

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

**ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ
ПРАКТИКИ (НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ
РАБОТЫ) СТУДЕНТОВ 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 ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ
ПРАКТИКИ (НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ
РАБОТЫ) СТУДЕНТОВ 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
С 506

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.

С 506 Организация производственной практики (научно-исследовательской работы) студентов на кафедре физической и коллоидной химии: учебно-методическое пособие / А. И. Смирнова, Е. Ю. Демьянцева, И. И. Осовская. — СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2024. — 73 с.

Учебно-методическое пособие соответствует программе и учебному плану производственной практики (научно-исследовательской работы) для студентов, обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», профиль «Технология и переработка полимеров».

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. РОЛЬ ПРАКТИКИ В ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ	5
2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ.....	7
3. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В АНАЛИТИЧЕСКИХ ЛАБОРАТОРИЯХ (ПНД Ф 12.13.1-03)	9
3.1. Общие положения.....	9
3.2. Средства индивидуальной защиты	9
3.3. Правила пожарной безопасности в лаборатории	10
3.4. Правила электробезопасности в лаборатории	11
4. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ (НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ).....	12
4.1. Задачи практики.....	12
4.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате прохождения практики	13
4.3. Индивидуальное задание	14
5. ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ В РОССИЙСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	16
5.1. Процесс производства сульфатной целлюлозы.....	18
5.2. Процесс производства сульфитной целлюлозы	32
6. ФОРМЫ ОТЧЕТНОСТИ ПО ПРАКТИКЕ.....	40
7. ФОРМЫ, ПОРЯДОК АТТЕСТАЦИИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПО ПРАКТИКЕ	42
ЛИТЕРАТУРА	44
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	45

ВВЕДЕНИЕ

Основная образовательная программа бакалавриата, реализуемая Высшей школой технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» по профилю подготовки «Технология и переработка полимеров» 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 программой.

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. РОЛЬ ПРАКТИКИ В ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ

Практика студентов – это неотъемлемая часть программы высшего образования, в зависимости от ее вида различают:

- учебная практика;
- производственная практика.

Практический опыт необходим для качественной подготовки бакалавра, так как именно он помогает сделать правильный выбор будущей профессиональной самореализации. Практика позволяет закрепить и углубить полученные в ходе обучения научно-теоретические знания посредством их практического применения на предприятии, сталкиваясь с реальными проблемами каждодневной деятельности.

Главным плюсом производственной практики является также и то, что она помогает ответить на главный вопрос студента: «Правильно ли я выбрал специальность? Правильно ли я выбрал специализацию?». Рассмотрим каким образом это происходит. Средний возраст абитуриента (лица, поступающего в учебное заведение) 17–18 лет, в таком возрасте выпускник школы зачастую неспособен сделать правильный выбор. Чтобы принять верное решение, абитуриенту необходимо руководствоваться своими интересами, способностями и склонностями. Если этого не происходит, то в стрессовой ситуации при необходимости выбора будущей профессии, скором вступлении во взрослую жизнь, смене окружающей обстановки и возможном давлении со стороны окружающих, мнение молодого человека может стать зависимым от мнения старших членов семьи, друзей, учителей, уровня общественного признания вуза и доступности информации о специальности. Таким образом, зачастую решение принимается необдуманно и второпях.

Профориентационная деятельность, проводимая в школе, или «день открытых дверей» – в вузе, несмотря на свою разносторонность и информативность, дают лишь общее представление о будущей специальности и вузе, ставя на карту будущую судьбу и профессию человека. Кроме того, нельзя исключать возможность, что студент, обучаясь в институте, может и не подозревать, что он сделал неправильный выбор. Невозможно понять свою специальность, изучая только теорию, делая лабораторные работы и практикумы. Нужен непосредственный контакт с будущей работой, нужно знать, с чем придется столкнуться в реальной жизни, оценить свое отношение к профессии, свои знания, умения, навыки, возможность самореализации и узнать об условиях труда. В этом случае спасает практика, которая соединяет теоретические знания и раскрывает работу по выбранной специальности изнутри.

Другая немаловажная проблема, которую решает практика, – это определение специализации (направления специальности). Каждый человек слышал фразу «Забудьте то, чему учили вас в институте (школе и др.)». Это связано с тем, что при имеющемся большом спектре знаний, только на

производстве, в реальном деле, возможно раскрыть тонкости какой-либо профессии. То есть, на наш взгляд, проблема заключается именно в применении на практике теоретических знаний.

Третьей положительной чертой практики является приобретение опыта работы. Практика длится сравнительно небольшой срок, за который студент должен влиться в коллектив, узнать ближе свою специальность и проявить себя в работе на предприятии с лучшей стороны.

В-четвертых, производственная практика способствует развитию навыков и умений, необходимых специалисту. Также, работая на предприятии во время практики, можно оценить свою теоретическую базу и углубить знания по необходимым направлениям, что является немаловажным плюсом.

Благодаря производственной практике у студента имеется исключительная возможность зарекомендовать себя перед потенциальными работодателями в качестве ответственного, старательного, умелого и эрудированного работника. В настоящее время опыт работы является камнем преткновения для большинства безработных людей, так как порой именно он не позволяет получить желаемую вакансию. Практика значительно упрощает получение желаемой должности и возможность устроиться на предприятие, где студент уже отлично себя проявил ранее.

Возможно, что на первой практике полезно было бы совместить некоторые аспекты учебно-ознакомительной и производственной практик, ведь именно на ней студенты получают ценный опыт работы. Кроме вышперечисленного, улучшению эффективности пройденной практики способствуют разнообразные поощрения, будь то грамоты или премии, от директора вуза или предприятия, на котором студент проходил практику. Они стимулируют студента к еще большему старанию и стремлению развиваться как специалист.

Практика – необходимая часть обучения студента, благодаря которой вместе сходятся теория и практическая деятельность будущего специалиста, что доказывается имеющимся в нашем институте опытом практико-ориентированной подготовки студентов. Ее прохождение является залогом успешного выпускника вуза, востребованного на рынке труда в настоящее время.

2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ

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

Учебным планом Института технологии Высшей школы технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна для бакалавров направления 18.03.01 «Химическая технология» профиля «Технология и переработка полимеров» очной формы обучения предусмотрены следующие виды практик:

- учебно-ознакомительная практика;
- учебная, технологическая (проектно-технологическая) практика;
- производственная практика (научно-исследовательская работа);
- производственная (преддипломная) практика;
- преддипломная практика (научно-исследовательская работа).

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, ее историей и традициями; знакомство со структурой кафедры, с работой, 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, изучение 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 бакалавров 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). Кандидатуры преподавателей, которым предстоит осуществлять руководство

практикой, определяет кафедра по согласованию с директором Института технологии, и затем они утверждаются приказом директора ВШТЭ.

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.

Практики осуществляются 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 профильной организации, назначаются руководитель (руководители) практики из числа лиц, относящихся к профессорско-преподавательскому составу Университета, организующей 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 и получает письменный отзыв от руководителя. 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.

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

3.1. 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.

3.2. 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.

3.3. 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 противопогазом, 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.

3.4. 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 выключателя или рубильника.
- 1.8. При невозможности быстрого отключения электроприбора необходимо освободить пострадавшего от токоведущих частей деревянным или другим не проводящим ток предметом источник поражения.
- 1.9. Во всех случаях поражения электрическим током необходимо вызвать врача.

4. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ (НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ)

4.1. Задачи практики

Производственная практика (научно-исследовательская работа) для очной формы обучения в соответствии с учебным планом проводится на 3 курсе бакалавриата.

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

Целями производственной практики (научно-исследовательской работы) являются проверка и закрепление теоретических знаний и практических навыков, связанных с профессиональной деятельностью бакалавра; ознакомление с прогрессивными технологиями; формирование адекватного представления о сложности производственного взаимодействия, экономического хозяйствования, основ производственной и технологической дисциплины; приобретение понимания принципов управления структурными звеньями, формирование у бакалавров компетенций и навыков ведения самостоятельной научно-исследовательской работы в профессиональной области.

Задачи практики:

- изучение функционирования технологических схем химического производства, нормативно-технической документации, анализ сущности и значения отдельных операций и их параметров;
- изучение и анализ факторов, влияющих на эффективность технологического процесса;
- изучение в условиях реального производства основ традиционно используемых и современных методов и приемов организации и управления химико-технологическими процессами, периодического и автоматического контроля и регулирования процесса; автоматизированных систем управления;
- знакомство с принятой на заводе системой стандартизации технологических процессов, со стандартами качества сырья, вспомогательных материалов, полуфабрикатов и готовой продукции;
- анализ вопросов охраны труда, техники безопасности, решения экологических проблем конкретного производства.

Способы проведения практики – выездная.

Форма проведения – концентрированная.

4.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате прохождения практики

ПК-1: Способен анализировать соответствие качества выпускаемых полимерных материалов требованиям стандартов.

Знать: стандарты качества выпускаемых полимерных материалов.

Уметь: оценивать экологические последствия производства полимерных материалов.

Владеть: методами оценки качества выпускаемых полимерных материалов.

ПК-2: Способен анализировать причины возникновения и способы уменьшения отходов производства полимерных материалов и подготавливать предложения по улучшению качества продукции.

Знать: виды сырья для получения полимерных материалов.

Уметь: прогнозировать результат технологического процесса получения полимеров.

Владеть: способами корректировки режима получения полимеров.

ПК-3: Способен осуществлять сбор и систематизацию научно-технической информации о существующих полимерных материалах.

Знать: научно-техническую информацию о направлениях и проблемах развития отрасли производства полимерных материалов.

Уметь: систематизировать научную информацию о направлениях и проблемах развития отрасли производства полимерных материалов.

Владеть: навыками анализа научно-технической литературы в области полимерных материалов.

ПК-4: Способен организовывать проведение испытания технологических и функциональных свойств полимерных материалов.

Знать: способы проведения испытаний свойств полимерных материалов.

Уметь: применять технические средства для проведения испытаний свойств полимерных материалов.

Владеть: навыками организации испытаний свойств полимерных материалов.

ПК-5: Способен выполнять работы по поиску экономичных и эффективных методов производства полимерных композиционных материалов с заданными свойствами.

Знать: методы поиска экономичных и эффективных способов производства полимерных материалов.

Уметь: проводить экспериментальное исследование свойств полимерных материалов с использованием лабораторного оборудования.

Владеть: навыками организации лабораторных испытаний свойств полимерных материалов.

ПК-6: Способен осуществлять подбор технологических параметров процесса для производства полимерных материалов с заданными свойствами.

Знать: технологические параметры процесса получения полимерных материалов.

Уметь: анализировать и корректировать технологические параметры в

соответствии с регламентом производства.

Владеть: способностью оптимизировать технологические параметры получения полимерных материалов.

ПК-7: Способен анализировать причины несоответствия полимерных материалов требованиям потребителя и разрабатывать предложения по их предупреждению и устранению.

Знать: стандарты на эксплуатационные характеристики полимерных материалов.

Уметь: анализировать результаты обработки экспериментальных данных.

Владеть: способностью корректировать лабораторные испытания в соответствии с требованиями потребителя к полимерным материалам.

ПК-8: Способен осуществлять корректировку методик анализа экспериментальных полимерных композиционных материалов и измерять их характеристики.

Знать: методики анализа свойств полученных полимерных композиционных материалов.

Уметь: проводить эксперимент в соответствии со стандартными методиками.

Владеть: навыками корректировки методов исследований полимерных материалов с заданными свойствами.

4.3. Индивидуальное задание

Содержание практики планируется руководителем по практике студента, согласовывается с руководителем от предприятия (на котором предполагается прохождение практики) и отражается в индивидуальном задании производственной практики (научно-исследовательской работы), в котором фиксируются все виды деятельности студента в течение практики. Задание должно быть максимально приближено к вопросам по изучаемым курсам.

Ниже приводится примерная тематика индивидуальных заданий.

1. Основное оборудование установки: печи, колонны, сепараторы, емкости, теплообменники, абсорберы, десорберы, насосы, компрессоры (по заданию руководителя).

2. Место установки в схеме завода (по заданию руководителя): материальный баланс установки; качество сырья и выпускаемой продукции; расходные нормы на энергозатраты, воду, водяной пар, инертные газы; характеристика сырья и продуктов производства – объемы, физико-химические свойства, поставщики и потребители; обслуживающий персонал установки, его права и обязанности.

3. Капитальный ремонт установки (по заданию руководителя), ее аварийная остановка, вывод установки на рабочий режим; виды ремонтов, периодичность.

4. Общая характеристика сырья, вспомогательных материалов, готовой продукции.
5. Технологическая схема и технологический режим производства.
6. Конструкция здания цеха. Защита строительных конструкций от коррозии.
7. Анализ способов производства продукции.
8. Расходные коэффициенты по сырью и вспомогательным материалам.
9. Характеристика и схема производства цеха / установки (по заданию руководителя).
10. Направления переработки сырья на предприятии. Ассортимент и характеристика готовой продукции.
11. Характеристика товарных продуктов предприятия.
12. Материальные и тепловые потоки в производстве.
13. Аппаратурно-технологическая схема переработки сырья на предприятии.
14. Физико-химические основы технологических процессов, протекающих в основных аппаратах.
15. Проблемные места в технологической схеме и предлагаемые пути устранения.
16. Организация ремонта и ухода за оборудованием.
17. Размещение основного и вспомогательного оборудования в цехе, обоснование.
18. Возможные нарушения технологического режима и их последствия.
19. Материальный баланс установки; качество сырья и выпускаемой продукции.
20. Организация и осуществление аналитического контроля.
21. Экономика и организация производства на предприятии.
22. Механизация и автоматизация технологических процессов и перспективы дальнейшего их развития.
23. Наличие и характеристика промышленных выбросов (сточные воды, газовые выбросы, твердые отходы).
24. Потери сырья, материалов и пути их снижения.
25. Решение проблемы комплексного использования сырья на производстве.
26. Организация охраны труда и окружающей среды на производстве.

5. ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ В РОССИЙСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Целлюлозно-бумажная промышленность (ЦБП) – наиболее сложная отрасль лесного комплекса, связанная с механической обработкой и химической переработкой древесины. Она включает производство целлюлозы, бумаги, картона и изделий из них.

В России эта отрасль изначально возникла и развивалась в Центральном районе, где было сосредоточено потребление готовой продукции и имелось необходимое текстильное сырье, из которого прежде делали бумагу (не случайно один из первых центров производства бумаги в стране получил название Полотняный Завод). В дальнейшем технология изготовления бумаги изменилась, для нее стало использоваться древесное сырье, и ареал размещения отрасли сдвинулся к северу, в лесоизбыточные районы.

Предприятия целлюлозно-бумажной промышленности по характеру выпускаемой продукции делятся на:

- полуфабрикатные заводы, производящие сульфитную и сульфатную целлюлозу, древесную массу;
- бумагоделательные фабрики, производящие из полуфабрикатов разнообразные виды и сорта бумаги;
- специальные бумажные производства, перерабатывающие бумагу в асбестную, пергаментную, фибровую и другие виды технической бумаги.

