

**А. И. Смирнова
Е. Ю. Демьянцева
И. И. Осовская**

**ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ
МАГИСТРОВ НА КАФЕДРЕ ФИЗИЧЕСКОЙ
И КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ**

Учебно-методическое пособие

**Санкт-Петербург
2024**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»
Высшая школа технологии и энергетики**

**А. И. Смирнова
Е. Ю. Демьянцева
И. И. Осовская**

**ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ
МАГИСТРОВ НА КАФЕДРЕ ФИЗИЧЕСКОЙ
И КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ**

Учебно-методическое пособие

Утверждено Редакционно-издательским советом ВШТЭ СПбГУПТД

Санкт-Петербург
2024

УДК 541.1 (07)
ББК 24.5я7
С506

Рецензенты:

доктор химических наук, доцент, главный научный сотрудник
Института высокомолекулярных соединений РАН

А. В. Теньковцев;

доктор химических наук, доцент, профессор Высшей школы технологии и энергетики
Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна

А. Б. Дягилева

Смирнова, А. И.

С506 Организация учебной практики магистров на кафедре физической и коллоидной химии: учебно-методическое пособие / А. И. Смирнова, Е. Ю. Демьянцева, И. И. Осовская. — СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2024. — 77 с.

Учебно-методическое пособие соответствует программе и учебному плану учебной практики (научно-исследовательской работы) для студентов, обучающихся по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология», профиль «Химическая технология высокомолекулярных соединений».

В учебно-методическом пособии представлен порядок прохождения практики, типы заданий, требования к содержанию и оформлению отчета по ней.

УДК 541.1 (07)
ББК 24.5я7

© ВШТЭ СПбГУПТД, 2024
© Смирнова А. И., Демьянцева Е. Ю.,
Осовская И. И., 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ.....	5
2. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В АНАЛИТИЧЕСКИХ ЛАБОРАТОРИЯХ (ПНД Ф 12.13.1-03)	7
2.1. Общие положения.....	7
2.2. Средства индивидуальной защиты	7
2.3. Правила пожарной безопасности в лаборатории	8
2.4. Правила электробезопасности в лаборатории	9
3. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ (ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА).....	10
3.1. Задачи практики	10
3.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате прохождения практики	10
4. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ (НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА)	12
4.1. Задачи практики	12
4.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате прохождения практики	12
4.3. Содержание практики.....	13
5. СВОЙСТВА, ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОВ	15
5.1. Состав и механизм образования лакокрасочных покрытий	15
5.2. Теоретические основы получения пластмасс и их переработки в изделия.....	23
6. СВОЙСТВА, ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ПРИРОДНЫХ ПОЛИМЕРОВ ..	29
6.1. Гидрофильность целлюлозы	29
6.2. Химические свойства целлюлозы.	31
6.3. Физико-химические свойства целлюлозы	34
6.4. Модификация целлюлозы.	37
6.5. Влияние сушки целлюлозы на гидрофильность	38
6.6. Влияние размола и отбелки на структурно-сорбционные параметры технической целлюлозы	40
6.7. Воздействие целлюлозно-бумажной промышленности на окружающую среду	40
7. ФОРМЫ ОТЧЕТНОСТИ ПО ПРАКТИКЕ.....	53
8. ФОРМЫ, ПОРЯДОК АТТЕСТАЦИИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПО ПРАКТИКЕ	54
9. ТЕСТЫ	56
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	67

ВВЕДЕНИЕ

Основная образовательная программа магистратуры, реализуемая Высшей школой технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного технологического университета промышленных технологий и дизайна по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология» по профилю подготовки «Химическая технология высокомолекулярных соединений» представляет собой систему документов, разработанную и утвержденную высшим учебным заведением на основе федерального государственного образовательного стандарта по соответствующему направлению подготовки высшего образования (ФГОСВО), а также с учетом рекомендованной примерной образовательной программы.

Образовательная программа регламентирует цели, ожидаемые результаты, содержание, условия и технологии реализации образовательного процесса, оценку качества подготовки выпускника по данному направлению подготовки и включает в себя: учебный план, рабочие программы учебных курсов, предметов, дисциплин (модулей) и другие материалы, обеспечивающие качество подготовки обучающихся, а также программы учебной и производственной практики, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию соответствующей образовательной технологии.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Практика является обязательным разделом основной образовательной программы (ООП) магистратуры. Она представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся. Организацию проведения практики берет на себя выпускающая кафедра, которая вносит проект приказа для прохождения всех видов практики.

Учебным планом Института технологии Высшей школы технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна для бакалавров направления 18.04.01 «Химическая технология» профиля «Химическая технология высокомолекулярных соединений» очной формы обучения предусмотрены следующие виды практики:

- учебная (ознакомительная) практика;
- учебная практика, научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы);
- производственная практика, научно-исследовательская работа;
- производственная практика, преддипломная практика.

Практика проводится в Высшей школе технологии и энергетики на кафедре физической и коллоидной химии с использованием материально-технической базы кафедры или на базе сторонних организаций. Практика обучающихся предусматривает аналитическую работу обучающихся с имеющейся технической документацией, ознакомление обучающихся с тематикой научных исследований выпускающей кафедры, с оборудованием кафедральных лабораторий, вузовских и научно-исследовательских организаций, ознакомление с учебным процессом кафедры; выполнение работ, связанных с подготовкой учебной лаборатории кафедры к новому учебному году, знакомство со структурой предприятий различного профиля, изучения основ технологических процессов.

Практика может проводиться также в сторонних организациях, профиль которых соответствует направлению подготовки, а также на базе организаций и предприятий химико-технологической отрасли. При направлении магистров во внешние организации на них в установленном порядке оформляются направления.

Направление студентов на любой вид практики оформляется приказом по университету. Непосредственными участниками организации проведения любого вида практики являются сам студент, руководитель практики от университета (преподаватель), принимающая организация (руководитель данного подразделения) и специалист, который будет непосредственно руководить практикой (руководитель и специалист могут быть в одном лице).

Обучающиеся, заключившие контракт с будущими работодателями или совмещающие обучение с трудовой деятельностью на предприятиях или организациях, вправе проходить в этих организациях практику в случае, если профессиональная деятельность, осуществляемая ими в указанных предприятиях или организациях, соответствует целям практики. Допускается прохождение отдельными обучающимися практики по месту жительства, месту работы родителей, месту предполагаемого трудоустройства по согласованию с заведующим кафедрой при условии соответствия базы практики требованиям, обеспечивающим выполнение ФГОС в полном объеме.

Практика осуществляется на основе договоров между Университетом и профильными организациями, в соответствии с которыми указанные организации независимо от их организационно-правовых форм предоставляют места для прохождения практики обучающимся в Университете. Договоры заключаются в двух экземплярах и хранятся в профильной организации в отделе практической подготовки студентов.

Для руководства практикой, проводимой в Университете, назначается руководитель (руководители) практики от Университета из числа лиц, относящихся к профессорско-преподавательскому составу Университета. Для руководства практикой, проводимой в профильной организации, назначаются руководитель (руководители) практики из числа лиц, относящихся к профессорско-преподавательскому составу Университета, организующий проведение практики, и руководитель (руководители) практики из числа работников профильной организации.

Перед началом практики руководитель практики организует и проводит общее собрание студентов. Целью данного собрания является:

- знакомство студентов со своим непосредственным преподавателем – руководителем практики;
- получение студентами направлений на прохождение практики и необходимых материалов (индивидуальное задание, сведения по практике, титульный лист отчета).

По окончании практики обучающийся представляет руководителю отчет. Результаты практики оцениваются по защите обучающимся отчета по выполнению индивидуального задания с учетом отзыва руководителя.

Отчет по практике обучающийся защищает публично перед комиссией по приему защиты практики. Обучающиеся, не выполнившие программу практики по уважительной причине, направляются на практику повторно в свободное от учебы время. Обучающиеся, не выполнившие программу практики без уважительной причины или получившие отрицательную оценку, могут быть отчислены из учебного заведения как имеющие академическую задолженность.

2. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В АНАЛИТИЧЕСКИХ ЛАБОРАТОРИЯХ (ПНД Ф 12.13.1-03)

2.1. Общие положения

- 1.1. К работе в лаборатории студенты допускаются только после прохождения вводного инструктажа о соблюдении мер безопасности, инструктажа на рабочем месте по пожарной безопасности.
- 1.2. Прохождение инструктажа обязательно для всех принимаемых на работу, независимо от их образования, стажа работы и должности, а также для проходящих практику или производственное обучение.
- 1.3. Проведение всех видов инструктажа регистрируется в журнале (*Приложение 3, 4, 5*).
- 1.4. Распоряжением по лаборатории в каждом рабочем помещении назначаются ответственные за соблюдение правил техники безопасности, правильное хранение легковоспламеняющихся, взрывоопасных и ядовитых веществ, санитарное состояние помещений, обеспеченность средствами индивидуальной защиты и аптечками первой помощи с необходимым набором медикаментов.
- 1.5. Проведение вводного инструктажа, контроль выполнения правил техники безопасности во всей лаборатории и ведение журнала инструктажа осуществляет назначенное начальником лаборатории должностное лицо, в подчинении которого находятся ответственные рабочих помещений.

2.2. Средства индивидуальной защиты

- 1.1. При работе в химической лаборатории необходимо надевать халат из хлопчатобумажной ткани.
- 1.2. При выполнении работ, связанных с выделением ядовитых газов и пыли, для защиты органов дыхания следует применять респираторы или противогазы и другие средства защиты.
- 1.3. При работе с едкими и ядовитыми веществами дополнительно применяют фартуки, средства индивидуальной защиты глаз и рук.
- 1.4. Для защиты рук от действия кислот, щелочей, солей, растворителей применяют резиновые перчатки. На перчатках не должно быть порезов, проколов и других повреждений. Надевая перчатки, следует посыпать их изнутри тальком.
- 1.5. Для защиты глаз применяют очки различных типов, щитки, маски.

2.3. Правила пожарной безопасности в лаборатории

Все помещения лаборатории должны соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

1.1. Лаборатория должна быть оснащена пожарными кранами (не менее одного на этаж) с пожарными рукавами. В каждом рабочем помещении должны быть в наличии огнетушители и песок, а в помещениях с огнеопасными и легковоспламеняющимися веществами – дополнительные средства пожаротушения.

1.2. В помещении лаборатории на видном месте должен быть вывешен план эвакуации сотрудников в случае возникновения пожара.

1.3. Распоряжением по лаборатории из числа сотрудников назначается группа (3–5 человек), которая организует все противопожарные мероприятия, получив инструктаж местной пожарной команды.

1.4. Все сотрудники лаборатории должны быть обучены правилам обращения с огне- и взрывоопасными веществами, газовыми приборами, а также должны уметь обращаться с противогазом, огнетушителем и другими средствами пожаротушения, имеющимися в лаборатории.

1.5. В помещениях лаборатории и в непосредственной близости от них (в коридорах, под лестницами) запрещается хранить горючие материалы и устанавливать предметы, загромождающие проходы и доступ к средствам пожаротушения.

1.6. Курить в помещениях лаборатории строго запрещается!

1.7. Без разрешения начальника лаборатории и лица, ответственного за противопожарные мероприятия, запрещается установка лабораторных и нагревательных приборов, пуск их в эксплуатацию, переделка электропроводки.

1.8. Все нагревательные приборы должны быть установлены на термоизолирующих подставках.

1.9. Запрещается эксплуатация неисправных лабораторных и нагревательных приборов.

1.10. После окончания работы необходимо отключить электроэнергию, газ и воду во всех помещениях.

1.11. Каждый сотрудник лаборатории, заметивший пожар, задымление или другие признаки пожара, обязан:

- немедленно вызвать пожарную часть по телефону;
- принять меры по ограничению распространения огня и ликвидации пожара;
- поставить в известность начальника лаборатории, который в свою очередь должен известить сотрудников, принять меры к их эвакуации и ликвидации пожара.

2.4. Правила электробезопасности в лаборатории

Все помещения лаборатории должны соответствовать требованиям электробезопасности при работе с электроустановками по ГОСТ 12.1.019-79.

1.1. Все электрооборудование с напряжением свыше 36 В, а также оборудование и механизмы, которые могут оказаться под напряжением, должны быть надежно заземлены.

1.2. Для отключения электросетей на вводах должны быть рубильники или другие доступные устройства. Отключение всей сети, за исключением дежурного освещения, производится общим рубильником.

1.3. В целях предотвращения электротравматизма запрещается:

- работать на неисправных электрических приборах и установках;
- перегружать электросеть;
- переносить и оставлять без надзора включенные электроприборы;
- работать вблизи открытых частей электроустановок, прикасаться к ним;
- загромождать подходы к электрическим устройствам.

1.4. О всех обнаруженных дефектах в изоляции проводов, неисправности рубильников, штепсельных вилок, розеток, а также заземления и ограждений следует немедленно сообщить электрику. В случае перерыва в подаче электроэнергии электроприборы должны быть немедленно выключены.

1.5. Запрещается использование в пределах одного рабочего места электроприборов класса «0» и заземленного электрооборудования.

1.6. Категорически запрещается прикасаться к корпусу поврежденного прибора или токоведущим частям с нарушенной изоляцией и одновременно к заземленному оборудованию (другой прибор с исправным заземлением, водопроводные трубы, отопительные батареи), либо прикасаться к поврежденному прибору, стоя на влажном полу.

1.7. При поражении электрическим током необходимо как можно быстрее освободить пострадавшего от действия электрического тока, отключив электроприбор, которого касается пострадавший. Отключение производится с помощью отключателя или рубильника.

1.8. При невозможности быстрого отключения электроприбора необходимо освободить пострадавшего от источника поражения деревянным или другим не проводящим ток предметом.

1.9. Во всех случаях поражения электрическим током необходимо вызвать врача.

3. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ (ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА)

3.1. Задачи практики

Учебная практика (ознакомительная практика) для очной формы обучения в соответствии с учебным планом проводится на 1 курсе магистратуры.

Трудоемкость практики составляет 3 з. е. (108 час.), вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой.

Цель учебной практики (ознакомительной практики) – формирование заданного уровня освоения компетенций по получению высокомолекулярных соединений и получения первичных навыков выполнения научно-исследовательской работы.

Задачи практики:

- закрепление полученных теоретических знаний в области высокомолекулярных соединений;
- приобретение обучающимися первичного навыка эксплуатации лабораторных приборов;
- сбор и систематизация научно-технической литературы по заданной тематике.

Форма проведения – рассредоточенная, путём чередования периодов учебного времени для проведения практики с периодами учебного времени для проведения теоретических занятий согласно расписанию.

3.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате прохождения практики

УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

Знать: методы системного и критического анализа научно-технической информации по химической технологии в сфере профессиональных задач; методики разработки стратегии действий для выявления и решения поставленной задачи.

Уметь: применять методы системного критического анализа научных проблем; разрабатывать их решения; объяснять цели и формулировать задачи, обеспечивающие их достижение.

Владеть: навыками разработки рекомендаций для внедрения изменений с целью повышения эффективности производственной деятельности.

УК-2: Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.

Знать: последовательность выполнения научного проекта, включая инициализацию, планирование, выполнение, контроль и мониторинг, завершение; методологию анализа альтернативных вариантов выполнения.

Уметь: разрабатывать научный проект в области химической технологии с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять этапы, основные направления научных работ; объяснять цели и формулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; осуществлять руководство реализацией проекта на всех этапах.

Владеть: методиками разработки и управления научным проектом; методологией оценки материальных и других ресурсов для его выполнения.

УК-3: Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели.

Знать: методы управления коллективом, роль координации действий команды при выполнении научного проекта, пути и методы достижения целей команды.

Уметь: формулировать задачи перед коллективом для достижения поставленных целей.

Владеть: навыками организации работы в коллективе; умением организовывать взаимодействие членов команды при выполнении научного проекта.

УК-4: Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия.

Знать: правила и особенности деловой коммуникации в области профессиональной деятельности, в том числе на иностранном языке.

Уметь: применять правила и нормы делового общения в устной и письменной форме.

Владеть: навыками деловых коммуникаций в области профессиональной деятельности в устной и письменной форме, в том числе на иностранном(ых) языке(ах).

УК-5: Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия.

Знать: правила и нормы грамотного межкультурного взаимодействия.

Уметь: учитывать разнообразие культур в процессе академического и профессионального взаимодействия.

Владеть: навыками получения научно-технической информации из зарубежных источников, общения с зарубежными партнёрами в области профессиональной деятельности.

УК-6: Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки.

Знать: современные методы самоконтроля и саморазвития.

Уметь: выбирать методы самоконтроля и саморазвития в соответствии с поставленными задачами.

Владеть: навыками планирования развития личностной и профессиональной компетентности.

4. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ (НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА)

4.1. Задачи практики

Учебная практика, научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) для очной формы обучения в соответствии с учебным планом проводится на 1 курсе магистратуры.

Трудоемкость практики составляет 3 з. е. (108 час.), вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой.

Цель учебной практики (научно-исследовательская работа) – формирование заданного уровня освоения компетенций по получению высокомолекулярных соединений и получения первичных навыков выполнения научно-исследовательской работы

Задачи практики:

- закрепление полученных теоретических знаний в области высокомолекулярных соединений;
- приобретение обучающимися первичного навыка эксплуатации лабораторных приборов;
- сбор и систематизация научно-технической литературы по заданной тематике.

Способы проведения практики – стационарная.

Форма проведения – концентрированная.

4.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате прохождения практики

ОПК-1: Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок.

Знать: устройство и работу основных приборов и оборудования, используемого в профессиональной сфере, нормы и правила оформления научно-технического отчета.

Уметь: работать в лаборатории и организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу.

Владеть: навыками научного исследования, разработки планов и программ проведения эксперимента, изложения научного труда.

ОПК-2: Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты.

Знать: основные процессы химической технологии, стандартные и новые технологические решения в процессах химической технологии.

Уметь: анализировать эффективность применения новых технологических решений для производства.

Владеть: навыками разработки рекомендаций по использованию новых технологических решений.

ОПК-3: Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку.

Знать: современные способы производства, материалы и оборудование.

Уметь: использовать в ходе планирования экспериментов нормативные и методические материалы (справочники, ГОСТы, методические указания).

Владеть: навыками использования методов и средств оценки параметров технологических процессов, материалов и оборудования химического производства.

ОПК-4: Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты.

Знать: требования по безопасной эксплуатации технологических процессов, материалов, веществ, оборудования.

Уметь: использовать нормативно-техническую документацию при выборе эффективных и безопасных технических средств и технологий.

Владеть: навыками выбора безопасных технических средств и технологий производства.

4.3. Содержание практики

Учебная практика осуществляется на кафедре физической и коллоидной химии, в научной библиотеке ВШТЭ, с использованием электронных информационных ресурсов. В ходе учебной практики магистрант доказывает актуальность выбранного исследования, систематизирует основные теоретические аспекты выбранной темы диссертации и оформляет результаты исследования в форме отчета по практике и выступления на научной конференции.

