МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)
Кафедра фундаментальной химии и химической технологии

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ О.Г. Локтионова
«23» 10 _____ 2023 г.

Резинотехнические изделия

Методические указания к лабораторным работам
по дисциплине «Технология резинотехнических изделий»
для студентов направления подготовки
18.03.01 - Химическая технология

Курск 2023

УДК 678
Составители: С.Д. Пожидаева, Г.В.Бурых

Рецензент
Кандидат технических наук, доцент Р.В.Лавров

Резинотехнические изделия: методические указания лабора торным работам по курсу «Технология резинотехнических изделий» для студентов направления подготовки 18.03.01 - Химическая технология/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: С.Д. Пожидаева, Г.В.Бурых. Курск, 2023. 13 с., табл.4.

Приведены методические указания по выполнению лабораторных работ. Приводятся рекомендации по обработке и оформлению результатов экспериментов, перечень контрольных вопросов, подготовка которых позволит приобрести теоретические знания в данной области химической технологии.

Методические указания предназначены для студентов направления 18.03.01 - Химическая технология.

Текст печатается в авторской редакции
Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л.0,76 Уч.-изд.л.0,68 Тираж 35 экз. Заказ 1193 Бесплатно
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Введение

вставка

Методические указания предназначены для формирования у студента представления о наиболее существенных аспектах технологии резинотехнических изделий, а также использование полученных теоретических знаний в химической практике, изучения основных принципы организации химического производства, его структуры, методы оценки эффективности производства; общие закономерности химических процессов.

Выполнение работ и обработка результатов помогут закрепить теоретические знания по дисциплине, в частности, запомнить основные термины и понятия, особенности технологических процессов; приобрести навыки осуществления технологических процессов в соответствии с регламентом и использования технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.

В методических указаниях излагаются требования к подготовке и проведению лабораторных работ, написанию отчета в плане его построения и оформления.

Лабораторная работа №1
Определение качества резиновых смесей

Оборудование и материалы: термошкаф с обогревом (сушильный шкаф или электропечь), весы электронные, нож для резки каучука, микроскоп, каучуки, мыльный раствор.

Для повышения мягкости каучука и облегчения его дальнейшей переработки поводится процесс перевода кристаллической фазы смеси в аморфную. Процесс ведут в среде горячего воздуха при 70-80°С. Продолжительность процесса зависит от степени кристаллизации каучука.

Порядок выполнения работы.

В процесс проводят в электрических термошкафах. Резиновую смесь взвешивают и укладывают на перфорированные полки рабочей камеры термошкафа. Процесс надо проводить в соответствии с указаниями таблицы 1

Таблица 1 – Порядок проведения испытаний

<table>
<tr><td colspan="3">Дата</td><td colspan="2" rowspan="2">Назначение смеси:</td></tr>
<tr><td colspan="3">Марка каучука (резиновой смеси)</td></tr>
<tr><td colspan="5">Выполняемая операция:</td></tr>
<tr><td>Каучук (ингредиенты, смесь)</td><td>навеска, г</td><td>последовательность операций</td><td>Т, °С</td><td>Приемы работы и наблюдения</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Убеждаются в исправности термошкафа, отсутствии посторонних примесей в зоне рабочей камере термошкафа, устанавливают заданную температуру и включают термошкаф в сеть. Работу ведут в соответствии с инструкцией по технике безопасности.

Для контроля процесса до проведения декристаллизации отбирают кусок и вручную делают тонкий срез (0,5-1,0 мм), укладывают на столик микроскопа и зарисовывают видимое изображение.

Смесь, подлежащую декристаллизации, смачивают водой или мыльным раствором. Размер кусокв после резки должен быть 20×60×80 мм. Куски взвешивают. Навеску раскладывают на полке термошкафа так, чтобы куски не соприкасались со стенками термошкафа и друг с другом. Полки устанавливают в прогретый тер-

мошкаф, закрывают крышку и фиксируют время начала процесса.

