

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра технологии переработки пластмасс

Т.С. Выдрина

СТАРЕНИЕ И СТАБИЛИЗАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ

Методические указания для изучения теоретического курса
и выполнения лабораторных занятий
для студентов очной и заочной форм обучения
направления 655100 – Химическая технология высокомолеку-
лярных соединений

специальности 250600 - Технология переработки пластмасс и
эластомеров

специализации 250601 - Технология изделий из пластических
масс и композиционных материалов

Екатеринбург
2003

Рекомендованы к изданию методической комиссией инженерно-экологического факультета , протокол № 1 от 18.10.2002 г.

Рецензент: Гулемина Н.Н., доцент кафедры физической, аналитической и органической химии УГЛТУ, канд. хим. наук.

Редактор: Сайгина Р.В.

| | |
|--------------------|----------------------------|
| Подписано в печать | Формат 60x84 1/ 16 |
| Плоская печать | Печ. л. 0,93 Тираж 50 экз. |
| Заказ | Поз. 34 Цена 3 р. 20 к. |

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ

Отдел оперативной полиграфии

В В Е Д Е Н И Е

Данные методические указания включают рабочую программу дисциплины "*Старение и стабилизация полимеров*" и методики лабораторных работ.

Цель лабораторного практикума:

- закрепление и систематизация теоретических знаний студентов;
- наглядная демонстрация процессов старения, протекающих в полимерах под влиянием внешних воздействий;
- накопление опыта самостоятельного проведения экспериментальных работ.

Перед проведением каждой работы студент должен *изучить теоретические положения, лежащие в основе работы, уяснить цель работы, роль и предназначение используемых материалов и реактивов, ознакомиться с устройством и принципом работы используемого оборудования.*

Для успешного выполнения лабораторной работы *студент обязан заранее оформить заготовку отчета* по соответствующей работе.

В заготовке отчета необходимо указать цель работы, кратко изложить теоретические положения, лежащие в основе работы, привести краткую методику проведения работы.

По ходу работы студент вносит в заготовку отчета экспериментальные данные и результаты их обработки; проводит сравнение полученных данных с литературными, делает соответствующие выводы и защищает отчет перед преподавателем.

Во время лабораторных занятий студент должен также ***пройти тестовый контроль теоретических знаний*** по основным темам дисциплины "*Старение и стабилизация полимеров*".

Содержание тем, которые выносятся на тестовый контроль, приводится в начале данных методических указаний.

Студент, выполнивший практикум и успешно прошедший тестирование, допускается к зачету.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

по дисциплине *"Старение и стабилизация полимеров"*

УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Грасси Н., Скотт Дж. Деструкция и стабилизация полимеров: Пер с англ. М.: Мир, 1988. 446 с.
2. Павлов Н.Н. Старение пластмасс в естественных и искусственных условиях. М.: Химия, 1982. 224 с.
3. Эмануэль Н.М., Бучаченко А.Л. Химическая физика молекулярного разрушения и стабилизации полимеров. М.: Наука, 1988. 368 с.
4. Кулезнев В.Н., Шершнев В.А. Химия и физика полимеров. М.: Высш. шк., 1988. 312 с.
5. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения. М.: Высш.шк., 1992. 512 с.
6. Тугов И.И., Кострыкина Г.И. Химия и физика полимеров. М.: Химия, 1989. 432 с.
7. Шур А.М. Высокомолекулярные соединения. М.: Высш. шк., 1981. 656 с.
8. Энциклопедия полимеров: В 3 т. М.: Сов. энцикл., 1972-1977.
9. Стрепихеев А.А., Деревицкая В.А. Основы химии высокомолекулярных соединений. М.: Химия, 1976. 440 с.
10. Лосев И.П., Тростянская Е.Б. Химия синтетических полимеров. М.: Химия, 1971. 615 с.
11. Оудиан Дж. Основы химии полимеров. М.: Мир, 1974. 614 с.
12. Основы полимерного материаловедения: Учеб. пособие./Н.Д. Негодяев, В.Г. Бурындин, А.И. Матерн, В.В. Глухих. Екатеринбург: УГТУ, 1998. 322 с.