Учебная практика включает следующие этапы:

1. *Подготовительный этап.* Ознакомление с целью, программой, порядком прохождения учебной практики, методической и отчетной документацией. Получение индивидуального задания от руководителя практики. Индивидуальное задание на практику представляет собой схему предпринимаемого исследования, состоит из перечня связанных внутренней логикой направлений работ в рамках планируемого исследования. График исследования определяет конкретные сроки выполнения этих работ. Также одним из этапов учебной практики является экскурсионное посещение профильных предприятий, например, посещение компании «Комсомольская правда» (изучение лакокрасочных материалов), ОАО «Пластполимер»

(получение пластмасс), а также совместная работа магистров на кафедре технологии бумаги и картона.

2. *Основной этап.* Получение первичных профессиональных умений и навыков в соответствии с индивидуальным заданием. Самостоятельное изучение технической литературы, монографических материалов и периодических литературных источников с привлечением современных информационных технологий. Изучение теоретических и практических аспектов выбранной темы в целях выявления особенностей современного состояния вопроса и определение актуальных научных проблем в этой области. Формулирование темы исследования, определение предмета, объекта исследования, целей и задач.

Изучение обязательных вопросов:

- методы исследования и проведения экспериментальных работ;
- правила эксплуатации исследовательского (лабораторного) оборудования;
- методы анализа и обработки экспериментальных данных;
- физические и математические модели процессов и явлений, относящихся к теме исследования;
- применение информационных технологий в научных исследованиях;
- требования к оформлению научно-технической документации.

Выполнение исследований физико-механических характеристик грунтов согласно индивидуальному заданию.

3. *Завершающий этап.* Обработка и систематизация собранных материалов и результатов исследований. Анализ собранных материалов, составление и оформление отчета по практике, раскрывающей актуальность выбранной темы и результаты первичных профессиональных навыков осуществления научной работы.

5. СВОЙСТВА, ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОВ

5.1. Состав и механизм образования лакокрасочных покрытий

Лакокрасочные материалы (ЛКМ) – это композиции, которые при равномерном нанесении на поверхность окрашиваемого изделия в результате сложных физических и химических превращений формируют сплошное полимерное покрытие с определенным комплексом свойств – защитных, декоративных, специальных.

Свойства лакокрасочного материала определяются свойствами входящих в его состав компонентов. В состав основных ЛКМ входят пленкообразователи, пластификаторы, отвердители, сиккативы, растворители и разбавители, пигменты.

Пленкообразователи – это нелетучие соединения, которые способны образовывать прочную пленку, закрывающую поверхность. Пленкообразователи выполняют функцию связующего и могут быть природными, искусственными и синтетическими. По механизму образования покрытия их называют превращаемыми, дающими плавкую пленку, которая образуется за счет испарения растворителя, и непревращаемыми, дающими нерастворимую и неплавкую пленку, которая образуется за счет химических реакций отверждения пленкообразователя и испарения растворителя.

К природным пленкообразователям относятся, прежде всего, растительные масла: льняное, конопляное, подсолнечное, тунговое, соевое, кукурузное, рапсовое. Необработанные растительные масла высыхают, образуют пленку, очень долго – от 10 до 40 суток. Поэтому их превращают в олифу, подвергая длительной термообработке.

Животные жиры – жиры рыб и морских животных – теоретически могут применяться как пленкообразователи, но качество получаемых на их основе ЛКМ невысоко, поэтому они не нашли практического применения.

Природные смолы – канифоль, шеллак – являются традиционными пленкообразователями. Канифоль – смола, получаемая из хвойных пород деревьев, главным образом из сосны. По химическому составу она представляет собой смесь смоляных кислот (главная – абиетиновая). В производстве лаков применяют не чистую канифоль, а облагороженную, в ней кислотные свойства понижены путем образования эфиров канифоли (преимущественно глицериновых) и ее солей (резинатов кальция, цинка), ускоряющих процесс высыхания. Шеллак получают из гуммилака, выделяемого насекомыми (лаковыми червецами) на ветвях некоторых тропических растений. Пленки шеллачного лака обладают блеском и твердостью, но недостаточно водостойки.

В качестве пленкообразователей используются копалы – природные ископаемые смолы: южноамериканские, африканские, индийские. В России

месторождения копалов есть на Дальнем Востоке. Они являются основой для изготовления масляных лаков. Такие природные смолы, как янтарь, даммара, сандарак дают покрытия высококачественные, но непрочные и дорогостоящие. Применение этих смол ограничено в основном художественными реставрационными работами. ЛКМ на основе природных нефтяных смол – битумов и асфальтов – отличаются высоким качеством покрытий и химической стойкостью.

Искусственные пленкообразователи – это, прежде всего, эфиры целлюлозы: нитрат, ацетобутират и этилцеллюлоза. Главный их недостаток – горючесть.

Полимеризационные смолы как синтетические пленкообразователи – полиакрилаты, виниловые полимеры – используются редко. Чаще встречаются смолы поликонденсационные – алкидные, amino- и фенолформальдегидные, эпоксидные, полиуретановые, кремнийорганические. Наряду с синтетическими смолами используются каучуки. Их свойства в значительной степени определяют свойства лакокрасочных покрытий.

Пленкообразователи должны смачивать поверхность и равномерно по ней распределяться; не содержать водорастворимых веществ; растворяться в доступных растворителях; давать бесцветные прозрачные пленки.

Пластификаторы вводят в ЛКМ, во-первых, для снятия внутренних напряжений в пленке и увеличения долговечности лакокрасочного покрытия; во-вторых, для повышения его эластичности и морозостойкости. Пластификаторы – это дибутилфталат, диоктилфталат, трибутоксипропилфосфат, алкидные смолы и ряд других веществ.

Следует помнить, что пластификаторы остаются в лакокрасочном покрытии и постоянно влияют на его свойства. Если пластификаторы «всплывают» на поверхность, образуемая пленка имеет достаточно высокую липкость, что приводит к повышенной загрязняемости.

Отвердители входят в состав тех ЛКМ, где пленкообразователь – термореактивная смола. Они способствуют образованию «сшитого» покрытия. Этот компонент или вводится непосредственно в ЛКМ и проявляет свои свойства только при сушке горячим воздухом (таков состав полиуретановых лаков), или смешивается с пленкообразователем непосредственно перед нанесением покрытия (эпоксидные лаки). Количество отвердителя должно быть рассчитано точно, так как его избыток уменьшает водостойкость лакокрасочного покрытия.

Сиккативы – высушивающие вещества – вводятся в лакокрасочные составы для ускорения процесса высыхания масляных и алкидных ЛКМ. Они представляют собой кобальтовые, марганцевые, цинковые, свинцовые соли органических кислот, содержащиеся в льняном масле, канифоли, нафтеновых кислотах и т. д. В зависимости от типа сиккатива процесс пленкообразования начинается с формирования либо поверхностной пленки (кобальтовые сиккативы), либо пленки у подложки с дальнейшим распространением ее по всей толщине покрытия (марганцевые и свинцовые сиккативы).

При введении сиккативов в лакокрасочные материалы процесс высыхания ускоряется в десятки раз. Образующиеся перекиси металлов активируют реакции окисления и полимеризации молекул масла или другого пленкообразующего вещества. Обычно в олифу или маслосодержащий лак вводят смесь, состоящую из 0,12 % сиккатива, содержащего кобальт, 0,13 % сиккатива, содержащего марганец, или 0,45 % сиккатива, содержащего свинец. Избыточное содержание сиккатива, напротив, может замедлить высыхание покрытия, а если и ускоряет его, то качество покрытия ухудшается, оно становится хрупким.

Растворители переводят пленкообразователи в состояние, удобное для нанесения покрытия. Выбор растворителя определяется его растворяющей способностью, скоростью испарения, токсичностью, огнеопасностью. Разбавители не растворяют пленкообразователи, но разбавляют их растворы до нужной вязкости, а кроме того, удешевляют ЛКМ. Для того чтобы образующееся покрытие было прочным, однородным, прозрачным, скорость испарения разбавителя должна быть больше, чем у растворителя. Это обеспечивает необходимую структуру покрытия. Растворители – это вода и органические вещества. Вода используется при изготовлении водно-дисперсионных и клеевых красок. Органические вещества представлены:

– *углеводородами*. Наибольшее распространение получили ароматические углеводороды – толуол, ксилол, нефтяной сольвент, уайт-спирит. Они применяются в таких лакокрасочных составах, как меламиноформальдегидные, поливинилацетатные, эпоксидные, акрилатные, а также в масляных лаках и красках;

– *терпеновыми углеводородами* – скипидар. Скипидар служит разбавителем масляных и алкидных красок, а также ЛКМ на основе природных смол. Его достоинством является малая токсичность;

– *кетонами* – ацетон. Ацетон растворяет природные смолы, масла, эфиры целлюлозы, полиакрилаты, поливинилхлорид. Достоинствами ацетона являются высокая растворяющая способность и сравнительно малая токсичность. Применяются также циклогексанон и метилциклогексанон, особенно для полиуретановых лаков;

– *простыми и сложными эфирами*. Бутилацетат, например, растворяет эфиры целлюлозы, виниловые полимеры и используется для приготовления дисперсионных красок;

– *спиртами*. Этиленгликоль, например, применяют для приготовления цветных лаков, быстросохнущий бензиловый спирт – для приготовления шеллачного лака;

– *хлорсодержащими органическими жидкостями*, которые обладают высокой растворяющей способностью, но их недостатком является токсичность. Это, например, дихлорэтан, четыреххлористый углерод.

Пигменты – это высокодисперсные минеральные и органические вещества, нерастворимые в пленкообразователях и растворителях (красители в этих веществах растворимы), обладающие определенным цветом.

Минеральные пигменты по происхождению классифицируются как естественные (охра, сурик, умбра), их получают переработкой горных пород и окрашиванием глины), и искусственные, или синтетические (белила, кроны) их получают промышленным способом, по цветам они разнообразнее, но менее атмосферо- и светостойкие). По составу минеральные пигменты могут быть элементами (алюминиевая пудра, технический углерод, цинковая пыль), оксидами (цинковые белила, титановые белила, железо-оксидные пигменты, оксиды хрома), солями (карбонаты – свинцовые белила, хроматы – свинцовый и цинковый кроны, свинцово-молибдатный крон, стронциевый крон), сульфидами (литопон, кадмиевые пигменты), фосфатами (фосфаты хрома и кобальта), комплексными солями (железная лазурь), алюмосиликатами (ультрамарин). По цвету они ахроматические – белые (белила цинковые, белила титановые), черные (сажа), серые (графит), и хроматические – желтые, красные, синие и зеленые.

Органические пигменты менее свето-, атмосферо- и химически стойки, чем минеральные, но у них более высокая красящая способность. Красочные покрытия на их основе, как правило, прозрачные (лессирующие) и более ярких цветовых тонов. Применяются они для внутренних и декоративных работ.

Современное лакокрасочное производство характеризуется широким применением колеровочных систем, включающих в себя:

- базу – ЛКМ с различным содержанием диоксида титана для получения оттенков;
- пигментные пасты для придания базе требуемого цвета;
- дозирующее оборудование на основе компьютерной техники для точного дозирования пасты в базу;
- перемешивающее оборудование.

Пигменты, как правило, используют в смеси с наполнителями. Они изменяют вязкость, обеспечивают получение необходимого рельефа покрытия, играют роль каркаса. Кроме того, при правильном выборе наполнителя и оптимальном соотношении размеров частиц пигмента и наполнителя до половины пигмента можно заменить более дешевым наполнителем без значительного снижения укрывистости.

Наполнители – дисперсные неорганические вещества, нерастворимые в растворителях и пленкообразователях и не обладающие красочной способностью. Это каолин, барит, кремнезит, тальк, слюда, мел, песок.

Особый интерес представляют микронизированные наполнители. ОАО «Миастальк» выпускает микротальк и гранулированный микротальк повышенной белизны помола до 5 мкм, которые соответствуют лучшим мировым образцам. Новинки ассортимента – карбонат кальция (кальцит) и микромрамор, их рекомендуется использовать в воднодисперсионных и масляных красках, эмалях, антикоррозионных грунтовках, светлых атмосферостойких покрытиях, где требуется повышенная твердость и прочность. Перспективны гидратированные оксиды алюминия. Предлагаемый ООО НПФ «Скар-Лет» активный наполнитель «Прокаль» представляет собой

многофазную смесь оксидов и гидроксидов алюминия. Он применяется в белых и светлых цветных лакокрасочных материалах на всех типах связующих.

В состав масляных и алкидных красок могут входить антиоксиданты. Чтобы предотвратить оседание пигмента и его разбрызгивание при покраске, используют тиксотропные добавки, которые позволяют получить утолщенные покрытия, так как краска становится нетекучей даже на вертикальной поверхности.

Для придания матовости лаковым покрытиям, которая достигается в результате рассеивания световых лучей, в состав ЛКМ вводят воски, смеси несовместимых полимеров или силикаты.

Применение биоцидов позволяет увеличить срок службы составов и покрытий на основе воднодисперсионных материалов, которые неустойчивы к воздействию микроорганизмов при температуре 30–40 °С.

Диспергирование является важным процессом в производстве воднодисперсионных составов. Диспергаторы способствуют смачиванию пигментов и предотвращают загустевание красок.

Добавки для скольжения и устойчивости к царапанью улучшают внешний вид и позволяют получить покрытие с высокой абразивной стойкостью и малым коэффициентом трения.

Пеногасители (антивспениватели) удаляют из пленки ЛКМ воздух, образующиеся газы и пары, что предотвращает образование дефектов поверхности.

Реологические добавки регулируют вязкость, розлив, выравнивание, склонность к образованию потеков.

Противопленочные агенты обеспечивают однородность ЛКМ в процессе хранения, придавая им устойчивость к образованию сгустков и поверхностной пленки.

Загустители используются в воднодисперсионных составах. Наряду с традиционными эфирами целлюлозы начали применяться ассоциативные акриловые и полиуретановые загустители. Они уменьшают разбрызгивание при нанесении, дают лучший розлив, улучшают устойчивость к истиранию, повышают укрывистость, улучшают колерование.

Порообразователи на основе лаурилсульфата натрия способствуют образованию более легкой структуры ЛКМ. Этот компонент важен для порошковых ЛКМ, так как позволяет наносить трещиностойкие покрытия более толстым слоем.

В последние годы рецептуры жидких ЛКМ претерпевают радикальные изменения. Применяя современные функциональные добавки, можно улучшить свойства покрытий, не разрабатывая новых пленкообразователей. Добавки в рецептурах ЛКМ позволяют:

- улучшить их стойкость при хранении, а также прочностные, термические, химические свойства покрытий;
- интенсифицировать процессы диспергирования пигментов, равномерное растекание краски по поверхности, ее высыхание;

– снизить расход сырья, материалов и электроэнергии при производстве продукта;

– повысить экологическую полноценность ЛКМ путем замены органорастворяемых красок водными, порошковыми и красками с высоким сухим остатком, предполагающими введение добавок.

Наиболее востребованными являются многофункциональные добавки. К примеру, аэросил – высокодисперсная аморфная кремниевая кислота – используется для придания краскам требуемых реологических свойств, улучшает адгезию, механические и антикоррозионные свойства покрытий.

Современная композиция для образования лакокрасочных покрытий может быть получена смешиванием дозированных исходных компонентов: полуфабрикатных лаков и латексов, суспензий цветных пигментов, суспензий белых пигментов и наполнителей. Из таких компонентов на установке, снабженной мешалкой, путем компьютерного дозирования можно получить ЛКМ даже в магазине, в авторемонтной мастерской и т. д.

Процесс образования лакокрасочного покрытия можно представить как нанесение ЛКМ на поверхность твердого тела, растекание ЛКМ по поверхности и установление прочного адгезионного контакта между подложкой и ЛКМ и отверждение пленки в результате полного испарения растворителя, химических превращений или того и другого одновременно.

Отверждение пленки за счет испарения растворителя характерно для ЛКМ на основе превращаемых пленкообразователей (термопластичных смол, природных смол, эфиров целлюлозы). Такие покрытия могут плавиться при нагревании и растворяться в органических растворителях. На процесс образования пленки в этом случае оказывает влияние вид пленкообразователя, его физические и химические свойства; состав и свойства легколетучей части ЛКМ; состав и количество растворителей с низкой летучестью, пластификаторов и других компонентов, которые в значительных количествах (до 10 %) остаются в покрытии; свойства готового ЛКМ, его концентрация, вязкость, температура, продолжительность хранения; условия пленкообразования; температура и влажность воздуха, насыщенность парами легколетучего растворителя.

Процесс пленкообразования для водных дисперсий полимеров, которые в последние годы широко используются в производстве ЛКМ, значительно сложнее, чем для растворов полимеров в органических растворителях. Он протекает в три стадии. Сначала полимерные частицы дисперсии сближаются и вследствие испарения воды контактируют друг с другом. Затем под влиянием силы поверхностного натяжения они сильно деформируются. Коалисценция (сливание) частиц происходит благодаря диффузии полимерных цепей через границу соприкосновения частиц.

Для получения покрытий лучшего качества применяют дисперсии с малым размером частиц и специальными пленкообразующими добавками, или коалисцентами. Они придают краскам морозостойкость, снижая температуру замерзания. Следует помнить, что пленкообразование проходит при

определенной для каждого полимера температуре. Если процесс испарения воды идет при более низкой температуре, образуется мутное, растрескивающееся или даже осыпающееся покрытие.

Лакокрасочные покрытия, которые образуются за счет химических превращений пленкообразователя, не плавятся при нагревании, не растворяются органических растворителях, имеют высокую прочность и твердость. Причиной тому – образование трехмерной сетки за счет реакции поликонденсации функциональных групп пленкообразователя между собой (карбокисильных, эпоксидных и т. д.).

Для масляных лакокрасочных составов механизм образования покрытия иной. Растительные масла состоят из триглицеридов жирных кислот. При нанесении олифы на поверхность кислород воздуха присоединяется по двойным связям остатков ненасыщенных жирных кислот и образует перекисные соединения, которые распадаются на радикалы и инициируют процесс полимеризации жирных кислот. Образуется прочная нерастворимая пленка.

На процесс химического отверждения влияет толщина пленки (твердая поверхностная пленка может затруднять поступление кислорода и отвод газообразных продуктов реакции из внутренней части покрытия, что приводит к его размягчению и деформации), а также температура (повышение температуры на 10 °С может в 2–3 раза ускорить реакцию отверждения) и введение катализаторов-ускорителей. Прочность образовавшегося покрытия зависит от соотношения сил адгезии и когезии, которые, в свою очередь, зависят от природы пленкообразователя (полярности макромолекул), толщины пленки, характера поверхности материала.

Примеры индивидуальных заданий

По результатам экскурсионного посещения компании «Комсомольская правда» необходимо подготовить рефераты на следующие темы:

1. Лакокрасочные материалы на основе растительных полимеров.
В лабораторных условиях получить и изучить свойства краски.
2. Воднодисперсионные краски.
В лабораторных условиях получить и изучить свойства краски.
3. Лакокрасочные материалы на основе синтетических полимеров.
4. Покрытия на масляной основе.
5. Органические покрытия на основе эфира целлюлозы.
6. Краски, содержащие растворитель. Свойства и сырье. Изготовление и применение.
7. Пигменты и наполнители: органические и неорганические.
8. Добавки к краскам. Классификация добавок.
9. Удаление лакокрасочных покрытий. Химические, термические, механические способы.
10. Основные принципы процессов производства краски.

