Федеральное агентство по образованию РФ

*Факультет: МТ*

*Кафедра: ТОПМ*

**Курсовая работа**

по дисциплине «Теория и технология композиционных материалов на полимерной матрице»

Тема: «Технология производства КМ на основе ПЭТ(полиэтилентерефталата)»

Работу выполнил:

ст. группы

Работу проверил(а):

2010

**Содержание**

Введение 3

1. Область применения 4

1.1 Основные отрасли – потребители ПЭТФ 6

1.2 Волокна ПЭТ 7

1.3 ПЭТ бутылки 8

1.4 ПЭТ пленки 8

2. Исходное сырье и материалы 10

2.1 Получение нанокомпозитов на основе ПЭТ 12

2.2 Закономерности твердофазной поликонденсации ПЭТ 15

* 1. Вторичная переработка ПЭТ 18

2.4 Строение полиэтилентерефталата 19

1. Описание технологических операций с составлением схемы техпроцесса и указанием технологических параметров, оборудования, химизма протекающих реакций. 19
   1. Характеристики ПЭТ 21
2. Качественные показатели готовой продукции . 24

Выводы 26

Список литературы 27

**Введение**

В настоящее время прогресс стремится всё больше к идеальным условиям разрабатываются материалы более дешевые, легкие , экологичные, технологичные и т.д. Одним из таких материалов является полиэтиле́нтерефтала́т (ПЭТФ, ПЭТ) — термопластик, наиболее распространённый представитель класса полиэфиров, известен под разными фирменными названиями (см. Названия). Продукт поликонденсации этиленгликоля с терефталевой кислотой (или её диметиловым эфиром); твёрдое, бесцветное, прозрачное вещество в аморфном состоянии и белое, непрозрачное в кристаллическом состоянии. Переходит в прозрачное состояние при нагреве до температуры стеклования и остаётся в нём при резком охлаждении и быстром проходе через т. н. «зону кристаллизации». Одним из важных параметров ПЭТ является «присущая вязкость» определяемая длиной молекулы полимера. С увеличением присущей вязкости скорость кристаллизации снижается. Прочен, износостоек, хороший диэлектрик.

Исследования по полиэтилентерефталату были начаты в 1935 г. в Великобритании Уинфилдом (англ.) (англ. John Rex Whinfield) и Диксоном (англ. James Tennant Dickson), в фирме Calico Printers Association Ltd. Заявки на патенты по синтезу волокнообразующего полиэтилентерефталата были поданы и зарегистрированы 29 июля 1941 года и 23 августа 1943 года. Опубликованы в 1946 году.

В СССР был впервые получен в Лаборатории высокомолекулярных соединений Академии наук СССР в 1949 году.

В данной работе проведу анализ и близкое описание этого материала по разным факторам.

1. **Область применения**.

Благодаря широкому спектру свойств, а также возможности управлять его кристалличностью, полиэтилентерефталат находит разнообразное применение и занимает пятое место в мире – 6,5% от объема потребления всех полимерных материалов.

Основными областями использования полиэтилентерефталата являются производство преформ, волокон и пленок. Конечными потребителями этой продукции выступают производство бутылочной тары и упаковки, текстильная и шинная промышленность, производство фото- и кинопленок, магнитных лент и дисков.

Следует отметить, что структура потребления ПЭТ в России коренным образом отличается от видовой структуры потребления в остальном мире, где наибольшая доля производимого ПЭТ (65%) перерабатывается в волокна и нити. Формирование российского рынка ПЭТ находится в основном под влиянием развития упаковочной отрасли, и крупнейшим сектором потребления ПЭТ (94,8%) является производство преформ для последующего выдува бутылок и других емкостей. Производство волокон и пленок из ПЭТ в России остается крайне неразвитым (4,1%).

Полиэтилентерефталат перерабатывается литьем под давлением, экструзией, раздувным формованием. Волокна и тонкие пленки из ПЭТ изготавливают экструзией с охлаждением при комнатной температуре. Степень кристалличности может быть отрегулирована отжигом при температуре между температурами стеклования и температурой плавления. Литьем под давлением на специальных комплексах для производства ПЭТ-преформ из полиэтилентерефталата производят преформы для ПЭТ-бутылок. Кроме того, из полиэтилентерефталата производят текстильные волокна, кордные нити, электрическую изоляцию, детали электротехнического назначения, ручки электрических и газовых плит, различные разъемы, детали кузовов автомобилей, двигателей, насосов, компрессоров, корпуса швейных машин, изделия медицинского назначения.

Отдельный сегмент современного рынка – рециклинг полиэтилентерефталата.

В России несколько компаний, используя недорогие линии для переработки ПЭТ, в том числе и российского производства, специализируются на покупке отходов и продаже вторичного полиэтилентерефталата. Отходы собираются, сортируются вручную или автоматически и поступают на участок дробления. Загрязненная ПЭТ-дробленка проходит несколько контуров мойки, зону отделения примесей, сушку и поступает в зону растарки. Полученные ПЭТ-хлопья (флексы) можно гранулировать или перерабатывать в негранулированном виде. Вторичный ПЭТ хорошего качества можно использовать без органичений, в том числе для упаковки продуктов. Многие производители ПЭТ-преформ с успехом используют вторсырье в своем производстве.

Кроме того, полиэтилентерефталат можно перерабатывать в активированный уголь, получаемый посредством пиролиза ПЭТ.