Дополнительная

1. Фойгт И. Стабилизация синтетических полимеров против действия света и тепла. Л.: Химия. 1972. 544 с.
2. Шляпинтох В.Я. Фотохимические превращения и стабилизация полимеров. М.: Химия, 1979. 344 с.
3. Химические добавки к полимерам (Справочник). М.: Химия, 1981. 264 с.
4. Маския Л. Добавки для пластмасс. М.: Химия, 1978. 184 с.
5. Вспомогательные вещества для полимерных материалов (Справочник). М.: Химия, 1966. 176 с.

6. Воробьева Г.Я. Химическая стойкость полимерных материалов. М.: Химия, 1981. 296 с.
7. Шляпников Ю.А. и др. Антиокислительная стабилизация полимеров. М.: Химия, 1986. 256 с.
8. Моисеев Ю.В., Заиков Г.Е. Химическая стойкость полимеров в агрессивных средах. М.: Химия, 1979. 288 с.
9. Гладышев Г.П., Ершов Ю.А., Шустова О.А. Стабилизация термостойких полимеров. М.: Химия, 1979. 272 с.
10. Брык М.Т. Деструкция наполненных полимеров. М.: Химия, 1989. 192 с.
11. Денисов Е.Т. Окисление и деструкция карбоцепных полимеров. Л.: Химия, 1990. 286 с.
12. Бюллер К.У. Тепло- и термостойкие полимеры.: Пер. с нем. - М.: Химия, 1984. 1056 с.
13. Бабаевский П.Г., Кулик С.Г. Трещиностойкость отвержденных полимерных композиций. М: Химия, 1991. 333 с.
14. Барамбойм Н.К. Механохимия высокомолекулярных соединений. М.: Химия, 1978.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ

1. Раздаточный материал с поясняющими рисунками, таблицами, формулами, механизмами реакций и фотографиями.
2. Образцы полимеров до и после эксплуатации, без стабилизаторов и со стабилизирующими добавками.
3. Плакаты и слайды с механизмами реакций, таблицами физико-химических свойств полимеров, рисунками, математическими формулами, фотографиями и другими демонстрационными материалами.

1. СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Старение и стабилизация полимеров»

Цель дисциплины - формирование и закрепление у студентов современных представлений о характере и природе химических и физико-химических процессов, приводящих к изменению структуры полимеров и протекающих в них при переработке в изделия или при эксплуатации изделий; освещение научно-обоснованных методов ингибирования процессов старения полимеров, а также механизмов реакций, протекающих при старении; формирование у студентов навыков квалифицированного выбора способов переработки и условий эксплуатации полимеров, применения стабилизирующих добавок, а также навыков грамотной ориентации в ассортименте и эксплуатационных свойствах материалов на основе полимеров.

Задачи дисциплины - продолжение и углубление раздела “Химические реакции полимеров” дисциплины “Химия и физика полимеров”, детальное изложение механизмов реакций деструкции (химической и физической); освещение причин и условий, влияющих на направление, скорость процессов, протекающих при переработке полимеров и эксплуатации изделий на их основе, на структуру и комплекс физико-механических свойств полимеров; описание основных типов ингибиторов и катализаторов процессов деструкции, механизма действия указанных соединений; практическая применимость и подтверждение влияния ингибирующих или катализирующих добавок на процессы старения полимеров.

1.1. Тема «Химические реакции полимеров»

Общая характеристика и классификация химических реакций полимеров. Особенности химических реакций полимеров.

Химические превращения, протекающие без изменения степени полимеризации. *Полимераналогичные превращения*. Реакционная способность полимеров в реакциях полимераналогичных превращений. Влияние полимерных эффектов на скорость реакций и состав получаемых полимеров. Практическое применение реакций полимераналогичных превращений.

Внутримолекулярные реакции, протекающие с изменением структуры скелета цепи без изменения степени полимеризации.