11. Оборудование для производства красок.
12. Растворители в красках. Дипольный момент, полярность, поляризуемость. Влияние молекулярной массы на растворимость.
13. Методы нанесения лаков и красок. Распыление, окунание. Защита окружающей среды: сточные воды, твердые остатки и отходы.
14. Гигиена труда на производстве ЛКМ.

Дополнительная литература по теме исследования

1. Мюллер, Б. Лакокрасочные материалы и покрытия. Принципы составления рецептур / Б. Мюллер, У. Пот. – М.: ПэйнтМедиа, 2007. – 237 с.
2. Брок, Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям / Т. Брок, М. Гротэкклаус, П. Мишке. – М.: Пэйнт-Медиа, 2007. – 548 с.
3. Фрейтаг, В. Краски, покрытия и растворители. Состав, производство, свойства и анализ / В. Фрейтаг, Д. Стойе. – СПб.: Профессия, 2007. – 528 с.
4. Толмачев, И. А. Водно-дисперсионные краски: краткое руководство для инженеров-технологов / И. А. Толмачев, Н. А. Петренко. – М.: Пэйнт-Медиа, 2010. – 106 с.
5. Хайлен, В. Добавки для водорастворимых лакокрасочных материалов / В. Хайлен. – М.: Пэйнт-Медиа, 2011. – 176 с.
6. Прокопчук, Н. Р. Химия и технология пленкообразующих веществ: учебное пособие для студентов вузов / Н. Р. Прокопчук, Э. Т. Крутько. – Минск: БГТУ, 2004. – 423 с. 7. Зомборн, Р. Добавки / Р. Зомборн. – М.: Пэйнт-Медиа, 2005. – 88 с.
7. Прокопчук, Н. Р. Химия и физика пленкообразующих веществ / Н. Р. Прокопчук, А. Л. Шутова, П. П. Казаков. – Минск: БГТУ, 2014. – 365 с.
8. Индейкин, Е. А. Пигментирование лакокрасочных материалов / Е. А. Индейкин, Л. Н. Лейбзон, И. А. Толмачев. – Л.: Химия, 1986. – 160 с.
9. Соломон, Д. Г. Химия органических пленкообразователей / Д. Г. Соломон. – М.: Химия, 1971. – 319 с.
10. Сорокин, М. Ф. Химия и технология пленкообразующих веществ: учебник для вузов / М. Ф. Сорокин, Л. Г. Шоде, З. А. Кочнова. – М.: Химия, 1981. – 448 с.
11. Крутько, Э. Т. Химия и технология лакокрасочных материалов и покрытий: учебное пособие для студентов вузов / Э. Т. Крутько, Н. Р. Прокопчук. – Минск: БГТУ, 2004. – 314 с.
12. Дринберг, С. А. Растворители для лакокрасочных материалов: справочное пособие / С. А. Дринберг, Э. Ф. Ицко. – 3-е изд. – СПб.: Химиздат, 2003. – 216 с.

5.2. Теоретические основы получения пластмасс и их переработки в изделия

Пластмассы (пластические массы) или пластики – органические материалы, основой которых являются синтетические или природные высокомолекулярные соединения (полимеры). Исключительно широкое применение получили пластмассы на основе синтетических полимеров.

Название «пластмассы» означает, что эти материалы под действием нагревания и давления способны формироваться и сохранять заданную форму после охлаждения или отвердения. Процесс формования сопровождается переходом пластически деформируемого (вязко-текучего или высокоэластического) состояния в твёрдое состояние (стеклообразное или кристаллическое). Пластмассы – это большой класс полимерных органических легко формуемых материалов, из которых можно изготавливать легкие, жесткие, прочные, коррозионностойкие изделия.

Эти вещества состоят в основном из углерода (С), водорода (Н), кислорода (О) и азота (N). Все полимеры имеют высокую молекулярную массу, от 10 000 до 500 000 и более.

В настоящее время пластмассы получили широчайшее распространение. Причиной такого распространения являются их низкая цена и легкость переработки, а также свойства, которые в некоторых случаях уникальны. Пластмассы применяют в электротехнике, авиастроении, ракетной и космической технике, машиностроении, производстве мебели, легкой и пищевой промышленности, в медицине и строительстве – в общем, пластмассы используются практически во всех отраслях народного хозяйства. Пожалуй, единственная область, где использование пластмасс пока ограничено – это техника высоких температур.

Основные представители. *Полистирол* – неполярный полимер, широко применяющийся в электротехнике, сохраняющий прочность в диапазоне от 210 до 350 К. Благодаря введению различных добавок приобретает специальные свойства: ударопрочность, повышенную теплостойкость, антистатические свойства, пенистость. Недостатки полистирола – хрупкость, низкая устойчивость к действию органических растворителей (толуол, бензол, четыреххлористый углерод легко растворяют полистирол; в парах бензина, скипидара, спирта он набухает).

Полистирол вспенивающийся широко используется как теплозвукоизоляционный строительный материал. В радиоэлектронике он находит применение для герметизации изделий, когда надо обеспечить минимальные механические напряжения, создать временную изоляцию от воздействия тепла, излучаемого другими элементами.

Полиэтилен – полимер с чрезвычайно широким набором свойств, использующийся в больших объемах, вследствие чего его считают королем пластмасс. За 10–12 лет эксплуатации прочность его снижается лишь на ¼. Благодаря химической чистоте и неполярному строению полиэтилен обладает

высокими диэлектрическими свойствами. Они в сочетании с высокими механическими и химическими свойствами обусловили широкое применение полиэтилена в электротехнике, особенно для изоляции проводов и кабелей. Помимо полиэтилена общего назначения выпускаются его многие специальные модификации, среди которых: антистатический, с повышенной адгезионной способностью, светостабилизированный, самозатухающий, ингибированный (для защиты от коррозии), электропроводящий (для экранирования). Главный недостаток полиэтилена – сравнительно низкая нагревостойкость.

Полиимид – новый класс термостойких полимеров, ароматическая природа молекул которых определяет их высокую прочность вплоть до температуры разложения, химическую стойкость, тугоплавкость. Полиимидная пленка работоспособна при 200 °С в течение нескольких лет, при 300 °С – 1000 ч, при 400 °С – до 6 ч. Кратковременно она не разрушается даже в струе плазменной горелки. При некоторых специфических условиях полиимид превосходит по температурной стойкости даже алюминий. Степень разрушения полиимида – 815 °С, алюминия – 515 °С.

Эпоксидные смолы – продукт поликонденсации многоатомных соединений, включающих эпоксигруппу кольца.

Классификация пластмасс. В зависимости от вида связей между молекулами полимеров и их поведения при повышенных температурах пластмассы бывают: *термопластичные* (термопласты) и *терморезактивные* (реактопласты). Термопласты получают на основе полимеров, молекулы которых связаны слабыми межмолекулярными силами. Наличие таких межмолекулярных связей позволяет полимеру много раз размягчаться при нагревании и твердеть при охлаждении, не теряя свои первоначальные свойства. К термопластам относят полиэтилен, капрон, полиамиды, поливинилхлорид, винилпласты, фторопласты, органическое стекло и др. Реактопласты получают на основе полимеров, молекулы которых наряду с межмолекулярными силами могут связываться химически. Возникновение прочных химических связей в полимерах происходит при нагревании или при введении отверждающих добавок – отвердителей (вещества, которые в количестве нескольких процентов вводят в реактопласты для соединения полимерных молекул химическими связями). В результате введения отвердителя образуется пространственная молекулярная сетка, а молекулы отвердителя становятся частями этой сетки. При возникновении химических связей полимер превращается в жесткое неплавящееся и нерастворимое вещество. Примером реактопластов могут служить эпоксидные и полиэфирные смолы, фенопласты и другие полимеры.

1. По пластичности пластмассы делят на:
 - пластики (их называют жесткими, они имеют незначительное относительное удлинение);
 - эластики (их называют мягкими, они имеют большое относительное удлинение и малую упругость).
2. По наполненности пластмассы разделяют на две группы:

- ненаполненные (полимеры в чистом виде, например, полиэтилен, полиамид, органическое стекло и др.);
- наполненные (сложные композиции, содержащие кроме полимера различные добавки).

Добавки позволяют изменять свойства полимера в нужном направлении. К ним относят наполнители, пластификаторы, стабилизаторы, катализаторы, красители, отвердители и другие специальные добавки.

Наполнители упрочняют материал, удешевляют его и придают ему специальные свойства, например, повышают теплостойкость, уменьшают усадку и т. д. В качестве наполнителей используют органические (древесная мука, целлюлоза, хлопковые очесы, хлопчатобумажная ткань, древесный шпон, бумага и т. д.) и неорганические (графит, тальк, асбест, кварц, слюда, стекловолокно, стеклоткань и др.) вещества. В пластмассе может содержаться до 70 % наполнителей.

Пластификаторы облегчают переработку пластмасс и делают их более эластичными. Кроме того, пластификаторы увеличивают гибкость, уменьшают хрупкость и улучшают формуемость пластмасс. Пластификаторы уменьшают межмолекулярное взаимодействие и хорошо совмещаются с полимерами. В качестве пластификаторов используют эфиры, дибутилфталат, касторовое масло и др. Их добавляют в пластмассы в количестве 10–20 %.

Стабилизаторы – различные органические вещества, способствуют предотвращению старения пластмасс и сохранению их полезных характеристик.

Отвердители ускоряют процессы отверждения смол и получения пластмасс.

Катализаторы – вещества (известь, магнезия и др.), ускоряющие отверждение пластмасс.

Красители – вещества (сурик, мумия, нигрозин и др.), придающие пластмассам требуемый цвет.

Специальные добавки – вещества, которые служат для изменения или усиления какого-либо свойства. К ним относят смазывающие вещества (стеарин, олеиновая кислота и др.), которые увеличивают текучесть, уменьшают трение между частицами композиций и устраняют прилипание к пресс-формам, вещества для уменьшения статических электрических зарядов, уменьшения горючести, защиты от плесени и т. д.

3. В зависимости от назначения различают пластмассы:

- конструкционные;
- фрикционные;
- антифрикционные;
- специальные;
- химически стойкие,
- электроизоляционные;
- прозрачные;
- тепло- и звукоизоляционные;

- уплотнительные (прокладочные);
- декоративные.

Получение пластмасс. Производство синтетических пластмасс основано на реакциях полимеризации, поликонденсации или полиприсоединения низкомолекулярных исходных веществ, выделяемых из угля, нефти или природного газа, таких, к примеру, как бензол, этилен, фенол, ацетилен и других мономеров, при этом образуются высокомолекулярные связи с большим числом исходных молекул. Основные методы получения пластмасс:

- экструзия;
- литьё под давлением;
- прессование;
- виброформование;
- сварка;
- вакуумная формовка;
- механическая обработка.

Пластические массы, по сравнению с металлами, обладают повышенной упругой деформацией, вследствие чего при обработке пластмасс применяют более высокие давления, чем при обработке металлов. Применять какую-либо смазку, как правило, не рекомендуют; только в некоторых случаях при окончательной обработке допускают применение минерального масла. Охлаждать изделие и инструмент следует струей воздуха.

Пластические массы более хрупки, чем металлы, поэтому при обработке пластмасс режущими инструментами надо применять высокие скорости резания и уменьшать подачу. Износ инструмента при обработке пластмасс значительно больше, чем при обработке металлов, почему необходимо применять инструмент из высокоуглеродистой или быстрорежущей стали или же из твердых сплавов. Лезвия режущих инструментов надо затачивать, по возможности, более остро, пользуясь для этого мелкозернистыми кругами.

Пластмасса может быть обработана на токарном станке, может фрезероваться. Для распиливания могут применяться ленточные пилы, дисковые пилы и карборундовые круги.

К пластмассам предъявляют следующие требования:

1. Достаточная прочность, обеспечивающая целостность изделия;
2. Высокое усталостное сопротивление изгибу;
3. Высокое сопротивление на удар;
4. Небольшая плотность и достаточная теплопроводность;
5. Достаточная твердость и низкая стираемость;
6. Индифферентность к действию окислителей;
7. Цветостойкость к действию солнечной радиации, воздуха и других факторов окружающей среды.

Метод изготовления изделий из пластмасс. Методы изготовления изделий из пластмасс и типы применяемого оборудования определяются типом пластмасс, используемых для изготовления изделий. При производстве изделий из термореактивных пластмасс применяют прессование на гидравлических

прессах, метод напыления, метод непрерывного формования; при производстве изделий из термопластических пластмасс применяют литье под давлением, экструзию (под экструзией понимают процесс непрерывного выдавливания расплавленной массы через оформляющую головку), вакуумное и пневматическое формование и др.

Недостатком пластмасс является малая поверхностная твердость (в 10–100 раз ниже твердости стали) и высокий коэффициент термического расширения (в несколько раз больше, чем у металлов и сплавов). Для снижения его в состав пластмасс вводят наполнители, которые одновременно повышают ползучесть, возрастающую даже при незначительном повышении температуры.

Влияние производства пластмасс на экологию. В зависимости от сырья, использовавшегося для производства пластиковых масс, изменяется сила воздействия и состав выделяемых в окружающую среду газов. Вещества, выделяемые в процессе производства, являются ядовитыми, они переносятся на большие расстояния, выпадая с осадками, являются источниками загрязнения почвы, подземные и поверхностные воды, растительность. Основной компонент, входящий в состав пластиковых масс и способствующий загрязнению природной среды, – винилхлорид. Это вещество канцерогенно и способно вызвать у человека онкологические заболевания. Утилизация отходов от пластмассового производства должна осуществляться на заводах по переработке в специальных кислотостойких установках, но если существует возможность безотходного производства, то лучше пластмассовые отходы отправлять на переработку.

Прежде чем ввести пластик в медицину, промышленное хозяйство, необходимо осуществить квалифицированную экспертизу состава токсичных веществ. Отходы следует подвергать вторичной переработке, а на произведенных пластмассовых изделиях обязательно штамповать маркировку, запрещающую утилизировать такие изделия в обычных мусоросжигательных печах. Соблюдая требования в производстве пластиковых масс, предприниматели обеспечат здоровье не только себе и всему человечеству, но и окружающей среде.

Примеры индивидуальных заданий

По результатам экскурсионного посещения компании ОАО «Пластполимер» необходимо подготовить рефераты на следующие темы:

1. Получение и свойства пластмасс.
2. Оборудования для производства пластмасс.
3. Экологические проблемы производства пластмасс.
4. Технология производства материалов на основе термопластичных полимеров.
5. Технология производства порошковых и волокнистых материалов.
6. Технология рециклинга вторичного полимерного сырья: термопластов и реактопластов. Утилизация термореактивных материалов.

7. Восстановление свойств вторичного полимерного сырья (ВПС).
8. Экологические аспекты полимерных технологий: обеспыливание газов, основные способы очистки и обезвреживания сточных вод.

В лабораторных условиях получить и изучить свойства полученного полимера.

Дополнительная литература по теме исследования

1. Алпатова, О. А. Технология пластмасс / О. А. Алпатова. – Павлодар, 2006. –96 с.
2. Власов, С. В. Основы технологии переработки пластмасс / С. В. Власов, Л. Б. Кандырин, В. Н. Кулезнев. – М.: Химия, 2004. – 600 с.
3. Глухов, Е. Е. Основные понятия о конструкционных и технологических свойствах пластмасс / Е. Е. Глухов. – М.: Химия, 1970. – 66 с.
4. Бруяко, М. Г. Химия и технология полимеров: учебное пособие / М. Г. Бруяко, Л. С. Григорьева, А. М. Орлова. – Москва: МГСУ, 2016. 131 с. – ISBN 978-5-7264-1223-8.
5. Ким, В. С. Оборудование заводов пластмасс: учебник для вузов / В. С. Ким, М. А. Шерышев. – Москва: КолосС, 2013. – 588 с. – ISBN 978-5-9532-0627-3.
6. Егорова, Е. И. Основы технологии полистирольных пластиков / Е. И. Егорова, В. Б. Коптенармусов. – Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2017. – 272 с. – ISBN 978-5-93808-306-6.
7. Осовская И. И. Учебные пособия в электронной библиотеке ВШТЭ СПбГУПТИД.

6. СВОЙСТВА, ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ПРИРОДНЫХ ПОЛИМЕРОВ

6.1. Гидрофильность целлюлозы

Целлюлоза – важнейший представитель полисахаридов, одного из классов природных полимеров, макромолекулы которых построены из элементарных звеньев (остатков) различных моносахаридов, соединенных между собой ацетальной (гликозидной) связью. Макромолекула целлюлозы состоит из остатков D-глюкозы – моносахарида, углеродный скелет молекулы которого содержит шесть атомов углерода. При этом элементарное звено имеет структуру шестичленного кислородсодержащего гетероцикла, а в образовании гликозидной связи между элементарными звеньями наряду с альдегидной группой, расположенной у первого углеродного атома одного элементарного звена, принимает участие гидроксильная группа у четвертого углеродного атома соседнего звена. Нумерация углеродных атомов в элементарном звене макромолекулы целлюлозы показана на рис. 1:

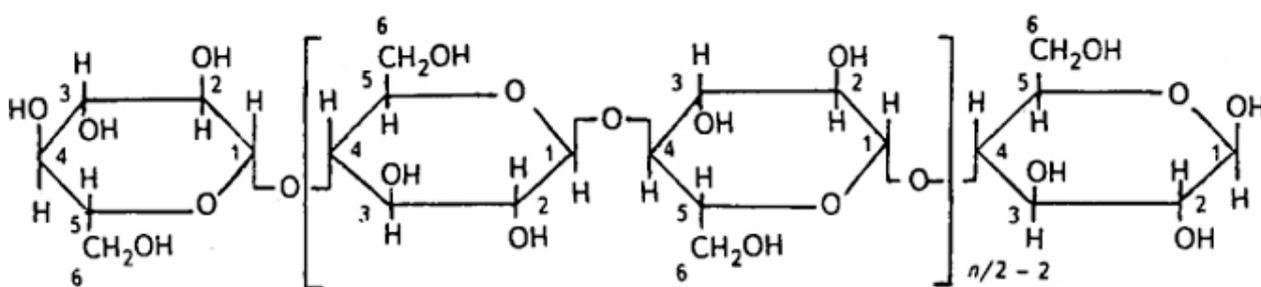


Рисунок 1 – Макромолекула целлюлозы

Важной характеристикой строения макромолекулярной цепи полисахаридов является не только направление гликозидной связи, но и ее конфигурация. Гликозидная связь в макромолекуле целлюлозы имеет β -конфигурацию (обозначение, принятое для связи, имеющей противоположную пространственную ориентацию по сравнению с конфигурацией асимметрического углеродного атома C-5 в молекуле глюкозы). Гликозидные связи сравнительно легко подвергаются расщеплению под действием воды в присутствии кислотных катализаторов (процесс гидролиза). Это обстоятельство обуславливает относительную неустойчивость целлюлозы к действию водных растворов кислот. В то же время в условиях щелочного гидролиза гликозидные связи целлюлозы достаточно стабильны. Однако эта стабильность характерна лишь для систем, в которых отсутствует молекулярный кислород. Наличие же кислорода приводит к изменению механизма реакции – переходу от чистого гидролиза к значительно более сложному процессу, включающему последовательно протекающие реакции окисления и гидролиза.