Материалы могут использоваться в различных отраслях промышленности:

- электротехника и электроника,

- машино - и автомобилестроение,

- точная механика,

- бытовые приборы.

Как высококачественные технические полимеры, стеклонаполненные полиэфирные материалы используются для технических деталей, к которым предъявляются высокие требования по нагрузкам. Благодаря хорошей текучести, их них легко изготавливаются методом литья под давлением, сложные и тонкостенные детали.

Эти термопластичные полиэфиры характеризуется следующими свойствами:

- высокая жесткость и твердость

- очень хорошая длительная прочность

- высокая теплостойкость, особенно армированных стекловолокном марок (эксплуатационная температура до 140° - 150° C)

- хорошие антифрикционные свойства и износостойкость

- высокая размерная точность деталей, малое влагопоглощение

- очень хорошие диэлектрические свойства

- высокая стойкость по отношению к химикатам и к воздействию атмосферных явлений

- стойкость к воспламенению (UL 94 V-0 при 0,8 мм)

Полиэфирный термопласт стоек к изменению первоначальной окраски при длительном воздействии высокой температуры, что позволяет с успехом применять его для изготовления деталей бытовой техники, подвергающихся нагреву. Температура длительного использования материала без изменения механических и диэлектрических свойств составляет 120° С, а для стеклонаполненного до 150° С. Материал допускает кратковременное воздействие высокой температуры до 210° С. Изготовленные из него изделия жесткие, прочные, с прекрасной поверхностью.

Образующиеся при переработке композиционных материалов твердые отходы (слитки расплава) нетоксичны, обезвреживания не требуют, подлежат измельчению на дробилках и повторной переработке в чистом или модифицированном виде.

**1.1 Основные отрасли – потребители ПЭТФ**

Сегодня ПЭТ используется для производства разнообразнейшей упаковки для продуктов и напитков, косметики и фармацевтических средств, ПЭТ материалы незаменимы при изготовлении аудио, видео и рентгеновских пленок, автомобильных шин, бутылок для напитков, пленок с высокими барьерными свойствами, волокон для тканей. Широкий ряд применений возможен благодаря исключительному балансу возможностей ПЭТ и тому, что в готовом изделии степень кристалличности и уровень ориентации можно контролировать.

Итак, физические свойства ПЭТФ делают его идеальным материалом для использования в следующих основных областях:

• изготовление упаковки (бутылки, коррексы, одноразовая посуда и т.д.)

• плёнок (торговое название «лавсан»)

• волокна (торговое название «полиэстер»)

• конструкционные элементы для строительства, композиционных материалов для машиностроительной промышленности и др

**1.2 Волокна ПЭТ**

Основной областью использования ПЭТФ в мире является изготовление полиэфирных волокон (лавсан или терилен) и нитей. Если в России на производство волокон уходит всего лишь 2% от совокупного потребления ПЭТФ – гранулята, то в мире – около 68%.

Широкое применение ПЭТФ началось в 60-е годы первоначально в производстве текстиля. С тех пор спрос неуклонно растет в первую очередь в развитых странах. На рынке ПЭТФ в большинстве регионов отмечается чрезвычайно быстрый рост спроса со стороны продуцентов полиэфирных волокон и нитей. В свою очередь из полиэфирных волокон и нитей ихготавливают полиэфирные (ПЭФ) ткани. Рост спроса на ПЭФ был вызван, в первую очередь, более низкой себестоимостью по сравнению с другими видами химических волокон и нитей. Вторым фактором популярности полиэфира стал широкий спектр применения в связи с прекрасными свойствами материала. По прочности и удлинению полиэфир не уступает полиамиду, а по светоустойчивости превосходит его, по формоустойчивости превосходит самое формоустойчивое из всех природных волокон — шерсть, имеет низкую гигроскопичность и высокую термостойкость, что является достоинством при производстве технических тканей. Различают: Текстильные волокна и нити.

1. Полиэфирные текстильные волокна - производство пряжи полиэфирной и смесовой, широко применяется в производстве хлолпковых, льняных, шерстяных тканей.

2. Полиэфирные текстильные нити - используются в производстве широкого ассортимента различных типов материалов: подкладочные, костюмные ткани и др.

Технические волокна и нити

Основные сферы применения технических волокон и нитей:

1. Армирование шлангов;

2. Армирование приводных ремней;

3. Производство упаковочной ленты;

4. Производство автомобильных подушек безопасности;

5. Производство напольных покрытий;

6. Армирование тентовых тканей;

7. Производство баннерных тканей и армирование баннерных ПВХ покрытий;

8. Производство кордных тканей;

9. Производство геотканей.

**1.3 ПЭТ бутылки**

ПЭТ бутылки Производство ПЭТ бутылок - одно из самых значительных направлений использования полиэтилентерефталата в России. Развитие технологии выдувки из преформ, стойкость к ударным нагрузкам, свобода в выборе дизайна и относительно низкая стоимость сделали ПЭТ упаковку самой популярной на рынке газированных напитков и минеральных вод, растительных масел. Кроме того ПЭТ тара получила широкое распространение в упаковке пива, майонеза, косметики, бытовой химии, технических жидкостей и др. пищевых и непищевых продуктов. Исходный материал для ПЭТ бутылок – ПЭТ преформы, из которых после предварительного разогрева растягиваются и выдуваются бутылки. Преформы производятся методом литья под давлением на специальных машинах - термопластавтоматах (ТПА). Цвет и прозрачность будущей бутылки закладывается при изготовлении преформы из гранул. Более 80% упаковочного ПЭТ производится в виде гранулята. Остальное приходится на пленки и заготовки, используемые для выпуска термоформованных упаковок для парфюмерных товаров, средств бытовой химии и лекарств.