Химические реакции, протекающие с изменением структуры и увеличением молекулярной массы полимеров. *Реакции сшивания макромолекул*. Сшивание за счет функциональных групп полимеров и за счет реакций с низкомолекулярными би- и полифункциональными реа-

гентами. Отверждающие системы. Химизм реакций отверждения и вулканизации.

Химические реакции, протекающие с изменением структуры и уменьшением молекулярной массы полимеров. *Химическая* (гидролиз, алкоголиз, аминолиз, ацидолиз, окислительная) и *физическая* (термическая, фотохимическая, радиационная, механическая) деструкция.

1.2. Тема «*Факторы и виды старения полимеров*»

Понятие “старение” полимеров и основные факторы (повышенная температура, УФ-излучение, излучение высоких энергий, кислород, агрессивные вещества, механические напряжения и др.), вызывающие старение. Природа активных центров, характеристика и следствие реакций, протекающих при старении полимеров. Основные физико-химические методы исследования старения. Количественные критерии степени старения полимеров. Старение в естественных и искусственных условиях. Прогнозирование долговечности полимеров.

1.3. Тема «*Старение в результате окисления полимеров*»

Влияние триплетного кислорода на прочность химических связей. “Слабые” связи в полимерах. Цепной характер и стадии окислительного старения. Зависимость кинетики процесса от химической природы и физической структуры полимеров (окисление аморфных и кристаллических полимеров в расплаве, растворе, твердой фазе). Механизм реакций, протекающих при окислительном старении полимеров. Конечные продукты окислительной деструкции. Основные методы обнаружения кислородсодержащих групп в полимерах; метод ИК-спектроскопии. Стойкие и не стойкие к окислению полимеры.

Антиоксиданты ингибирующего (1-й группы) и превентивного (2-й группы) действия, их основные представители. Требования, предъявляемые к стабилизаторам. Механизм стабилизирующего действия антиоксидантов 1-й и 2-й группы. Синергизм и антагонизм действия стабилизаторов разного типа.

1.4. Тема «*Старение полимеров под действием повышенных температур*»

Термическая (термолиз) и термоокислительная деструкция. Влияние строения полимера (наличие и характер заместителей, природа химических связей, надмолекулярная структура и др.) на механизм и конечные продукты термодеструкции.

Термолиз, приводящий к разрыву химических связей в основной цепи макромолекул и термолиз, протекающий с участием боковых групп молекул полимера. Деполимеризация и термодеструкция “до осколков” макромолекул. Реакции отщепления боковых групп и реакции внутримолекулярной циклизации. Газообразные продукты терморазложения различных полимеров.

Специфика термолиза поливинилхлорида (ПВХ). Факторы, ускоряющие термолиз ПВХ. Способы замедления термодеструкции. Виды термостабилизаторов, различия механизмов их действия и рекомендуемые условия применения каждого вида.

1.5. Тема *«Старение полимеров под действием ультрафиолетовых лучей»*

Энергия квантов УФ-лучей и ее действие на различные виды химических связей. Фотолиз и фотоокислительная деструкция полимеров. Влияние хромофорных групп на способность полимеров поглощать свет и на механизм фотодеструкции. Конечные продукты фотолиза различных полимеров в зависимости от их структуры. Квантовый выход разрывов цепи при фотодеструкции. Полимеры, стойкие и нестойкие к фотолизу.

Физические и химические светостабилизаторы для защиты от фотодеструкции. Механизм действия и условия применения каждого вида фотостабилизаторов.

1.6. Тема *«Старение полимеров под действием ионизирующего излучения»*

Радиолиз, его причины и последствия. Радиационные эффекты в полимерах (сшивание, деструкция, окисление, изменение ненасыщенности, газообразование и др.). Конечные продукты радиолиза различных полимеров в зависимости от их структуры. Радиационно-химический выход деструкции и сшивания. Радиационно-стойкие и нестойкие полимеры. Стабилизация полимеров для защиты от радиолиза.

Антирады, их структура и механизм действия.

1.7. Тема *«Старение полимеров под влиянием механических напряжений»*

Механохимические превращения, протекающие в полимерах под действием механических нагрузок. Сущность механокрекинга, механосшивания, механотечения, механоактивации и др. процессов. Механокрекинг полимеров под влиянием перенапряжений. Степень механоде-

струкции, закономерности снижения молекулярной массы и изменения ММР полимеров от времени механокрекинга.

