можно судить по времени релаксации. Одним из методов определения времени релаксации протонов водорода является метод ядерно-магнитного резонанса (ЯМР).

Для этого были проведены релаксационные исследования методом ЯМР композитов на основе ПЭ - крахмал (рисовой и кукурузный).

Как следует из таблицы 1, времена релаксации композиции с рисовым крахмалом менее подвижных протонов воды увеличиваются в течение опыта (15-50ms), что говорит об ослаблении их взаимодействия с неводными протонами и усилении взаимодействия с биополимеров, т.е. крахмалы.

Времена релаксации более подвижных протонов воды меняются незначительно в сторону увеличения, что тоже характеризует ослабление взаимодействия в системе полимер-вода.

Времена релаксации композиции с кукурузным крахмалом как более, так и менее подвижных протонов воды увеличиваются в процессе набухания образца, что говорит об ослаблении взаимодействия протонов водной и неводной фракции.

Таблица 1 – Результаты исследований времен релаксации методом ЯМР композиции с рисовым и кукурузным крахмалами

Опыт, (час.)	Времена релаксации T_2 , (msec.)	
	Рисовый крахмал	Кукурузный крахмал
115	503,4	575
	15,7	26,6
225	569	595
	38,4	34,1
334	551	764
	52	40,6

На основании проведенных исследований установлено, что времена релаксации протонов связанной воды (как более, так и менее подвижных) увеличиваются, что говорит об ослаблении их взаимодействия с неводными протонами (полимера), что свидетельствует об ослаблении взаимодействия в системе полимер-вода, разрыхлении матрицы полимера и ослаблении водородных связей. Это подтверждает результаты исследования действий агрессивных сред.

4. Исследование физико-механических характеристик композиционных материалов наполненных крахмалами

Физико-механические характеристики экспериментальных образцов были определены на разрывной машине по ГОСТ 14236-81.

Изменение рецептурного состава влечет изменения в характере кривых растяжения, представленных на рис. 6-7.

Как видно из рис. 6-7, при повышении содержания крахмалов в композиции разрушающее напряжение и относительное удлинение уменьшаются. Так для чистого ПЭ разрушающее напряжение при растяжении составляет 15,7 МПа, а относительное удлинение - 550%. По мере повышения содержания рисового крахмала эти величины уменьшаются до 8,5 МПа и 11% соответственно, причем угол наклона кривых уменьшается, что говорит об уменьшении модуля упругости, и соответственно жесткости образцов. Из этих зависимостей видно, что при содержании 30% крахмалов разрушающее напряжение у образцов с кукурузным крахмалом ниже, чем с рисовым крахмалом.

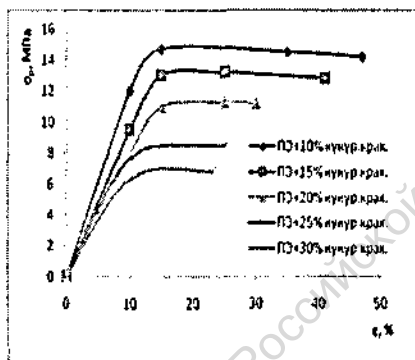


Рис. 6

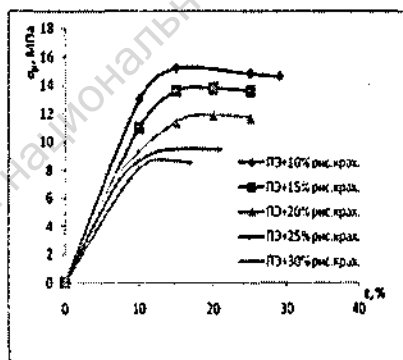


Рис. 7

Рис. 6 и 7 - Кривые растяжения полимерных композиций ПЭ наполненных кукурузным (рис.6) и рисовым (рис.7) крахмалами

5. Модификация крахмалонаполненных композиций

Известно, что введение наполнителя позволяет варьировать физико-механические, теплофизические и другие характеристики полимерных материалов. Поэтому при создании биоразлагаемых композиций необходимо учитывать вышеописанные особенности наполненных полимеров и