**1.4 ПЭТ пленки**

К настоящему времени в мире сформировался достаточно емкий рынок ПЭТ-пленок, используемых, прежде всего, для упаковки.

Полиэстровые пленки делятся на:

• ОПЭТ пленку – тонкие пленки, ориентированные в одном направлении. Такие пленки предназначены для электроизоляции кабелей и изготовления пленочных кондиционеров. РЕТ пленки обладали для этого оптимальными свойствами – наибольшее сопротивление проколу при наименьшей толщине. Массовое же производство связано с производством фотопленок, аудио-, видеолент, которое стремительно отмирает вследствие перехода к цифровым технологиям воспроизведения.

• БОПЭТ пленку - двуосноориентированная пленка. Она несравнимо тоньше (до 4 мкм), гораздо сильнее уровень сопротивления к проколу. Они предназначенная для изготовления гибкой упаковки под майонез, кетчуп, снеки из рыбы и морепродуктов, сыпучие товары бытовой химии, кофе, молоко, специи, кондитерские изделия, пельмени и др.

• К настоящему времени БОПЭТ пленка практически полностью вытеснила ОРЕТ пленку

• ПЭТ-G пленку – пленка, предназначенная для изготовления термоусадочной этикетки. Кроме того, эти пленки применяются в полиграфии – для изготовления окошечек для конвертов и упаковки

• А-ПЭТ пленку – аморфная пленка, предназначенная для термоформованной упаковки. Преимуществами АПЭТ пленок являются высокий уровень ударопрочности и высокая морозостойкость. Первый фактор предопределил использование АПЭТ для изготовления коррексов для конфет. Второй фактор - широкое применение для упаковки мороженого, замороженных овощей и фруктов, полуфабрикатов и т. п.

В целом можно отметить, что полиэстровая пленка очень устойчива к высокой температуре, поэтому ее термосварка в автоматах невозможна. Пленка используется только в ламинатах. Она не имеет запаха и обладает высокой жиростойкостью. Одно из важнейших преимуществ - высокий барьер газопроницаемости. При очень малой толщине (12 мкм) показатели прочности на разрыв и прокол чрезвычайно высоки - 1500 кг/см2. Для сравнения - у полиэтилена низкой плотности (LDPE) этот показатель составляет всего 150 кг/см2.

Исходя из сфер применения, выделяют три основных марки ПЭТФ-гранулята:

• Волоконный ПЭТФ

• Бутылочный ПЭТФ

• Пленочный ПЭТФ

1. **ИСХОДНОЕ СЫРЬЕ И МАТЕРИАЛЫ**

Общие сведения

Полиэтилентерефталат – синтетический линейный термопластичный полимер, принадлежащий к классу полиэфиров. Продукт поликонденсации терефталевой кислоты и моноэтиленгликоля. Полиэтилентерефталат может эксплуатироваться как в аморфном, так и в кристаллическом состоянии. Аморфный полиэтилентерефталат – твердый прозрачный материал, кристаллический – твердый непрозрачный бесцветный. Степень кристалличности может быть отрегулирована отжигом при температуре между температурой стеклования и температурой плавления. Товарный полиэтилентерефталат выпускается обычно в виде гранулята с размером гранул 2-4 миллиметра.

Обычное обозначение полиэтилентерефталата на российском рынке – ПЭТ, но могут встречаться и другие обозначения: ПЭТФ или PET или PETP (полиэтилентерефталат), APET (аморфный полиэтилентерефталат).

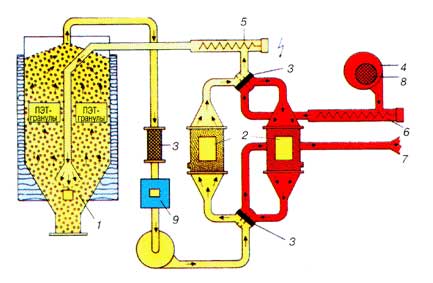
В промышленном масштабе ПЭТ начал выпускаться как волокнообразующий полимер, но вскоре занял одно из ведущих мест и в индустрии полимерной упаковки. По темпам роста потребления в настоящее время полиэтилентерефталат является наиболее быстрорастущим полимерным материалом.

Волокнообразующий полиэтилентерефталат известен на рынке под торговыми марками лавсан или полиэстер.

Технические требования, предъявляемые к отечественному ПЭТ, определяются «ГОСТ Р 51695-2000 Полиэтилентерефталат. Общие технические условия».