В состав целлюлозно-бумажного производства входит получение волокнистых полуфабрикатов – целлюлозы и древесной массы – и их переработка в различные виды бумаги и картона.

Основными методами получения целлюлозы являются сульфатный и сульфитный; применяют также бисульфитный, нейтрально-сульфитный, различные комбинированные и ступенчатые методы варки (рис. 1). Перспективными являются окислительные методы – кислородно-содовый, кислородно-щелочной и др., которые не связаны с использованием серосодержащих реагентов и поэтому оказывают меньшее влияние на окружающую среду.

В 2022 году Россия насчитывает порядка 180 производителей целлюлозы и бумаги, 20 из которых отвечают примерно за 85 % всей продукции отрасли. Несмотря на то, что Россия располагает самыми большими в мире лесными ресурсами леса (81,9 млрд м³), а целлюлозно-бумажная промышленность могла бы стать локомотивом российской экономики, техническое состояние отрасли и её удельный вес в народном хозяйстве оставляет желать лучшего. Так, имеющиеся производственные мощности в ЦБП используются лишь на 35–50 %.

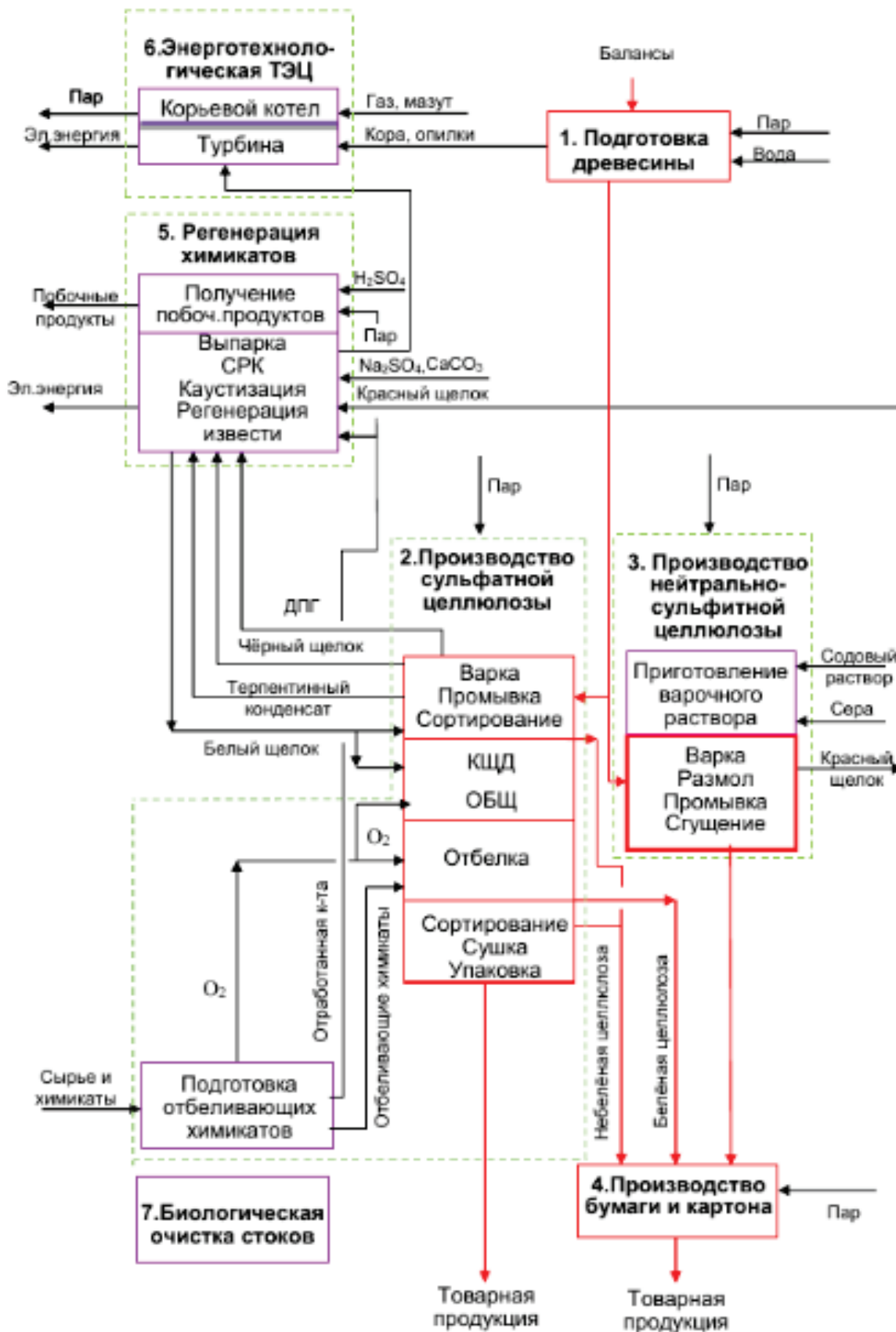


Рисунок 1 – Блок-схема производства сульфатной целлюлозы и нейтральной сульфатной полуцеллюлозы (НСПЦ)

5.1. Процесс производства сульфатной целлюлозы

Рассмотрим процесс получения целлюлозы на производствах более конкретно.

Подготовка древесины. Общая технологическая схема процесса подготовки древесного сырья представлена на рисунке 2.

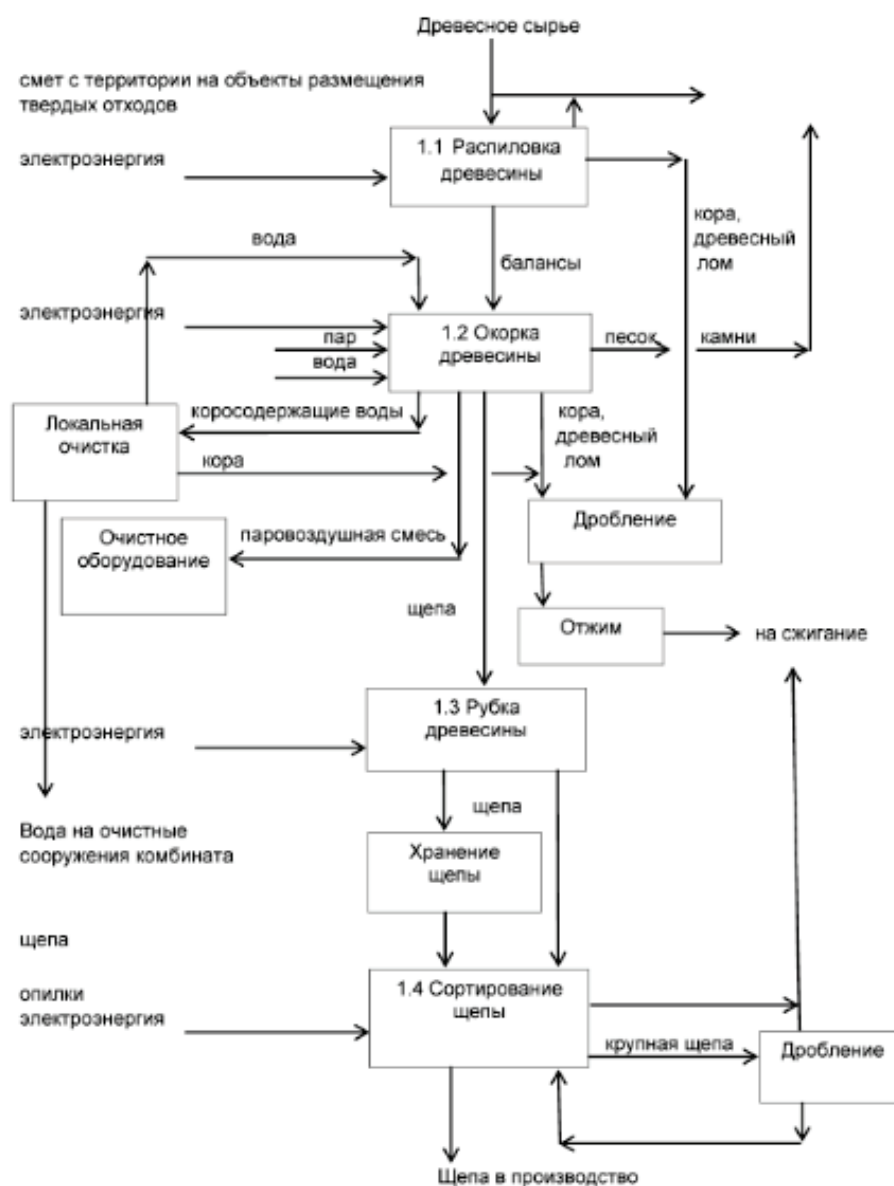


Рисунок 2 – Блок-схема подготовки древесного сырья

Процесс подготовки древесного сырья. Процесс подготовки древесного сырья может включать следующие технологические подпроцессы:

- распиловка древесины;
- окорка древесины;
- рубка древесины;
- сортирование щепы.

Распиловка древесины. Древесное сырье на переработку может поступать в виде хлыстов, длинника и коротья. В России наибольшее распространение получили барабаны для окорки коротья 1,2–2,2 м, которые требовали предварительного распила длинномерной древесины на слешере на указанные отрезки. В настоящее время созданы и используются барабаны для окорки древесины длиной 4,5–6 м, поэтому процесс распиловки древесины на современных предприятиях отсутствует.

Окорка древесины. Древесное сырье может окориваться на различном окорочном оборудовании.

При групповом способе – в окорочных барабанах, при индивидуальном – окорка на роторных станках. Барабаны предназначены для окорки мокрым, полусухим и сухим способом.

В процессе мокрой окорки древесины используется большое количество воды, так как конструкция барабана помещается в ванну, заполняя барабан водой на 1/3 диаметра.

При полусухом способе окорки горячая вода подается в глухую секцию барабана, что создает условия для размораживания (в зимнее время) и увлажнения коры, обеспечивая хорошую окорку любой древесины.

В последние годы на многих предприятиях стала применяться сухая окорка в барабанах. Вода используется только для промывки бревен и их размораживания. Размораживание достигается с помощью подачи пара в барабан или горячей воды на специальный конвейер, установленный перед барабаном.

Используемая в процессе вода рециркулирует при минимальном образовании сточных вод и количестве загрязняющих веществ.

Кора получается при сухой окорке с низким содержанием воды, что приводит к более выгодному энергобалансу предприятия. Кора после окорочного барабана подается на измельчитель и, если она влажная, отжимается на прессе для последующего сжигания. В некоторых случаях она продается другим предприятиям, но при больших объемах предпочтительно сжигание на самом предприятии в специальных котлах.

Рубка древесины. Для получения целлюлозы окоренные круглые лесоматериалы измельчаются в щепу на рубительной машине. В основном применяются дисковые рубительные машины. По способу подачи балансов различают машины с наклонным и горизонтальным питающим патроном. В настоящее время наибольшее распространение получили рубительные машины с горизонтальной подачей древесины в машину и нижним выбросом щепы. Это обусловлено увеличением длины поступающей на рубку древесины до 4–6 м и снижением потерь древесины, так как исключается ее измельчение за счет удара лопаток при выбросе вверх.

Сортирование щепы. Получение щепы однородного размера необходимо для повышения эффективности процесса варки и обеспечения высокого качества целлюлозы. После рубительной машины щепа сортируется (сегодня гирационные) для удаления нестандартной по размеру щепы и опилок. Мелкую фракцию щепы желательно варить в специальном варочном котле

либо сжигать вместе с опилками и корой. Крупная щепка измельчается на специальных аппаратах и возвращается в общий поток на повторное сортирование.

Для улучшения качества щепы применяют сортировки для выделения из щепы толстой фракции, которая направляется на обработку на специальное оборудование и далее подается в производство. Сортирование по толщине обеспечивает равномерность провара целлюлозы, тем самым повышая ее качество и выход.

Процесс производства сульфатной целлюлозы. В настоящее время сульфатный способ производства целлюлозы с эффективной и хорошо апробированной системой регенерации химикатов является доминирующим химическим процессом, наиболее эффективным и экономичным способом получения технических целлюлоз с высокими прочностными характеристиками, позволяющим перерабатывать древесину практически всех пород.

На целлюлозно-бумажных предприятиях России вырабатывается:

- сульфатная беленая хвойная и лиственная целлюлоза (товарная и для производства печатных бумаг);
- товарная сульфатная небеленая хвойная целлюлоза;
- сульфатная небеленая хвойная целлюлоза для производства картона, флутинга, мешочных и упаковочных бумаг;
- нейтрально-сульфитная лиственная полуцеллюлоза (НСПЦ) и сульфатная лиственная полуцеллюлоза с зеленым щелоком.

Производство сульфатной целлюлозы включает следующие основные технологические блоки:

- подготовка древесного сырья;
- получение сульфатной небеленой и беленой целлюлозы;
- регенерация химикатов и энергии, получение побочных продуктов;
- отбелка, приготовление химикатов для отбелки;
- система очистки производственных сточных вод на внеплощадочных очистных сооружениях.

Технологический процесс получения беленой и небеленой сульфатной целлюлозы может включать следующие подпроцессы:

- варка целлюлозы;
- горячий размол, промывка и сортирование небеленой целлюлозы, сортирование и размол отходов;
- кислородная делигнификация и отбелка целлюлозы;
- очистка беленой целлюлозы;
- сушка, упаковка и хранение беленой и небеленой целлюлозы.

Комбинация подпроцессов, их аппаратное оформление и размещение в технологической схеме процесса производства сульфатной целлюлозы зависят от конкретного вида вырабатываемой продукции и технологии ее получения (рис. 3).