разработать методы повышения подвижности структурных элементов полимерной системы. Чем выше содержание наполнителя, тем больше увеличивается вязкость. Нашей задачей было подобрать такую модифицирующую добавку, которая ускоряла бы процесс биоразложения и улучшила бы их перерабатываемость. Для этого были выбраны добавки, действие которых было изучено на композиции, содержащей 10% кукурузного либо рисового крахмала. В качестве модифицирующих добавок были исследованы: олигомерный краситель, неионогенные поверхностно-активные вещества: Неонол (ОС-20) и Лаурил-миристил-7 (АЛМ-7).

5.1. Исследование реологических свойств модифицированных композиций

Чтобы судить о перерабатываемости модифицированных композиций ПЭ с крахмалом, необходимо было исследовать реологические свойства. Полученные кривые течения представлены на рис. 8 - 9. Анализ реологических свойств показал, что вязкостные свойства близки к свойствам исходного ПЭ, т.к. кривые течения модифицированных композиций практически совпадают с кривыми течения ПЭ.

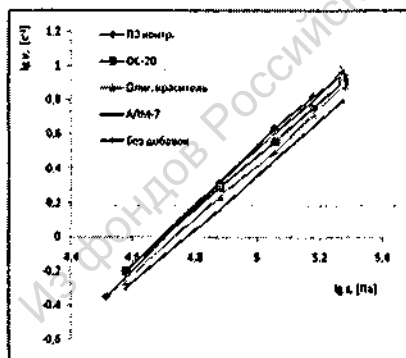


Рис. 8

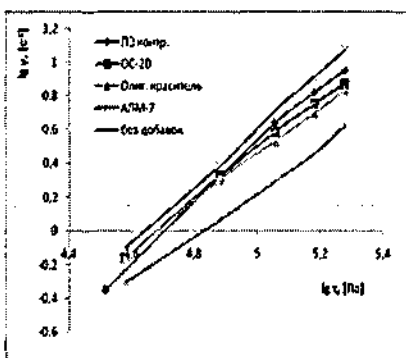


Рис. 9

Рис. 8 и 9 - Кривые течения ПЭ композиций наполненных кукурузным (рис.8) и рисовым (рис.9) крахмалами с модифицированными добавками

5.2. Исследование модифицированных композиций на основе полиэтилен - крахмал к действию агрессивных сред

Образцы также были помещены в различные среды: вода, биогумус и раствор NaCl. Как показали испытания, максимальной величины набухания образцы достигали к 15-20 суткам, после чего наступало насыщение.

Набухание в среде биогумуса, представленное на рис. 10-11 показано, что самое незначительное набухание наблюдается в композициях с добавкой в качестве модификатора олигомерного красителя, оно составило менее одного процента. Для рисового крахмала наиболее эффективным является модификатор АЛМ-7, а для кукурузного – ОС-20.

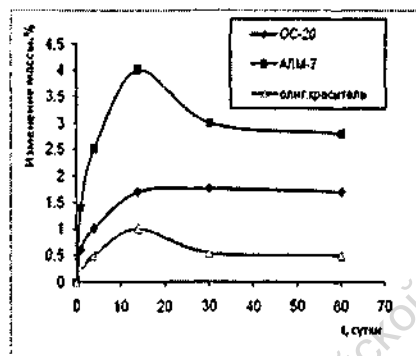


Рис. 10

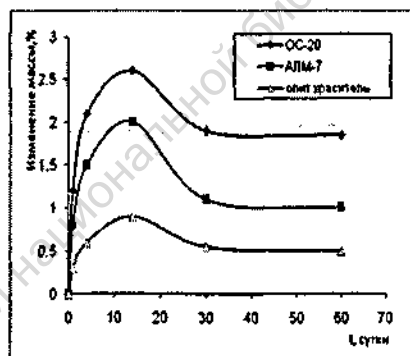


Рис. 11

Рис. 10 и 11 - Изменение массы модифицированных композиций с рисовым (рис.10) и кукурузным (рис.11) крахмалами в биогумусе