Стадии, кинетика и конечные продукты механохимических превращений (привитые, блок-сополимеры, сшитые полимеры, полимеры с пониженной полидисперсностью). Влияние условий переработки полимеров на характер термомеханических превращений.

Вещества (мягчители, смазки, лубриканты, антифлексинги), снижающие перерапряжения в полимерах и механизм их действия.

2. МЕТОДИКИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторная работа № 1

«ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА ЩЕЛОЧНЫМ ГИДРОЛИЗОМ ПОЛИВИНИЛАЦЕТАТА»

Реактивы: Раствор поливинилацетата

в этиловом спирте (30 %-ный) - 30 - 50 г ;

Раствор щелочи в этиловом спирте

(11,25 г КОН или 9 г NaOH в 100 см³ спирта - 100 см³;

Раствор едкого натра (0,5 н) - 100 см³;

Раствор соляной кислоты (0,5 н) - 100 см³;

Фенолфталеин

Ацетон - 500 см³.

Приборы и оборудование:

Трехгорлая колба емкостью 250 или 500 см³, снабженная обратным холодильником и мешалкой с герметичным затвором; капельная воронка объемом 150-200 см³; лабораторный трансформатор; мерный цилиндр вместимостью 100 см³; колба Бунзена с воронкой Бюхнера; колба круглодонная емкостью 100 см³, снабженная обратным холодильником и хлоркальциевой трубкой (2шт); баня водяная (2шт); электроплитка (2шт); весы технические и аналитические; бюретка емкостью 50 см³ (2шт); шкаф сушильный.

Порядок выполнения работы:

Работа выполняется в 2 этапа:

1. Проводится щелочной алкоголиз поливинилацетата до поливинилового спирта;

2. Определяется содержание непрореагировавших (негидролизированных) ацетатных групп после щелочного алкоголиза.

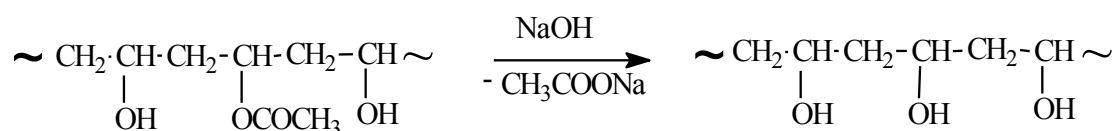
Этап 1. Алкоголиз поливинилацетата

В трехгорлую колбу емкостью 250 (500) см³, снабженную обратным холодильником, мешалкой с герметичным затвором и капельной воронкой, заливают 100 см³ спиртового раствора щелочи. В капельную воронку помещают 50 г спиртового раствора (30%-ного) поливинилацетата (ПВА). Включают мешалку и при энергичном перемешивании при комнатной температуре добавляют по каплям раствор поливинилацетата к раствору щелочи. Расход раствора поливинилацетата необходимо установить ~ 4-5 капель в минуту.

В результате омыления поливинилацетата из бесцветного раствора высаждается образующийся поливиниловый спирт. Продолжительность реакции – 2-3 ч. По окончании процесса алкоголиза осадок поливинилового спирта отфильтровывают на воронке Бюхнера, несколько раз промывают ацетоном до нейтральной реакции по индикатору и сушат в вакуум-сушильном шкафу при температуре 50-60 °С до постоянной массы. Высушенный поливиниловый спирт взвешивают и определяют выход продукта.