Устройство агрегатов для сушки ПЭТ показано на рисунке. Сырье засасывается из мешка вакуумным загрузчиком (на рисунке не показан). Загрузчик имеет собственное дозирующее устройство, с помощью которого гранулы ПЭТ порционно подаются в бункер таким образом, чтобы он был всегда заполнен сырьем. Сырье перемещается в бункере сверху вниз так, чтобы во время пребывания каждой порции в бункере было не менее четырех часов. Снизу в бункер через выходное сопло подается подогретый нагревателем воздух. Отобрав влагу от сырья, воздух через фильтр и холодильник попадает в адсорбер-осушитель и затем снова в бункер. Адсорберов два. Когда один работает, другой генерируется. В рабочем контуре датчики непрерывно измеряют степень сухости воздуха - точку росы. Превышение допустимого значения точки росы является сигналом того, что рабочий адсорбер пресыщен, заслонки автоматически переключаются, и роль адсорберов

Преформу при ее производстве следует охлаждать быстро, так, чтобы ПЭТ не успел закристаллизоваться и затвердел, т.е. перешел в стеклообразное состояние, сохранив аморфную , некристаллическую структуру, которую он имеет в расплавленном состоянии. С точки зрения физики стекло - та же жидкость, только величина его вязкости столь огромна, что и за сотни лет не удается заметить деформаций стеклообразных сред под действием напряжений. С ростом температуры вязкость падает настолько, что полимер приобретает способность деформироваться за разумные промежутки времени. На этом и основан способ получения бутылок из преформ - достаточно разогреть преформу до температуры порядка ста градусов, чтобы за секунды из нее можно было выдуть бутылку.



1 - выходное сопло;

2 - адсорберы;

3 - переключатели;

4 - воздуходувка;

5 - основной нагреватель;

6 - нагреватель регенератора;

7 - выходная труба

8 - микрофильтр

9 - воздухоохладитель

2.1 Получение in situ нанокомпозитов на основе ПЭТ

Наиболее широко применяемой маркой ПЭТ является полиэтилентерефталат в чистом виде, однако серьезное место занимают и различные композиционные материалы на основе ПЭТ.

Проблема получения полимерных материалов с требуемыми эксплуатационными характеристиками актуальна для ПЭТ, поскольку этот материал не является идеальным с точки зрения механических, барьерных и других свойств, и может быть решена посредством введения в полимерную матрицу различных наполнителей. Однако при этом требуется значительное количество этих наполнителей (высокие степени наполнения), что приводит к снижению ряда эксплуатационных показателей материала (например, увеличению хрупкости, увеличению себестоимости производства и др.). Кроме того, эффекты, достигаемые при наполнении полимеров традиционными наполнителями, значительно уступают эффектам, которые проявляются в нанокомпозитах (за счет введения небольших количеств наноразмерных наполнителей, способных улучшать одни эксплуатационные характеристики, не ухудшая другие при более низкой себестоимости производства).

Создание нанокомпозиционных материалов осуществлялось непосредственно в процессе синтеза полиэтилентерефталата (in situ). Использование изофталевой кислоты в качестве одного из мономеров синтеза ПЭТ обеспечило материалам пониженную температуру плавления, а введением наночастиц в полимерную матрицу было достигнуто повышение механических свойств материала, а также его термостойкость и высокие барьерные характеристики по отношению к газам.

Органомодификацию монтмориллонита проводили различными алкиламмониевыми соединениями, согласно представленной ниже схеме (рис. 2):

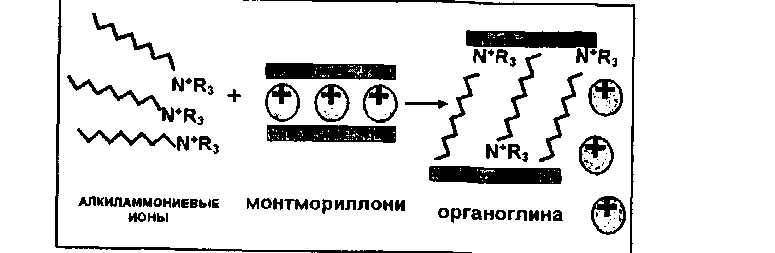


Рис. 2. Схема органомодификации монтмориллонита

Кроме того, в целях внедрения и хорошего распределения пластин слоистого силиката в полимере была разработана методика закрепления катализатора на поверхности слоистого силиката. Таким образом, формирование макромолекул происходило непосредственно на поверхности нанонаполнителя. Схема процесса полимеризации мономера на поверхности силиката приведена на рис. 3 (а, б).

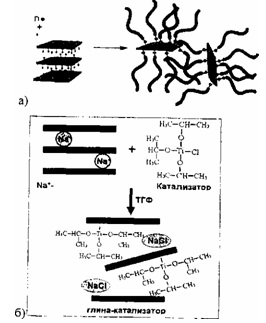


Рис. 3. Схема образования нанокомпозита

Были проведены исследования механических характеристик изготовленных образцов материала, таких как ударная вязкость, предельная прочность, относительное удлинение при разрыве, модуль упругости и др. Исследован целый комплекс эксплуатационных характеристик материалов на основе ПЭТ, в т.ч. барьерные свойства (проницаемость по кислороду), электрофизические (электрическая прочность, пробивное напряжение, удельное объемное электрическое сопротивление), реологические свойства и т.д.

Наряду с электрическими и механическими испытаниями проведены испытания на теплостойкость полученного материала, которые подтвердили способность диэлектрика выдерживать воздействие повышенной температуры без недопустимого ухудшения его свойств.

Исследование морфологии и структурной организации модифицированного ПЭТ, степени и особенностей распределения наноразмерных наполнителей в полимерной матрице позволило выявить основные закономерности и установить взаимосвязь объемов введенного наполнителя на различные характеристики материала.