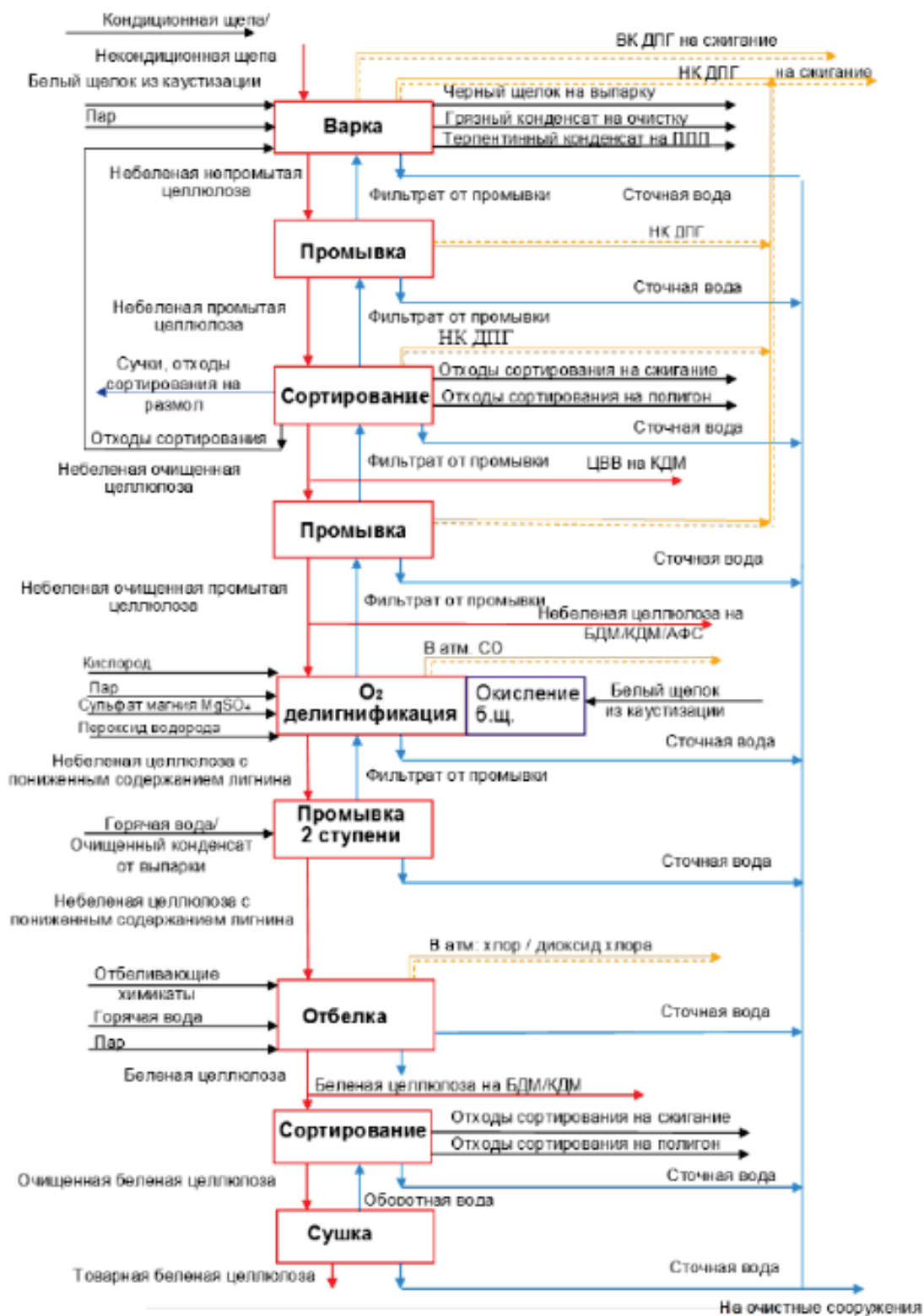


Рисунок 3 – Блок-схема технологического процесса получения сульфатной целлюлозы

Варка целлюлозы. В процессе сульфатной варки целлюлозы древесина обрабатывается варочным щелоком в течение нескольких часов при высокой температуре (обычно 170 °С).

Конкретные условия варки зависят от состава варочного раствора и определяются назначением вырабатываемой технической целлюлозы: для получения бумаги и картона или для химической переработки.

Сульфатный варочный щелок в качестве активных компонентов содержит NaOH и Na₂S, а также примеси карбоната, тиосульфата, сульфата и полисульфидов натрия, наличие которых связано с реакциями, протекающими в процессе регенерации варочных компонентов.

В условиях сульфатной варки все компоненты древесины вступают в реакции с варочными реагентами, в результате которых большая часть лигнина, некоторая часть углеводов и экстрактивные вещества в виде продуктов деструкции переходят в раствор и образуют отработанный (черный) щелок.

Процесс варки целлюлозы сопровождается образованием летучих серосодержащих веществ, таких как метилмеркаптан, диметилсульфид, диметилдисульфид, сероводород, обладающих характерным неприятным запахом, вследствие чего их называют дурнопахнущими. Причиной образования дурнопахнущих соединений является присутствие в варочном щелоке сульфида натрия и в древесине – метоксильных групп.

Основными факторами, влияющими на процесс сульфатной варки, являются расход щелочи и ее концентрация, температура и продолжительность варки, сульфидность щелока, пропитка щепы, порода древесины.

В результате варки хвойных пород древесины (ель, сосна) можно получить целлюлозу для отбелки с числом Каппадо 30–35, поддерживая при этом приемлемые прочностные показатели целлюлозы. Для древесины лиственных пород (осина, береза) получают целлюлозу с числом Каппа 14–22.

Варка может проводиться на варочных установках периодического или непрерывного действия.

Периодическая варка осуществляется в стационарных варочных котлах с системой принудительной циркуляции щелока и непрямым нагревом.

Основными операциями традиционной периодической варки являются: загрузка котла щепой и варочным щелоком (в течение загрузки щепы уплотняется паром), заварка (подъем температуры в котле до конечной температуры варки, терпентинные сдувки (удаление газов и воздуха), варка при конечной температуре, конечные сдувки для снижения давления (если выдувка массы не производится с полного давления варки).

Общий оборот котла составляет от 4 до 6 ч.

Применение современной «модифицированной» технологии периодической сульфатной варки с холодной выгрузкой массы из котла и рекуперацией тепла черного щелока позволяет: сократить расход пара на варку (до 50–60 %), сократить оборот варочного котла, снизить расход химикатов на варку на 5–10 %, увеличить выход целлюлозы, сократить количество непровара, повысить прочность целлюлозы на 10–15 %, улучшить промывку целлюлозы за счет стадии промывки в котле, значительно сократить газовые выбросы.

Варочные установки непрерывного действия системы Камюр подразделяются на однососудные или двухсосудные, гидравлического типа или с паровой фазой, с зоной противоточной диффузионной промывки или без.

Щепа перед загрузкой в котел для **непрерывной варки** предварительно пропаривается для удаления воздуха, который препятствует пропитыванию щепы химикатами.

После загрузки в котел щепа пропитывается варочным щелоком, а температура повышается до 155 – 175 °С.

Время варки при максимальной температуре составляет 1–2 ч.

На российских предприятиях практически все варочные установки – непрерывного действия.

Три варочные установки работают по технологии LoSolids, одна установка – по технологии Compact Cooking G2.

Отработанный варочный раствор (черный щелок), содержащий остаточные варочные химикаты и перешедшие в раствор органические вещества древесины, после отделения целлюлозного волокна направляется на выпарные станции, входящие в состав системы регенерации химикатов варки.

Выделяющиеся в процессе вскипания черного щелока и пропарки щепы ДПГ вместе с паром подаются в систему пропарки щепы, откуда направляются на конденсацию. Неконденсированные высоко- и низкоконцентрированные дурнопахнущие газы (ВК ДПГ и НК ДПГ) через отдельные системы сбора и транспортировки подаются на термическое обезвреживание или выбрасываются в атмосферу после обезвреживания на газоочистной аппаратуре.

Скипидаросодержащий (терпентинный) конденсат от конденсаторов паров вскипания черного щелока и пропарочного бункера направляется на производство побочных продуктов для выделения скипидара-сырца.

Подскипидарная вода от отстаивания терпентинного конденсата и конденсат от промывки и охлаждения ДПГ на газоочистном скруббере направляются для очистки в стриппинг-колонну (в системе выпарной станции или отдельно стоящую).

Промывка небеленой целлюлозы. Целью промывки является максимальное отделение от целлюлозного волокна растворенных минеральных и органических веществ черного щелока для увеличения степени регенерации химикатов варки, сокращения расхода отбеливающих химикатов и снижения сброса загрязнений со сточными водами отбельной установки, сушильной или бумагоделательной машины.

Эффективность промывки небеленой целлюлозы зависит от количества ступеней промывки, эффективности используемого оборудования, концентраций входящей на промывку и промытой массы, расхода промывной воды и т. д.

Для современных промывных установок эффективность промывки оценивается по степени отбора сухих веществ и должна составлять не менее 99 %.

Современные промывные устройства (диффузоры, фильтры и прессы) разработаны для промывки диффузией, отжимом и вытеснением или объединением этих трех принципов.

На российских сульфат-целлюлозных заводах применяется закрытая, противоточная промывка небеленой целлюлозы в 3–5 ступеней (включая ступень диффузионной промывки в варочном котле), с использованием в качестве промывной жидкости горячей воды, очищенного конденсата выпарной станции или промывного щелока с последующей ступени, в том числе фильтрата от ступени КЩО.

Основные типы промывного оборудования на предприятиях России – барабанные фильтры, промывные прессы, атмосферные диффузоры и диффузоры давления.

Сортирование небеленой целлюлозы. Цель сортирования небеленой целлюлозы – отделение сучков и непровара, пучков неразделенных волокон, коры, луба, смолы и песка от основного потока кондиционной целлюлозы с помощью различного сортирующего оборудования.

Схема сортирования целлюлозы, а также выбор оборудования зависят от вида исходной целлюлозы, ее назначения и требований, предъявляемых ГОСТ, ТУ или потребителем по остаточной сорности.

Сортирование небеленой целлюлозы, как правило, включает следующие операции:

- грубое сортирование небеленой целлюлозы (отделение сучков, непровара и тяжелых включений) на комбинированной сортировке, напорном сучколовителе, промывателе сучков, вибрационной сортировке и гидроциклоне (магноклинере);
- тонкое сортирование небеленой целлюлозы (отделение костры, коры, песка и других мелких включений) на комбинированной сортировке, сортировках давления, промывателе отходов, вихревых очистителях.

В зависимости от вида вырабатываемой целлюлозы и конкретных условий производства:

- выделенные в процессе грубого сортирования, сучки и непровар, после отделения волокна и обезвоживания ~ до 30 %-ной концентрации могут направляться на повторную варку, на утилизацию в многотопливный котел или вывозиться на полигон промышленных отходов;
- отходы сортирования после отделения волокна и обезвоживания также могут подаваться на сжигание в многотопливный котел или вывозиться на полигон промышленных отходов;
- волокнистые отходы сортирования (костра и непровар) могут фибриллироваться на специальной размалывающей аппаратуре и возвращаться в основной поток массы или использоваться в картонно-бумажном производстве и т. д.

При производстве небеленой целлюлозы для выработки картона, флутинга, мешочных и упаковочных бумаг сучки и непровар обычно не отделяются, вся масса после варки подвергается горячему размолу, не

размолотая фракция отделяется на сортировке и возвращается на повторный размол. Отсортированная размолотая масса возвращается в основной поток.

Оборудование для сортирования чаще всего размещается до промывки целлюлозы (горячее сортирование). Возможно также проводить сортирование после кислотно-щелочной обработки (КЩО).

Сточная вода от оборудования установок промывки и сортирования, основное количество которой составляют слабощелочные воды от негерметичного уплотнения элементов, узлов оборудования, смыва полов, промывки оборудования перед ремонтным обслуживанием, случайные утечки, поступает в производственную канализацию и далее на очистные сооружения.

Щелокосодержащие воды, образующиеся при опорожнении оборудования и трубопроводов при проведении планово-предупредительных ремонтов и при аварийных ситуациях, возвращаются в процесс или подаются на выпарную станцию для последующей регенерации совместно с черным щелоком.

Источником выделения газовых выбросов на установках промывки и сортирования небеленой целлюлозы является емкостное и промывное оборудование.

Объединенные парогазовые выбросы направляются в систему сбора и транспортировки низкоконцентрированных дурнопахнущих газов (НК ДПГ) и далее на обезвреживание или выбрасываются в атмосферу без очистки.

Кислородная делигнификация небеленой целлюлозы. Цель кислородной делигнификации – снижение числа Каппа целлюлозы перед отбельной установкой, сокращение расхода химикатов на отбелку, снижение сброса загрязняющих веществ на очистные сооружения и, соответственно, снижение воздействия отбелки на окружающую среду.

Удаление лигнина в процессе кислородной делигнификации осуществляется за счет обработки небеленой целлюлозы кислородом и щелочью в реакторах при повышенной температуре под избыточным давлением.

Процесс кислородной делигнификации проводится в одну или в две ступени при средней концентрации массы.

Двухступенчатая делигнификация обеспечивает степень делигнификации для хвойной целлюлозы 60–70 %, одноступенчатая – около 40 %.

Размещение оборудования кислородной делигнификации в технологической схеме – после промывки небеленой целлюлозы. Для обеспечения селективной делигнификации требуется эффективная промывка целлюлозы перед и после КЩО.

Перед кислородной делигнификацией требуется эффективная промывка от черного щелока, так как при высоком остаточном содержании в массе растворенных органических веществ и сульфида резко увеличиваются расходы кислорода и щелочи и снижаются механические свойства целлюлозы.

Содержание ХПК в целлюлозной массе, поступающей на КЩО, не должно превышать 100 кг/в. с. т. Промывка целлюлозы после кислородной

делигнификации также должна быть как можно более глубокой, так как качество промывки определяет величину потерь химикатов.

Эффективность промывки по фактору Norden должна составлять ~ 15 перед кислородной делигнификацией и ~ 8–10 – после. Фильтрат от промывки целлюлозы после КЩО направляется на промывку целлюлозы после варки, таким образом, щелочь, израсходованная на ступени КЩО, возвращается в цикл регенерации.

Для сохранения баланса натрия и серы в системе регенерации химикатов варки в качестве щелочного реагента кислородной делигнификации предусматривается использование окисленного белого щелока.

Предотвращение деструкции хвойной целлюлозы в процессе кислородно-щелочной обработки, обусловленной влиянием металлов переменной валентности, обеспечивается введением в процесс соединений магния (обычно $MgSO_4$).

На российских сульфат-целлюлозных заводах установки кислородной делигнификации небеленой хвойной и лиственной целлюлозы эксплуатируются на 6 линиях: для хвойной целлюлозы предусмотрены установки двухступенчатой кислородной делигнификации, для лиственной целлюлозы – в основном, одноступенчатые установки.

Газовые выбросы от выдувного резервуара установки O_2 -делигнификации, содержащие в основном водяной пар, углекислый газ и непоглощенный кислород, а также некоторое количество окиси углерода и летучих органических соединений, направляется без очистки в атмосферу.

Использование окисленного белого щелока в качестве щелочного реагента предусмотрено на 2 заводах. Окисление проводится по разным технологиям:

- воздухом при атмосферном давлении;
- кислородом при повышенном давлении.

Парогазовая смесь от реактора окисления белого щелока, содержащая аэрозоль щелочи и остаточный кислород, после очистки на циклоне-сепараторе направляются в атмосферу.

Отбелка целлюлозы. Отбелка предназначена для окончательной делигнификации и придания целлюлозе белого цвета с удалением лигнина, экстрактивных и других веществ, содержащих хромофорные группы, придающие ей темный цвет, при минимальном снижении показателей механической прочности. Число Каппа беленой целлюлозы – менее единицы.

Отбельная установка состоит из последовательности отдельных ступеней, на которых используются различные химикаты.

На каждой ступени отбелки имеются:

- смеситель целлюлозы с химикатами;
- смеситель целлюлозы с паром;
- отбельный реактор (башня) с наружной или внутренней колонками или без них, с направлением потока снизу вверх или сверху вниз, обеспечивающие требуемое для химических реакций время обработки целлюлозы;

- промывное оборудование для отделения использованных химикатов, растворенного лигнина и прочих растворенных веществ от целлюлозы (обычно промывные фильтры барабанного типа, промывные прессы, иногда диффузоры).