Возможность получения разнообразных производных целлюлозы определяется в первую очередь ее функциональным составом. С этой точки зрения целлюлозу можно рассматривать как полимерный полиатомный спирт, в элементарных звеньях макромолекулы которого содержатся три гидроксильные группы: первичная – у шестого атома углерода и две вторичные – у второго и третьего атомов углерода. Элементарное звено макромолекулы целлюлозы находится в энергетически наиболее выгодной конформации кресла С₁, в которой гидроксильные и гидроксиметильная группы расположены экваториально (то есть располагаются приблизительно в плоскости, образуемой вторым, третьим и пятым атомами углерода и атомом кислорода пиранозного цикла) и благодаря такому положению обладают высокой реакционной способностью в различных химических реакциях. Именно индивидуальные свойства гидроксильных групп позволяют в результате их химических превращений осуществить синтез простых и сложных эфиров целлюлозы, продуктов ее окисления.

Однако роль гидроксильных групп в формировании комплекса свойств целлюлозы не ограничивается возможностью их участия в химических реакциях. Не говоря уже о том, что их наличие обуславливает высокую гидрофильность целлюлозных волокон, весьма существенным моментом является их участие в образовании системы внутри- и межмолекулярных водородных связей, определяющих конформацию макромолекулы целлюлозы. Одна из наиболее важных характеристик целлюлозы – размеры макромолекулы, от которых зависят такие свойства целлюлозных материалов, как, например, вязкость растворов целлюлозы и ее производных, механические свойства волокон и пленок. Степень полимеризации (СП) целлюлозы (количество элементарных звеньев в цепи) является показателем, имеющим определенную видовую специфичность: для целлюлозы волокон семян хлопчатника этот показатель составляет от 2–6 тыс. (первичная клеточная стенка) до 13–14 тыс. (вторичная клеточная стенка), для целлюлозы лубяных растений – около 9,5 тыс., целлюлозы древесины покрыто- и голосеменных растений – 8–8,5 тыс. В ходе фотосинтеза происходит постепенное формирование оболочки клетки растений – сначала образуется первичная, а затем вторичная клеточная стенка. При этом увеличение длины цепей происходит только в период формирования первичной клеточной стенки.

Как известно, для большинства полимеров молекулярная масса (степень полимеризации) является величиной среднестатистической, связанной с молекулярно-массовым распределением (ММР), характеризующим содержание фракций с определенной молекулярной массой. Кривые ММР целлюлозы, выделенной из природного целлюлозосодержащего сырья, имеют один максимум (древесная целлюлоза лиственных пород) или два-три максимума (хлопковая целлюлоза, древесная целлюлоза хвойных пород). Однако такое распределение является результатом деструкции (частичного разрушения полимерных цепей) целлюлозы в достаточно жестких условиях ее выделения. Для нативной целлюлозы (целлюлозы в тканях растений) характерно наличие

на кривой ММР одного узкого максимума при больших значениях СП (14 тыс. для хлопковой целлюлозы).

Для целлюлозы как кристаллизующегося полимера характерно явление полиморфизма, то есть способность образовывать кристаллиты с различными параметрами элементарной ячейки. Согласно принятым представлениям, нативная целлюлоза относится к структурной модификации «целлюлоза I». Другой важнейшей структурной модификацией целлюлозы является «целлюлоза II» (гидратцеллюлоза), образующаяся в процессе регенерации целлюлозы из ее производных (например, сложных эфиров), при обработке природной целлюлозы концентрированными растворами гидроксидов щелочных металлов с последующей отмывкой щелочи и сушкой. Именно поэтому искусственные целлюлозные волокна (вискозное, медно-аммиачное), технологический процесс получения которых включает одну или несколько подобных операций, часто называют гидратцеллюлозными.

Для основных областей применения собственно целлюлозных материалов (бумажная и текстильная промышленность) большое значение имеют процессы, связанные с взаимодействием целлюлозы с водой, – процессы сорбции и набухания. Именно с этими процессами связаны прекрасные гигиенические характеристики целлюлозных материалов. Действительно, среди волокнистых материалов нет материала со столь значительными, как у целлюлозы, величинами сорбции (8–14 % при относительной влажности воздуха 65 %) и набухания (60–130 %).

Хотя основным фактором, определяющим сорбционную способность целлюлозы, бесспорно, является наличие ОН-групп, существенную роль играет и физическая структура целлюлозы. Развитая капиллярно-пористая система, включающая внутрифибрилярные нерегулярности упаковки размером менее 1,5 нм, межфибрилярные пустоты (поры) размером 1,5–10 нм, поры, возникающие в результате набухания гидратцеллюлозных (в частности, вискозных) волокон размером несколько десятков нанометров, а также каналы и макропоры в волокнах природной целлюлозы диаметром несколько микрометров обуславливают протекание не только истинной сорбции (адсорбции), но и капиллярного поглощения воды.

6.2. Химические свойства целлюлозы

Широта и разнообразие областей применения материалов на основе целлюлозы и ее производных связаны с возможностью направленного изменения их свойств прежде всего за счет использования химических реакций с участием функциональных групп и связей полимерной цепи. Дальнейшее изложение посвящено некоторым наиболее интересным и важным химическим реакциям целлюлозы.

Характеризуя в целом химические свойства целлюлозы, можно сказать, что они определяются наличием гликозидных связей между элементарными звеньями (реакции деструкции) и гидроксильных групп (реакции окисления,

этерификации – синтеза сложных эфиров и О-алкилирования – синтеза простых эфиров). Наиболее характерный пример реакции деструкции целлюлозы – реакция кислотного гидролиза, конечным продуктом которого является глюкоза. Именно эта реакция лежит в основе одного из промышленных методов получения этилового спирта (гидролиз целлюлозосодержащих отходов с последующим спиртовым брожением гидролизата). Микрокристаллическую целлюлозу в виде белого сыпучего порошка применяют в качестве наполнителя при приготовлении таблеток лекарственных препаратов, добавок в формовочную массу в производстве керамических и фарфоровых изделий, для стабилизации вододисперсионных красок. При диспергировании микрокристаллической целлюлозы в воде сначала образуется молокоподобная взвесь, постепенно приобретающая консистенцию крема. В таком виде микрокристаллическую целлюлозу используют в косметической и фармацевтической промышленности, в виде добавок в пищевые продукты (мороженое, соусы).

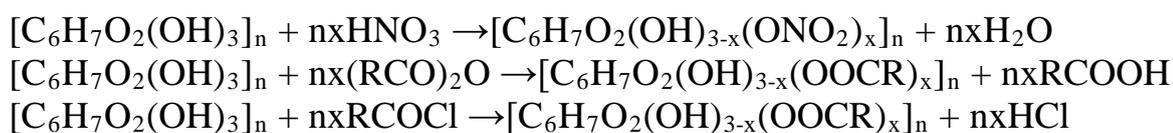
Реакции взаимодействия целлюлозы с различными окислителями (NaClO , KMnO_4 , NO_2 , HIO_4 , H_2O_2) приводят к образованию производных, содержащих карбонильные и карбоксильные группы. При этом наибольший интерес представляет действие соединений, обеспечивающих преимущественное окисление определенных гидроксильных групп элементарного звена. К таким окислителям относится иодная кислота (метапериодат натрия) HIO_4 , при взаимодействии целлюлозы с которой происходит окисление вторичных гидроксильных групп элементарного звена до альдегидных, сопровождающееся разрывом связи между вторым и третьим атомами углерода элементарного звена. Образующееся диальдегидное звено I может находиться в конфигурациях II и III, одна из альдегидных групп в которых реагирует с неокисленной первичной гидроксильной группой этого звена с образованием термодинамически устойчивых пяти- или шестичленных циклических ацеталей IV и V, в то время как вторая альдегидная группа в результате гидратации образует структуры VI и VII. Именно эти различия обуславливают разницу в поведении окисленной иодной кислотой целлюлозы (так называемый диальдегидцеллюлозы) при ее взаимодействии с сильными нуклеофильными реагентами (гидроксиламин, гидразин), когда реакция идет с участием обеих альдегидных групп структуры I, и реагентами с меньшей нуклеофильностью (бисульфит натрия), в реакцию с которыми вступает только одна альдегидная группа структур IV и V.

К окислителям преимущественно избирательного действия относится также оксид азота (IV), под действием которого происходит окисление в основном первичных гидроксильных групп элементарного звена до карбоксильных, приводящее к образованию так называемой монокарбоксилцеллюлозы. Степень окисления целлюлозы оксидом азота (IV) зависит от природы окислителя; процесс катализируется алканами, нафтеновыми углеводородами, ингибиторами его являются тетралин, нитробензол. При этом следует подчеркнуть, что 15–20 % общего количества

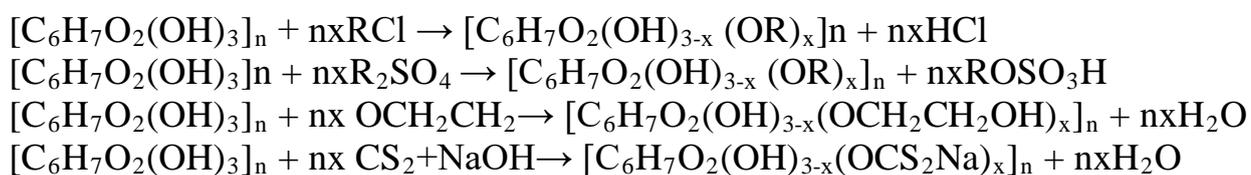
окисленных гидроксильных групп приходится на долю вторичных ОН-групп, окисляющихся до карбонильных; параллельно протекает также, хотя и в незначительной степени, процесс образования нитрата целлюлозы (сложного эфира целлюлозы и азотной кислоты).

Невысокая устойчивость диальдегидцеллюлозы к действию щелочных реагентов и даже воды ограничивает области ее практического применения. Так, диальдегидцеллюлозу можно использовать в медицине в качестве полимерной матрицы для иммобилизации ферментов. Более перспективно применение в этой же области монокарбоксилцеллюлозы, являющейся эффективным гемостатическим материалом, обеспечивающим быстрое прекращение кровотечения из капиллярных сосудов. Важным свойством монокарбоксилцеллюлозы для применения в медицине является ее способность практически полностью рассасываться в тканях живого организма.

К важнейшим классам производных целлюлозы, широко применяемым в различных отраслях промышленности, относятся ее сложные и простые эфиры. Для получения сложных эфиров в качестве этерифицирующих реагентов используют сильные кислоты, ангидриды и хлорангидриды кислот:



При синтезе простых эфиров целлюлозы в качестве О-алкилирующих реагентов могут выступать алкилгалогениды, диалкилсульфаты и соединения, содержащие напряженные гетероциклы или поляризованную двойную связь:



Свойства сложных и простых эфиров целлюлозы, во многом определяющие области их применения, зависят от большого числа факторов, из которых к числу основных следует отнести сравнительную реакционную способность гидроксильных групп и связанное с ней распределение заместителей между ОН-группами элементарного звена, влияние структуры целлюлозы на степень замещения эфиров, характер распределения заместителей вдоль цепи, растворимость эфиров и другие их свойства.

Одной из важных характеристик эфиров целлюлозы, с которой связаны способы их переработки в изделия и области практического применения, является их растворимость. Именно путем переработки растворов ксантогената целлюлозы формируют вискозные волокна и пленку (целлофан), переработкой растворов ацетатов целлюлозы – ацетатные и триацетатные волокна и пленку для кино- и фотопромышленности. Переработка композиций на основе эфиров

целлюлозы (ацетатов, ацетобутиратов и нитратов целлюлозы, этилцеллюлозы), содержащих небольшое количество высококипящих растворителей (пластификаторов), используется в технологии получения эфироцеллюлозных пластмасс (этролов). Водорастворимые простые эфиры целлюлозы (метил-, карбоксиметилцеллюлоза, а также смешанные эфиры – метилгидроксиэтил-, метилгидроксипропилцеллюлоза) используются в качестве веществ, регулирующих вязкость водных растворов и дисперсий – буровых растворов в нефте- и газодобывающей промышленности, дисперсий красителей в текстильной промышленности, строительной индустрии, в медицине и пищевой промышленности – при приготовлении мазей, кремов, зубной пасты, мороженого, фруктовых соков, в промышленности синтетических моющих средств.

Интересна с практической точки зрения зависимость растворимости некоторых эфиров целлюлозы, например, ацетилфталилцеллюлозы, от кислотности (щелочности) растворителя. Это свойство успешно используется в фармацевтической практике для создания покрытий для таблеток. Легкая растворимость этого эфира целлюлозы в ацетоне позволяет получить прозрачную, достаточно прочную пленку, нерастворимую в кислой среде, но растворимую в водных растворах с $pH > 7$. Эта пленка обеспечивает сохранение активности неустойчивых в кислой среде (в желудочном соке) лекарств и хорошее всасывание их в кишечнике, где поддерживается щелочная среда.

6.3. Физико-химические свойства целлюлозы

Макромолекулы целлюлозы относятся к полужесткоцепным образованиям. Способность к конформационным переходам обусловливается возможность вращения пиранозных циклов вокруг глюкозидных связей. Скелетная гибкость полимерных цепей связана со степенью полимеризации P_n следующим отношением:

$$[\overline{h_0^2}]^{1/2} = 4,26 \overline{P}_n^{1/2}.$$

Это соотношение справедливо для $P_n > 50$.

Потенциальный барьер вращения обусловлен органическими, вносимыми внутри- и межмолекулярными водородными связями: все гидроксильные группы элементарного звена включены в эту систему.

Ограниченная подвижность регулярно построенных полимерных цепей предопределяет способность их к самоупорядочению: целлюлоза является катализирующимся полимером. Кристаллическая фаза полимерного субстрата целлюлозы характеризуется полиморфизмом. Элементарная кристаллографическая ячейка включает антипараллельно расположенные целлобиозные звенья с периодом идентичности вдоль цепи $b = 10,30$ (табл. 1). Идентифицированы четыре основные кристаллические модификации целлюлозы: I, II, III и IV. Кроме того, описана модификация X, весьма близкая к IV. Структура Cell I характерна для природных препаратов целлюлозы (так называемой нативной целлюлозы). Cell II свойственна пересаженной

целлюлозе (так называемой гидратцеллюлозе). Структурные модификации III, IV и X могут быть получены из Cell I и Cell II.

Таблица 1 – Кристаллографические характеристики целлюлозы различных модификаций

Параметр	Кристаллическая модификация			
	I	II	III	IV
a, Å	8,20	8,02	7,74	8,12
b, Å	10,30	10,30	10,30	10,30
c, Å	7,90	9,03	9,36	7,99
β°	83,3	62,8	58,0	90,0
группа	моноклинная	моноклинная	триклинная	ромбическая
ρ , кг/м ³	1625	1621	1612	1610

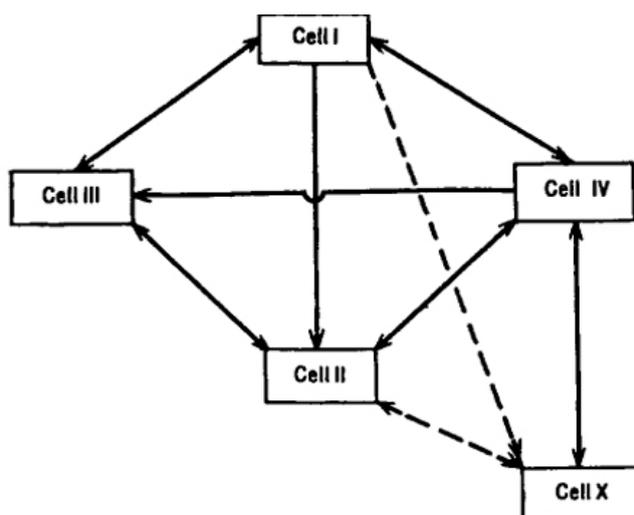


Рисунок 2 – Схема взаимных переходов различных кристаллических модификаций целлюлозы

Различные структурные состояния целлюлозы обратимы (рис. 2). Плотность упаковки ρ структурных элементов в гидратцеллюлозе несколько меньше, чем в нативной. Целлюлоза представляет собой аморфно-кристаллический полимер. Она ограниченно набухает в воде, в разбавленных растворах щелочей способна интенсивно набухать. Целлюлоза растворима в следующих растворителях:

Кислоты:

- серная кислота (96 %);
- фосфорная кислота (82 %);
- трифторуксусная кислота.

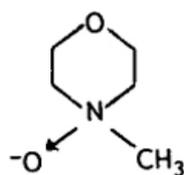
Комплексные основания:

- купри(тетрамино)гидроксид (куоксам): водный раствор, содержащий $\text{Cu}(2^+) - 3,5 \text{ г/дм}^3$, $\text{NH}_3 - 200 \text{ г/дм}^3$, сахарозу – 2 г/дм^3 ;

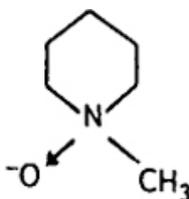
- купри(бис-этилендиамин)гидроксид (куен): водный раствор, содержащий $\text{Cr}(2^+) - 20 \text{ г/дм}^3$ и $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_2\text{NH}_2 - 120 \text{ г/дм}^3$;
- кадмий(трис-этилендиамин)гидроксид (кадоксен): водный раствор, содержащий $\text{Cd}(2^+) 5,5 \%$ и $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_2\text{NH}_2 30 \%$;
- тритартрато(3)феррат натрия (НЖВК): водный раствор, содержащий НЖВК – 350 г/дм^3 , тартрат натрия – 40 г/дм^3 , гидроксид натрия – 56 г/дм^3 .
- Четвертичные аммониевые основания (водные растворы, содержащие $2,5 - 3,0 \text{ моль/дм}^3$):
- диметилфенилбензиламмоний;
- триэтилбензиламмоний;
- тетрабензиламмоний.

Апротонные растворители:

N-метилморфолин-N-оксид



N-метилпиперидин-N-оксид



- диметилформамид + $2 \div 3 \%$ N_2O_4 ;
- диметилацетамид + $1 \div 2 \%$ LiCl .

Термодинамическое качество растворителей целлюлозы улучшается в ряду куоксам < кадоксен < куен < НЖВК.

Набухание целлюлозы в концентрированных растворах солей тем интенсивней, чем больше степень гидратации катиона и размер аниона. Степень набухания целлюлозы уменьшается в следующем лиотропном ряду:

- $\text{Li}^+ > \text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{Rb}^+ > \text{Cs}^+$;
- $\text{Zn}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Sr}^{2+} > \text{Ba}^{2+}$;
- $\text{CNS}^- > \text{I}^- > \text{Br}^- > \text{Cl}^-$.

Это определено в основном следующими факторами: относительной жесткостью макромолекул целлюлозы; высокой плотностью когезии как воды, так и целлюлозы, обусловленной интенсивными водородными связями.

Препараты целлюлозы являются пористыми структурами, распределение неплотностей упаковки в которых по размерам проявляется на всех уровнях надмолекулярной организации: «свободный объем», неплотности упаковки микро- и макрофибрилл, трещины и каналы формируют ажурное строение целлюлозного материала.

6.4. Модификация целлюлозы

Особый интерес представляет введение в макромолекулу целлюлозы или других полисахаридов сульфгидрильной группы, что придает препаратам целлюлозы электронно-обменные свойства, снижает или повышает гидрофильность. Были также синтезированы производные, содержащие хлор, йод, нитрильные, амидные и алифатические аминогруппы.