5.3. Исследование физико-механических характеристик модифицированных композиций

В соответствии с планом проведения эксперимента были исследованы деформационно-прочностные характеристики, результаты которых представлены на рис. 12-13. Как следует из представленных зависимостей, на начальном этапе угол наклона почти одинаковый, за исключением композиции, где присутствует добавка ОС-20. Для композиции с рисовым и

кукурузным крахмалами наиболее эффективной является добавка ОС-20, при этом разрушающее напряжение составляет 9,5 и 13,8 МПа соответственно, а относительное удлинение почти не меняется.

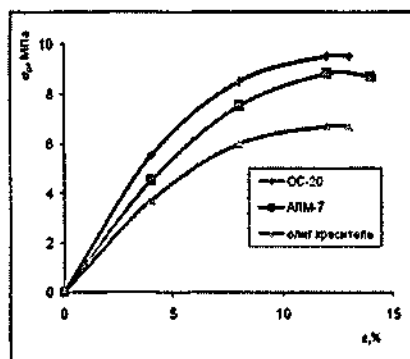


Рис. 12

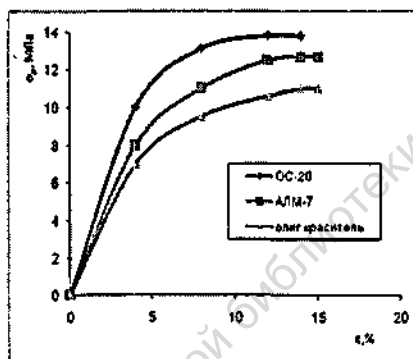


Рис. 13

Рис. 12 и 13 - Кривые растяжения полимерных композиций ПЭ наполненных рисовым (рис.12) и кукурузным (рис.13) крахмалами в зависимости от модифицирующих добавок

5.4. Разработка оптимального состава модифицированной ПЭ композиции

Из литературы известно, что сополимеры этилена с винилацетатом лучше совмещаются с крахмалом, поэтому было решено ввести в композицию сэвилен. Введение в макромолекулу полимера винилацетатного звена приводит к нарушению кристаллической структуры полимера, вследствие чего изменяются свойства продукта. Для этого в композиции был введен СЭВА в количестве 5% .

Для определения оптимального содержания модифицирующих добавок в композициях были подготовлены образцы, содержащие 75% ПЭ, 20% рисового крахмала, 5% СЭВА и модификатор АЛМ-7 в количестве 0,5 - 2%.

Провели исследования влияния концентрации модификатора на реологические свойства композиций. Из результатов исследований,

представленных на рис. 14-15 видно, что с увеличением содержания модифицирующей добавки АЛМ-7 в композициях происходит снижение вязкости. При низких значениях напряжения сдвига (τ) заметно более резкое отличие в скоростях сдвига ($\dot{\gamma}$). При содержании АЛМ-7 2% масс. получили более заметное снижение вязкости во всем интервале зависимости $\lg \dot{\gamma} - \lg \tau$. Это объясняется тем, что в композиции происходит равномерное распределение крахмала между надмолекулярными образованиями ПЭ, ослабление связи между ними и повышение их подвижности. А при малых концентрациях АЛМ-7 в композиции технологические параметры изменяются в меньшей степени.

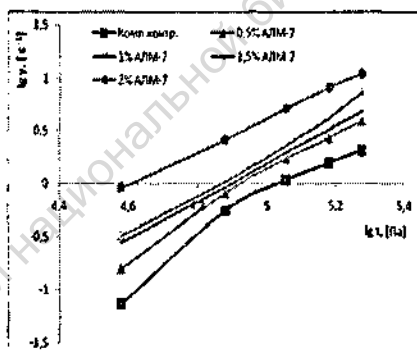
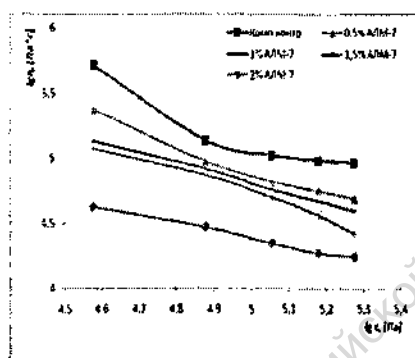