Для промывки целлюлозы между ступенями отбелки используются в основном вакуум-фильтры. На одном предприятии установлен промыватель DDW после ступени D₀, на другом предприятии – промывные прессы на всех ступенях отбелки.

Потребление горячей воды для промывки сокращено за счет применения частичного противотока фильтратов.

Избыточные кислые и щелочные фильтраты от промывки целлюлозы, содержащие остаточные химикаты и растворенные органические вещества, направляются на сооружения биологической очистки комбината. Перед сбросом в производственную канализацию сточные воды, как правило, охлаждаются.

Сточные воды от отбельных установок не направляются в цикл регенерации химикатов, поскольку они могут увеличить накопление хлоридов и прочих нежелательных неорганических элементов, вызывающих коррозию, образование накипи и другие проблемы в системе регенерации.

Хлорсодержащие газовые выбросы от оборудования ступеней X/Д, D₀, D₁ и D₂ перед выбросом в атмосферу обезвреживаются на газоочистной аппаратуре. В качестве обезвреживающих реагентов используется охлажденный щелочной фильтрат или раствор бисульфита натрия.

Сортирование беленой целлюлозы. После отбелки иногда проводится окончательное сортирование целлюлозы. Вторичное сортирование проходит на оборудовании того же типа, что и сортирование небеленой целлюлозы. Могут использовать центриклинеры, радикалоны (прямые и обратные), особенно для лиственной целлюлозы.

Сушка целлюлозы. Для получения товарной беленой или небеленой целлюлозы используют сушильные машины, на которых целлюлоза обезвоживается до воздушно-сухого состояния.

Конструкция сушильной машины аналогична конструкции бумагоделательной машины.

Состав сушильной машины:

- сеточная часть с обезвоживающими элементами и формирующим устройством;
- прессовая часть;
- сушильная часть.

Высушенное целлюлозное полотно после сушильной части подается на листорезку для резки полотна на листы и формирования кип. Сформированные кипы упаковываются и формируются в транспортные пакеты.

Процесс регенерации химикатов варки в производстве сульфатной целлюлозы. Процесс регенерации химикатов может включать следующие технологические подпроцессы (рис. 4):

- выпарка черного щелока;

- сжигание упаренных щелоков в содорегенерационном котлоагрегате (СРК) с образованием сульфида натрия и карбоната натрия;
- каустизация карбоната натрия с целью превращения карбоната в гидроксид;
- обжиг известкового шлама в известерегенерационной печи;
- получение побочных продуктов;
- сбор и подача на обезвреживание неконденсированных дурнопахнущих газов.

Выпарка черного щелока. Перед выпариванием осуществляется подготовка щелока:

- фильтрация слабого черного щелока для отделения мелкого волокна. Уловленное волокно возвращается в варочный цех;
- укрепление слабого черного щелока с массовой долей а. с. в. 12–18 % полуупаренным щелоком (48 % а. с. в.) до оптимальной массовой доли сухих веществ (20 % а. с. в.);
- извлечение из черного щелока сульфатного мыла продолжительным отстаиванием укрепленного и полуупаренного черного щелока (от 8 до 12 ч) в баках.

В черном щелоке, отбираемом из котла после варки, содержание сухого остатка (органических и неорганических соединений) обычно составляет 12–18 %. Неотъемлемой частью сульфатного способа производства целлюлозы является регенерация химикатов, в которой предусматривается сжигание упаренного щелока. Таким образом, в цикл производства возвращаются химикаты, производство обеспечивается паром и электроэнергией, предотвращается сброс загрязняющих веществ. Перед сжиганием в СРК необходимо увеличить содержание сухих веществ в черном щелоке до 65–75 %. Упаривание щелоков производится на многокорпусных выпарных установках. Количество корпусов выпарной станции может варьироваться от 5 до 7. Каждый корпус работает при определенной температуре и давлении.

В многокорпусной выпарной станции происходит постепенное снижение температуры кипения щелока. Снижение температур в корпусах обеспечивается созданием вакуума с помощью специальной вакуумной системы.

Для обогрева первого корпуса используют соковый пар от паровых турбин давлением 0,25–0,4 МПа, а в щелоковом пространстве последнего корпуса создают вакуум, соответствующий абсолютному давлению 8–15 кПа. В результате по всей выпарной установке устанавливается общая разность температур порядка 80–90 °С.

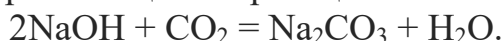
В процессе упаривания щелоков из щелока в соковый пар выделяются летучие серосодержащие дурнопахнущие газы с низкими температурами кипения. При конденсации соковых паров последнего корпуса большая часть этих продуктов попадает в грязный конденсат, а неконденсируемые газы направляются на очистку или сжигание.

Конденсаты обычно содержат диметилдисульфид (ДМДС), диметилсульфид (ДМС), метилмеркаптан (ММ), H₂S и различаются по степени загрязненности этими продуктами. Наиболее загрязненные конденсаты – конденсаты первых по ходу щелока корпусов – обрабатываются в стриппинг-

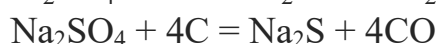
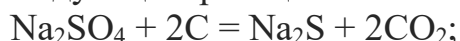
колонне, обычно входящей в состав выпарной станции. В этой колонне проходит отдувка конденсатов с использованием свежего или вторичного пара, что делает возможным повторно использовать их для промывки небеленой целлюлозы, шламов зеленого щелока в отделе каустизации.

Сжигание упаренных щелоков в СРК с образованием сульфида натрия и карбоната натрия. В процессе сжигания черного щелока в СРК происходит процесс пиролиза органических веществ, сопровождаемый карбонизацией щелочи и выжигом углерода, протекающим совместно с восстановлением сульфата натрия.

В составе минеральной части черного щелока в основном содержится связанная щелочь, которая в процессе пиролиза и выжига органических веществ подвергается карбонизации по реакции:



В процессе пиролиза щелока выделяются различные органические и серосодержащие летучие соединения, которые в большей части сгорают в топочном пространстве. Реакция восстановления сульфата протекает в присутствии углерода по следующим реакциям:



Образующийся плав состоит в основном из карбоната (Na_2CO_3 – 70 %) и сульфида натрия (Na_2S – 20–25 %). Из СРК плав поступает в бак-растворитель, где растворяется слабым белым щелоком, образуя зеленый щелок.

Каустизация зеленого щелока. Процесс каустизации – это превращение карбоната натрия в гидроксид путем обработки карбоната негашеной известью – завершающий этап в цикле регенерации химикатов для варки сульфатной целлюлозы.

Зеленый щелок из растворителя плава подается на осветление в отстойники или фильтры различной конструкции. Шлам зеленого щелока (черный шлам) после промывки и обезвоживания направляется на полигон для размещения отходов, а слабый зеленый щелок после промывки шлама поступает в баки слабого белого щелока.

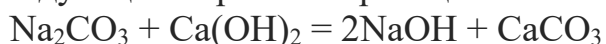
Для проведения каустизации осветленный зеленый щелок поступает в гасители-классификаторы, в которые непрерывно подается негашеная известь или оксид кальция. В гасителях происходит гашение извести и отделение примесей (песка, мелких камней), в том числе непогасившейся извести, от реакционной смеси.

Осадок тяжелых примесей (шлам) после промывки вывозится на полигон размещения отходов.

Реакция каустизации проходит две стадии. Первая стадия – гашение извести протекает по следующей формуле:



Образующийся гидроксид кальция реагирует с карбонатом натрия зеленого щелока по следующей обратимой реакции:



Реакция протекает медленно, начинается в гасителе и продолжается в каустизаторах, пока не достигнет равновесия. Продолжительность процесса в каустизаторах – 1,5–2 ч.

Полнота реакции определяется степенью каустизации:

$$\text{NaOH} \times 100 / (\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3)$$

Значение степени каустизации находятся в диапазоне 75–86 %.

В процессе реакции каустизации образуется суспензия шлама в белом щелоке.

Для отделения крепкого белого щелока суспензия подается на отстаивание (либо фильтрацию). В процессе отстаивания и промывки отбирается крепкий белый и слабый белый щелоки. Они направляются в баки-сборники для хранения. Далее крепкий белый щелок из баков-сборников поступает в варочный отдел на варку целлюлозы, а слабый – в цех СРК, где используется в качестве растворителя плава.

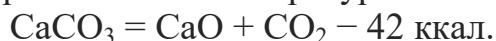
Известковый шлам подается на промывку, обезвоживание и затем на обжиг.

Основные технологические показатели работы цеха – степень каустизации зеленого щелока, а также полнота очистки белого щелока от шлама.

Регенерация известкового шлама в известерегенерационной печи.

Каустизационный (белый) шлам после отделения от крепкого белого и слабого белого щелоков и сгущения направляется во вращающиеся известерегенерационные печи для обжига.

Процесс получения извести основан на реакции разложения карбоната кальция, протекающей при высоких температурах:



Степень регенерации извести составляет 85–95 %. Потери ее пополняются добавкой в печь дробленого известняка, который обжигается вместе с каустизационным шламом. Температура обжига извести – 1000–1100 °С. Обожженная известь охлаждается воздухом в рекуператорах.

Топливом для обжига могут быть мазут, газ, ВКДПГ, метан, талловое масло, биогазы. Основными выбросами от ИРП являются серы диоксид, окислы азота, пыль, суммарная восстановленная сера (СВС).

В подпроцессах каустизации и регенерации извести осуществляются следующие технологические операции:

- фильтрация зеленого щелока;
- промывка и сгущение шлама зеленого щелока;
- гашение извести и каустизация;
- промывка и сгущение известкового (белого щелока) шлама;
- обжиг извести;
- подача негашеной извести на каустизацию.

Получение побочных продуктов. Получение сырого таллового масла.

Сырое сульфатное мыло – это смесь натриевых солей смоляных и жирных кислот, входящих в состав балансовой древесины. Чтобы избежать пенообразования и образования накипи в выпарных аппаратах, сульфатное

мыло должно быть удалено из процесса регенерации щелоков. Отделение мыла производится отстаиванием черного щелока в баках питательного и полуупаренного щелока или сепарацией.

Получение сырого таллового масла основано на обработке мыла кислотой и может осуществляться следующими способами:

- периодически – в реакторах периодического действия;
- непрерывным методом с разделением масла с помощью центрифуги;
- непрерывным методом и разделением путем декантации.

Для разложения мыла используется серная кислота на предприятиях, в состав которых входит цех по производству диоксида хлора, в качестве реагента применяется отработанная кислота.

Недостатком периодического способа получения масла являются низкий выход, высокое потребление серной кислоты (250–300 кг серной кислоты/т масла), трудность автоматизации. Эффективность промывки сульфатного мыла и способ получения (периодический или непрерывный) являются основными факторами, оказывающими воздействие на интенсивность выделения дурнопахнущих соединений. При периодическом способе получения сырого таллового масла происходят пиковые выбросы сероводорода; при непрерывном способе поток газов от реактора намного меньше. Газовые выбросы очищаются в скруббере каустиком.

Выход и качество таллового масла определяется породой древесины, системой съема мыла, способом получения масла. Выход сырого таллового масла составляет от 10 до 70 кг на тонну целлюлозы.

Получение скипидара сырца. Выход скипидара-сырца определяется в основном массовой долей летучих веществ в древесине и режимом варки целлюлозы. Наибольшее содержание экстрактивных летучих веществ – в древесине сосны (до 0,55 %), древесина лиственницы и ели относятся к породам с низким содержанием летучих веществ (не более 0,12 %).

Скипидар выводится из системы в сконденсированном виде с так называемым терпентинным конденсатом, из которого выделяется отстаиванием за счет меньшей плотности (860 кг/м³).

При варке целлюлозы в варочных котлах периодического действия может быть извлечено скипидара от его массы в древесине – до 75 %, при варке целлюлозы непрерывным способом в аппаратах «Камюр» – не более 20 %.

При непрерывной варке большая часть скипидара оказывается в черных щелоках, и единственная возможность его извлечь – дезодорация сильнозагрязненных конденсатов.

Для выделения и сбора сульфатного скипидара при непрерывной варке предусматривается:

- установка циклона-щелокоуловителя на линии отвода парогазов из расширительного циклона;
- ступенчатая дробная конденсация паров от расширительного циклона;
- узел выделения скипидарной фракции на установках очистки грязного конденсата.

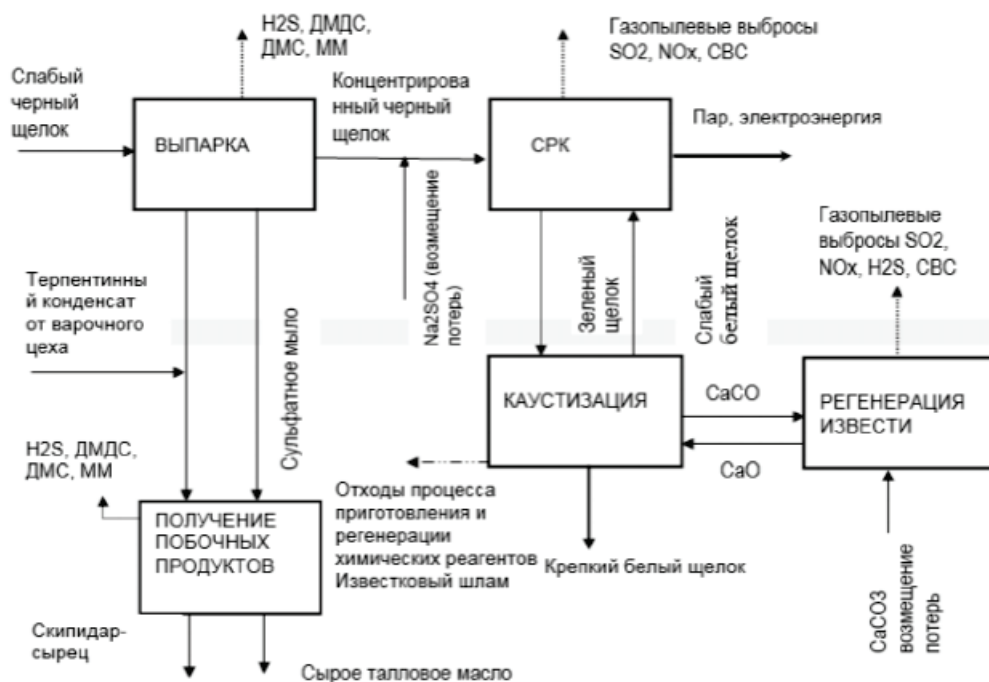


Рисунок 4 – Блок-схема процесса регенерации химикатов

5.2. Процесс производства сульфитной целлюлозы

Объем производства сульфитной целлюлозы меньше, чем объем производства сульфатной целлюлозы. Сульфитная целлюлоза преимущественно используется для производства бумаги, а не в качестве товарного продукта на рынке целлюлозы. По сравнению с сульфатной сульфитная целлюлоза имеет ряд преимуществ: более высокий выход из древесины, повышенную способность к отбелке и размолу, лучшие оптические и деформационные свойства, высокую белизну – и поэтому в массовых видах бумаги (например, газетной) может быть использована в небеленом виде; в атмосферу не поступают ДПГ. Процесс производства сульфитной целлюлозы характеризуется большей гибкостью по сравнению с процессом производства сульфатной целлюлозы. Использование сульфитного способа производства позволяет изготавливать целлюлозы с широким спектром свойств, в том числе для химической переработки с получением вязкозных волокон и нитей, а также продукции специального назначения.