Предложен способ модификации полисахаридов обработкой диизоцианатами с последующей дополнительной обработкой бифункциональными или монофункциональными соединениями в стехиометрическом избытке. В качестве бифункциональных соединений используют алифатические диамины и дикарбоновые кислоты C_2-C_8 , а в качестве монофункциональных соединений – алифатические спирты C_2-C_8 .

В качестве нерастворимого полисахарида применяли целлюлозу, агарозу, декстран, хитин, крахмал и их производные в виде порошков или гранул. Реакция с диизоцианатом проводилась в безводных органических растворителях, не содержащих подвижных атомов водорода, например, в диоксане, ацетоне, хлороформе. В зависимости от длины алифатической цепочки получали носители с различной отдаленностью функциональных групп ($-NH_2$, $COOH$ и др.) от полисахаридной матрицы.

Таблица 2 – Некоторые производные целлюлозы

Заместитель по OH-группе	Название препарата
$O(CH_2)_2NH_2$	Аминоэтилцеллюлоза
OPO_3H	Фосфорилцеллюлоза
$O(CH_2)_2N(C_2H_5)_2$	Диэтиламиноэтилцеллюлоза (ДЭАЭ)
OCH_2COOH	Карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ)
$OCOC_6H_4NH_2$	p-Аминобензоилцеллюлоза
$OCOCH_2Br$	Бромацетилцеллюлоза
$OCH_2CONHNH_2$	Гидразидкарбоксиметилцеллюлоза
$O(CH_2)_2SO_3H$	Сульфэтилцеллюлоза

Вместе с тем сама целлюлоза химически достаточно инертна и не вступает в реакцию с белками, нуклеиновыми кислотами и их компонентами. Этого нельзя сказать о возможности сорбции биологических молекул на целлюлозе. Целлюлоза неустойчива к воздействию сильных кислот, щелочей и окислителей. Рабочий интервал pH составляет 3–10. Целлюлоза охотно атакуется микроорганизмами даже на холоде, поэтому ее водные суспензии хранят в присутствии антисептиков.

Для повышения жесткости проводят частичный кислотный гидролиз целлюлозы, разрушающий аморфные участки матрицы. На место разрушенных аморфных участков для сохранения пористости между «кристаллическими» участками вводят химические сшивки, одновременно увеличивая степень

«кристалличности» и размеры пор. Такая микрокристаллическая целлюлоза (МКЦ) помимо повышенной жесткости, более гомогенна, что обеспечивает более высокую по сравнению с обычной (волокнистой) целлюлозой сорбционную емкость. Высокий спрос на МКЦ в химической, фармацевтической промышленности требует расширения сырьевой базы. Был предложен способ, позволяющий повысить выход МКЦ за счет использования отходов фильтрующих материалов, производства триацетатцеллюлозной основы фотопленок, которые обрабатываются 9–12 % раствором азотной кислоты в течение 6 часов с дальнейшей обработкой 12 % раствором натриевой щелочи при (-7 °) – (-10 °) С.

С целью получения тонкодисперсной МКЦ предложен способ уменьшения размеров частиц и увеличения их однородности за счет того, что целлюлозу предварительно обрабатывают 67–73 % азотной кислотой, а затем – водой до образования 3–12 % концентрации оставшейся в ней кислоты и выдерживают полученную систему при 18–20 °С 10–20 минут. Полученную таким способом целлюлозу подвергают гидролитической деструкции при температуре кипения кислоты в течение 10–25 минут.

МКЦ по своим свойствам близка к натуральной целлюлозе, встречающейся в виде естественного компонента в пищевых продуктах, она нетоксична и совершенно безвредна, не имеет побочных явлений и противопоказаний. МКЦ, как и другие пищевые волокна, действует на организм человека двумя путями: механическим и сорбционным. В желудке МКЦ впитывает жидкость, разбухает. В тонком кишечнике МКЦ очищает механическим путем его слизистую оболочку от «грязевой» пленки. Помимо этого, на протяжении всего желудочно-кишечного тракта МКЦ сорбирует вредные для организма вещества, тяжелые металлы, радионуклиды и т. п. МКЦ используют при отравлении (вместо активированного угля), в целях нормализации пищеварения, при диабете, атеросклерозе, ишемической болезни сердца, гастроэнтерологических заболеваниях, для профилактики и приостановления роста новообразований, образования камней в желудочном пузыре, почках и др.

6.5. Влияние сушки целлюлозы на гидрофильность

Сушка является самым распространенным технологическим процессом красильно-отделочного производства. На многих отделочных фабриках сушильное оборудование занимает приблизительно до 30 % производственных площадей, потребляет до 40 % всего расходуемого тепла и до 30 % электроэнергии. Одним из эффективных способов снижения затрат на сушку считается механическое удаление влаги, при котором почти в 40 раз меньше расходуется энергии и примерно в 5 раз дешевле обходится весь процесс. Волокнистый материал в зависимости от его природы и вида изделия способен удерживать до 350 % влаги, поэтому понятна высокая экономичность частичного удаления влаги механическим путем перед сушкой.

В красильно-отделочном хлопчатобумажном производстве наибольшее распространение получило механическое обезвоживание с помощью валковых машин и некоторое распространение – обезвоживание с помощью отсосных машин.

Машина сушильная для сушки целлюлозы (рис. 3) предназначена для обезвоживания и сушки целлюлозы массой $1 \text{ м}^2 - 800-1000 \text{ г}$. Машина состоит из напорного ящика, сеточной части, прессовой части, сушильной части и вспомогательного оборудования. Расположение машины двухэтажное.

Напорный ящик. Открытого типа с перфорированной плитой и перфорированными валами. Внутренние поверхности – из коррозионно-устойчивой стали тщательно полированы. Предусмотрена тонкая регулировка массы 1 м^2 целлюлозы по ширине машины.

Сеточная часть. С горизонтальным сеточным столом и с верхней сеткой. Наличие трех пар отжимных валов и верхней сетки обеспечивает сухость полотна после сеточной части до 30 %. Снижается потребление энергии для привода. Отжимные валы гладкие, неотсасывающие. Уменьшается количество вакуум-насосов. Прижим валов гидравлический, давление до 50 кН/м.

Прессовая часть. Включает два пресса с расширенной зоной прессования. Прессовые валы обрешеченные с глухими отверстиями. Прижим валов гидравлический. Прессование между двумя сукнами. Сукна снабжены щелевыми сукномойками, правками, натяжками. Высокоимпульсное прессование обеспечивает сухость после прессовой части не менее 50 %. Уменьшается количество вакуум-насосов. Оптимальная конструкция станин обеспечивает быструю и удобную смену сукон и валов.

Сушильная часть. Пятирусная, с канатиковой заправкой полотна. В конце сушильной части четыре цилиндра холодильные. Без сушильных сукон. Привод паразитный, встроенный в станины с приводной стороны. Под сушильной частью установлен транспортер сухого брака. Смазка подшипников цилиндров и шестерен привода централизованная. Вентиляционный колпак закрытого типа. Для обдува мостков обслуживания сушильной части установлены вентиляторы. Высокая сухость полотна целлюлозы перед сушильной частью позволяет сократить число сушильных цилиндров по сравнению с обычными сушильными машинами.

Зависимость между влажностью и степенью отжима при пропитывании тканей химическими растворами, плотность которых больше единицы усложняется. Показатель степени отжима ткани включает в себя массу не только воды, но и химиката. В условиях производства можно определить методом взвешивания массу ткани до и после пропитывания и рассчитать влажность.

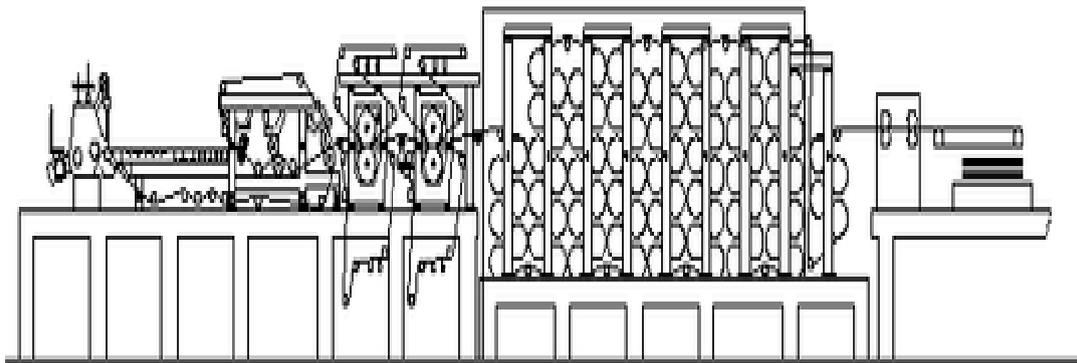


Рисунок 3 – Машина сушильная для сушки целлюлозы

6.6. Влияние размола и отбелки на структурно-сорбционные параметры технической целлюлозы

Процессы, протекающие при размоле целлюлозной массы, сушке, отбелке, в значительной мере могут влиять на физико-химические и гидрофильные свойства готового продукта. Степень влияния этих процессов, в свою очередь, определяется видом целлюлозы, способом ее получения, качеством исходного сырья и т. д.

В процессе отбелки происходит удаление остатков лигнина, гемицеллюлоз и сопутствующих им урсонных кислот. Препараты технической небеленой целлюлозы характеризуются широким набором различных типов функциональных групп, что свидетельствует о большей химической неоднородности небеленой целлюлозы по сравнению с белеными аналогами. Низкая подвижность молекул сорбированной воды в небеленых образцах, даже при высоких относительных давлениях паров, указывает на существование в них достаточно стабильных областей с ограниченной геометрией, сформировавшихся в результате технологических процессов сушки и прессования бумажного полотна за счет необратимого ороговения гемицеллюлозной фракции.

6.7. Воздействие целлюлозно-бумажной промышленности на окружающую среду

Целлюлозно-бумажная промышленность оказывает сильное воздействие на окружающую среду и остаётся одной из проблемных по величине токсичных выбросов в атмосферу и сбросов в воду, экологической опасности для природной среды.

Кроме того, отличительной особенностью Российских промышленных предприятий является устаревшее оборудование и технологический процесс. В связи с этим отрасль отличается большой отходностью, скудностью средств очистки и нейтрализации токсичных выбросов и сбросов, применением на производстве опасных химических веществ, наличием цехов, оказывающих

вредное воздействие как на персонал, так и на окружающую среду. Кроме того, опасность представляют комплексные воздействия нескольких предприятий, размещенных на одной территории. Так, крупные целлюлозно-бумажные комбинаты (ЦБК) размещены недалеко от лесоразработок и деревообрабатывающих предприятий. Но если это можно объяснить удобством и последовательностью операций по переработке сырья, то как объяснить соседство ЦБК с крупными предприятиями цветной и черной металлургии, опасность смешивания отходов которых с отходами ЦБК окажет еще более губительное воздействие на экологию региона, где они размещены.

Также негативную роль играет тот факт, что многие предприятия отрасли являются предприятиями-гигантами. Это означает большие объемы выбросов и сбросов, а также огромные концентрации токсичных веществ в атмосфере и речных системах в районе работы предприятия. А крупные предприятия обычно имеют в своей инфраструктуре находящиеся в непосредственной близости жилые поселения, где живет многочисленный персонал предприятия.

Рассмотрим, какие токсичные вещества присутствуют в процессе производства продукции целлюлозно-бумажной отрасли.

Все токсичные вещества отрасли можно разделить на вещества, загрязняющие атмосферу и вещества, загрязняющие гидросферу и педосферу.

Кроме того, токсичные вещества подразделяются на вещества, используемые при производстве, и вещества, возникающие в процессе производства.

То, какие вещества будут использоваться либо появятся в процессе производства, зависит от технологического процесса и получаемого конечного продукта. Поэтому подробно остановимся на сульфат-целлюлозном производстве как наиболее опасном с точки зрения экологии.

Выбросы в атмосферу в сульфат-целлюлозном производстве.

Основными источниками загрязнения атмосферы в сульфат-целлюлозном производстве являются: содорегенерационный, варочно-промывной, известерегенерационный и отбельный цеха, окислительная установка, цех приготовления отбельных растворов.

В зависимости от принятой схемы производства могут возникнуть дополнительные источники загрязнения из отделений цеха переработки побочных продуктов (очистки и дезодорации скипидара, получение одоранта сульфана; ректификации скипидара; разложения сульфатного мыла; ректификации таллового масла и др.).

Варочно-промывной цех. В этом цехе имеется несколько источников выбросов. При периодическом методе варки с терпентинной сдувкой вместе с паром удаляются: остаточный воздух из щепы, скипидар, сероводород, метилмеркаптан (ММ), диметилсульфид (ДМС), диметилдисульфид (ДМДС). Парогазовая смесь терпентинной сдувки, от которой в щелокоуловителях отделяются захваченные капельки щелока, конденсируется в теплообменниках. Отсюда непрерывно удаляются несконденсировавшиеся газы, количество и состав которых зависит от вида вырабатываемой целлюлозы и связанного с

этим расхода щёлочи на варку, а также от температуры воды, подаваемой на теплообменник.

При непрерывной варке целлюлозы выдувочные пары направляются в систему пропаривания щепы, откуда избыток паров поступает в холодильник, аналогичный терпентинному конденсатору. Кроме этих источников загрязнения есть еще вентиляционные выбросы из-под колпаков вакуум-фильтров, вытяжки из выдувного резервуара (при холодной выдувке), бака слабых щелоков, бака-пеносборника.

Выпарной цех. Главным источником выбросов в этом цехе является парогазовая смесь, которая удаляется вакуум-насосом из межтрубного пространства корпусов. Основной компонент, загрязняющий воздух, – сероводород. Кроме того, в выбросах содержится также метилмеркаптан и в незначительных дозах диметилсульфид, диметилдисульфид и метанол. Появление сероводорода и метилмеркаптана обусловлено изменением рН при упаривании и воздействием температуры и разрежения. Это приводит к разложению сульфида и меркаптида натрия и выделению этих кислых газов в паровое пространство.

Окислительная установка. Общее количество выбрасываемой ею газозооной смеси зависит от расхода воздуха на окисление, количества газов, подаваемых на установку, и типа окислительной установки.

Содорегенерационный цех. Дурнопахнущие компоненты в дымовых газах появляются в тех местах, где чёрный щёлок соприкасается с газами: в топке и в газоконтактном испарителе. Перегрузки содорегенерационных котлоагрегатов (СРК) способствуют повышению количества выбросов дурнопахнущих компонентов с дымовыми газами. В дымовых газах СРК содержатся не только газообразные соединения, но и твердые частицы, составляющие пылевой унос. Содержание пылевого уноса в дымовых газах СРК перед газоочистным аппаратом изменяется в зависимости от количества сульфата натрия, добавляемого к щёлоку перед сжиганием, от схемы СРК и аэродинамического режима его работы, а также от соотношения органической и минеральной частей сухого вещества черного щёлока и выхода целлюлозы из древесины.

Газоконтактный испаритель. Он предназначен для уплотнения черного щёлока 50–65 % сухих веществ. Щёлок, находясь в газоконтактном испарителе, поглощает из дымовых газов углекислый газ, сернистый и серный ангидриды, обуславливающие выделение сероводорода и метилмеркаптана вследствие понижения рН; выделению сероводорода при газоконтактной выпарке способствует также повышение концентрации остаточного сульфида натрия в черном щёлоке. Чем выше сульфидность белого щёлока, тем большее количество остаточного сульфида натрия и сероорганических соединений оказывается в черном щёлоке и тем загрязнёнее дымовые газы.

Растворитель плава (РП). Плав, образующийся при сжигании черных щелоков в СРК и состоящий из карбоната и сульфида натрия с небольшой примесью невосстановленного сульфата натрия, поступает в растворитель. Здесь плав растворяется в щёлоке. При контакте щёлока с плавом выделяется

значительное количество парогазовой смеси, которая удаляется из растворителя плава через вытяжные трубы и выбрасывается в атмосферу. Пылевой унос из растворителя плава на 90 % состоит из соды. В зеленом щёлоке содержится значительное количество сульфида и меркаптида натрия, что предопределяет содержание сероводорода в газовой фазе.

Известерегенерационные печи (ИРП). В печах при обжиге каустизационного шлама и природного известняка образуются дымовые газы. Основными компонентами дымовых газов являются пыль кальциевых солей (12 г/нм^3), образующаяся в результате механического уноса газовым потоком, и сернистый ангидрид ($0,86 \text{ г/нм}^3$ сухого газа), образующегося при сжигании высокосернистого мазута, а также сероводород и другие серосодержащие газы.

Отбельный цех. В процессе отбеливания целлюлозы традиционно используют либо сам хлор, либо его производные (оксид хлора, хлораты и гипохлориты).

Одним из наиболее опасных с точки зрения охраны окружающей среды объектов сульфат-целлюлозного производства является содерегенерационный котлоагрегат и его технологический узел – бак-растворитель плава (РП СРК).

Из результатов обследования количества и состава парогазовых выбросов РП СРК ведущих предприятий сульфат-целлюлозного производства следует, что расходы выбросов зависят от мощности котлоагрегата, высоты и диаметра вытяжной трубы, по которой они выводятся из бака растворителя в атмосферу, угла раскрытия шиберных устройств на этих трубах, состава слабого белого щёлока и уровня его в баке-растворителе, времени года и региона расположения производства.

Кроме того, режим работы, состав и количество выбросов из РП СРК зависят от:

- мгновенного выделения значительного количества парогазовой смеси, особенно при больших стоках плава;
- непрерывности и неравномерности подачи плава и белого щёлока в РП и отведения зеленого щёлока, что приводит к изменению свободного объема над растворяющей жидкостью и влияет на количество подсосов воздуха.

Парогазовые выбросы из РП СРК, согласно удельным отраслевым нормам, состоят из:

- водяных паров 70 – 90 % ($1,87 \text{ кг/нм}^3$ сухого газа (с.г.));
- подсосов воздуха 5 – 25 %;
- пылевых частиц плава – до 1,9 % (19 г/нм^3 с.г., 4500 г/т целлюлозы);
- сероводорода – 0,006 % ($0,25 \text{ г/нм}^3$ с.г., 56,5 г/т целлюлозы);
- сернистого ангидрида – 0,005 % ($0,18 \text{ г/нм}^3$ с.г., 40,3 г/т целлюлозы).

Таблица 3 – Вредные вещества, попадающие в атмосферу на сульфат-целлюлозном производстве

Ингредиент	Источник выбросов	ПДК, мг/м ³
Пыль нетоксичная	Зола (сульфат и карбонат натрия) СРК, соли натрия из РП, пыль (соли кальция) ИРП	0,5
Диоксид серы	СРК, ИРП	0,5
Сероводород	Дымовые газы СРК, ИРП, парогазы РП	0,008
Метилмеркаптан	Сульфат-целлюлозное производство	$0,9 \cdot 10^{-9}$
Диметилсульфид		0,08
Диметилдисульфид		0,7
Метанол		1,0
Скипидар	Сульфат-целлюлозное производство, производство побочных продуктов	2,0
Оксид углерода	Утилизационные котлы, СРК, ИРП	5,0
Хлор	Цех отбелики сульфат-целлюлозного производства	0,1
Диоксид хлора		-

Пылевые частицы состоят в объёмных процентах из:

- карбоната натрия – 70 %;
- сульфида натрия – 23 %;
- сульфата натрия – 5 %;
- нерастворимых частиц (огарка) – 2 %.