По истечении установленного времени декристаллизации термошкаф выключают, полки выгружают, делают такой же тонкий срез (0,5-1,0 мм), кладут под микроскоп и зарисовывают изображение.

В режимную карту вносят необходимые данные и оформляют лабораторный журнал.

Производительность термошкафа $Q_{час}$ (в кг/час) расчитывают по формуле (1):

$$Q_{час} = 60qa/(\tau_1+\tau_2) \qquad (1),$$

где q – навеска каучука, загружаемая в термошкаф, кг;

a – коэффициент использования машинного машиного времени (0,8-0,95);

τ_1 – время декристаллизации,

τ_2- время перезарядки термошкафа, мин.

Лабораторная работа №2

Определение эксплуатационных характеристик резин

Оборудование и материалы: термошкаф с обогревом (сушильный шкаф или электропечь), весы электронные, нож для резки, ареометры , лабораторные щипцы.

Используются спиртовые растворы плотностью 900-1000 кг/м^3, дистиллированная вода -1000 кг/м^3, водные растворы хлорида цинка -1020 кг/м^3 и выше.

Порядок выполнения работы.

1) Сущность метода состоит в уравновешивании образца каучука или резины известной плотности. Раствор и жидкости с известной плотностью переливают в цилиндры и контролируют плотность ареометром. Образцы резины или каучука вырезают ножницами в виде шайб массой не менее 2 г. Образцы, имеющие поверхностные дефекты, отбраковывают.

По очереди образцы вносят пинцетом или лабораторными щипцами в цилиндр с жидкостью. Если образец тонет, то его из-

влекают, осушают между двумя листами фильтровальной бумаги и переносят в сосуд с раствором большей плотности. Если образец всплывает, то его переносят в сосуд с раствором меньшей плотности. Испытания заканчивают, когда образец уравновешивается (не опускается на дно и не всплывает). Плотность образца принимают равной плотности раствора. Если равновесие не достигается, то плотность определяют как среднее значение плотности двух растворов, в одном из которых образец тонет, в другом всплывает. Плотности этих растворов должны отличаться на 20 кг/м^3. Результаты испытаний заносят в таблицу 2.

Таблица 2 - Определение плотности резин гидростатическим и экспресс-методами

<table>
<tr><td colspan="4">Дата испытания</td><td colspan="3" rowspan="2">Плотность жидкости при 20°С, кг/м^3</td></tr>
<tr><td colspan="4">Метод</td></tr>
<tr><td colspan="4">Применяемая жидкость</td><td colspan="3">Марка резиновой смеси</td></tr>
<tr><td rowspan="3">№</td><td colspan="3">Масса, г</td><td rowspan="3">положение образца в растворе</td><td rowspan="3">плотность образца, кг/м^3</td><td rowspan="3">отклонения, %</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Образца</td><td colspan="2">вытесненной жидкости</td></tr>
<tr><td>образцом с проволокой</td><td>проволокой</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Результаты испытания, подсчитанные как средние арифметические значения трех определений, сравнивают с установленными нормами на данную смесь. При отклонении результатов от нормы испытания повтооряют на трех образцах, ыврезанных из разных участков одного куска резиновой смеси. При подтверждении первоначальных результатов резиновую смесь бракуют.

Причиной брака могут быть нестандартность материалов, неточность взвешивания, замена одного ингредиента на другой, потери ингредиентов при смешении.

2) Сущность метода состоит в определении массы образца на воздухе и в воде. Работу ведут на торсионных весах.

Образцы произвольной формы и размеров (меньше 200 мг) осматривают и проверяют на наличие дефектов на поверхности. Подпудренные образцы очищают тканью или щеткой, образцы с шероховатой поверхностью промывают гидролизным спиртом и

протирают тканью. В химический стакан наливают свежую охлажденную дистиллированную воду и выдерживают при температуре (20±2)°С не менее 10 мин.

Образцы прокалывают на проволку и взвешивают на воздухе, затем образец погружают на 2-3 с в бюкс с этиловым спиртом и на 2-3 с в сосуд с дистиллированной водой. Погружают образец в стакан с термостатированной жидкостью ниже уровня на 1 см, чтобы не касался стенок и дна сосуда. Определяют массу проволоки. Результаты заносят в таблицу 2.