Этап 2. Определение содержания остаточных негидролизованых ацетатных групп в поливинилово-м спирте

Метод основан на дальнейшем более глубоком омылении оставшихся ацетатных групп в полимере с последующим титрованием избытка щелочи соляной кислотой:



В круглодонную колбу емкостью 100 см³ помещают ~ 1-2 г поливинилового спирта, измельченного, высушенного до постоянной массы и взвешенного с точностью до 0,0002 г. К навеске приливают из бюретки 50 см³ 0,5 н раствора гидроксида натрия. Колбу соединяют с обратным холодильником, закрытым сверху пробкой с хлоркальциевой трубкой. Содержимое колбы нагревают на кипящей водяной бане в течение 5-6 ч. По окончании указанного срока колбу охлаждают и содержимое колбы титруют в присутствии фенолфталеина 0,5 н раствором соляной кислоты до исчезновения розовой окраски. Анализ проводят в двух параллелях и по результатам анализа двух проб принимают среднее значение объема кислоты, пошедшего на титрование. Параллельно проводят контрольный опыт.

Содержание ацетатных групп (в мас. %) в поливинилово-м спирте находят по формуле:

$$x = (V_1 - V_2) f \cdot 0,0295 \cdot 100 / g$$

где V_1 и V_2 – объем 0,5 н раствора соляной кислоты, израсходованного на титрование соответственно контрольной и анализируемой проб, см³;

f – поправочный коэффициент 0,5 н раствора соляной кислоты;

0,0295 – количество ацетатных групп, соответствующее 1 см³ 0,5 н раствора соляной кислоты, г;

g – навеска анализируемого поливинилового спирта, г.

Содержание винилацетатных звеньев (в мас. %) рассчитывают по формуле:

$$x_1 = (V_1 - V_2) f \cdot 0,043 \cdot 100 / g$$

где 0,043 - количество винилацетатных звеньев, соответствующее 1 см³ 0,5 н раствора соляной кислоты, г.

Требования к отчету:

1. Заготовку отчета оформить заранее, дав в ней ответы по пунктам, которые указаны ***во введении***.
2. Изобразить схему установки.
3. Привести схему реакции щелочного гидролиза поливинилацетата.
4. Указать основные свойства и области применения поливинилового спирта.
5. Выполнить требуемые расчеты, определить выход продукта и сделать выводы по результатам работы.

Лабораторная работа № 2

«ТЕРМИЧЕСКАЯ ДЕПОЛИМЕРИЗАЦИЯ ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТА»

Исходные материалы и реактивы:

| | |
|--|-------------------------|
| Полиметилметакрилат (стружка, порошок, опилки) - | 50 г ; |
| Раствор карбоната натрия (10 %-ный) | - 100 см ³ ; |
| Кальций хлористый прокаленный | - 100 г; |
| Спирт этиловый | - 50 см ³ ; |
| Спиртовый раствор гидроксида калия 0,1 н | - 50 см ³ ; |
| Спиртовый раствор фенолфталеина | |

Приборы и оборудование:

Колба Вюрца емкостью 1000 см³; прямой холодильник (холодильник Либиха); термометр со шкалой делений от 0 до 400 °С; дефлегматор; алонж; колбы конические емкостью 200-250 см³ (3 шт.); делительная воронка объемом 250 см³; баня воздушная; электроплитка; весы технические и аналитические; бюретка объемом 50 см³; пипетки объемом 15 см³, рефрактометр, набор ареометров.

Порядок выполнения работы:

В колбу Вюрца загружают 50 г измельченного полиметилметакрилата (ПММА) и колбу устанавливают на воздушную баню над электроплиткой. К колбе присоединяют прямой холодильник, алонж и приемную коническую колбу для сбора продукта термодеструкции (деполимера). В горло колбы Вюрца вставляют термометр и постепенно нагревают содержимое колбы на воздушной бане. При температуре 280-350 °С протекает термическая деструкция (деполимеризация) полиметилметакрилата и образуется жидкий мономер-сырец, окрашенный продуктами терморазложения. Мономер-сырец конденсируется на стенках холодильника и стекает в приемник.

Обычно отгонка деполимера начинается при более низких температурах, что объясняется присутствием остаточных количеств мономера в полимере. В процессе деполимеризации температура в парах колеблется в пределах 160-240 °С в зависимости от интенсивности нагревания и чистоты исходного полиметилметакрилата. Чистота исходного полимера влияет также на окраску мономера-сырца.