Исследования в области катализа процесса синтеза ПЭТ и нанокомпозитов на его основе с использованием нового комплексного катализатора, а также катализатора, являющегося одновременно органическим модификатором в межслоевом пространстве монтмориллонита, позволили значительно сократить время процесса синтеза и достичь наилучшей степени эксфолиации частиц алюмосиликата в объеме полимерной матрицы, что в свою очередь обеспечило наилучшее использование потенциала нанокомпозитных материалов по совокупности эксплуатационных характеристик при минимальных степенях наполнения полимерной матрицы полиэтилентерефталата.

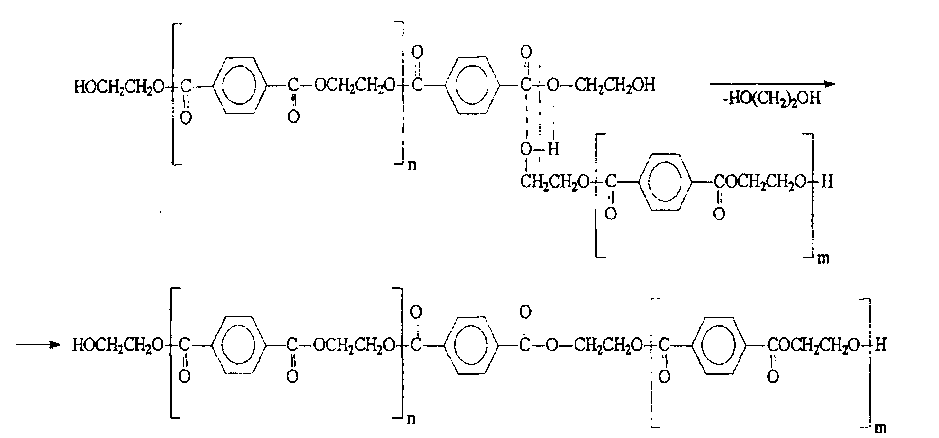
2.2 Закономерности твердофазной поликонденсации ПЭТ

С целью получения высокомолекулярного продукта на основе ПЭТ с улучшенными физико-химическими, диэлектрическими свойствами, гидролитической стойкостью и незначительным содержанием концевых карбоксильных групп, синтезы осуществляли способом твердофазной поликонденсации (ТФПК).

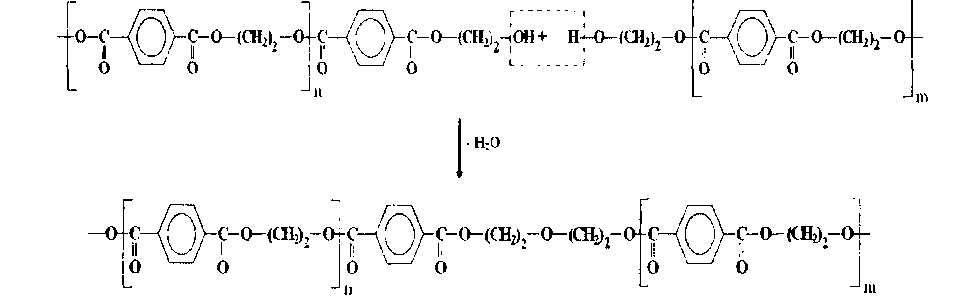
Предварительно полученный и высушенный ПЭТ подвергали термической обработке в атмосфере инертного газа или вакууме.

Удлинение цепи происходит за счет реакций функциональных групп макромолекул. Благодаря увеличению молекулярной массы, полимер имеет улучшенные физико-химические и диэлектрические свойства, обладает гидролитической стойкостью и незначительным содержанием карбоксильных групп. Рост молекулярной массы может происходить:

- взаимодействием карбоксильной и гидроксильной групп двух макромолекул с образованием сложноэфирной связи и выделением этиленгликоля.



- взаимодействием гидроксильных групп макромолекул с образованием простой эфирной связи и выделением воды.



Подбирая оптимальные условия для максимального роста степени полимеризации, а следовательно, и для улучшения свойств полиэтиленте-рефталатов проводились синтезы в твердой фазе образцов полимеров. Полученные результаты и условия проведения твердофазной поликонденсации отражены в табл. 3. Из данных, представленных в табл. 3 можно заключить, что оптимальными условиями для ТФПК образцов ПЭТ, являются 240 °С в течение 8 часов.

Полученные результаты свидетельствуют о существенном влиянии на итоги твердофазной поликонденсации химического состава каталитической системы. Как следует из данных таблицы максимальный эффект повышения молекулярной массы ПЭТ достигается при использовании в качестве катализатора ацетата натрия (0,075-0,125 %).

В качестве одного из катализаторов при синтезе полиэтилентерефталата использовался тетрабутоксититан (0,075 вес. %).

Промышленные образцы ПЭТ в условиях твердофазной поликонденсации обнаруживают менее заметное повышение молекулярной массы. Это говорит о том, что разработанный нами комплекс стабилизаторов и катализаторов является более эффективным по сравнению со стандартными катализаторами и стабилизаторами, используемыми в промышленности.

**2.3 Вторичная переработка ПЭТ**

До недавнего времени, получать вторичное ПЭТ-сырье было очень сложно. Существующие технологии и оборудование для рециклинга полиэтилентерефталата были технически несовершенны и убыточны. Однако, утилизация ПЭТ-продукции также связаны с серьезными затратами и загрязнением природы. Это заставило специалистов искать недорогие способы получения вторичного ПЭТ-сырья. В настоящее время созданы и успешно работают недорогие линии для переработки ПЭТ в том числе и российского производства.