Плотность ρ_P (кг/м^3) рассчитывают по формуле (2)

$$\rho_P = m\rho_0/[m-(m_0-m_П)] \qquad (2),$$

где m – масса образца, г;

m_0– масса жидкости, вытесненной образцом с проволокой, г;

$m_П$– масса жидкости, вытесненной проволокой, г;

ρ_0 – плотность жидкости при 20°С, кг/м^3.

Лабораторная работа №3

Определение реологических характеристик реальных образцов

Оборудование и материалы: термошкаф, сушильный шкаф, весы электронные, нож для резки, денситометр , лабораторные щипцы.

Цилиндры, фильтровальная бумага

Изучение стойкости резин к воздействию жидких агрессиных сред имеет значение при разработке резиновых смесей для изделий, соприкасающихся в процессе эксплуатации с маслами, растворителями, топливом, химическими реагентами, физиологическими ратсворами, водой.

Резиновая промышленность выпускает большой ассортимент шлангов, рукавов, сальников, уплотнителей, прокладок, муфт, технической резиновой обуви, работающих в среде агрессивных жидкостей. Набухание в жидкостях – одно из характерных свойств высокомолекулярных соединений. Изменение свойств резины при набухании связано с диффузией – проникновением молекул жидкости в межмолекулярные пространства каучука и ослаблением его

межмолекулярных связей. Физическим изменениям сопутствуют и химические, поскольку набухшая резина подвержена действию кислорода воздуха. Кроме того, жидкости могут экстрагировать из резины пластификаторы и другие растворимые ингредиенты, меняя состав резины и свойства. Стойкость резин к набуханию зависит от природы каучука, его содержания в резиновой смеси, свойств и дозировок ингредиентов, условий обработки смеси, степени ее вулканизации.

Порядок выполнения работы.

Образцы вырезают по шаблону, контролируют размеры линейкой, число образцов – не менее 5. Проверяют наллчие дефектов на поверхности и удаляют пудру с поверхности. Образцы маркрируют, взвешивают на воздухе (M_1), в дистиллированной воде или спирте (M_2), после взвешивания образцы протирают марлей или фильтровальной бумагой.

Размеры прямоугольных образцов измеряют линейкой: длину l_1 в двух местах, ширину b_1 в четырех местах, равномерно расположенных на образцах, толщину h_1 в четырех местах. Результаты заносят в таблицу 3.

Таблица 3 – Запись результатов определения

Дата испытания							Плотность, кг/м^3								
Условия набухания: Температура Продолжительность: Средя для набухания: Концентрация:							Жидкость для взвешивания Жидкость для промывания Марка резиновой смеси: Продолжительность вулканизации: $T_{вулканизации}$, °С								
№	Размеры образца, мм						Масса образца,г				Изменение показателей,%				
	до набухания			после набухания			до набухания		после набухания						
	длина	ширина	толщина	длина	ширина	толщина	в воздухе	в жидкости	в воздухе	в жидкости	ΔM	Δl	Δb	Δh	ΔV

Среду для набухания заливают в цилиндр и определяют

денситометром плотность. Подготовленные оразцы закрепляют на проволоке,стойкой к действию жидкости, на расстоянии не менее 5 мм друг от друга и не менее 1- мм от дна и стенок сосуда. Фиксируют время начала испытаний. Для комнатной температуры –это время погружения в жидкость, для повышенных температур – момент установки в термошкаф.

По истечении установленого времени емкость охлаждают до комнтаной температуры, образцы промывают в специально подобранной жидкости не менее 30 с. Если испытания проводили в легколетучей среде, то образцы отбирают фильтровальной бумагой или тканью и помещают в бюксы.