Рис. 14 - Кривые течения модифицированных композиций ПЭ + СЭВА + рисовый крахмал + АЛМ-7

Рис. 15 - Зависимость вязкости от напряжения сдвига модифицированных композиций ПЭ + СЭВА + рисовый крахмал + АЛМ-7

5.5 Исследование кинетики биоразложения модифицирующей полиэтиленовой пленки.

На основании проведенных исследований был выбран оптимальный состав композиции, состоящий из 75% ПЭ, 20% рисового крахмала, 5% СЭВА и 2% модификатора АЛМ-7 и на опытно-промышленной установке ООО «МашПласт» выпущена опытная партия рукавной пленки.

Опытный образец исследован на биоразлагаемость по методу Штурма. В основе метода лежит измерение скорости ассимиляции исследуемого материала в водном растворе в присутствии бактериальной микрофлоры, регистрируемой по скорости выделения углекислого газа в результате жизнедеятельности микроорганизмов. По изменению объема HCl пошедшей на титрование судили о количестве выделившегося CO_2 .

Кинетические кривые изменения индекса биоразлагаемости модифицированной композиции с содержанием рисового крахмала характеризуются наличием признаков биоокисления уже на начальной стадии исследования (рис. 16). В первые сутки индекс биоразлагаемости уменьшается до 65% и монотонно понижается в течение 21 суток до 10% по сравнению с чистым ПЭ.

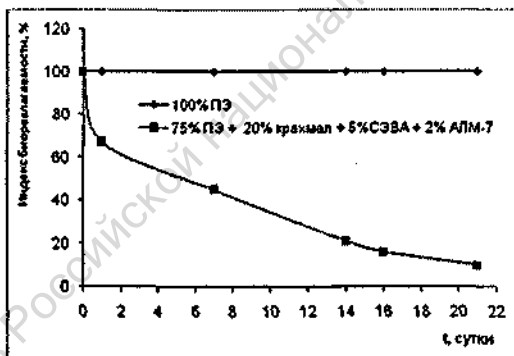


Рис. 16 - Кинетические кривые биоразлагаемости модифицированной композиции

Отсюда можно сделать вывод, что введение модификатора АЛМ-7 композиции ПЭ и рисового крахмала, материал приобретает способность к биоразложению за достаточно короткий промежуток времени.

Анализ результатов физико-механических исследований (рис. 17-18) видно, что для модифицированной композиции разрушающее напряжение и относительное удлинение в продольном и поперечном направлениях уменьшаются на 30%. Это объясняет, что под действием микрофлоры

разрыхляет структура. Исследования физико-механических свойств образцов наглядно демонстрируют качественное изменение структуры композиционных материалов в процессе биодеструкции.

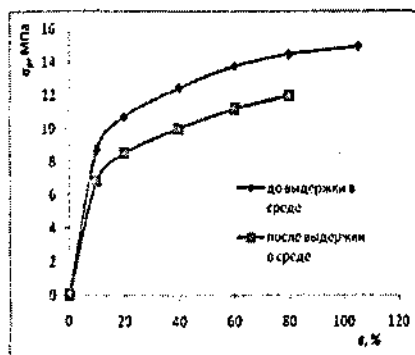


Рис. 17

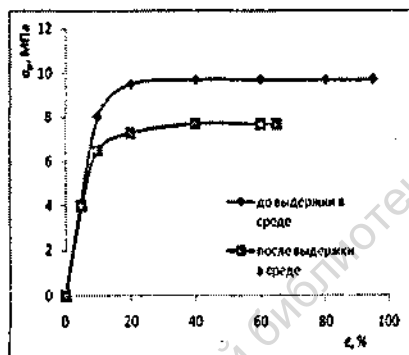


Рис. 18

Рис. 17 и 18- Кривые растяжения пленки модифицированной композиции в продольном (рис.17) и поперечном (рис.18) направлениях

Обработка и анализ результатов диффузионных исследований (таблица 2), полученные после экспонирования образцов в течение 3-х месяцев в биологически-активной среде показал, что модифицированные образцы, содержащие крахмал, имеют признаки биоповреждения уже на начальном этапе исследований – в первых 7 дней исследования.