Технологический процесс получения сульфитной целлюлозы представлен на рисунке 5, включающий производство сульфитной целлюлозы, входящего сырья и энергии, и выходящей продукции побочных и основных продуктов сульфитного завода, а также эмиссий.

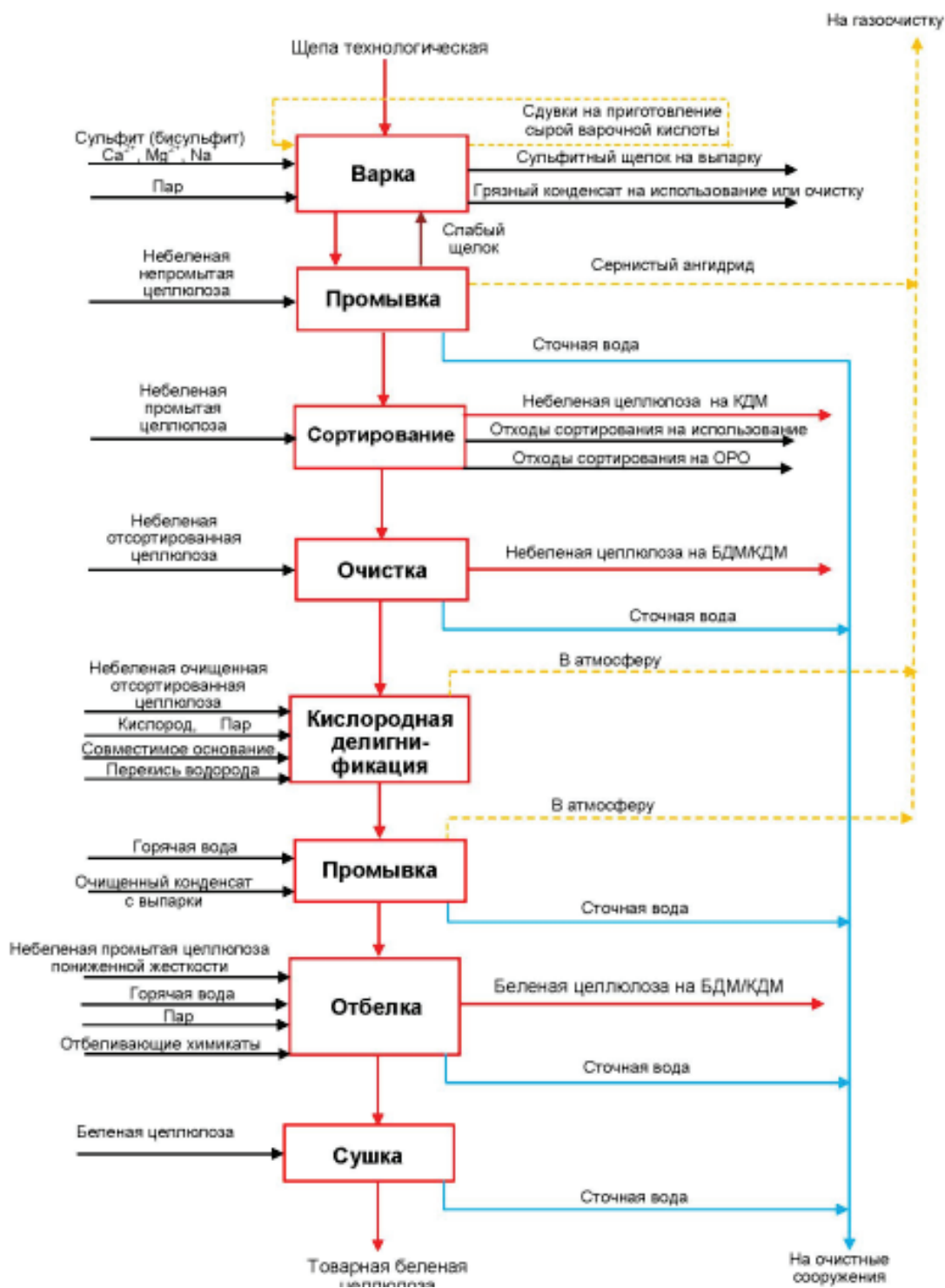


Рисунок 5 – Блок-схема технологического процесса получения сульфитной целлюлозы

Сульфитный варочный процесс основан на использовании водных растворов диоксида серы (SO_2) и основания – кальция, натрия, магния или аммония. Специфика используемого основания будет влиять на выбор способа регенерации химикатов и энергии, а также и на водопользование. Из отработанного сульфитного щелока возможно получение побочных продуктов – лигносульфонатов технических. Углеводы, содержащиеся в щелоке кислой

сульфитной варки, можно посредством биохимической переработки превращать в этанол и дрожжи.

Применяемые процессы и технологии. Производство сульфитной целлюлозы состоит из трех основных блоков:

- производство целлюлозного волокна;
- утилизация сульфитных щелоков;
- регенерация химикатов и энергии (за исключением варки на кальциевом основании, при которой регенерация невозможна, но при этом отработанный сульфитный щелок можно выпарить, а его компоненты использовать для других целей). Поскольку регенерация на натриевом, аммониевом (или смешанном) основаниях экономически невыгодна, ее целесообразность рассматривается для каждого конкретного завода индивидуально;
- очистка сточных вод на внеплощадочных очистных сооружениях.

Как и при производстве сульфатной целлюлозы, некоторые вспомогательные системы, такие как переработка отходов, производство отбеливающих химикатов и генерирование дополнительной энергии, соединены с основными отделами. Во многих отношениях процессы получения сульфатной и сульфитной целлюлозы подобны, но различны по внутрицеховым и внеплощадочным мерам по снижению эмиссий в окружающую среду. Благодаря некоторому сходству процессов описаны подробно только некоторые технологические стадии сульфитной варки.

Стадии, которые идентичны производству сульфатной целлюлозы, не будут подробно описаны в этой главе:

- подготовка и обработка древесины;
- промывка и сортирование, очистка небеленой массы;
- сортирование и очистка беленой массы;
- сушка (только для товарной целлюлозы).

Основные технологические стадии производства целлюлозы с использованием бисульфита натрия, аммония и магния представлены на рисунке 6.

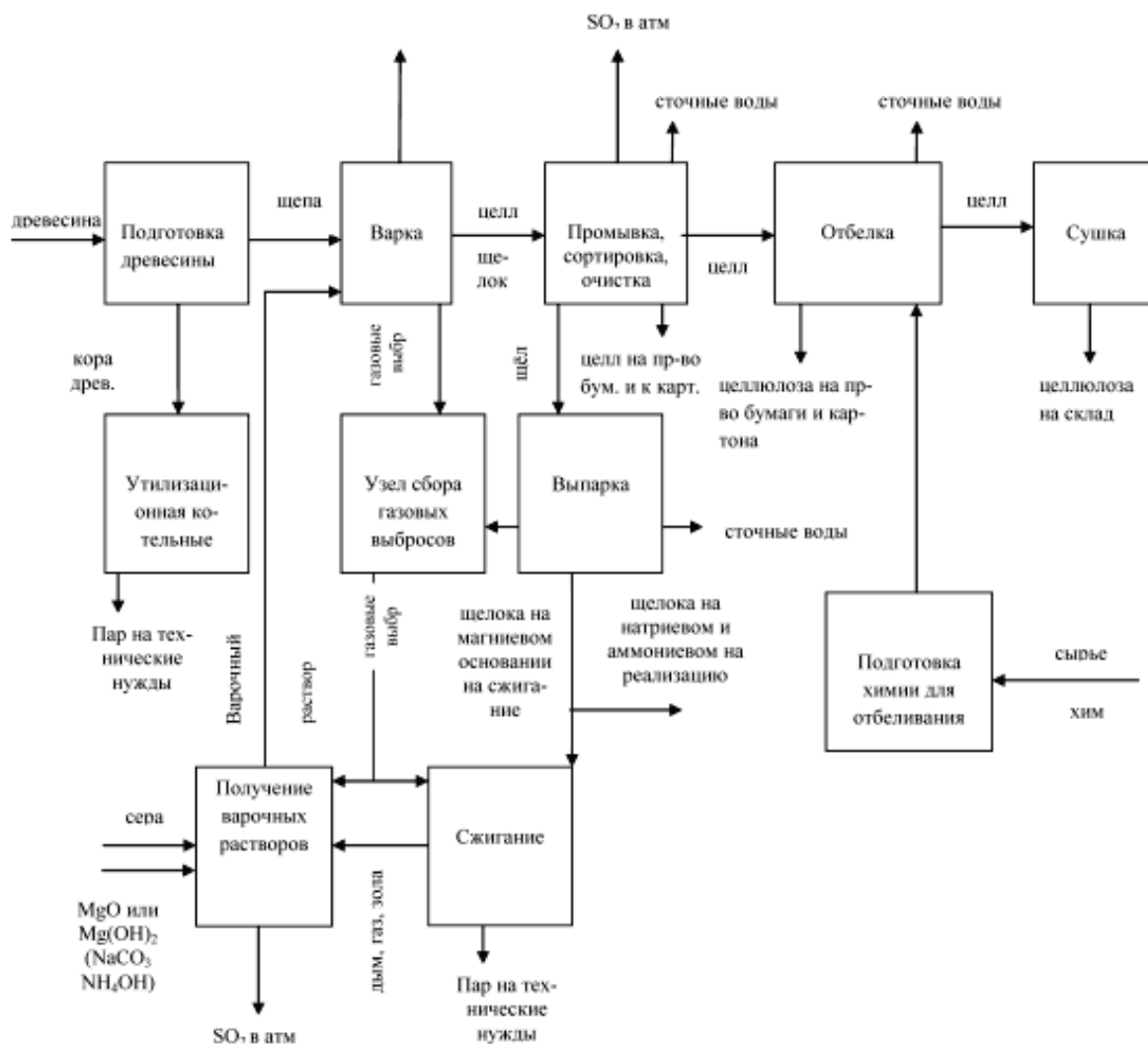


Рисунок 6 – Основные технологические стадии производства бленой сульфитной целлюлозы с использованием бисульфита натрия, аммония и магния

Варка и делигнификация небеленой целлюлозы. При производстве обычной небеленой целлюлозы лигнин выделяется из древесины варочным раствором, в основном содержащим бисульфит магния (натрия, кальция, аммония) в качестве активного компонента, а также диоксид серы, если реализуется кислая сульфитная варка. На стадии варки древесная щепы и варочный раствор загружаются в варочный котел, где варка проводится при повышенной температуре и давлении. Когда достигается желаемое содержание остаточного лигнина (измеряемое как число Каппа), содержимое периодического котла выдувается в выдувной резервуар или вымывается в вымывной резервуар и цикл варки повторяется. Варка также может проводиться в непрерывном варочном котле (принципы работы те же, они описаны в пункте 2.2). При кислой сульфитной варке число Каппа целлюлозы находится между 14–22 для хвойных пород древесины и 10–20 – для лиственных. Число Каппа и далее можно снизить с помощью кислородной

делигнификации перед отбелкой. При двухступенчатой сульфитной варке число Каппа можно снизить до 10 и ниже. Варку можно проводить и глубже, если необходимо получить специальную растворимую целлюлозу, но это будет сопровождаться значительной потерей выхода.

Из выдувного и вымывного резервуара целлюлоза перекачивается в отдел сортирования, а затем на промывку (в ряде схем промывка предшествует сортированию).

Сортирование и промывка небеленой целлюлозы. После варки целлюлоза промывается в промывных установках, состоящих из вакуум-фильтров, барабанных фильтров давления или сдвоенных барабанных прессов, и сортируется на сучколовителях и, как правило, на центробежных сортировках, работающих под давлением, а затем очищается на центриклинерах. Цель сортирования и очистки массы – отделить непровар, сучки и пучки волокон, костру и минеральные включения (песок) от основного потока целлюлозы. Отработанный сульфитный щелок, содержащий остатки варочных химикатов и растворенные компоненты древесины, отделяется от целлюлозы при противоточной промывке, в результате чего получается щелок, направляемый на выпарку и сушилки. При экономической целесообразности щелок может направляться в регенерационный котел для регенерации химикатов и тепла. Отходы сортирования, в основном в виде сучков, обезвоживаются и сжигаются в корьевом котле или могут использоваться при получении оберточной бумаги или картона. После сортирования целлюлоза может отбеливаться.

Кислородная делигнификация. В Европе существует несколько сульфитных заводов, использующих эту технологию, снижая тем самым число Каппа примерно на 10 единиц. Ограниченное использование кислородной делигнификации объясняется тем, что вследствие легкой белимости сульфитной целлюлозы даже без кислородной делигнификации для достижения ее высокой белизны достаточно короткая схема отбелки. Есть и другое препятствие. Используемое при кислородной делигнификации основание должно быть совместимо с основанием, используемым при варке, т. е. при наличии магний-бисульфитной варки для кислородной делигнификации в качестве щелочного агента желателно использовать MgO. Только в этом случае органические вещества, растворенные при кислородной делигнификации, могут быть в составе щелока, получаемого в данном процессе, направлены в общую систему регенерации химикатов без значительных изменений в технологии производства. На одном заводе в Германии использовали данную технологию, несколько теряя при этом в белизне целлюлозы. В данном случае была продемонстрирована возможность концентрировать жидкости от кислородной ступени ультрафильтрацией и сжигать концентрат в корьевом котле. Снижение ХПК в сточных водах после кислородной делигнификации составило при этом примерно 50 %.

Отбелка, сортирование, очистка и сушка. В Европе на заводах, производящих сульфитную целлюлозу, отбелка выполняется без использования

молекулярного хлора, а на многих и без диоксида хлора, т. е. имеет место отбелка вообще без использования соединений хлора (ТСФ-отбелка). Как правило, в качестве отбеливающих химикатов используются кислород, гидроксид натрия и пероксид водорода.

После отбелки, как правило, проводится окончательное сортирование целлюлозы, отходы от которого сжигаются в котельной. Целлюлоза, выпускаемая как товарная, сушится, а остальная масса перекачивается на фабрику для производства бумаги разного назначения. Заводы по производству сульфитной целлюлозы в основном являются интегрированными предприятиями (комбинатами), производящими бумагу на месте.