Загрязненные отходы, содержащие, как правило, ПЭТ-бутылки, собираются, сортируются вручную или автоматически и поступают на участок дробления. Загрязненная ПЭТ-дробленка проходит несколько контуров мойки, зону отделения примесей и сушку и поступает в зону растарки. Затем полученные ПЭТ-хлопья (флексы) можно гранулировать, либо перерабатывать в негранулированном виде. Вторичный ПЭТ хорошего качества можно использовать без органичений, в том числе для упаковки продуктов. Многие производители ПЭТ-преформ с успехом используют вторсырье в своем производстве.



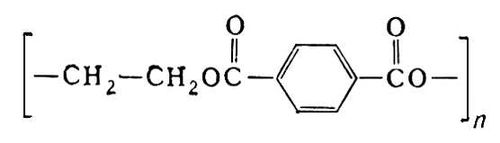
Однако и в новых технологиях существуют некоторые изъяны. Например, вещества, с помощью которых приклеивают этикетки, могут при переработке вызывать обесцвечивание и потерю прозрачности материала, а остаточная влага способна вызвать деструкцию ПЭТ. В свою очередь, продукты разложения вызывают пожелтение пластика и изменяют его механические свойства. Кроме того, было установлено, что ПЭТ можно подвергать пиролизу для получения активированного угля.

Ещё одной проблемой, является тенденция ПЭТ к самопроизвольной кристаллизации с течением времени, то есть «старение». Это приводит к изменению свойств материала, что может вызвать изменение размеров изделия (усадку и коробление).

Тем не менее, с недавних пор и в России существует мощный рынок вторичного ПЭТ. Несколько компаний специализируются на покупке и продаже отходов и готового вторсырья ПЭТ.

**2.4 Строение полиэтилентерефталата.**

Полиэтилентерефталат является продуктом поликонденсации терефталевой кислоты (OH)-(CO)-C6H4-(CO)-(OH) и моноэтиленгликоля (OH)-C2H4-(OH). В процессе поликонденсации образуется линейная молекула полиэтилентерефталата [-O-(CH2)2-O-(CO)-C6H4-(CO)-] n и вода. Молекулярная масса полиэтилентерефталата 20000-40000. Фениленовая группа C6H4 в основной цепи придает жесткость скелету молекулы полиэтилентерефталата и повышает температуру стеклования и температуру плавления полимерного материала. Регулярность строения полимерной цепи повышает способность к кристаллизации полиэтилентерефталата, которая в значительной степени определяет механические свойства готового изделия. Степень кристалличности полиэтилентерефталата зависит от способа его получения и обработки. Возможность управления кристалличностью полиэтилентерефталата существенно расширяет спектр его применения. Максимальная степень кристалличности неориентированного полиэтилентерефталата – 40-45%, ориентированного – 60-65%.



1. **Описание технологических операций с составлением схемы техпроцесса и указанием технологических параметров, оборудования, химизма протекающих реакций.**

Сырьем для производства ПЭТФ обычно служит диметиловый эфир терефталевой кислоты с этиленгликолем. Получают полиэтилентерефталат поликонденсацией терефталевой кислоты (бесцветные кристаллы) или ее диметилового эфира с этиленгликолем (жидкость) по периодической или непрерывной схеме в две стадии. По технико-экономическим показателям преимущество имеет непрерывный процесс получения ПЭТ из кислоты и этиленгликоля. Этерификацию кислоты этиленгликолем (молярное соотношение компонентов от 1:1,2 до 1:1,5) проводят при 240-2700С и давлении 0,1-0,2МПа.

Обычно материал с более низкой молекулярной массой (М - 20 000) применяется для изготовления волокон; в других приложениях используется материал с более высокой молекулярной массой.

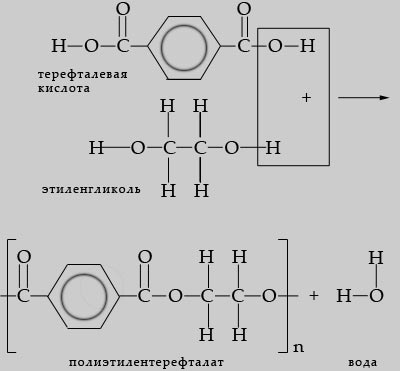
Полученную смесь бис-(2-гидроксиэтил)терефталата с его олигомерами подвергают поликонденсации в нескольких последовательно расположенных аппаратах, снабженных мешалками, при постепенном повышении температуры от 270 до 3000С и снижении разряжения от 6600 до 66 Па.

После завершения процесса расплав полиэтилентерефталата выдавливается из аппарата, охлаждается и гранулируется или направляется на формование волокна. Матирующие агенты (TiO2), красители, инертные наполнители (каолин, тальк), антипирены, термо- и светостабилизаторы и другие добавки вводят во время синтеза или в полученный расплав полиэтилентерефталата.

Достигнутая регулярность строения полимерной цепи повышает способность к кристаллизации, которая в значительной степени определяет механические свойства. Фениленовая группа в основной цепи придает жесткость скелету и повышает температуру стеклования и температуру плавления. Химическая стойкость ПЭТ близка к таковой у полиамидов, и он проявляет очень хорошие барьерные свойства. ПЭТ обладает способностью существовать в аморфном или кристаллическом состояниях, причем степень кристалличности определяется термической предысторией материала.