Таблица 2 - Оценка биоповреждения модифицированных композиционных материалов на основе ПЭ

№	Материал	Оценка, балл			
		7 дней	14 дней	30 дней	90 дней
1	100% ПЭ	0	0	0	0
2	75% ПЭ + 20% рисового крахмала + 5% СЭВА+2% АЛМ-7	1	2	2	3

где, 3 балла - средний рост колоний микроорганизмов (от 30% до 60% площади образца);

2 балла – незначительный рост (от 10% до 30% площади образца);

1 балл - следы микроорганизмов (поражено менее 10% площади образца);

0 баллов - отсутствие микроорганизмов на поверхности образца.

Следует особо отметить, что показатель биодеструкции чистого ПЭ не изменяется на протяжении всего периода исследований. Биоповреждение модифицированной композиции после 90 дней составляет в пределах 30-60%.

Практическая реализация результатов исследования:

На основании полученных результатов выданы рекомендации по созданию биоразлагаемых композиционных материалов на основе модифицированного наполненного рисового крахмала полиэтилена.

Целесообразность применения разработанных материалов в народном хозяйстве заключается:

* в возможности частичной замены более дорогостоящих полимерных материалов, наполнителями в виде крахмалов и в частности рисового крахмала экономии ПЭ.

* в получении биоразлагаемых материалов, для упаковки.

На основании проведенных исследований был выбран оптимальной состав композиции и на опытно-промышленной установке ООО «МашПласт» выпущена опытная партия рукавной пленки.

Выводы

1. Разработан новый модифицированный биоразлагаемый композиционный материал на основе ПЭ, что обеспечивается совместным введением крахмалов и модифицирующих добавок. В качестве наполнителей использованы рисовый и кукурузный крахмалы.

2. Впервые в качестве модифицирующих добавок для полиэтиленовой композиции, наполненных рисовым и кукурузным крахмалами использованы неионогенные поверхностно-активные вещества – неонол (ОС-20) и лаурил миристил-7 (АЛМ-7). Исследованием совместного влияния таких модифицирующих добавок и крахмалов на свойства ПЭ композиции разработаны материалы с оптимальными характеристиками.
3. Показано различными методами (оценка реологических свойств, определение степени набухания, изменение деформационно-прочностных характеристик и др.), что введение в качестве добавок неионогенных поверхностно-активных веществ повышает способность композиции на основе ПЭ - крахмал к переработке.
4. Установлено, что при введении модифицирующих добавок - неионогенных поверхностно - активных веществ, происходит существенное улучшение не только технологических свойств, но и способности к биоразложению ПЭ композиций, наполненных крахмалом.
5. Проведены комплексные исследования, включающие методы ЯМР, биодеструкции, набухания в водных средах, позволившие решить важную экологическую задачу, - создание биоразлагаемых модифицированных композиций наполненных крахмалом.
6. Разработан оптимальный состав композиционных полимерных материалов на основе ПЭ, наполненных рисовым крахмалом и модифицированного лаурил-миристил-7.
7. Установлено, что путем введения модифицирующих добавок можно добиться снижения вязкости высоконаполненных систем, изменить характер их течения и приблизить его к течению чистого полиэтилена.
8. Исследован механизм биодеструкции композиционных материалов методом Штурма. Выявлена способность композиционных

материалов к разложению в природных условиях за достаточно короткий промежуток времени.

9. Выпущена опытная партия рукавной пленки на опытно-промышленной экструзионной установке ООО «МашПласт», изготовлены изделия методом литья под давлением, что позволяет реализовать возможность применения стандартного промышленного оборудования.