Система регенерации химикатов и энергии. Регенерация варочных химикатов проводится в основном при варке на магниевом основании. Степень регенерации химикатов (серы и магния) колеблется по разным данным в пределах до 90–95 % (с учетом степени отбора щелоков 98–99,5 %). Регенерация химикатов, используемых в процессах производства небеленой целлюлозы, состоит обычно из следующих основных элементов:

- выпарка щелока, получаемого из системы промывки небеленой целлюлозы;
- сжигание концентрированных щелоков (биотопливо) в регенерационном котле, в результате чего производится значительное количество пара, а в ряде случаев и электроэнергии;
- в процессе сжигания образуется твердый оксид магния (зола) и газообразный диоксид серы. Оксид магния отделяется от дымовых газов чаще в электрофильтрах, и растворением в воде превращается в суспензию гидроксида магния;
- эта суспензия используется для абсорбции диоксида серы из дымовых газов, поступающих из регенерационного котла, а также из сдувочных газов варочных котлов, из газов от промывных и выпарных аппаратов в многоступенчатой установке (обычно 3–4 ступени) Вентури. Получаемый при этом раствор, в основном содержащий бисульфит магния, осветляется (осаждением или фильтрацией) и донасыщается диоксидом серы, поступающим либо от сжигания элементарной серы в серной печи, либо при добавлении жидкого диоксида серы. Свежеприготовленная варочная кислота перекачивается в варочный отдел после отделения взвешенных веществ.

Общее представление о круговороте химикатов представлено на рисунке 7, иллюстрирующем основные стадии процесса и их назначение. В результате регенерации варочных химикатов в регенерационном котле получается пар. Получаемый пар подается в турбины с противодавлением, где производится электроэнергия.

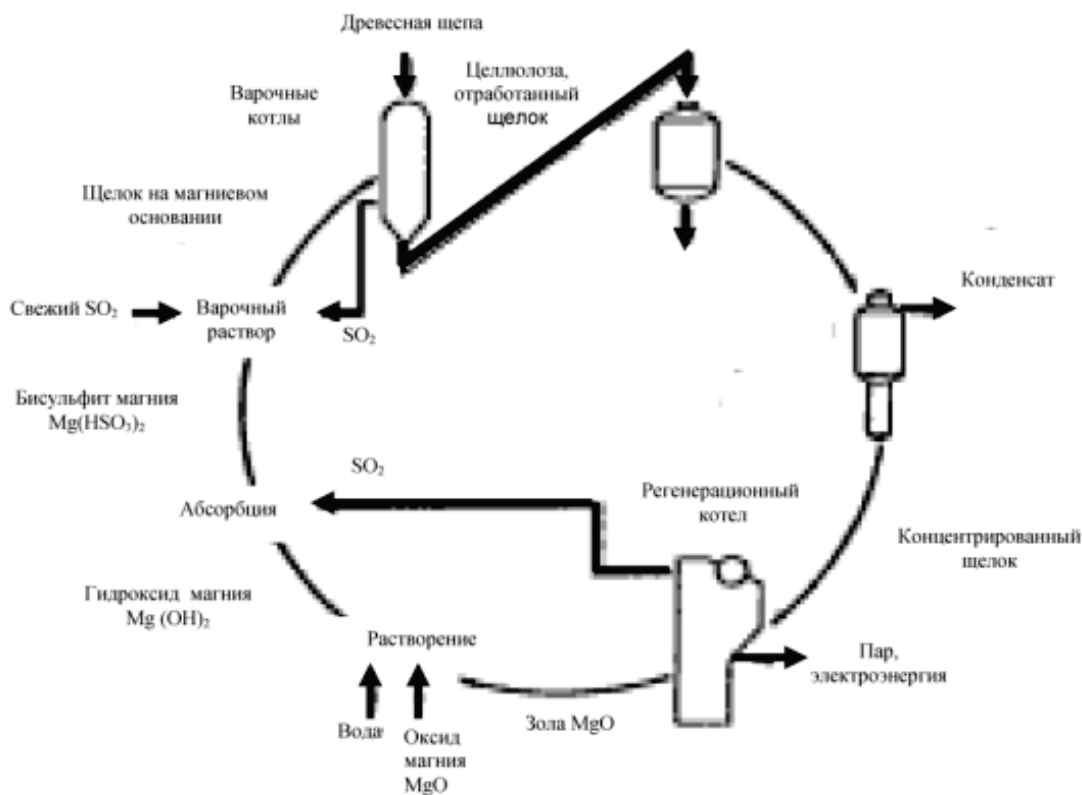


Рисунок 7 – Цикл регенерации для сульфит-целлюлозного завода на магниевом основании

Процесс производства нейтрально-сульфитной полуцеллюлозы. Полуцеллюлоза, являющаяся промежуточным полуфабрикатом между древесной массой и целлюлозой высокого выхода, используется в производстве крафтлайнера и бумаги для гофрирования. В настоящее время в России в составе интегрированных предприятий, включающих сульфат-целлюлозные производства, эксплуатируется две установки по производству полуцеллюлозы по разным технологиям: нейтрально-сульфитная лиственничная полуцеллюлоза (НСПЦ) и сульфатная полуцеллюлоза с зеленым щелоком (рис. 8).

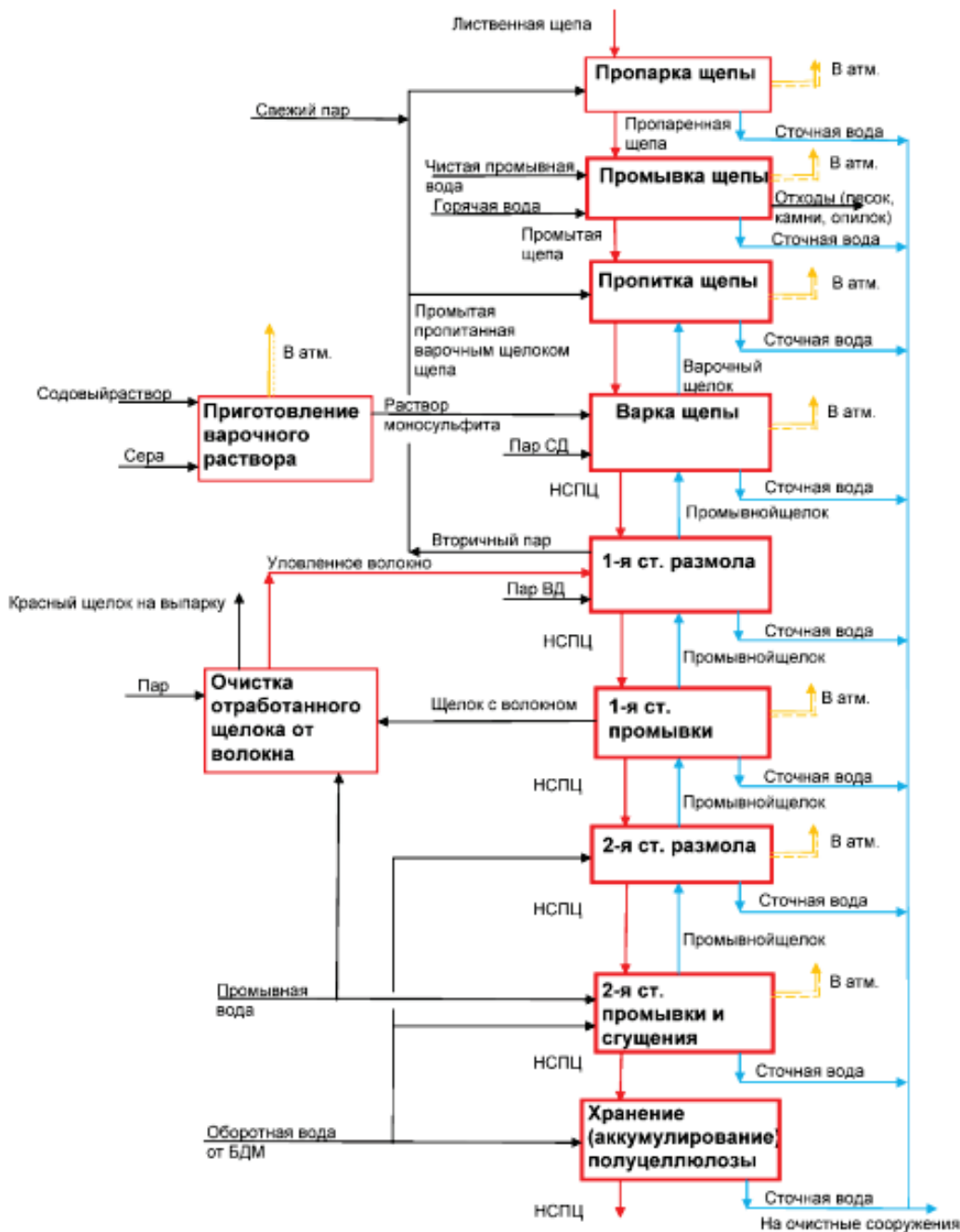


Рисунок 8 – Блок-схема процесса производства нейтрально-сульфитной полуцеллюлозы

Процесс получения НСПЦ заключается в сочетании неглубокой химической варки и механического размола щепы с получением полуфабриката высокого выхода и включает операции пропарки, пропитки и варки щепы, двух ступеней размола и промывки. В качестве сырья используется береза и осина; в качестве варочного раствора – сульфит натрия с буферной добавкой (например, кальцинированной соды). Выход НСПЦ из древесины – около 80 %. Предварительная пропарка щепы под атмосферным давлением обеспечивает хорошую пропитку ее варочным раствором, способствует увеличению выхода полуцеллюлозы, ускорению варочного процесса. Применение размола щепы после варки под давлением улучшает характеристики волокна и обеспечивает

условия для возможности применения при промывке полуфабриката высокоэффективного промывного оборудования. Использование для промывки полуцеллюлозы современных промывных прессов позволяет достичь высокой эффективности отделения растворенных веществ от волокна при низком расходе промывной воды, обеспечивает минимальный унос растворенных веществ с промытой массой. Отработанный варочный щелок направляется на упаривание для получения товарного продукта – технических лигносульфонатов. Регенерация химикатов экономически нецелесообразна.

Растворимая сульфитная целлюлоза (сульфитная целлюлоза для химической переработки). В Европе существует лишь несколько компаний, производящих растворимую сульфитную целлюлозу. В принципе, процесс получения такой целлюлозы очень похож на производство сульфитной целлюлозы для производства бумаги. Используются те же химикаты, что и в обычном магнево-бисульфитном процессе. Поэтому система регенерации энергии и химикатов аналогична. Основные различия наблюдаются в параметрах процесса варки и отбеливания. Цель варки при производстве растворимой сульфитной целлюлозы заключается в достижении заданной низкой вязкости, т. е. в уменьшении длины молекулярной цепи целлюлозы и в более полном удалении из древесины гемицеллюлоз и лигнина.

Производство технических лигносульфонатов. Сульфитный щелок упаривают в многокорпусной батарее (обычно 5–6 корпусов). Технические лигносульфонаты выпускаются жидкие (с содержанием сухих веществ в различных марках продукта не менее 46, 47 и 50 %, плотность 1,2–1,3 кг/л) или порошкообразные (с содержанием сухих веществ 76–96 %).

6. 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). Объем записки должен быть 20–25 страниц текста с необходимыми схемами. Текст должен быть набран через 1,5 интервал на одной стороне листа 14-м кеглем с выравниванием по ширине листа (без переносов слов). 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*). Страницы отчета нумеруются последовательно, начиная с пятой, где будет раздел СОДЕРЖАНИЕ. На схемы, рисунки и таблицы, которые приведены в отчете, 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. Для рисунков используется сквозная нумерация.

Заголовки выполняются буквами полужирного начертания. После заголовка точка не ставится. Каждый абзац начинается с красной строки (отступ 1,25 см). Интервал между абзацами 0.

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.

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

ЛИТЕРАТУРА

1. Технологические процессы и оборудование ЦБП: учебное пособие / В. К. Дубовый, А. С. Смолин, Е. Г. Смирнова, П. М. Кейзер. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2022. – 91 с. – ISBN 978-5-91646-311-8. – Текст: непосредственный.
2. Евстигнеев, Э. И. Химические превращения компонентов древесины в технологических процессах: учеб. пособие. / Э. И. Евстигнеев. – СПб.: СПбГЛТУ, 2021. – 84 с. – ISBN 978-5-9239-1241-8. – Текст: непосредственный.
3. Технология целлюлозно-бумажного производства. 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. – ISBN 978-5-534-11706-6. – Текст: непосредственный.
4. Переработка вторичного волокнистого сырья / С. С. Пузырев, Е. Т. Тюрин и др. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. – 467 с. – ISBN 5-7422-1431-6. – Текст: непосредственный.
5. Ванчаков, М. В. Технология и оборудование переработки макулатуры: учебное пособие / М. В. Ванчаков, А. В. Кулешов, А. В. Александров, А. А. Гаузе. – СПб: ВШТЭ СПбГУПТД, 2019. – Часть II. – 119 с. – ISBN 978-5-91646-189-3. – Текст: непосредственный.
6. Теория и конструкция машин и оборудования отрасли. Бумаго- и картоноделательные машины: учеб. пособие / под ред. В. С. Курова, Н. Н. Кокушина. – СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2006. – 588 с.
7. Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т. Т. 1, ч. 2 Сырье и производство полуфабрикатов: справочные материалы. – СПб.: Политехника, 2003. – 633 с.

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: _____
(специальность) 18.03.01 Химическая технология
Профиль подготовки: _____
(специализация) Технология и переработка полимеров

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 _____ технологий _____
(наименование института)

Курс _____ Учебная группа _____ Форма обучения _____ очная

Направление подготовки (специальность) _____ 18.03.01 Химическая технология
Технология и переработка полимеров

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 производственной практики (научно-исследовательской работы) студентов 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 соответствовать 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 _____

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

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) _____ 18.03.01 Химическая технология _____
(код и наименование направления (специальности))

Профиль подготовки (специализация) _____ Технология и переработка полимеров _____
(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 _____

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

Вид практики _____

Тип практики _____

Обучающийся _____
(Ф.И.О.)

Институт _____ технологий _____
(наименование института)

Курс _____ Учебная группа _____ Форма обучения _____ очная

Направление подготовки (специальность) _____ 18.03.01 Химическая технология
Технология и переработка полимеров

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 производственной практики (научно-исследовательской работы) студентов 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 соответствовать 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 предприятие)

_____/_____/_____
(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) _____ 18.03.01 Химическая технология _____
(код и наименование направления (специальности))

Профиль подготовки (специализация) _____ Технология и переработка полимеров _____
(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.