Температура парогазовых выбросов может меняться от 85 до 125 °С. В среднем, количество парогазовых выбросов из РП на 1 т вырабатываемой целлюлозы составляет 226 нм³ с.г.

Сбросы в гидросферу и педосферу в сульфат-целлюлозном производстве. Основными источниками загрязнения гидросферы и педосферы в сульфат-целлюлозном производстве являются отбельный, варочный и кислотный цеха.

Варочный и кислотный цеха. В сток попадают органические соединения, образующиеся при варке, и остаточные химикаты. Так при выпуске 3 млн т в год целлюлозы образуется 3,5 млн т в год отработанных щёлоков в пересчете на сухое вещество или около 7 млн т в год в пересчете на 50 % концентрат. Из них около 2 млн т в год можно утилизировать в виде спирта, кормовых дрожжей и технических лигносульфонатов. Остальные 70 – 75 % сухих веществ

отработанных щёлоков сбрасывается в очистные сооружения или непосредственно в водоемы.

Отбельный цех. В процессе отбеливания целлюлозы традиционно используют либо сам хлор, либо его производные (оксид хлора, хлораты и гипохлориты), а при делигнификации древесины, содержащей фенольные фрагменты – лигнин (содержание которого в древесине лиственных пород 20–30 %, в хвойных породах – до 50 %) взаимодействует с хлорными реагентами, образуя диоксины и фураны (или их предшественников), которые являются высокотоксичными экотоксикантами.

Сбросы в реки и почву с ЦБК увеличивают содержание взвешенных веществ, сульфатов, хлоридов, нефтепродуктов, органических соединений, ряда металлов, веществ метоксильных, карбоксильных и фенольных групп. По этим параметрам ПДК превышены в несколько раз.

Самыми опасными и заслуживающими дальнейшего рассмотрения токсинами, безусловно, являются диоксины и фураны.

Диоксины – группа высокотоксичных экотоксикантов – полихлорированных дибензодиоксинов (ПХДД, I) и дибензофуранов (ПХДФ, II). Причем фуранами мы называем дибензофураны, хотя это некорректно. Диоксины и фураны могут иметь в своем составе четное (обычно 4, 6 и 8) или нечетное (как правило, 5 или 7) число атомов хлора. Для обозначения положения атомов хлора в бензольных кольцах диоксинов и фуранов используют цифры в соответствии с правилами «Женевской номенклатуры органических соединений». Нас интересуют следующие изомеры хлорзамещенных соединений:

ТХДД (III) – тетрахлор дибензодиоксин, ПХДФ (IV) – пентахлор дибензофуран, ГкХДД (V) – гексахлор дибензодиоксин, ГпХДФ (VI) – гептахлор дибензофуран и ОХДФ (VII) – октахлор дибензофуран.

Необходимо заметить, что предельно допустимая концентрация (ПДК) диоксинов и фуранов для взрослого человека составляет 320 триллионных частей грамма в день, и что такая ежедневная доза приводит к риску возникновения рака и других онкологических заболеваний. Если сопоставить два вида смертельных доз диоксинов и фуранов: минимальную летальную дозу MLD (характеризующую общую токсичность) и половину полной летальной дозы LD₅₀ (при которой погибнет 50 % исследуемых живых организмов). Оказалось, что по общей токсичности (MLD, моль/кг) диоксины и фураны ($3,1 \cdot 10^{-9}$) превосходят самые сильные химические яды: кураре ($7,2 \cdot 10^{-7}$), стрихнин ($1,5 \cdot 10^{-6}$), цианистый натрий ($3,1 \cdot 10^{-4}$) и боевое отравляющее вещество диизопропилфторфосфат ($1,6 \cdot 10^{-5}$). Что касается значений LD₅₀ (мг/кг), то они для диоксинов и фуранов изменяются следующим образом: 0,5 (куры), 0,3 (собаки), 0,1 (кошки и мыши), 0,05 (крысы) и 0,001 (морские свинки).

Допустимая суточная доза диоксинов и фуранов. В США эта доза равна 0,006 пкг на килограмм веса человека, тогда как в России она существенно выше – 10 пкг/кг. Норма загрязнения питьевой воды в нашей стране – 20 пкг/л,

а ПДК для атмосферы – 0,5 пкг/м³. Поэтому человек весом в 60 кг при условии, что он потребляет три литра воды в день, может получить с водой лишь 10 % диоксинов и фуранов от суточной нормы. В тоже время расчеты показывают, что при потреблении даже нежирной рыбы (с количеством жира до 5 %), в которой количество диоксинов и фуранов может быть около 50 пкг/г жира, 500 граммов рыбы даст уже 1250 пкг токсикантов, что в 2 раза превышает допустимую суточную дозу, а если речь идет о рыбе с количеством жира 50 %, которая легко биоаккумулирует хлорорганические экотоксиканты.

Кроме химического загрязнения водоемов, происходит тепловое загрязнение воды. Это происходит вследствие использования больших объёмов воды в течение технологического процесса, а также использования воды в теплообменниках и конденсаторах для охлаждения, после чего нагретая вода попадает со стоком предприятия в гидросферу.

Таблица 5 – Сбросы в водоемы и почву в сульфат-целлюлозном производстве

Ингредиент	Источник сбросов
Взвешенные вещества	Сульфат-целлюлозное производство (нерастворимые частицы)
Сульфаты (K ₂ SO ₄ , KHSO ₄ , диорганилсульфаты и органилсульфаты)	Сульфат-целлюлозное производство
Хлориды (KCl, NaCl) и хлораты (KClO ₃ , NaClO ₃)	Отбельный цех
Нефтепродукты	ИРП (мазут)
Фенолы	Лигнин (Сульфат-целлюлозное производство)
Органические соединения (жирные кислоты, сульфатное мыло, ароматические соединения, клейкие вещества и др.)	Производство побочных продуктов, варочно-промывной цех, РП
Диоксины и фураны	(фенолы + хлорные реагенты). Сульфат-целлюлозное производство, отбельный цех
Металлы (Mg, Zn)	Сульфат-целлюлозное производство
Тёплая вода	Газоконтактный испаритель, варочно-промывной цех, выпарной цех, РП СРК, ИРП

Природосберегающие технологии. Мы разобрались с тем, какие вредные и опасные вещества попадают в атмосферу, гидросферу и педосферу в процессе работы целлюлозно-бумажного комбината. Теперь необходимо разобраться, что необходимо сделать, чтобы уменьшить влияние на окружающую среду вредного производства. Для этого существуют два пути. Первый –

совершенствование очистительных установок по очистке выбросов и сбросов от токсикантов. Второй – совершенствование технологического процесса производства, разработка экологически чистых методов производства, методов по уменьшению отходности предприятия и безопасных промышленных установок.

Кроме этого, необходимо затронуть вопросы переработки макулатуры, отходов бумажных фабрик (их уменьшения и переработки) и деревообрабатывающих предприятий, а также токсичности выпускаемой продукции.

Очистка выбросов в атмосферу на ЦБК. Очистка газов от паров летучих органических соединений (ЛОС). Адсорбционные методы: это, прежде всего классические рекуперационные методы очистки, основанные на улавливании паров ЛОС активным углем, с последующей десорбцией уловленных веществ водяным паром при повышенных температурах (105–120 °С). После совместной конденсации паров воды и десорбированных ЛОС полученный конденсат органических соединений отделяют в сепараторе от водной фазы. Если десорбируемые органические соединения растворимы в воде, то для выделения органических соединений конденсат подвергают дистилляции.

Если в очищаемом газе концентрация ЛОС мала ($<1 \text{ г/м}^3$), то нецелесообразно проводить регенерацию адсорбента водяным паром, а необходимо провести десорбцию горячим (200–250 °С) инертным газом (обычно дымовыми газами).

Десорбированные пары ЛОС не утилизируют, а сжигают каталитическим либо термическим методом.

Адсорбционной разновидностью очистки газов является адсорбционно-каталитический процесс. В этом случае в качестве адсорбента используются оксидные катализаторы, которые в процессе очистки накапливают пары ЛОС, а при регенерации, за счёт нагрева катализатора, происходит каталитическое окисление уловленных ЛОС, на этом же бифункциональном адсорбенте-катализаторе.

Окислительные методы: эта группа методов основана на полной окислительной деструкции молекул ЛОС до CO_2 и H_2O .

Термические методы – методы сжигания органических загрязнителей воздуха. Обычно используется, когда источник выделения загрязнённого воздуха располагается вблизи какого-либо топочного устройства. В этом случае загрязнённый воздух используется как дутьевой.

Каталитические методы – методы дожигания конкретных органических соединений на известных катализаторах, в том числе блочных.

Гомогенные низкотемпературные окислительные процессы.

1. Введение озона в очищаемый газ. При концентрации озона 10–20 мг/м^3 очищаемого газа, эффективность очистки 90–95 % по фенолу и формальдегидам.

2. Очистка с помощью высокочастотного стримерного разряда. В зоне действия разрядов происходит эффективная очистка от паров органических

соединений, таких как бензол, толуол, фенол, стирол. При этом фенол конвертируется в аэрозоль гидрохинона, а стирол – в аэрозоль полистирола. Диоксины и фураны переходят в конденсированные соединения.

Жидкофазное окисление.

1. Процессы, основанные на абсорбции и последующем окислении паров ЛОС, обычно используют для очистки отходящих газов с малой концентрацией веществ с резким неприятным запахом.

2. Очистка водным раствором гипохлорита натрия. Так сернистые соединения улавливаются на 99 %, карболовые кислоты – на 98 %, альдегиды и кетоны – на 90 %, а фенолы и спирты – на 85 %.

Биохимические методы – методы, основанные на способности некоторых организмов поглощать и окислять ЛОС.

Особенности очистки воздуха на ЦБК. Из приведенного ранее очевидна необходимость разработки несложного, доступного и эффективного способа и аппарата для очистки выбросов в атмосферу от пыли и серосодержащих соединений, ликвидации избыточной влаги парогазового потока и теплового загрязнения. Отличительными особенностями выбросов сульфатно-целлюлозного производства являются многочисленность источников и многокомпонентность выбрасываемых газовых смесей. Кроме того, выбросы от различных источников отличаются по объему, качественному составу и концентрациям вредных веществ. Подход к очистке выбросов в атмосферу различен в зависимости от качественных характеристик выбросов, подразделяемых на две группы: парогазовые и газопылевые. Такое разделение основывается на различных методах подхода к обезвреживанию выбросов данных групп. Парогазовым выбросам присуще наличие значительных количеств водяного пара, а для ряда выбросов характерно состояние насыщения водяным паром. Большинство вредных веществ в выбросах представляет собой серосодержащие соединения, которые являются токсичными веществами, неблагоприятно влияющими на жизнедеятельность растительного и животного мира.

В настоящее время к вопросу очистки дурнопахнущих парогазовых выбросов сульфат-целлюлозного производства существует двойной подход: первое – обезвреживание с получением какого-либо ценного побочного продукта; второе – доведение выбросов вредного вещества до санитарных норм, в лучшем случае – с рекуперацией уловленного компонента в производство.

Очистка газопылевых выбросов предусматривает несколько иной подход.

Используют пылеулавливающие установки. Современные установки для улавливания серосодержащих газообразных компонентов, присутствующих в дымовых газах СРК, основаны на абсорбционном методе очистки. Различаются эти установки между собой аппаратным оформлением, режимами управления и свойствами абсорбента, причем последние являются определяющими при выборе схемы газоочистки. В настоящее время для промывки дымовых газов СРК применяются как щелочные, так и нейтральные растворы, в ряде случаев в

щёлочную орошающую жидкость добавляются твердые вещества, способные сорбировать и окислять серосодержащие газообразные компоненты.

Однако возникает ряд трудностей, сопряженных с традиционным подходом к проблеме очистки: образование труднообрабатываемых стоков и шламов при абсорбционном методе очистки, необходимость регенерации адсорбента, влияния высокого содержания водяных паров на эффективность пылеулавливания, отсутствие утилизации тепла парогазовых выбросов и, как следствие, тепловое загрязнение атмосферы.

В настоящее время в ЦБП для очистки выбросов из РП СРК применяются:

- одноступенчатые схемы в целях утилизации тепла и очистки от пылевых частиц плава и серосодержащих газов;
- двухступенчатые схемы, где первая ступень (секционный кожухотрубный теплообменник) служит для утилизации тепла, а вторая – для очистки от загрязняющих веществ.

Двухступенчатые схемы обычно состоят из теплообменных устройств в качестве первой ступени и скруббера или струйного газопромывателя – в качестве второй, например, принципиальная двухступенчатая схема: трехходовой по ходу газов теплообменник является первой ступенью, струйный газопромыватель – второй. Анализ работы установок на Братском ЛПК и Байкальском ЦБК показывает, что эффективность улавливания пылевых частиц составляет 70–80 %, а абсорбция сероводорода 92–95 %. Реализация двухступенчатой схемы очистки выбросов из РП СРК связана со значительными капиталовложениями, так как кроме теплообменника и струйного газопромывателя он включает в себя каплеуловитель, промежуточные емкости, насосы, разветвленную систему трубопроводов. Установка энергоемка и металлоемка, требует значительного количества свежей воды для теплообменника и орошающих растворов. Необходимость применения тягодутьевых устройств в данной схеме приводит к большому выносу щелочной капельной влаги в атмосферу, что снижает надежность работы тягодутьевых устройств, увеличивает потери химикатов, разрушает кровлю цеха и загрязняет атмосферу.

Конденсационный метод очистки газов и аппарат – поверхностный конденсатор. Метод основан на конденсации водяного пара на охлажденной поверхности конденсатора. При этом пар, охлаждаясь, переходит в жидкую фазу, а образующийся конденсат непрерывно отводится. Аппарат действует при использовании самотяги вытяжной трубы. Симметричное расположение конденсатора и вытяжной трубы относительно оси движения парогазовой смеси вверх в межтрубном пространстве позволяет избежать застойных зон. Работа установки заключается в следующем: конденсатор представляет собой две трубы, одна внутри другой, между которыми располагается вытяжная труба, в которой идет пылепарогазовая смесь. В полости двух труб конденсатора подается охлаждающий агент – вода, в результате находящийся внутри вытяжной трубы пылепарогаз начинает конденсироваться на охлаждаемых стенках и стекать по ней в отборник конденсата. Процесс

газоочистки регулируется по температуре воды на выходе из аппарата. Большое значение имеет осуществление тепло- и массообмена в конденсаторе, где можно достичь взаимодействия между пленкой конденсата, образующегося на поверхности охлаждаемых труб, и потоком пылепарогазовой смеси с минимальными энергозатратами.

В аппаратах этого типа можно достичь:

- интенсивного взаимодействия между стекающей плёнкой жидкости, образующейся при конденсации паров воды из парогазовых выбросов на охлаждаемых трубах и парогазовой смесью;
- наименьшего удельного сопротивления аппарата. Когда паровая смесь движется меж охлаждаемых труб (в межтрубном пространстве), ее объем уменьшается в процессе конденсации водяного пара.

Трудности, возникающие при осуществлении метода:

Основной сложностью является определение площади теплообмена, которая должна обеспечить конденсацию парогазовой смеси при заданном расходе охлаждающей воды с заданной ее температурой. Интенсивность конденсации парогазовых смесей обусловлена: изменением по высоте скорости парогазового потока и плотности орошения; диффузионными процессами на границе раздела пар – жидкость; влиянием поперечного потока вещества на гидродинамику пленки; возможностью уноса жидкой фазы в поток пара и срыва пленки парогазовым потоком – это сложные факторы, определяющие интенсивность тепломассоотдачи, и которые проявляются в зависимости от геометрических характеристик трубного пучка конденсатора.

Достоинства метода и установки:

1. Уменьшение вредного воздействия на атмосферу содовой пыли и дурнопахнущих серосодержащих газов. Так как эффективность пылеуловителя 95–99 %.
2. Уменьшение наличия водяного пара в парогазовой смеси, что облегчает её очистку.
3. Возврат в производство ценного химического компонента – карбоната натрия.
4. Возможность использования тепла конденсации. Охлаждающая вода, проходя по трубам конденсатора, подогревается до температуры, требуемой в технологическом цикле.
5. Для транспортировки выбросов по межтрубному пространству конденсатора можно пользоваться самотягой вытяжной трубы, предусмотренной в технологии растворения плава, так как поверхностный конденсатор обладает низким гидравлическим сопротивлением.

Очистка сбросов в гидросферу с ЦБК. Наиболее эффективным следует считать включение в технологический процесс замкнутой системы водоснабжения ЦБК, где вода многократно проходит технологический цикл. После каждого цикла производится ее очистка и отстаивание. Воду необходимо очищать от волокон, наполнителей, клейких веществ, загрязнений различными примесями и остаточными химикатами. Обработка воды осуществляется в

несколько операций: сортирование, очистка, флотация, промывка. Одним из действенных методов очистки воды является ее фильтрация через фильтр, но метод ограничен величиной дисперсности фильтра и наличием загрязнителей, диаметр молекул которых меньше диаметра молекул воды. Другой метод – отстаивание воды – позволяет только удалить взвешенные частицы. Также часто используются химические методы очистки сточных вод, где в воду добавляют химические вещества, которые вступают в химические реакции с загрязнителями, что приводит к их разложению до безопасных компонентов, нейтрализации либо выпадению в осадок. Существуют также биологические методы очистки, связанные со способностью некоторых организмов (бактерий, водорослей, микроорганизмов и др.) аккумулировать и перерабатывать отдельные химические соединения и элементы.

Метод очистки сточных вод предприятия с помощью ультрафиолетового облучения. Одним из эффективных методов является облучение воды бактерицидным ультрафиолетовым облучением. В его основе лежит обеззараживающая способность жесткого ультрафиолетового облучения. Технология очистки такова: в закрытой емкости, в которой в обрабатываемую воду предварительно вводят отмытый и измельченный кварц, включают находящийся под крышкой емкости источник ультрафиолетового излучения и источник облучения дневным светом. Производится выдержка, удаление биоосадка, отключение источников облучения. Очищенная таким способом вода удовлетворяет всем требованиям и нормативам по чистоте, вкусовым и цветовым качествам.

В качестве источника ультрафиолетового излучения используют лампу типа БУВ – 30. В качестве источника дневного света – гелий-неоновая лампа типа ЕВЗ ЛП – 2. Для контроля теплового режима используют встроенный термометр, а тепловой режим обеспечивается теплообменником. Размер фракций кварца 5–35 мм.

Данный способ наиболее эффективен для удаления органических веществ (в том числе фенолов и диоксинов), сульфатов и соединений хлора.

Его эффективность по этим и многим другим веществам равна 96–99 %.

Примеры индивидуальных заданий

По результатам работы на кафедре технологии бумаги и картона необходимо подготовить рефераты на следующие темы:

1. Получение и свойства древесной массы из различных пород древесины.
2. Размол целлюлозы из различных пород древесины. Механизм размола.
3. Оборудование для отлива бумаги на БДМ.
4. Прессование бумажной массы. Влияние различных факторов прессования на свойства.
5. Сушка бумаги. Влияние различных факторов на сушку и свойства бумаги.