Нагревание прекращают, когда закончится интенсивная отгонка мономера-сырца, а на дне колбы Вюрца (в кубе) останется небольшое количество неразложившегося полимера. Приемную колбу с деполимером взвешивают и рассчитывают выход мономера-сырца. У мономера-сырца определяют коэффициент рефракции.

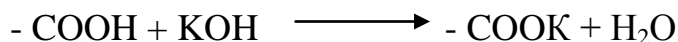
Очистка мономера-сырца

В процессе термической деполимеризации попутно протекает окислительная деструкция и наряду с основным веществом—мономером образуются кислотные и другие продукты разложения. Поэтому полученный продукт деполимеризации обычно окрашен в цвета от желтого до коричневого и имеет кислую реакцию. Очистку деполимера от побочных продуктов разложения производят промывкой содовым раствором, водой и последующей перегонкой.

В целях выявления количества соды (Na₂CO₃) , необходимой для

нейтрализации и промывки, определяют кислотное число деполимера.

Кислотное число отражает концентрацию карбоксильных групп (-COOH) в 1 г вещества. Оно находится по количеству миллиграммов едкого кали (KOH), пошедшего на нейтрализацию карбоксильных групп:



Для определения кислотного числа коническую колбу емкостью 100-150 см³ взвешивают на аналитических весах и в нее пипеткой добавляют ~ 2 см³ деполимера. Колбу с навеской вновь взвешивают на аналитических весах и определяют массу навески. К навеске в колбе пипеткой или мензуркой приливают 15 см³ нейтрализованного этилового спирта и содержимое колбы перемешивают до полного растворения деполимера. После растворения в колбу добавляют 3-4 капли фенолфталеина и титруют содержимое колбы 0,1 н спиртовым раствором едкого кали до появления слабо розовой окраски.

Кислотное число определяют по формуле:

$$K.Ч. = \frac{V \cdot T \cdot 1000}{m}$$

где V – объем щелочи, пошедшей на титрование, см³; T – титр щелочи; m – навеска деполимера, г.

По величине кислотного числа рассчитывают количество соды $M_{Na_2CO_3}$ в г для нейтрализации деполимера:

$$M_{Na_2CO_3} = \frac{K.Ч. \cdot 53 \cdot P}{56 \cdot 10}$$

где P – общая масса деполимера, полученного при разложении, г.

К вычисленному количеству соды добавляют избыток в размере 10% мас. и из общей рассчитанной массы готовят 10% -ный водный раствор соды.

В делительную воронку помещают мономер-сырец (деполимер) и приливают к нему приготовленный раствор соды. Содержимое воронки периодически встряхивают и после отстаивания сливают нижний водный слой. Оставшийся в делительной воронке нейтрализованный мономер-сырец промывают несколько раз дистиллированной водой до нейтральной реакции промывных вод по индикатору и выливают в коническую колбу. В колбу добавляют прокаленный хлористый кальций для обезвоживания мономера-сырца.

После сушки мономер-сырец перегоняют на установке для перегонки жидкостей с дефлегматором и отбирают фракцию с температурой кипения 95-101 °С. Во избежание полимеризации в ходе перегонки в

мономер-сырец добавляют небольшое количество ингибитора - гидрохинона.

Отобранную фракцию мономера – метилметакрилата взвешивают и рассчитывают выход очищенного мономера по отношению к массе исходного полимера, взятого для деполимеризации.

У очищенного мономера определяют плотность и коэффициент рефракции; сравнивают полученные данные с литературными для чистого метилметакрилата и делают вывод о чистоте полученного продукта перегонки.

Требования к отчету:

1. Заготовку отчета оформить заранее, дав в ней ответы по пунктам, которые указаны ***во введении***.
2. Изобразить схему установки деполимеризации ПММА.
3. Привести схему реакции термической деполимеризации ПММА.
4. Указать основные свойства и области применения ПММА
5. Выполнить требуемые расчеты, определить выход мономера-сырца и выход очищенного мономера.
6. Определить плотность и коэффициент рефракции мономера-сырца и очищенного мономера и сделать выводы о чистоте продуктов.