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

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) _____ 18.03.01 Химическая технология _____
(код и наименование направления (специальности))

Профиль подготовки (специализация) _____ Технология и переработка полимеров _____
(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)

N п/п	Фамилия, имя, отчество обучающегося	Дата ознакомления	Подпись

Пример отчета

Содержание

Введение.....	58
1. Технология сульфитной варки целлюлозы.....	58
1.1. Общая характеристика процесса.....	58
1.2. Пропитка щепы сульфитными варочными растворами.....	59
1.3. Химизм сульфитных способов варки полуфабрикатов.....	60
1.3.1. Сульфитная варка.....	60
1.3.2. Бисульфитная варка.....	61
1.3.3. Нейтрально-сульфитная варка.....	61
1.3.4. Ступенчатые способы варки.....	61
2. Регенерация диоксида серы и тепла.....	62
3. Получение лигносульфонатов и дрожжей.....	63
4. Производство картона.....	68
5. Экологические проблемы предприятий сульфитных способов варки.....	69
6. Кинетика и тепломассообмен при сушке бумаги на многоцилиндровых установках.....	70
Заключение.....	72
Список литературы.....	72

Введение

ООО «ВЛК» было основано в 1926 году в поселке Йоханнес, который на данный момент носит название Советский. Производство расположено на берегу Финского залива и обладает собственным причалом и участком железной дороги. В полутора километрах проходит трасса А-123 «Выборг – Зеленогорск».

Основные продукты, производимые предприятием:

- картон-топлайнер;
- лигносульфонат;
- кормовые дрожжи;
- древесные топливные пеллеты (производство этого вида продукции самое крупное в мире, годовая производительность 1 000 000 тонн)

Предприятие удостоено почетной грамоты от Законодательного собрания Ленинградской области, а также получило свидетельство участника «Книги Почета» 2015 и сертификат предприятия года в России 2015.

Технология сульфитной варки целлюлозы

1.1. Общая характеристика процесса

В сульфитном способе варки целлюлозы щелочной раствор (варочный раствор) используется при высокой температуре и давлении для химического растворения лигнина, который связывает целлюлозные волокна древесины. Щелочной раствор это SO_2 , поглощенный в основном растворе. В качестве основы обычно используются кальций, магний, аммиак или натрий. После варки древесная целлюлоза промывается и высушивается на продажу в качестве товарной целлюлозы или обрабатывается далее размолом, очисткой и добавлением другой целлюлозы и химических веществ и из нее производится бумага на площадке.

В зависимости от способа использования продукта, целлюлозу можно не отбеливать. В зависимости от способа использования варочного раствора также могут производиться рекуперация тепла и/или химическое восстановление. Для обеспечения комбината сульфитом необходима кислотная установка.

При сульфитной варке целлюлозы производится неплотная бумага, по сравнению с другими типами варки, но целлюлоза менее окрашена, вследствие чего она больше подходит для печати, часто с небольшим отбеливанием.

Процесс сульфитной варки можно представить в виде нескольких последовательных стадий:

- пропитка щепы варочным раствором;

- адсорбция активных реагентов на реакционной поверхности древесины, сопровождаемая проникновением воды в стенки древесных клеток, то есть набуханием;
- предварительная стадия химических реакций в твердой фазе: протонная активация реакционноспособных групп, эфирных, гликозидных связей в молекулах лигнина и гемицеллюлоз;
- основная стадия химических реакций в твердой фазе: сульфирование и сульфитолиз лигнина, частичный гидролиз и сульфитолиз гемицеллюлоз;
- заключительная стадия химических реакций: гидролиз и сульфитолиз твердой лигносульфоновой кислоты (ЛСК); гидролиз и растворение гемицеллюлоз; частичный гидролиз и растворение целлюлозы;
- вторичные реакции в растворе: дальнейшее сульфирование ЛСК, инверсия олигосахаридов, побочные реакции.

1.2. Пропитка щепы сульфитными варочными растворами

Назначение пропитки – привести варочный раствор в соприкосновение с древесиной на возможно большей поверхности и тем самым обеспечить возможность химических реакций. Проникновению варочного раствора способствует пористое строение древесины.

Компоненты варочной кислоты могут проникать в древесину двумя путями:

- вместе с жидкостью, в которой они растворены за счет капиллярного всасывания, движущей силой которого является поверхностное натяжение жидкости;
- путем диффузии из жидкой фазы в жидкую, движущей силой которой является разность или градиент концентраций.

Растворенный диоксид серы может проникать в древесину за счет диффузии в виде сернистого газа при выделении его из жидкой фазы в газовую и обратного растворения в жидкости внутри щепы. Скорость газовой диффузии на 4 порядка больше, чем в жидкой. Этим объясняется более быстрое проникновение в щепу свободного диоксида серы.

Жидкостная пропитка происходит в основном в направлении волокон, причем скорость пропитки в этом направлении в 50–200 раз выше, чем в поперечном направлении. Скорость диффузии вдоль волокон в 10–12 раз больше, чем поперек.

На процесс пропитки оказывают влияние следующие факторы:

- *длина щепы* определяет продолжительность жидкостной пропитки;
- *толщина щепы* имеет значение в основном для диффузионной пропитки;
- *плотность древесины*, т. е. степень пористости. Чем выше плотность древесины, тем труднее происходит пропитка, особенно диффузионная. Трудно пропитывается сучковая древесина, имеющая плотность 700 кг/м^3 , что приводит к получению после варки непровара;

- *повышенная начальная влажность щепы*. Существенно сокращается объем кислоты, который может впитаться в щепу за счет жидкостной пропитки. Диффузионная пропитка такой щепы протекает равномерно, но требуется применять кислоту с повышенной крепостью;

- *крепость кислоты*. С повышением содержания свободного диоксида серы скорость пропитки возрастает;

- *температура*. С повышением температуры уменьшается вязкость кислоты, увеличивается подвижность ионов и скорость диффузии. Однако из-за опасения вызвать заметную конденсацию лигнина температуру пропитки не поднимают выше 105...110 °С, и дальнейший подъем температуры ведут лишь тогда, когда есть уверенность в том, что щепы полностью насыщена химикатами, необходимыми для сульфирования лигнина;

- *давление или разность давлений* используется на практике как мощный фактор усиления принудительной пропитки (вакуумирование, предварительная пропарка щепы).

1.3. Химизм сульфитных способов варки полуфабрикатов

При описании химизма сульфитных способов варки в первую очередь рассматривают протекающие в процессе реакции между основными компонентами древесины (лигнин и гемицеллюлозы) и варочным раствором, а также побочные реакции.

1.3.1. Сульфитная варка

При сульфитной варке сульфирование лигнина осуществляется главным образом бисульфит-ионами HSO_3^- и диоксидом серы в гидратированной форме.

Основной реакцией гемицеллюлоз древесины в моносахариды при сульфитной варке является гидролиз. Механизм реакции состоит в присоединении протона к ацетальному кислороду и гетеролитическом расщеплении связи с образованием карбониевого иона, который затем реагирует с водой и дает протон и новую альдегидную группу на конце цепи. Скорость процесса определяется гетеролизом. Галактозидные и ксилозидные связи расщепляются примерно в 5 раз, а маннозидные в 3 раза быстрее, чем глюкозидные, что является одной из причин относительной устойчивости целлюлозы против кислотного гидролиза при варке.

При традиционной сульфитной варке в результате побочных реакций образуется цимол, метиловый спирт, уксусная кислота, муравьиная кислота, углекислый газ, фурфурол, серная кислота.

1.3.2. Бисульфитная варка

При бисульфитной варке основным сульфлирующим реагентом является ион HSO_3^- . Вследствие более низкой концентрации водородных ионов сульфирование лигнина бисульфитными растворами происходит медленнее, чем при традиционной сульфитной варке, но ускоряется при повышении концентрации бисульфита и температуры. Значительно повышенный pH варочного раствора и, соответственно, более низкая активная кислотность приводят к замедлению в целом процесса варки. Для ее ускорения применяют повышенные температуры – 150–165 °С (170 °С). Более низкие – для лиственных пород древесины, более высокие – для хвойных.

При бисульфитной варке гидролиз полисахаридов протекает менее интенсивно, чем при традиционной сульфитной варке, и в щелоке, кроме простых сахаров, содержится значительная часть олиго- и полисахаридов.

При варке бисульфитной целлюлозы в результате побочных реакций образуются формальдегид, ацетон, метиловый спирт, фурфурол, цимол.

1.3.3. Нейтрально-сульфитная варка

При нейтрально-сульфитной варке также основной реакцией, происходящей с лигнином, является сульфирование лигнина в твердой фазе с образованием лигносульфоновой кислоты. Конденсация лигнина в процессе нейтрально-сульфитной варки значительно менее вероятна, чем при обычной сульфитной варке, но все же отрицать такую возможность нельзя.

Гидролиз полисахаридов при нейтрально-сульфитной варке протекает еще менее интенсивно, чем при бисульфитной варке, в щелоках практически не обнаруживаются простые сахара, а перешедшие в раствор полисахариды гемицеллюлоз находятся в полимерной форме.

Побочные реакции при нейтрально-сульфитной варке исследованы мало.

1.3.4. Ступенчатые способы варки

Значительно расширяют возможности сульфитного способа получения целлюлозы ступенчатые способы варки. Они позволяют получать целлюлозу практически с любыми свойствами и выходом, значительно расширить ассортимент сырья для производства сульфитной целлюлозы, уменьшить вредные промышленные выбросы. Изменяя соответствующим образом условия ступеней (pH раствора, концентрацию, температуру и т.д.) можно обеспечить превалирование того или иного процесса, имеющего место при сульфитной варке, и получить продукт от холоцеллюлозы до целлюлозы высокой чистоты

для химической переработки. Существующие варианты ступенчатых варок можно разделить на две группы: варки с понижающимися значениями рН растворов по ступеням и варки с повышающимися значениями рН.

Группа варок с понижающимися значениями рН применяется в производстве целлюлозы для различных видов бумаги. Целлюлоза характеризуется повышенным выходом, легко размалывается, отличается высокой прочностью и легко отбеливается.

Повышение выхода целлюлозы при двухступенчатых варках происходит за счет сохранения глюкоманнана в хвойной древесине и глюкуроноксилана – в лиственной. Предполагается, что обработка древесины нейтрально-сульфитными или щелочными растворами приводит к деацетиливанию гемицеллюлоз. В результате этого ранее неупорядоченные молекулы, например, маннана, уплотняются, кристаллизируются, что делает его устойчивым к кислотному гидролизу во второй ступени, при снижении рН среды. Возможна также сорбция линейных молекул глюкоманнана поверхностью целлюлозных волокон и даже установление химической связи между гемицеллюлозами и целлюлозой.

Группа ступенчатых варок с повышающимися значениями рН предназначена для получения целлюлозы для химической переработки или для бумаг, требующих для своего производства целлюлозы высокой степени химической чистоты. В этих режимах варки вторая ступень рассматривается как горячее щелочное облагораживание. Ступенчатые варки, отличаясь высокой избирательностью растворения лигнина, почти не разрушают клетчатку, что способствует получению целлюлозы с более высоким выходом и химической чистотой.

Принцип ступенчатой варки целлюлоз для химической переработки заключается в предварительном относительно мягком кислотном гидролизе гемицеллюлоз, происходящим одновременно с сульфированием и растворением лигнина в первой ступени варки при рН 1,5; и щелочной варке с щелочными солями, слабыми щелочами или гидроксидом натрия во второй, представляющей, по существу, горячее облагораживание.

8. Регенерация диоксида серы и тепла

Сущность горячей, или тепловой, регенерации SO_2 состоит в том, что парогазовые сдвухи без охлаждения поглощаются кислотой в регенерационных цистернах при повышенном давлении. Фактором, определяющим полноту поглощения SO_2 , является рабочее давление в регенерационных цистернах; чем оно выше, тем больше степень поглощения SO_2 . Рабочее давление в регенерационных цистернах редко превышает 0,6–0,7 МПа, при таком давлении и температуре 80 °С регенерационная кислота имеет состав: 10 % всего SO_2 и 1 % основания. Недостатком таких схем является

накапливание в регенерационных цистернах инертных газов, что ухудшает условия поглощения SO_2 .

При комбинированной, или холодно-горячей, регенерации SO_2 парогазовые сдувки охлаждаются в теплообменнике и затем поглощаются сырой кислотой. Полученная регенерационная кислота используется в качестве охлаждающей жидкости в теплообменнике для парогазовых сдувок и при этом нагревается. Нагретая регенерационная кислота хранится в цистерне при повышенном давлении. Такая схема в настоящее время широко распространена.

Конструктивные различия в схемы регенерационных установок вносит способ опорожнения котла – вымывка или выдувка. При вымывке для регенерации SO_2 может быть применен любой тип регенерационной установки, но преимущественно – комбинированный. При выдувке схема регенерации SO_2 значительно усложняется необходимостью улавливания SO_2 и тепла выдувочных паров вскипания. Для их улавливания монтируется отдельная установка, состоящая из конденсатора смешения, бака-аккумулятора горячего конденсата паров вскипания, холодильника для SO_2 и абсорбера.

9. Получение лигносульфонатов и дрожжей

Отделяемый после варки от волокна сульфитный щелок содержит 90–100 кг/м³ органических веществ. Из них около половины составляют лигносульфоновые кислоты, 25–35 % редуцирующие вещества (РВ), т. е. сумма сахаров и других веществ, имеющих карбонильную группу. В составе РВ примерно 80–85 % различных сахаров, образовавшихся при варке вследствие гидролиза гемицеллюлоз и части целлюлозы. Активная кислотность щелока (рН) составляет 1–1,5. В щелоке содержится растворенный сернистый ангидрид, а также соли сернистой кислоты (моносльфит и бисульфит), небольшое количество уксусной кислоты, фурфурола и других соединений.

После варки отработанный щелок подвергают биохимической переработке, схема которой показана на рис. 1. Для удаления сернистого ангидрида, фурфурола и других летучих соединений щелок продувают острым паром в колонном аппарате. Если при варке применялась варочная кислота с растворимыми основаниями, то щелок дополнительно продувают воздухом с целью окисления сульфитов до растворимых сульфатов, не влияющих на ход биохимических процессов.

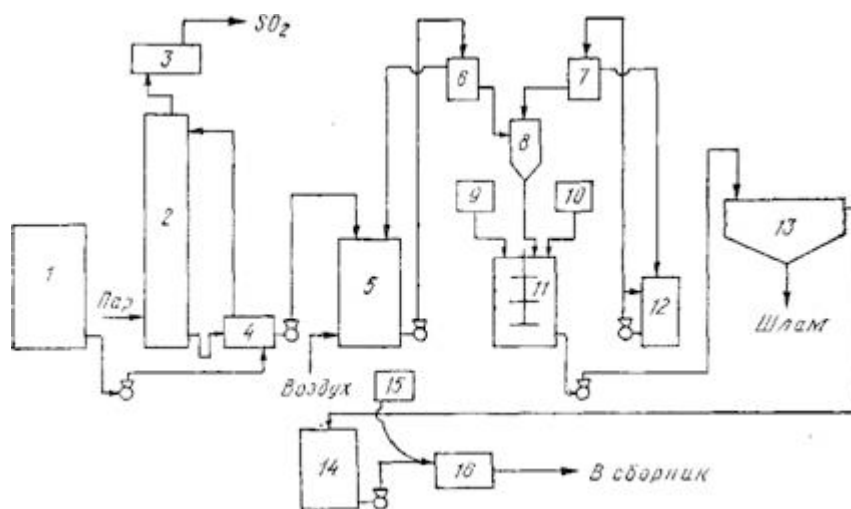


Рисунок 1 – Схема подготовки щелока к биохимической переработке:
 1 – сборник сырого щелока; 2 – колонна для продувки щелока паром;
 3 – конденсатор парогазовой смеси; 4 – теплообменник; 5 – окислитель;
 6, 7 – бачки постоянного уровня; 8 – нейтрализатор; 9, 10 – дозаторы питательных солей; 11 – смеситель; 12 – сборник известкового молока;
 13 – отстойник; 14 – сборник осветленного щелока; 15 – дозатор аммиачной воды; 16 – теплообменник

При сульфитной и бисульфитной варке целлюлозы высокого выхода и полуцеллюлозы в состав РВ в значительном количестве входят олигосахариды – промежуточные продукты гидролиза полисахаридов. Для превращения их в моносахариды (инверсии) к щелоку добавляют серную кислоту и кипятят его или же нагревают до 130 °С под повышенным давлением. Концентрация серной кислоты в щелоке в первом случае 0,3–0,5 %, во втором 0,1–0,2 %.