При быстром охлаждении ПЭТ аморфен и прозрачен, при медленном – кристалличен (до 50%).

Товарный ПЭТ выпускается обычно в виде гранулята с размером гранул 2-4 миллиметра. Производители ПЭТ в основном находятся за пределами России и СНГ.



**3.1 Характеристики ПЭТ**

ПЭТ имеет высокую химическую стойкость к бензину, маслам, жирам, спиртам, эфиру, разбавленным кислотам и щелочам. Полиэтилентерефталат не растворим в воде и многих органических растворителях, растворим лишь при 40-150 град. С в фенолах и их алкил- и хлорзамещенных, анилине бензиловом спирте, хлороформе, пиридине, дихлоруксусной и хлорсульфоновой кислотах и др.. Неустойчив к кетонам, сильным кислотам и щелочам.

Имеет повышенную устойчивость к действию водяного пара.

Аморфный полиэтилентерефталат – твердый прозрачный с серовато-желтоватым оттенком, кристаллический – твердый, непрозрачный, бесцветный. Отличается низким коэффициентом трения (в том числе и для марок, содержащих стекловолокно). Термодеструкция ПЭТ имеет место в температурном диапазоне 290-310 С. Деструкция происходит статистически вдоль полимерной цепи; основными летучими продуктами являются терефталевая кислота, уксусный альдегид и монооксид углерода. При 900 °С генерируется большое число разнообразных углеводородов; в основном летучие продукты состоят из диоксида углерода, монооксида углерода и метана. Для предотвращения окисления ПЭТ во время переработки можно использовать широкий ряд антиоксидантов.

Основные характеристики полиэтилентерефталата.

Плотность аморфного полиэтилентерефталата: 1,33 г/см3.

Плотность кристаллического полиэтилентерефталата: 1,45 г/см3.

Плотность аморфно-кристаллического полиэтилентерефталата: 1,38-1,40 г/см3.

Коэффициент теплового расширения (расплав): 6,55•10-4.

Теплопроводность: 0,14 Вт/(м•К).

Сжимаемость (расплав): 99•106 Мпа.

Диэлектрическая постоянная при 23 °С и 1 кГц: 3,25.

Тангенс угла диэлектрических потерь при 1 Мгц: 0,013-0,015.

Относительное удлинение при разрыве:12-55%.

Температура стеклования аморфного полиэтилентерефталата: 67 °С.

Температура стеклования кристаллического полиэтилентерефталата: 81 °С.

Температура плавления: 250-265 °С.

Температура разложения: 350 °С.

Показатель преломления (линия Na) аморфного полиэтилентерефталата: 1,576.

Показатель преломления (линия Na) кристаллического полиэтилентерефталата: 1,640.

Предел прочности при растяжении: 172 МПа.

Модуль упругости при растяжении: 1,41•104 МПа.

Влагопоглощение: 0,3%.

Допустимая остаточная влага: 0,02%.

Морозостойкость: до –60 °С.

Полиэтилентерефталат обладает высокой механической прочностью и ударостойкостью, устойчивостью к истиранию и многократным деформациям при растяжении и изгибе и сохраняет свои высокие ударостойкие и прочностные характеристики в рабочем диапазоне температур от –40 °С до +60 °С. ПЭТ отличается низким коэффициентом трения и низкой гигроскопичностью. Разлагается под действием УФ-излучения. Общий диапазон рабочих температур изделий из полиэтилентерефталата от -60 до 170 °C.

По внешнему виду и по светопропусканию (90%) листы из ПЭТ аналогичны прозрачному оргстеклу (акрилу) и поликарбонату. Однако по сравнению с оргстеклом у полиэтилентерефталата ударная прочность в 10 раз больше.

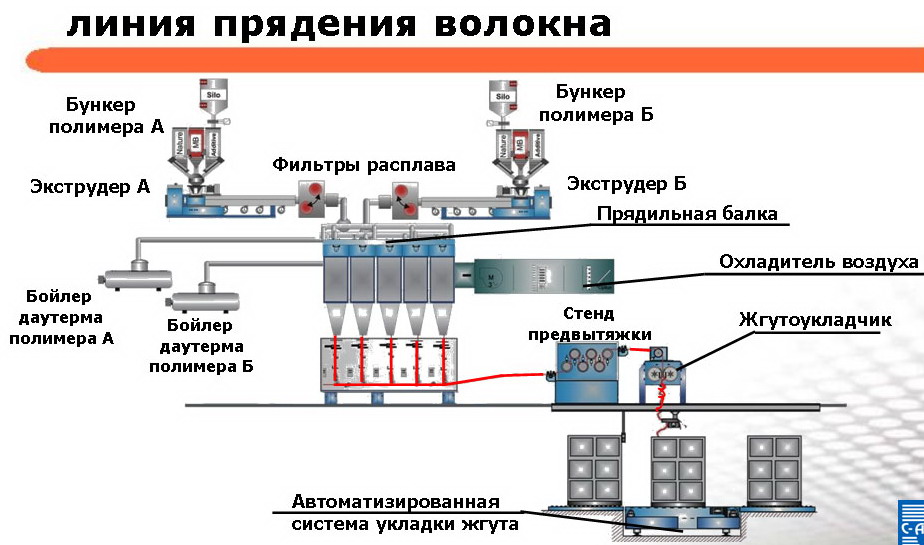
ПЭТ – хороший диэлектрик, электрические свойства полиэтилентерефталата при температурах до 180°С даже в присутствии влаги изменяются незначительно.