Лабораторная работа № 3

«ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМОСТАБИЛЬНОСТИ ОБРАЗЦОВ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА»

Работа заключается в определении времени от начала нагрева до наступления разложения разных образцов поливинилхлорида (ПВХ), а также температур начала разложения разных образцов ПВХ.

Температура и время начала разложения полимера фиксируется по изменению цвета индикаторной бумаги (конго красный, лакмусовой, универсальной или др.). Цвет индикаторной бумаги изменяется под действием паров соляной кислоты, которая образуется из хлористого водорода, выделяющегося при термодеструкции ПВХ.

Реактивы и оборудование:

Пробирки из тонкостенного стекла с внутренним диаметром 12 - 13 мм и длиной 9,5 см, снабженные двумя круговыми метками: - нижняя метка на расстоянии 3 см от дна пробирки; - верхняя метка – на расстоянии 7 см от дна пробирки; песчаная баня, снабженная штативом с лап-

ками для крепления пробирок и контактным термометром; образцы поливинилхлорида (непластифицированного, пластифицированного и стабилизированного различными типами стабилизаторов); индикаторная бумага шириной ~ 0,5 см, дающая интенсивное окрашивание в кислой среде.

Ход работы:

В пробирки помещают такое количество разных испытуемых образцов поливинилхлорида, чтобы высота слоя этих образцов составляла ~ 3 см. В пробирки опускают полоски индикаторной бумаги так, чтобы нижний конец полосок находился ~ на 1 см выше уровня слоя образцов полимера. После этого пробирки плотно закрывают пробками, прижимая к стенкам и загибая наружу верхний конец индикаторной бумаги.

Пробирки с образцами ПВХ помещают в песчаную баню и укрепляют на штативе так, чтобы уровень песка в бане был выше на 0,5 см или в крайнем случае совпадал с верхним уровнем образцов ПВХ в пробирках.

Включают нагрев бани и устанавливают скорость нагрева ~ 2 °С/мин. Засекают время начала испытаний и следят за появлением окраски индикаторной бумаги в пробирках.

Записывают температуру, при которой началось разложение каждого из образцов ПВХ и фиксируют время, прошедшее от начала нагрева до момента разложения каждого из образцов поливинилхлорида.

Температуры, при которых на нижнем крае индикаторной бумаги появляется интенсивное окрашивание (у лакмусовой – красное, у конго красного – синее) принимают за температуру начала разложения соответствующего образца поливинилхлорида.

По полученным данным делают выводы о возможной структуре, составе, характере и уровне стабилизации каждого из образцов ПВХ.

Требования к отчету:

1. Заготовку отчета оформить заранее, дав в ней ответы по пунктам, которые указаны ***во введении***.
2. Описать химические превращения, протекающие в ПВХ при повышенных температурах. Привести примеры стабилизаторов и возможные механизмы стабилизации ПВХ..
3. Указать возможные причины отличия температур разложения различных образцов поливинилхлорида.
4. Привести основные свойства и области применения ПВХ.

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение..... | 3 |
| Рекомендуемая литература | 4 |
| 1. Содержание основных тем по дисциплине «Старение и стабилизация полимеров»..... | 6 |
| 1.1. Тема «Химические реакции полимеров»..... | 6 |
| 1.2. Тема «Факторы и виды старения полимеров»..... | 7 |
| 1.3. Тема «Старение в результате окисления полимеров»..... | 7 |
| 1.4. Тема «Старение полимеров под действием повышенных температур»..... | 7 |
| 1.5. Тема «Старение полимеров под действием ультрафиолетовых лучей» | 8 |
| 1.6. Тема «Старение полимеров под действием ионизирующего излучения» | 8 |
| 1.7. Тема «Старение полимеров под влиянием механических напряжений» | 8 |
| | 9 |
| 2. Методики лабораторных работ..... | 9 |
| Лабораторная работа № 1 «Получение поливинилового спирта щелочным гидролизом поливинилацетата» | 9 |
| Лабораторная работа № 2 «Термическая деполимеризация полиметилметакрилата» | 11 |
| Лабораторная работа № 3 «Определение термостабильности образцов поливинилхлорида» | 14 |