Список опубликованных работ по теме диссертации:

1. Во Тхи Хоай Тху, Иванова Т.В., Пешехонова А.Л., Сдобникова О.А., Самойлова Л.Г., Краус С.В. Экологические аспекты утилизации полимерных тароупаковочных материалов // Мясная индустрия.- 2008. - №5. - с.60-62.
2. Во Тхи Хоай Тху, Аксенова Т.И., Сдобникова О.А., Самойлова Л.Г., Ананьев В.В. Свойства композиционных полимерных материалов, наполненных крахмалами // Известия ВУЗов.- 2008. - №5. - с.15-18.
3. Во Тхи Хоай Тху, Аксенова Т.И., Сдобникова О.А., Самойлова Л.Г. Реологические исследования наполненных биоразлагаемых полимерных материалов // Сборник материалов 1-ой научно-практической конференции с международным участием "Тара и упаковка пищевых продуктов. Коммуникативные технологии пищевых производств". МГУПП, ноябрь 2009. - с. 61-65 .
4. Во Тхи Хоай Тху, Аксенова Т.И., Сдобникова О.А. О перспективности использования некоторых отходов пищевых производств при создании биоразлагаемых полимерных композиций // Материалы VI международной конференции студентов и молодых ученых "Живые системы и биологическая безопасность населения". МГУПБ, ноябрь 2007.- с.75-76.
5. Во Тхи Хоай Тху, Аксенова Т.И., Сдобникова О.А., Самойлова Л.Г. Переработка биоразрушаемых полимерных композиций // Материалы VII международной конференции студентов и молодых ученых "Живые

- системы и биологическая безопасность населения". МГУПБ, ноябрь 2008. - с.167-168.
6. Во Тхи Хоай Тху, Аксенова Т.И., Сдобникова О.А., Самойлова Л.Г. Принципы создания биоразлагаемого биобезопасного полимерного материала.// 7-ая международная специализированная выставка "Мир биотехнологии 2009". Москва, 2009. - с.250-251.
7. Во Тхи Хоай Тху, Аксенова Т.И., Сдобникова О.А., Самойлова Л.Г., Иванова Т.В., Краус С.В., Лукин Н.Д. Создание экологически чистых биоразлагаемых материалов - важное направление защиты почвы от загрязнений.// Международная научно-практическая конференция "Олимпиада 2014: технологические и экологические аспекты производства продуктов здорового питания", Краснодар, 2009. - с. 72-73.
8. Во Тхи Хоай Тху, Шафигулина Л.С., Аксенова Т.И., Сдобникова О.А., Самойлова Л.Г., Коноллев А.В., Панкратов В.А. Упаковочный биоразлагаемый материал на основе смеси отходов полиэтилена и крахмала.// Материалы X международной конференции молодых ученых "Пищевые технологии и биотехнологии", г. Казань, 2009. - с. 363.
9. Во Тхи Хоай Тху, Аксенова Т.И., Сдобникова О.А., Самойлова Л.Г. Модифицированные биоразлагаемые полимерные композиции.// Материалы VIII международной конференции студентов и молодых ученых "Экологически безопасные ресурсосберегающие технологии и средства переработки сельскохозяйственного сырья и производства продуктов питания". МГУПБ, ноябрь 2009. - с.182 - 183.
10. Патент №2363711, Российская Федерация, C08L 23/06, C08L 97/02, C08L 3/00, C08J 11/04. Биологически разрушаемая термопластичная композиция.// Ананьев В.В., Кирш И.А., Губанова М.И., Сдобникова О.А., Самойлова Л.Г., Во Тхи Хоай Тху и др.; заявл. 28.02.2008, опубл. 10.08.2009, Бюл.№22.

Подписано в печать 29.12.09 Усл. печ. л. 1,5. Тираж 100 экз. Заказ 10/13
РХТУ им. Д. Н. Менделеева, 125047, г. Москва, Миусская пл., д. 9
ООО «Полисувенир», 109316 Москва, ул. Талалихина, 33. Тел. 677-03-86

2010A
8079

В-8078

Из фондов Российской национальной библиотеки