ПЭТ обладает высокой химической стойкостью к кислотам, щелочам, солям, спиртам, парафинам, минеральным маслам, бензину, жирам, эфиру. Имеет повышенную устойчивость к действию водяного пара. Растворим в ацетоне, бензоле, толуоле, этилацетате, четыреххлористом углероде, хлороформе, метиленхлориде, метилэтилкетоне и, следовательно, листы ПЭТ могут так же хорошо склеиваться, как оргстекло, полистирол и поликарбонат.

Полиэтилентерефталат характеризуется отличной пластичностью в холодном и нагретом состоянии. Листы из этого полимера имеют незначительные внутренние напряжения, что делает процесс термоформования простым и высокотехнологичным, предварительная сушка листов не требуется, теплоемкость листов из полиэтилентерефталата меньше, чем у полистирола и оргстекла, поэтому нагрев ПЭТ-листов до температуры формования требует значительно меньшей тепловой энергии и времени. Все это приводит к экономии электроэнергии и снижению трудоемкости, а, следовательно, к снижению себестоимости изготавливаемой продукции. Поэтому полиэтилентерефталат может быть хорошей заменой прозрачному сплошному поликарбонату в различных сооружениях и конструкциях, так как его стоимость значительно ниже.

Термодеструкция полиэтилентерефталата происходит в температурном диапазоне 290-310 °С. Деструкция происходит статистически вдоль полимерной цепи. Основными летучими продуктами являются терефталевая кислота, уксусный альдегид и монооксид углерода. При 900 °С генерируется большое число разнообразных углеводородов. В основном летучие продукты состоят из диоксида углерода, монооксида углерода и метана.

Для повышения термо-, свето-, огнестойкости, для изменения цвета, фрикционных и других свойств в полиэтилентерефталат вводят различные добавки. Используют также методы химического модифицирования различными дикарбоновыми кислотами и гликолями, которые вводят при синтезе ПЭТ в реакционную смесь.



1. **Качественные показатели готовой продукции .**

При создании бутылок Пэт применяются следующие методы:

контроль качества готовой продукции - ПЭТ-бутылок проводится всем персоналом выдувного подразделения;

Проводится сплошной, периодический приемочный и летучий контроль качества готовой продукции;

Сплошной контроль качества продукции по внешнему виду осуществляется операторами цеха на участках визуального контроля, периодический контроль осуществляется мастером, летучий – директором производственного подразделения;

Контроль качества продукции включает:

- проверку качества на месте производства;

- контроль готовой продукции на месте упаковки (визуальный контроль);

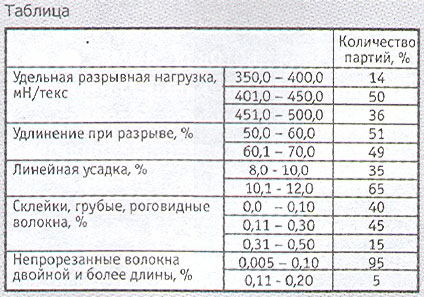
- технический контроль каждой партии испытательной лаборатории на аппарате высокого давления (5Бар);

- контроль продукции, сданной на склад.

Результаты контроля по всем показателям заносятся в журналы контроля качества готовой продукции.

Для полиэфирных пленок .

Аналитический контроль качества вторичного волокна проводится по тем же методикам и показателям, которые предусмотрены техническими условиями на волокно для нетканых материалов из первичного ПЭТФ. По всем показателям вторичное волокно соответствует требованиям технических условий, что может быть проиллюстрировано результатами за 2002 г. (таблица).



Например методика разрыва проводится по ГОСТ 6611.2-73. Сущность метода заключается в

Растяжении нити до разрыва и определения величины разрывной нагрузки и удлинения при разрыве. Применяют разрывную машину маятникового типа, с постоянной скоростью возрастания нагрузки, с постоянной скоростью деформирования.

**Выводы**

Несомненное современную цивилизованную жизнь не возможно представить без уникальных гибких технологий материалов пэт, как в производстве тары для питьевых напитков так и информационных (цифровых) сферах работы человека, что в последнее время стремится к отмиранию.

Тенденция ПЭТ к самопроизвольной кристаллизации с течением времени, то есть «старение». Приводит к изменению свойств материала, что может вызвать изменение размеров изделия (усадку и коробление).

ПЭТ имеет высокую химическую стойкость к бензину, маслам, жирам, спиртам, эфиру, разбавленным кислотам и щелочам. Полиэтилентерефталат не растворим в воде и многих органических растворителях.

Регулярность строения полимерной цепи повышает способность к кристаллизации полиэтилентерефталата, которая в значительной степени определяет механические свойства готового изделия. Степень кристалличности полиэтилентерефталата зависит от способа его получения и обработки. Возможность управления кристалличностью полиэтилентерефталата существенно расширяет спектр его применения.

**Список литературы**

1. <http://www.e-plastic.ru>
2. http://www.khimvolokno.by
3. <http://www.polimerportal.ru>
4. <http://www.lenpoligraf.ru>
5. http://pet-bottle.ru/qualityinfo.html