Дополнительная литература по теме исследования

1. Дьякова, Е. В. Переработка макулатуры: учебное пособие / Е. В. Дьякова, Д. А. Дулькин, В. И. Комаров. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2009 – 172 с.
2. Евстигнеев, Э. И. Химические превращения компонентов древесины в технологических процессах: учебное пособие./ Э. И. Евстигнеев. – СПб.: Изд-во СПбГЛТУ, 2021 – 84 с.
3. Пузырев, С. С. Технология целлюлозно-бумажного производства. Сырье и производство полуфабрикатов. В 3 т. Ч. 3 Производство полуфабрикатов / С. С. Пузырев, Э. В. Виролайнен и др. – СПб.: Политехника, 2004 – 316 с.
4. Комаров, В. И. Технология целлюлозно-бумажного производства [Текст]. В 3 т. Т. 2 Производство бумаги и картона. Ч. 1 Технология производства и обработки бумаги и картона / В. И. Комаров, Л. А. Галкина, Л. Н. Лаптев и др. – СПб.: Политехника, 2012 – 420 с.
5. Пузырев, С. С. Переработка вторичного волокнистого сырья / С. С. Пузырев, Е. Т. Тюрин и др. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007 – 467 с.
6. Яблочкин, Н. И. Макулатура в технологии картона /Н. И. Яблочкин, В. И. Комаров, И. Н. Ковернинский. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2004 – 252 с.
7. Свиридов, Е. Б. Книга о полимерах / Е. Б. Свиридов, В. К. Дубовый. – Архангельск: САФУ, 2016 – 392 с.
8. Теория и конструкция машин и оборудования отрасли. Бумаго- и картоноделательные машины: учебное пособие / под ред. В. С. Курова, Н. Н. Кокушина. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006 – 588 с.

7. ФОРМЫ ОТЧЕТНОСТИ ПО ПРАКТИКЕ

Отчет по практике является основным документом, подтверждающим прохождение практики и выполнение программы практики.

Во время прохождения практики студент ведет дневник практики, который является основанием для составления отчета по практике.

Отчет оформляется по следующей структуре: титульный лист, задание на практику, содержание, введение, основная часть, заключение, библиографический список, приложения.

– *Содержание*

Содержание содержит перечень полных заглавий всех разделов и подразделов отчёта с указанием их начальных страниц.

– *Введение*

Во введении указываются цели и задачи практики, а также перечень основных работ и заданий, выполненных в процессе прохождения практики.

– *Общая характеристика предприятия (при наличии)*

Включает краткие сведения о структуре предприятия, форме собственности, производственной базе, о разрешенных видах строительных работ.

– *Основная часть*

В этом разделе рекомендуется привести сведения об инженерных системах предприятия или стройплощадки, технологию производства работ или характеристики основных технологических процессов, результаты выполнения индивидуального задания.

– *Заключение*

Приводится мнение студента о результатах практики. Необходимо кратко перечислить новые полученные знания, достоинства и недостатки практики, предложения и пожелания по улучшению прохождения практики.

– *Библиографический список*

Литература располагается в перечне в порядке упоминания в отчете.

– *Приложения*

Приложения содержат вспомогательный материал: большие по объему таблицы, рисунки, формы документации, методики сбора исходных данных и т.д. Все приложения должны быть озаглавлены и пронумерованы.

Пояснительная записка отчета выполняется в электронном виде на белой бумаге формата А4 (210×297 мм). Объём записки должен быть 20–25 страниц текста с необходимыми схемами. Вокруг текста на странице оставляются чистые поля. Ширина поля должна быть с левой стороны 30 мм, с правой стороны – 15 мм, внизу и сверху – по 20 мм. Каждый раздел отчета рекомендуется начинать с новой страницы. Нумерация страниц должна быть сквозной. На титульных листах номера страницы не ставится (Приложение 1,2). Нумерация начинается с 5 страницы, где будет раздел ОГЛАВЛЕНИЕ. На схемы, рисунки и таблицы, которые приведены в отчёте, необходимо делать ссылки. При ссылке на таблицу указывают ее номер (например, табл. 4.1), где 4

– номер раздела, а 1 – номер таблицы в разделе. Схемы и рисунки выполняются с соблюдением правил технического черчения и ГОСТа.

Категорически запрещается переписывать в отчет дословные тексты из проектов предприятий. На титульном листе отчета должны быть дата проверки руководителем практики от предприятия (главным инженером), его подпись и печать предприятия.

Оформленный отчет по практике представляется руководителю практики.

8. ФОРМЫ, ПОРЯДОК АТТЕСТАЦИИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПО ПРАКТИКЕ

Результаты промежуточной аттестации всех видов и типов практик определяются на основании отчета обучающихся о прохождении практики, дневника практики обучающихся, защиты отчета.

Отчет по практике должен соответствовать СТО СМК 4.2.3.05 «Оформление выпускных квалификационных и курсовых работ (проектов)». Руководитель практики проверяет соответствие оформления отчета требованиям нормоконтроля. При отсутствии замечаний отчет допускается к защите. Выявленные замечания студент должен устранить в установленные сроки и снова сдать работу на проверку. Если работа не соответствует требованиям, то она к защите не допускается. Студенту назначается дополнительное время для выполнения и подготовки отчета к защите при согласовании с деканатом.

Студент готовит доклад по теме отчета с оформлением табличного или графического материала и представляет его в виде презентации. На представление доклада отводится не более 10 минут. После доклада студент дает ответы на вопросы.

Результаты промежуточной аттестации всех видов и типов практики определяются на основании отчета обучающихся о прохождении практики, дневника практики обучающихся, защиты отчета. Формой промежуточной аттестации всех видов и типов практики является зачет с оценкой («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»). Оценка по практике проставляется в ведомости и в зачетной книжке. Отчет хранится в архиве кафедры в течение пяти лет. Обучающиеся, не прошедшие практику по неуважительной причине или получившие оценку «неудовлетворительно» при промежуточной аттестации результатов прохождения практики, считаются имеющими академическую задолженность.

Оценка «отлично» – сроки прохождения практики соблюдены полностью, отчетные материалы полностью соответствуют программе практики; индивидуальное задание выполнено полностью и на высоком уровне; получен положительный отзыв от предприятия; отчет оформлен в соответствии с требованиями; изложение полученных знаний в устной, письменной или графической форме, полное, в системе; допускаются единичные

несущественные ошибки, самостоятельно исправляемые студентами; выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявление причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений; свободное оперирование известными фактами и сведениями с использованием сведений из других дисциплин; ответы на вопросы полные, исчерпывающие демонстрирующие глубоко понимание предмета.

Оценка «хорошо» – сроки прохождения практики соблюдены полностью, отчетные материалы в целом соответствуют программе практики, содержат стандартные выводы и рекомендации; индивидуальное задание выполнено с несущественными ошибками; получен положительный отзыв от предприятия; отчет оформлен в соответствии с требованиями; изложение полученных знаний в устной, письменной и графической форме, полное, в системе; допускаются отдельные несущественные ошибки, исправляемые студентом после указания преподавателя на них; выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявлений причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений, в которых могут быть отдельные несущественные ошибки; подтверждение изученного известными фактами и сведениями; ответы на вопросы полные; подход к материалу ответственный, но стандартный.

Оценка «удовлетворительно» – сроки прохождения практики соблюдены полностью, отчетные материалы в целом соответствуют программе практики, собственные выводы и рекомендации отсутствуют; индивидуальное задание выполнено с существенными ошибками; получен удовлетворительный отзыв от предприятия; отчет оформлен с многочисленными несущественными ошибками; изложение полученных знаний неполное, однако, это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя; затруднения при выявлении существенных признаков изученного, причинно-следственных связей и формулировке выводов; ответы на вопросы с ошибками; демонстрируется понимание материала в целом без углубления в детали.

Оценка «неудовлетворительно» – обучающийся нарушал сроки прохождения практики; отчетные материалы частично не соответствуют программе практики, собственные выводы и рекомендации отсутствуют; индивидуальное задание не выполнено; получен неудовлетворительный отзыв от предприятия; оформление отчета не соответствует требованиям; изложение учебного материала неполное, бессистемное, что препятствует усвоению последующей учебной информации; имеются существенные ошибки, неисправляемые даже с помощью преподавателя; бессистемное выделение случайных признаков изученного; неумение производить простейшие операции анализа и синтеза; делать обобщения, выводы; студент не способен ответить на вопросы, допускает многочисленные грубые ошибки.

9. ТЕСТЫ

Проверочный тест по теме: «Состав и механизм образования лакокрасочных покрытий»

1. Растворы смол в различных растворителях это – ...
Лаки Эмали
Краски Пленкообразователи
2. Какими бактериями продуцируется бактериальная целлюлоза?
Дрожжевыми Молочнокислыми
Уксуснокислыми Плесневыми
3. К натуральным смолам не относятся:
Шеллак Фенолформальдегидная смола
Канифоль Эпоксидная смола
4. Пигменты и наполнители, смешанные в масле, олифе, эмульсии, латексе или каком-либо другом пленкообразующем веществе – это...
Лаки Эмали
Краски Пленкообразователи
5. Отличается ли бактериальная целлюлоза по своему строению от растительной целлюлозы?
Да Частично
Нет Затрудняюсь ответить
6. Пигменты – это высокодисперсные порошкообразные красящие вещества ...
практически не растворимые в воде, органических растворителях растворимые в воде, органических растворителях
То же, что и краски Затрудняюсь ответить
7. Красочные составы, приготовленные из смеси пигментов и лаков – это...
Краски Сиккативы
Эмали Лаки
8. Каково процентное содержание лигнина в бактериальной целлюлозе?
0 % 2,5 %
50 % 70 %

9. Растворим ли хитин в воде?
- | | | | |
|-----|--------------------------|----------------------|--------------------------|
| Нет | <input type="checkbox"/> | Частично | <input type="checkbox"/> |
| Да | <input type="checkbox"/> | Затрудняюсь ответить | <input type="checkbox"/> |
10. Какое понятие более обширное из предложенных вариантов?
- | | | | |
|--------|--------------------------|-----------|--------------------------|
| Лаки | <input type="checkbox"/> | Эмали | <input type="checkbox"/> |
| Краски | <input type="checkbox"/> | Сиккативы | <input type="checkbox"/> |
11. Какая особенность лаков, высыхающих за счет физического процесса испарения растворителя?
- | | | | |
|------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|
| Имеют цветность | <input type="checkbox"/> | Недолговечность | <input type="checkbox"/> |
| Неприятный запах | <input type="checkbox"/> | Нет особенностей | <input type="checkbox"/> |
12. В каком году и где произошло первое применение пленки бактериальной целлюлозы для лечения поверхностных ран?
- | | | | |
|--|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| В 1980-е года американской фармацевтической фирмой Джонсон&Джонсон | <input type="checkbox"/> | Во времена Второй мировой войны | <input type="checkbox"/> |
| В начале XX века в России | <input type="checkbox"/> | В 1937 году в Великобритании | <input type="checkbox"/> |
13. К синтетическим смолам не относится...
- | | | | |
|---------------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|
| Кремнийорганические смолы | <input type="checkbox"/> | Эпоксидная смола | <input type="checkbox"/> |
| Мастика | <input type="checkbox"/> | Лаки | <input type="checkbox"/> |
14. Какие компоненты придают эмалям цвет и укрывистость?
- | | | | |
|-----------|--------------------------|-----------|--------------------------|
| Красители | <input type="checkbox"/> | Пигменты | <input type="checkbox"/> |
| Лаки | <input type="checkbox"/> | Сиккативы | <input type="checkbox"/> |
15. Чем обрабатывается бактериальная целлюлоза для удаления бактерий?
- | | | | |
|----------|--------------------------|---------|--------------------------|
| Щёлочью | <input type="checkbox"/> | Эфирами | <input type="checkbox"/> |
| Кислотой | <input type="checkbox"/> | Водой | <input type="checkbox"/> |
16. Что происходит с лаками после нанесения на поверхность?
- | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--|--------------------------|
| Образуют прочную прозрачную пленку | <input type="checkbox"/> | Химически взаимодействуют с поверхностью, нагреваются и взрываются | <input type="checkbox"/> |
| Полностью впитываются в поверхность | <input type="checkbox"/> | Не взаимодействуют | <input type="checkbox"/> |

17. При проведении какой реакции получают хитозан из хитина?
 Мерсеризация Деацетилирование
 Этерификация Поликонденсация
18. Где лучше всего работать с красками и эмалями?
 В герметично закрытом помещении без вытяжки В хорошо проветриваемом помещении или на улице
 При температурах, близких к 0 °К Под вакуумом
19. Пигменты нужны для того, чтобы:
 Только придать краскам и эмалям цвет Не только придать цвет, но и в некоторых случаях улучшить физико-химические свойства получаемых покрытий
 Пигменты – это необязательный компонент красок и эмалей, они не нужны Затрудняюсь ответить
20. В каком виде применяются плёнки бактериальной целлюлозы в технике?
 В жидком В газообразном
 В сухом В твердом
21. Какие водорастворимые краски наиболее универсальны:
 ПВА Акриловые
 Бутадиенстирольные Водоземulsionные
22. Каково процентное содержание хитина в панцире ракообразных?
 30 % 2 %
 100 % 50 %
23. Что подразумевается под биологической совместимостью бактериальной целлюлозы?
 Способна разлагаться под действием ферментов Является субстратом для выращивания ценных микроорганизмов
 Не токсична, не вызывает аллергии и физического отторжения Иное

24. Как предотвратить быструю деструкцию водноэмульсионной краски?
- | | | | |
|----------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|
| Ввести БАВ | <input type="checkbox"/> | При производстве краски | <input type="checkbox"/> |
| | | добавить наночастицы серебра | |
| Нанести на поверхность лак | <input type="checkbox"/> | Иное | <input type="checkbox"/> |
25. Введение каких веществ может снизить слипание полиолефиновых пленок при хранении рулона?
- | | | | |
|----------------|--------------------------|----------------|--------------------------|
| Льняного масла | <input type="checkbox"/> | Пшеничной муки | <input type="checkbox"/> |
| Кремнезёма | <input type="checkbox"/> | Иное | <input type="checkbox"/> |
26. Почему при эксплуатации желтеют ПК, ПММА?
- | | | | |
|--|--------------------------|---|--------------------------|
| Имеют высокую влажность | <input type="checkbox"/> | Иное | <input type="checkbox"/> |
| Имеют собственные карбонильные и карбоксильные группы, ведущие к фотонестабильности полимера | <input type="checkbox"/> | Имеют недостатки в технологии получения | <input type="checkbox"/> |
27. Почему желтеют полиолефины даже при небольшом пребывании на солнечном свете?
- | | | | |
|---|--------------------------|---|--------------------------|
| Имеют собственные карбонильные и карбоксильные группы | <input type="checkbox"/> | Не имеют собственных карбонильных и карбоксильных групп | <input type="checkbox"/> |
| Не содержат примесей | <input type="checkbox"/> | Содержат примеси перекиси бензоила | <input type="checkbox"/> |
28. Основной компонент воднодисперсионной краски?
- | | | | |
|---------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Полимер | <input type="checkbox"/> | Органический растворитель | <input type="checkbox"/> |
| Сурик | <input type="checkbox"/> | Мел | <input type="checkbox"/> |

Проверочный тест по теме: «Теоретические основы получения пластмасс и их переработки в изделия»

1. Как называется пластмасса, которая при нагревании размягчается, а при охлаждении отвердевает?

- | | | | |
|-----------------|--------------------------|-----------------|--------------------------|
| термопластичная | <input type="checkbox"/> | термореактивная | <input type="checkbox"/> |
| реактивная | <input type="checkbox"/> | иное | <input type="checkbox"/> |

2. Какая функция у полимера в составе пластмассы?

- | | | | |
|-------------|--------------------------|--------------|--------------------------|
| вяжущее | <input type="checkbox"/> | краситель | <input type="checkbox"/> |
| наполнитель | <input type="checkbox"/> | антиоксидант | <input type="checkbox"/> |

3. Какие качества пластмассы изменяются при введении в её состав наполнителя? (возможно несколько вариантов ответов)

- | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| повышает гибкость и эластичность | <input type="checkbox"/> | уменьшает усадочные деформации | <input type="checkbox"/> |
| повышает прочность, твёрдость, теплостойкость | <input type="checkbox"/> | улучшается декоративность | <input type="checkbox"/> |

4. Какие качества пластмассы изменяются при введении в её состав пластификатора?

- | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| повышает гибкость и эластичность | <input type="checkbox"/> | уменьшает усадочные деформации | <input type="checkbox"/> |
| повышает прочность, твёрдость, теплостойкость | <input type="checkbox"/> | улучшается декоративность | <input type="checkbox"/> |

5. Какие качества пластмассы изменяются при введении в её состав красителя?

- | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|
| повышает гибкость и эластичность | <input type="checkbox"/> | повышает прочность, твёрдость, теплостойкость | <input type="checkbox"/> |
| уменьшает усадочные деформации | <input type="checkbox"/> | улучшается декоративность | <input type="checkbox"/> |

6. Какие из перечисленных пластмассовых изделий относятся к рулонным материалам?

- | | | | |
|----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| линолеум | <input type="checkbox"/> | бумажно-слоистый пластик | <input type="checkbox"/> |
| ДВП | <input type="checkbox"/> | фанера | <input type="checkbox"/> |

7. Какие из перечисленных пластмассовых изделий относятся к плиточным материалам?

- | | | | |
|----------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| линолеум | <input type="checkbox"/> | полиэтиленовая плёнка | <input type="checkbox"/> |
| фанера | <input type="checkbox"/> | ДСП | <input type="checkbox"/> |

8. Какие из перечисленных пластмассовых изделий относятся к листовым материалам? (возможно несколько вариантов ответов)

- | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------|--------------------------|
| линолеум | <input type="checkbox"/> | СВАМ | <input type="checkbox"/> |
| бумажно-слоистый пластик | <input type="checkbox"/> | фанера | <input type="checkbox"/> |

9. Какие из перечисленных пластмассовых изделий относят к теплоизоляционным материалам? (возможно несколько вариантов ответов)

- | | | | |
|--------------------------|--------------------------|------|--------------------------|
| пенополистирольные плиты | <input type="checkbox"/> | ДВП | <input type="checkbox"/> |
| панели «Полиформ» | <input type="checkbox"/> | СВАМ | <input type="checkbox"/> |

10. Что не является вторичной переработкой пластмасс?

- | | | | |
|------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|
| химическая переработка | <input type="checkbox"/> | извлечение энергии | <input type="checkbox"/> |
| механический рециклинг | <input type="checkbox"/> | иное | <input type="checkbox"/> |

11. Лучший способ утилизации полимера «вечного пользования».

- | | | | |
|------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|
| механический рециклинг | <input type="checkbox"/> | химический рециклинг | <input type="checkbox"/> |
| пиролиз | <input type="checkbox"/> | иное | <input type="checkbox"/> |

12. Что необходимо добавить при производстве пластиковых окон для увеличения срока их эксплуатации?

- | | | | |
|-------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| светостабилизаторы | <input type="checkbox"/> | светостабилизаторы и антиоксиданты | <input type="checkbox"/> |
| антифоги и светостабилизаторы | <input type="checkbox"/> | антиоксиданты | <input type="checkbox"/> |

13. При производстве клея какие свойства необходимо учитывать?

- | | | | |
|------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|
| физические свойства полимера | <input type="checkbox"/> | адгезионную способность клея | <input type="checkbox"/> |
| химические свойства полимера | <input type="checkbox"/> | размер склеиваемых полимерных заготовок | <input type="checkbox"/> |

14. Что не является вторичной переработкой пластмасс?