Промытые образцы противают фильтровальной бумагой и взвешивают (M_3). Определяют линейные размеры после набухания. Изменения находят по формуле (3):

$$\Delta M=(M_3- M_1)\cdot 100/ M_1 \quad , \quad (3)$$

где M_1 и M_3- средняя масса образцов до и после набухания

Изменение объема ΔV (%) находят по формуле (4)

$$\Delta V = \frac{(M_3-M_4)-(M_1-M_2)}{M_1-M_2} \cdot 100, \qquad (4)$$

где M_2 и M_4- средняя масса образцов до и после набухания, г

Изменение размеров ΔP (%) находят по формуле (5)

$$\Delta P = \frac{(P_3-P_1)}{P_1} \cdot 100, \qquad (5)$$

где P_1 и P_3- длина (l_1), ширина (b_1) или тощина (h_1) до и после (l_3, b_3, h_3) набухания, мм.

Лабораторная работа №4
Получение окрашенных образцов

Несмотря на то, что окраска изделия определяется цветом тонкого, в несколько десятых долей миллиметра слоя, наиболее распространёнными способами окрашивания полимеров являются способы, связанные с введением красящих веществ в массу полимера. Большой расход красящего вещества в этом случае компенсируется значительно более надёжным и устойчивым окрашиванием. Кроме того, объёмное окрашивание требует значительно меньшего количества дополнительных технологических операций, чем поверхностное.

Применяют следующие способы введения красящих веществ в полимерный материал:

1. *окрашивание в процессе синтеза полимера*. Этот способ используют для окрашивания некоторых полимеров: ПММА, ПС, а также ПА и ПЭТФ – при изготовлении из них волокон. Частным случаем является окрашивание термореактивных смол;

Этим способом получают, как собственно окрашенные полимеры, так и концентраты красящих веществ. Технологическая схема такого процесса включает в себя:

– приготовление пигментного препарата (состоящего из смеси красящего вещества, стабилизирующих смесь добавок, загустителей с мономером);

– смешение пигментного препарата с основной массой мономера;

– полимеризацию (поликонденсацию) смеси.

Пигментный препарат можно вводить в смесь до начала полимеризации (поликонденсации) одновременно с катализатором или на стадии полимеризации (поликонденсации). В первом случае создаются более благоприятные условия для качественного окрашивания, во втором облегчается переход от одного цвета к другому.

2. *сухое окрашивание*. При сухом окрашивании гранулы полимера опудриваются порошками красящего вещества. Сухое окрашивание не имеет самостоятельного значения, а является промежуточной, подготовительной стадией изготовления окрашенных пластмасс и используется с целью повышения равномерности распределения красящего вещества в массе полимера.

3. *окрашивание в расплаве.* В этом случае диспергирование и распределение красящих веществ проводится в расплаве полимера под действием сдвиговых напряжений и деформаций в перерабатывающем оборудовании.

4. *окрашивание изделия в растворе красящего вещества через поверхность изделия*. Этот способ окрашивания используют при производстве волокон из полимеров. Волокна окрашиваются при прохождении ванны, заполненной растворителем, частично растворяющим полимер и содержащим краситель.

Другое направление улучшения внешнего вида пластмассовых изделий связано с нанесением на их поверхность красочных покрытий. Среди способов осуществления этого процесса можно назвать следующие:

– *окрашивание поверхности*. Этот метод заключается в нанесении лакокрасочного покрытия на поверхность изделия окунанием, распылением, валиком или раскрашиванием кистью;

– *печатание*. Это процесс, основанный на поочерёдном перенесении элементов различного цвета красочного изображения (оттиска) на поверхность изделия с носителей краски (печатных форм);

– *тиснение*. Это способ нанесения красочного изображения на поверхность изделия путём переноса оттиска с металлизированного или пигментированного слоя специальной плёнки (переводной фольги) под давлением горячего штампа;

– *аппликация*. Способ декорирования изделий посредством накладных элементов;

– *декалькомания*. Способ декоративной обработки изделия, заключающийся в предварительном нанесении печатного изображения на подложку (деколь), с которой оно переводится на обрабатываемую поверхность.

По заданию преподавателя определиться со способом окрашивания, с видом эластомера, типом красящего вещества.

Изучить методику окрашивания.

Провести необходимые расчеты количества реагентов и свести их в таблицу 4.

Таблица 4 – Результаты расчета количества реагентов

Способ расцвечивания	Материал образца	Количество реагента		

Осуществить выкраску образцов по выбранной методике.

Оформить результаты эксперимента.

Сравнить полученные результаты с эталонным образцом.

Вопросы для контроля

1. Декристаллизация каучуков: физический смысл процесса, факторы, влияющие на режим.

2. Кристаллизующиеся каучуки (температуры их кристаллизации) и каучуки, подвергающиеся декристаллизации.

3. Пластикация каучука: сущность и режимы процесса.

4. Методы подготовки ингредиентов к смешению.

5. Способы колорирования полимерных материалов

6. Расчеты, проводимые при проведении практических работ.

7. Сущность и механизм процессов приготовления резиновых и маточных смесей, паст и композиций.

8. Технологические схемы процессов.

9. Фаторы, влияющие на процессы, их параметры, возможные дефекты.

10. Свойства каучуков и ингредиентов приготавливаемых резиновых смесей.11. Метод расчета рецептур.

12.Контроль качества резиновых и маточных смесей.

13. Возможные дефекты при смешивании и способы их предотвращения.

14. Адгезия и когезия смесей.

15. Конструкция каландров.

16. Дефекты при каландровании

17. Контроль поступающего сырья и полуфабрикатов.

18. Основные виды деформации и внешние воздействия, прилагаемые к резиновым изделиям в процессе эксплуатации.

19. Группы механических свойств каучуков и резин. Что они характеризуют?

20. Классификация физико-механических испытаний.

21. Виды контроля в производстве резиновых изделий.

22. Требования, предъявляемые к испытуемым образцам и физико-механическим испытаниям.

23. Правила проведения физико-механических испытаний.

24. Набухание резин. Ограниченное и неограниченное набухание.

25. Изменение свойств резины при набухании

26. Константа скорости набухания.

27. Каучуки и ингредиенты, повышающие стойкость резины к набуханию.

28. Методы определения стойкости резины к воздействию агрессивных сред.

29. Расчетные формулы для вычисления результатов измерений, их физический смысл, пределы измерений.

30. Технические ткани в резиновых изделиях.

31. Виды волокон, их характеристика.

32. Методы определения основных технических характеристик ткани. Расчетные формулы.

33. Оборудования для определения основных технических характеристик ткани.

36. Сравните набухание и растворение каучука, резины и эбонита.

Библиографический список

1. Аверко-Антонович Ю.О. и др. Технология резиновых изделий. - Л.: Химия, 1991. - 352 с.

2. Андрашников Б.И. Интенсификация процессов приготовления и переработки резиновых смесей.- М.: Химия, 1986. — 224 с.

3. Бекин Н.Г., Захаров Н.Д., Пеунков Г.К. и др. Оборудование и основы проектирования заводов резиновой промышленности. - Л.: Химия, 1985. - 504 с.

4. Бергштейн Л.А. Лабораторный практикум по технологии резины. - 2-е изд, перераб. — Л.: Химия, 1989. - 248 с.

5 Вострокнутов Е.Г., Новиков М.И., Новиков В.И., Прозоровская Н.В. Переработка каучуков и резиновых смесей (реологические основы, технология, оборудование). -М: Химия, 1980. — 280 с.

6. Большой справочник резинщика. Ч.1. Каучуки и ингредиенты /Под ред. С.В.Резниченко, Ю.Д.Морозова. -М.: ООО «Издательский центр «Техинформ» МАИ», 2012.-744 с.

7. Ваниев М.А., Сидоренко Н.В., Демидов Д.В., Соловьева Ю.В. Каучуки для изготовления резинотехнических изделий с повышенным ресурсом работоспособности. Учебное пособие. — Волгоград: ВолгГТУ, 2013.

8. http://niishp2.narod.ru/Knigi/Perejen/Knigi.htm