- | | | | |
|------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| механический рециклинг | <input type="checkbox"/> | химическая переработка | <input type="checkbox"/> |
| извлечение энергии | <input type="checkbox"/> | иное | <input type="checkbox"/> |

15. При производстве клея какие свойства необходимо учитывать?

- | | | | |
|------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|
| физические свойства полимера | <input type="checkbox"/> | размер склеиваемых полимерных заготовок | <input type="checkbox"/> |
| химические свойства полимера | <input type="checkbox"/> | адгезионную способность клея | <input type="checkbox"/> |

16. Лучший способ переработки ударного ПС?

- | | | | |
|----------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| активное сжигание | <input type="checkbox"/> | механический рециклинг | <input type="checkbox"/> |
| химический рециклинг | <input type="checkbox"/> | биоразложение | <input type="checkbox"/> |

17. Первая стадия проведения механического рециклинга?

- | | | | |
|-------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| промывка | <input type="checkbox"/> | извлечение загрязнений | <input type="checkbox"/> |
| измельчение | <input type="checkbox"/> | сортировка отходов | <input type="checkbox"/> |

18. Что не является традиционным технологическим процессом выделения целлюлозы и получения бумаги?

- | | | | |
|---------------|--------------------------|-------------|--------------------------|
| мокрый размол | <input type="checkbox"/> | прессование | <input type="checkbox"/> |
| формование | <input type="checkbox"/> | иное | <input type="checkbox"/> |

19. Что не является традиционным технологическим процессом выделения целлюлозы и получения бумаги?

- | | | | |
|---------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| мокрый размол | <input type="checkbox"/> | аэродинамический способ формования | <input type="checkbox"/> |
| прессование | <input type="checkbox"/> | иное | <input type="checkbox"/> |

20. Степень полимеризации целлюлозы (СП) для производства вискозного волокна?

- | | | | |
|-----------|--------------------------|-----------|--------------------------|
| 100-200 | <input type="checkbox"/> | 1000-1200 | <input type="checkbox"/> |
| 2000-2100 | <input type="checkbox"/> | 500-700 | <input type="checkbox"/> |

21. Как получить объёмную пряжу, не используя химические методы?

- | | | | |
|---|--------------------------|---|--------------------------|
| можно использовать фильтры с отверстиями различных форм | <input type="checkbox"/> | использовать полимер с низкой мм | <input type="checkbox"/> |
| использовать полимер с высокой мм | <input type="checkbox"/> | использовать полимер с высоким сегментом куна | <input type="checkbox"/> |

Проверочный тест по теме: «Гидрофильность целлюлозы».

1. Какой механизм сорбции не характерен для природных полимеров растительного происхождения?

- | | | | |
|----------------|--------------------------|-------------|--------------------------|
| абсорбция | <input type="checkbox"/> | адсорбция | <input type="checkbox"/> |
| химическое | <input type="checkbox"/> | капиллярная | <input type="checkbox"/> |
| взаимодействие | | конденсация | |

2. Какой суммарный объем пор у целлюлозного волокна?

- | | | | |
|------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| 0,5 см ³ /г | <input type="checkbox"/> | 1,5 см ³ /г | <input type="checkbox"/> |
| 1,0 см ³ /г | <input type="checkbox"/> | 0,1 см ³ /г | <input type="checkbox"/> |

3. Удельная поверхность целлюлозы?

- | | | | |
|------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 0,05 м ² /г | <input type="checkbox"/> | 0,1 м ² /г | <input type="checkbox"/> |
| 0,15 м ² /г | <input type="checkbox"/> | 15 м ² /г | <input type="checkbox"/> |

4. Чем обусловлена высокая гидрофильность целлюлозы?

- | | | | |
|--------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|
| наличием гидрофильных примесей | <input type="checkbox"/> | высоким содержанием гидроксильных групп | <input type="checkbox"/> |
| содержанием карбонильных групп | <input type="checkbox"/> | содержанием карбоксильных групп | <input type="checkbox"/> |

5. Фазовое состояние целлюлозы. Целлюлоза – это...

- | | | | |
|-------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| кристаллический полимер | <input type="checkbox"/> | аморфно-кристаллический полимер | <input type="checkbox"/> |
| аморфный полимер | <input type="checkbox"/> | иное | <input type="checkbox"/> |

6. Степень кристалличности регенерированной целлюлозы?

- | | | | |
|------|--------------------------|------|--------------------------|
| 20 % | <input type="checkbox"/> | 80 % | <input type="checkbox"/> |
| 40 % | <input type="checkbox"/> | 0 % | <input type="checkbox"/> |

7. Что является регенерированной целлюлозой?

- | | | | |
|--|--------------------------|--|--------------------------|
| целлюлоза, обработанная 40 %-ной серной кислотой | <input type="checkbox"/> | целлюлоза, обработанная и отмытая от щелочи | <input type="checkbox"/> |
| целлюлоза, обработанная органическим растворителем | <input type="checkbox"/> | целлюлоза после низкотемпературной обработки | <input type="checkbox"/> |

8. Прямой метод определения кристалличности?

- | | | | |
|-------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|
| калориметрический | <input type="checkbox"/> | рентгенографический | <input type="checkbox"/> |
| ЯМР | <input type="checkbox"/> | ИКС | <input type="checkbox"/> |

9. Способы аморфизации целлюлозы?

Взаимодействие с 10 %-ной H_2SO_4 Взаимодействие с 17,5 %-ным раствором гидроксида натрия

Взаимодействие с 10,5 %-ным раствором гидроксида натрия Взаимодействие с 2н раствором гидроксида натрия

10. Что не влияет на величину набухания целлюлозы в воде?

степень кристалличности содержание карбонильных групп

степень полимеризации наличие примесей

11. Как можно растворить целлюлозу?

действием на целлюлозу кислотой действием на целлюлозу щелочами

действием на целлюлозу диметилсульфоксидом действием на целлюлозу медноаммиачным раствором

12. Как активируют целлюлозу в реальной технологии получения вискозы?

проводят размол в шаровой мельнице проводят предварительное набухание

переводят целлюлозу в простой или сложный эфир целлюлозы проводят термообработку

13. В каком физическом состоянии находится воздушно-сухая целлюлоза при комнатной температуре?

в высокоэластическом в вязкотекучем

в стеклообразном в ином

14. Почему целлюлоза не растворяется в воде?

имеет большую полидисперсность высокое содержание примесей

сильное межмолекулярное взаимодействие иное

15. Как увеличить пористость целлюлозы без химических взаимодействий?

температурной сушкой замораживанием при температуре -10°C

замораживанием при температуре -25°C высокоскоростным замораживанием в жидком азоте

16. Какая группа в целлюлозе является редуцирующей?

- | | | | |
|---------------|--------------------------|--------------|--------------------------|
| карбоксильная | <input type="checkbox"/> | карбонильная | <input type="checkbox"/> |
| гидроксильная | <input type="checkbox"/> | иное | <input type="checkbox"/> |

17. Методы определения степени кристалличности целлюлозы.

- | | | | |
|----------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|
| ИКС | <input type="checkbox"/> | ДСК | <input type="checkbox"/> |
| рентгеноструктурный анализ | <input type="checkbox"/> | ЯМР-спектроскопия | <input type="checkbox"/> |

18. Растворы с нижней критической температурой растворения?

- | | | | |
|-----------------------|--------------------------|----------------|--------------------------|
| пектин в воде | <input type="checkbox"/> | желатин в воде | <input type="checkbox"/> |
| метилцеллюлоза в воде | <input type="checkbox"/> | хитозан в воде | <input type="checkbox"/> |

19. Согласно уравнению Лапласа поднятие жидкости в капилляре увеличивается ...

- | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| с уменьшением радиусов капилляров | <input type="checkbox"/> | с увеличением радиусов капилляров | <input type="checkbox"/> |
| с увеличением плотности жидкости | <input type="checkbox"/> | с понижением плотности жидкости | <input type="checkbox"/> |

20. Согласно уравнению Лапласа, поднятие жидкости в капилляре увеличивается...

- | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| с понижением поверхностного натяжения | <input type="checkbox"/> | с увеличением молекулярной массы | <input type="checkbox"/> |
| с увеличением радиусов капилляров | <input type="checkbox"/> | иное | <input type="checkbox"/> |

21. Что такое реакционная способность целлюлозы?

- | | | | |
|--|--------------------------|---|--------------------------|
| способность к взаимодействию с водой | <input type="checkbox"/> | способность к взаимодействию с 17,5% раствором щелочи | <input type="checkbox"/> |
| способность растворяться в медноаммиачном растворе | <input type="checkbox"/> | иное | <input type="checkbox"/> |

22. Что такое реакционная способность целлюлозы?

- | | | | |
|--|--------------------------|--|--------------------------|
| это критерий активности целлюлозы | <input type="checkbox"/> | способность к взаимодействию с 17,5 % раствором щелочи | <input type="checkbox"/> |
| способность растворяться в медноаммиачном растворе | <input type="checkbox"/> | иное | <input type="checkbox"/> |

Кейсы

Вопрос 1. Почему для производства вискозной технической нити используют целлюлозу с минимальным содержанием γ - и β -целлюлоз и с высокой ($P_n > 700$) молекулярной массой?

Ответ. γ - и β -целлюлозы являются низкомолекулярными фракциями. Их присутствие в полимерном субстрате высокоориентированной структуры, какой является техническая нить, обуславливает возникновение большого количества «слабых мест». Поэтому при многоцикловых нагрузках такие нити будут быстро разрушаться.

Молекулярная масса целлюлозы оценивается по уравнению Марка – Хаувинка – Флори : $[\eta] = K_\eta M^\alpha$.

Значения K_η и α для целлюлозы даны.

Вопрос 2. Почему амилоза растворима в воде, а целлюлоза – нет?

Ответ. Для этого случая алхимическое правило «подобное растворяется в подобном» несправедливо: целлюлоза способна лишь ограниченно набухать.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Титульные листы (для студентов, проходящих практику в ВШТЭ СПбГУПТД)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»

Институт Технологии

Кафедра: Физической и коллоидной химии
Направление подготовки: 18.04.01 Химическая технология
(специальность)
Профиль подготовки: Химическая технология высокомолекулярных
(специализация) соединений

ОТЧЕТ

о прохождении _____
(наименование вида практики)
тип практики: _____
(наименование типа практики)

Руководитель
от СПбГУПТД: _____
(должность, ученая степень / звание, Ф.И.О.) _____
(подпись)
Обучающийся: _____
(Ф.И.О.) _____
(подпись)
Курс _____ Учебная группа: _____

Санкт-Петербург
2024

**Совместный рабочий график (план) проведения практики
и индивидуальное задание**

Вид практики _____

Тип практики _____

Обучающийся _____
(Ф.И.О.)

Институт _____ технологии
(наименование института)

Курс _____ Учебная группа _____ Форма обучения _____ очная

Направление подготовки (специальность) _____ 18.04.01 Химическая технология
Химическая технология высокомолекулярных соединений

Сроки прохождения практики с _____ по _____
(по календарному учебному графику)

Место прохождения практики ВШТЭ СПбГУПТД
(полное наименование организации)

Должность обучающегося на практике (при наличии) _____

Совместный рабочий график (план) проведения практики

Дата	Содержание выполняемых работ и заданий
Общие (типовые вопросы, изучаемые в ходе практики)	
Индивидуальное задание	

Требования по выполнению и оформлению индивидуального задания Выполнение и оформление индивидуального задания должны соответствовать учебно-методическому пособию «Организация учебной практики магистров на кафедре физической и коллоидной химии», А. И. Смирнова, Е. Ю. Демьянцева, И. И. Осовская, 2024 г. Индивидуальное задание выполняется в виде раздела общего отчета.

**Вид(ы) отчетных материалов по практике и требования к их оформлению
в соответствии с индивидуальным заданием**

Отчет должен соответствовать пунктам плана задания на практику. Оформление отчета должно быть выполнено согласно указанному учебно-методическому пособию. Первая страница отчета – титул (не нумеруется), вторая – задание (не нумеруется), отзыв по практике руководителя (не нумеруется), нумерация начинается с пятой страницы. В работе должен быть представлен обзор литературы по теме индивидуального задания.

Руководитель практики от СПбГУПТД _____ / _____ /
(подпись, ф.и.о.)

Принял к исполнению _____ / _____ /
(подпись, ф.и.о. обучающегося)

Дата получения обучающимся индивидуального задания _____

Отзыв о практике

в ВШТЭ СПбГУПТД
(полное наименование профильной организации)

Обучающийся _____
(Ф.И.О.)

Институт _____ технологии _____
(наименование института)

Курс _____ Учебная группа _____ Форма обучения _____ очная

Направление подготовки (специальность) _____ 18.04.01 Химическая технология _____
(код и наименование направления (специальности))

Профиль подготовки (специализация) _____ Химическая технология высокомолекулярных соединений _____
(наименование профиля по учебному плану)

проходил (а) _____
(вид и тип практики)

с _____ по _____

Инструктаж по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего распорядка проведен в установленном порядке

- компетенции, предусмотренные программой практики сформированы
указать - сформированы или не сформированы

- личные и деловые качества

- качество отчета по практике

- рекомендации

- оценка

Руководитель практики от СПбГУПТД _____

**Титульные листы (для студентов, проходящих практику
в сторонних организациях)**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»

**Институт
Технологии**

Кафедра: Физической и коллоидной химии
Направление подготовки: 18.04.01 Химическая технология
(специальность)
Профиль подготовки: Химическая технология высокомолекулярных
(специализация) соединений

ОТЧЕТ

о прохождении _____
(наименование вида практики)
тип практики: _____
(наименование типа практики)

Руководитель
от _____: _____ (должность, Ф.И.О., печать организации) _____ (подпись, печать)
Руководитель
от СПбГУПТД: _____ (должность, ученая степень / звание, Ф.И.О.) _____ (подпись)
Обучающийся: _____ (Ф.И.О.) _____ (подпись)
Курс _____ Учебная группа: _____

Санкт-Петербург
2024

Совместный рабочий график (план) проведения практики и индивидуальное задание

Вид практики _____

Тип практики _____

Обучающийся _____
(Ф.И.О.)

Институт _____ технологии
(наименование института)

Курс _____ Учебная группа _____ Форма обучения _____ очная

Направление подготовки (специальность) _____ 18.04.01 Химическая технология
Химическая технология высокомолекулярных соединений

Сроки прохождения практики с _____ по _____
(по календарному учебному графику)

Место прохождения практики _____
(полное наименование организации)

Должность обучающегося на практике (при наличии) _____

Совместный рабочий график (план) проведения практики

Дата	Содержание выполняемых работ и заданий
	Общие (типовые вопросы, изучаемые в ходе практики)
	Индивидуальное задание

Требования по выполнению и оформлению индивидуального задания Выполнение и оформление индивидуального задания должны соответствовать учебно-методическому пособию «Организация учебной практики магистров на кафедре физической и коллоидной химии», А. И. Смирнова, Е. Ю. Демьянцева, И. И. Осовская, 2024 г. Индивидуальное задание выполняется в виде раздела общего отчета.

Вид(ы) отчетных материалов по практике и требования к их оформлению в соответствии с индивидуальным заданием

Отчет должен соответствовать пунктам плана задания на практику. Оформление отчета должно быть выполнено согласно указанному учебно-методическому пособию. Первая страница отчета – титул (не нумеруется), вторая – задание (не нумеруется), отзыв по практике руководителя (не нумеруется), нумерация начинается с пятой страницы. В работе должен быть представлен обзор литературы по теме индивидуального задания.

Руководитель практики
от _____
(наименование предприятия)

_____/_____/_____
(подпись, ф.и.о, печать.)

Руководитель практики
от СПбГУПТД

_____/_____/_____
(подпись, ф.и.о.)

Принял к исполнению

_____/_____/_____
(подпись, ф.и.о. обучающегося)

Дата получения обучающимся индивидуального задания _____

Отзыв о практике

В _____
(полное наименование профильной организации)

Обучающийся _____
(Ф.И.О.)

Институт _____ **технологии** _____
(наименование института)

Курс _____ Учебная группа _____ Форма обучения _____ очная _____

Направление подготовки (специальность) _____ **18.04.01 Химическая технология** _____
(код и наименование направления (специальности))

Профиль подготовки (специализация) _____ **Химическая технология высокомолекулярных соединений** _____
(наименование профиля по учебному плану)

проходил (а) _____
(вид и тип практики)

с _____ по _____

Инструктаж по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего распорядка проведен в установленном порядке

- компетенции, предусмотренные программой практики сформированы _____
указать - сформированы или не сформированы
- личные и деловые качества
- качество отчета по практике
- рекомендации
- оценка

Руководитель практики _____
(реквизиты приказа по Организации о назначении руководителя практики)

(должность, подпись, Ф.И.О. полностью)

М.П.

Отзыв о практике

в ВШТЭ СПбГУПТД
(полное наименование профильной организации)

Обучающийся _____
(Ф.И.О.)

Институт _____ технологии _____
(наименование института)

Курс _____ Учебная группа _____ Форма обучения _____ очная

Направление подготовки (специальность) _____ 18.04.01 Химическая технология _____
(код и наименование направления (специальности))

Профиль подготовки (специализация) _____ Химическая технология высокомолекулярных соединений _____
(наименование профиля по учебному плану)

проходил (а) _____
(вид и тип практики)

с _____ по _____

Инструктаж по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего распорядка проведен в установленном порядке

- компетенции, предусмотренные программой практики сформированы
указать - сформированы или не сформированы

- личные и деловые качества

- качество отчета по практике

- рекомендации

- оценка

Руководитель практики от СПбГУПТД _____

Журнал регистрации инструктажа по охране труда

(полное наименование профильной организации или структурного подразделения СПбГУПТД)

Дата	ФИО инструктируемого	Год рождения	Профессия, должность инструктируемого	Вид инструктажа (вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый)	Причина проведения внепланового инструктажа	ФИО, должность инструктирующего	Подпись	
							инструктирующего	инструктируемого
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Журнал регистрации инструктажа по пожарной безопасности

(полное наименование профильной организации или структурного подразделения СПбГУПТД)

Дата	ФИО инструктируемого	Год рождения	Профессия, должность инструктируемого	Вид инструктажа (вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый)	Название или номер инструкции	ФИО, должность инструктирующего	Подпись	
							инструктирующего	инструктируемого
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Лист ознакомления с правилами внутреннего трудового распорядка

(полное наименование профильной организации / СПбГУПТД)

№ п/п	Фамилия, имя, отчество обучающегося	Дата ознакомления	Подпись

Учебное издание

**Смирнова Анастасия Игоревна
Демьянцева Елена Юрьевна
Осовская Ираида Ивановна**

Организация учебной практики магистров на кафедре физической и коллоидной химии

Учебно-методическое пособие

Редактор и корректор Е. О. Тарновская
Техн. редактор Е.О. Тарновская

Учебное электронное издание сетевого распространения

Системные требования:
электронное устройство с программным обеспечением
для воспроизведения файлов формата PDF

Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=202016, по паролю.
Загл. с экрана

Дата подписания к использованию 10.06.2024 г. Рег. № 5025/24

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД
198095, СПб., ул. Ивана Черных, 4.