Далее щелок нейтрализуют обычно в две ступени. Сначала ведут частичную нейтрализацию известковым молоком и добавляют соли, содержащие азот, фосфор и калий, необходимые для минерального питания дрожжей (сульфат аммония, диаммоний фосфат, водную вытяжку из суперфосфата, хлористый калий), потом щелоку дают отстояться для его осветления. На второй ступени осветленный щелок нейтрализуют аммиачной водой до рН 4–5,5, тем самым вводя в него дополнительное количество азота. Общее количество азота должно составить около 5 %, фосфора (в расчете на Р₂О₅) около 2,5 % и калия около 1,5 % от РВ. Затем щелок охлаждают до 35–37 °С. Подготовленный щелок называют субстратом или суслом, его направляют на биохимическую переработку.

После подготовки щелок используют для производства кормовых дрожжей и лигносульфонатов.

В основе дрожжевого производства лежит контролируемое размножение одноклеточных микроорганизмов – дрожжей (дрожжеподобных грибов) с целью накопления их биомассы.

Для своего размножения и роста дрожжи нуждаются в углероде, кислороде, азоте, фосфоре, калии. Источником углерода являются моносахариды, а также некоторые органические кислоты, в частности уксусная. Кислород поступает с воздухом, а источником остальных элементов являются минеральные соли, введенные в щелок при его подготовке.

В дрожжевом производстве все процессы непрерывные. Схема этого производства показана на рис. 2.

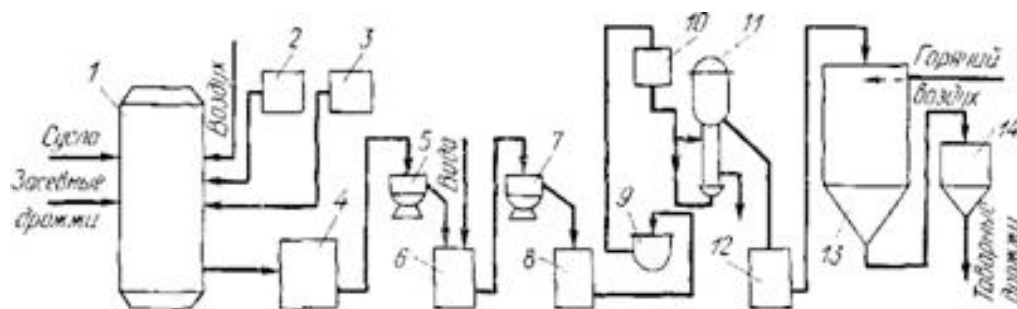


Рисунок 2 – Схема производства дрожжей: 1 – дрожжерастильный аппарат; 2 – дозатор аммиачной воды; 3 – дозатор питательных солей; 4 – флотатор; 5, 7 – сепараторы; 6 – промывной аппарат; 8 – сборник; 9 – плазмолизатор; 10 – сборник плазмолизата; 11 – вакуум-выпарная установка; 12 – сборник упаренного плазмолизата; 13 – распылительная сушилка; 14 – бункер

Выращивание дрожжей производят, как правило, в стальных дрожжерастильных аппаратах (инокуляторах) с эрлифтным воздушораспределением вместимостью чаще всего 600 м³.

В период пуска аппарата в него подают специально подготовленные засевные дрожжи. Для их получения берут чистую культуру дрожжей (т. е. не содержащую посторонних примесей, например, клеток других микроорганизмов), которую выращивают в стерильных условиях сначала в лаборатории, а затем в отделении чистой культуры на производстве. Воздух поступает в дрожжерастильный аппарат по трубе, на нижнем конце которой закреплена кювета. Сусло вытекает из трубы в кювету, разливается по ней и переливается через ее край. Воздух выходит через узкую (высотой 25 мм) кольцевую щель между кюветой и дном аппарата со скоростью 20 м/с, захватывает сусло и эмульгирует его. Пена вместе с избытком воздуха поднимается сквозь диффузор (полый стальной цилиндр с двойными стенками), заполняет весь аппарат, гасится под действием собственной тяжести, опускается вниз по периферии аппарата и снова поднимается через диффузор. Таким образом, осуществляется непрерывная циркуляция содержимого аппарата без применения механических перемешивающих устройств. При необходимости в аппарат подают аммиачную

воду для поддержания оптимальной величины рН среды. После того как установятся нормальные параметры процесса, подачу засевных дрожжей прекращают.

Дрожжи растут в пене при обильном снабжении кислородом из мелких пузырьков воздуха. На каждый килограмм абсолютно сухого вещества выращенных дрожжей приходится подавать в аппарат 20–40 м³ воздуха; при недостатке воздуха показатели процесса резко ухудшаются. Оптимальная температура среды при выращивании дрожжей 37–38 °С. В результате жизнедеятельности дрожжей выделяется тепло, которое необходимо отводить, иначе температура повысится и дрожжи погибнут. Для отвода тепла аппарат охлаждают водой снаружи, а диффузор – изнутри, через пространство между его стенками. Избыток дрожжей непрерывно выводят из аппарата в виде дрожжевой суспензии. Время роста дрожжей 3–5 ч. Это означает, что содержимое аппарата каждый час обновляется на 1/3–1/6 часть.

В циркулирующих дрожжах постепенно появляются посторонние микроорганизмы, что существенно снижает накопление биомассы и ухудшает качество дрожжей. Поэтому время от времени в дрожжерастильный аппарат добавляют такие же засевные дрожжи, какие были использованы в пусковой период.

Для получения товарных дрожжей необходимо отобранную из дрожжерастильного аппарата дрожжевую суспензию сгустить и высушить. Первоначальное сгущение производят во флотаторах, где пена расслаивается, выделяющиеся пузырьки увлекают дрожжевые клетки и образуют новую, более плотную пену, обогащенную дрожжами до концентрации 60–80 г/л. Последнюю сгущают на сепараторах до 150–250 г/л; дрожжи промывают водой, вновь сгущают на сепараторах до концентрации 500–600 г/л и промывают. Затем суспензию нагревают до 80 °С для придания дрожжам текучести за счет разрушения оболочек дрожжевых клеток (плазмолиза). Плазмолизат высушивают в распылительных сушилках (на некоторых заводах его предварительно упаривают в вакуум-выпарных установках) и товарные дрожжи упаковывают в бумажные мешки. Выработка дрожжей 9–10 т/сут на каждый действующий дрожжерастильный аппарат вместимостью 600 м³.

Выход дрожжей на 1 т выработанной целлюлозы нормального выхода составляет при переработке щелока 100–110 кг, сульфитно-спиртовой барды 30–40 кг.

В соответствии с техническими требованиями влажность дрожжей не должна превышать 10 % (в некоторых случаях допускается до 12 или 14 %). По содержанию истинного белка дрожжи подразделяются на четыре группы: высшую (не ниже 44 %), первую, вторую и третью (соответственно не ниже 41, 36 и 32 %).

Белок дрожжей является полноценным, в его состав входят все жизненно важные аминокислоты, витамины группы В (кроме В12), провитамин D (эргостерин), который может быть переведен в витамин D2 путем ультрафиолетового облучения дрожжей, а также микроэлементы. Вследствие этого дрожжи являются одной из наиболее ценных белково-витаминных доба-

вок к кормам для животных и птиц. Использование 1 т дрожжей обеспечивает экономию 5–7 т зерна и дополнительное производство 0,5–0,8 т свинины, или 1–1,5 т мяса птицы (в живом весе), или 10–15 тыс. шт. яиц. Введение в рацион питания телят и поросят 1 т дрожжей экономит 6 т цельного молока.

Освобожденную от дрожжей жидкость называют последрожжевой бражкой и используют для производства технических лигносульфонатов.

Последрожжевую бражку или сульфитно-спиртовую барду упаривают в многокорпусной (обычно 5–6-корпусной) батарее. В многокорпусной выпарной батарее жидкость в каждом корпусе упаривается лишь частично и поступает в следующий корпус, а образовавшийся пар (соковый пар) используется для нагревания жидкости в калоризаторе следующего корпуса. Это дает значительную экономию теплоэнергии по сравнению с однокорпусной выпаркой.

Батарея соединена с вакуум-насосом и давление в корпусах постепенно падает от первого к последнему, причем первые два корпуса находятся под избыточным давлением, а остальные – под разрежением. Перетекание жидкости из корпуса в корпус обеспечивается разностью давлений в корпусах. Бражку подают в первый корпус, готовый концентрат отбирают из последнего корпуса, но применяют и обратный порядок, когда бражку подают в последний корпус, а концентрат отбирают из первого корпуса (в этом случае жидкость из корпуса в корпус перекачивают насосом).

Теплопередающие поверхности калоризаторов (внутри трубок и в межтрубном пространстве) быстро загрязняются накипью. Живое сечение трубок уменьшается, сильно снижается теплопередача от пара к жидкости. Для уменьшения накипеобразования применяют разнообразные способы и приемы, среди которых – ограничение максимальной температуры в первом корпусе (не выше 120–125 °С, а при использовании щелока на аммониевом основании 105–110 °С) и систематическая промывка выпарных аппаратов кислым конденсатом сокового пара, способным растворять свежую накипь. На ряде заводов последрожжевую бражку сжигают с целью регенерации химикатов или получения тепла, в этом случае ее упаривают до массовой доли сухих веществ равной 55 %.

Технические лигносульфонаты выпускаются жидкие (с содержанием сухих веществ в различных марках продукта не менее 46, 47 и 50 %), твердые (не менее 76 %), а также порошкообразные. Технические лигносульфонаты обладают вяжущими и поверхностно-активными свойствами. Их применяют при приготовлении формовочных и стержневых смесей в литейном деле, в производстве огнеупоров, при изготовлении древесных плит в качестве связующего; в производстве цемента в качестве разжижителя сырьевой смеси; при получении дубителей как сырье для получения синтетических дубителей; при бурении нефтяных и газовых скважин для снижения водоотдачи буровых растворов; в дорожном строительстве в качестве обеспыливающей добавки для покрытий автомобильных дорог и др.

Путем оксиаммонолиза лигносульфонатов (насыщения аммиаком и окисления воздухом при нагревании под давлением) с последующим связыванием избытка аммиака азотной или фосфорной кислотой получают

сельскохозяйственные удобрения. Лигносульфонаты служат также сырьем для выработки ванилина.

10. Производство картона

В составе современного картона целлюлоза, основное сырье для изготовления тонкой бумаги, сочетается с веществами, имеющими в своем составе более жесткие, прочные и грубые волокна (древесная масса, макулатура, сульфатная целлюлоза). Доля вторичного и первичного сырья в готовом продукте влияет на такие его характеристики, как прочность, жесткость, барьерные свойства, а также внешний вид. Необходимую текстуру материалу придают путем введения канифольного клея, крахмала, глинозема (сернистого алюминия).

Производственный цикл состоит из двух этапов: подготовки сырья и выделки готовых листов.

На первом этапе макулатура и целлюлоза поступают в гидроразбиватель, где тщательно измельчаются и перемешиваются с водой, превращаясь в единую волокнистую суспензию. Полученная масса проходит несколько ступеней очистки: сначала крупноячеистое сито отсеивает крупные чужеродные частицы (скрепки и стекла), затем в турбосепараторе и вибросите из суспензии удаляются плотные комочки бумаги, остатки скотча, ткани, пластика, пленок и т. д. Очищенную от примесей массу дораспускают, добиваясь выравнивания консистенции, и помещают в композиционный бассейн, где к ней добавляют необходимые примеси.

На втором этапе очищенная и подготовленная бумажная масса подается на производственную линию, где обезвоживается, прессуется и сушится, превращаясь в картонный лист. Его поверхность выравнивается под высоким давлением, после чего нарезается на листы и рулоны требуемого размера.

Готовый картон может использоваться сам по себе или поступать в дальнейшую обработку (например, окрашивание или мелование). Для производства картонных уголков и гофрокартона картонные листы, образующие лайнер, склеиваются с бумажным флютингом.

Гофрокартон является основным материалом для производства картонных коробок, ящиков и упаковки. Этот материал представляет собой своего рода «бутерброд» из слоев плоского картона, проложенных более тонкой бумагой с характерной гофрированной структурой. Такая конструкция обеспечивает гофрокартону демпфирующие свойства, высокую жесткость и ударопрочность.

Современное производственное оборудование, используемое нашей компанией, позволяет получать картон, в полной мере отвечающий самым жестким мировым и российским требованиям и по внешнему виду, и в отношении эксплуатационных характеристик. Качество готовых картонных листов зависит от характеристик используемого оборудования.

11. Экологические проблемы предприятий сульфитных способов варки

Целлюлозно-бумажная промышленность относится к ведущим отраслям народного хозяйства, так как Россия располагает огромными лесосырьевыми ресурсами. Кроме того, велика потребность в продукции этой отрасли, как в России, так и за рубежом, и это определяет большой объем выпускаемой продукции. Продукцией целлюлозно-бумажной промышленности являются различные виды волокнистых полуфабрикатов (в т. ч. сульфитная и сульфатная целлюлоза), бумага, картон и изделия из них. Побочные продукты отрасли: кормовые дрожжи, канифоль, скипидар, жирные кислоты и др.

Выработка целлюлозы коренным образом отличается от бумажного производства и представляет собой химический процесс с довольно сложной системой регенерации химикатов. В противоположность этому производство бумаги является в основном механическим процессом с сопутствующими ему физико-химическими, главным образом, сорбционными явлениями. Вследствие такого различия именно производство целлюлозы является основным загрязнителем атмосферного воздуха и водоёмов. Производство бумаги и картона, за редким исключением, воздух не загрязняет, но загрязняет водоёмы стоками, содержащими преимущественно взвешенные вещества – волокно и наполнители. Кроме того, в состав ЦБК входит ТЭЦ, сжигающая природное топливо и также загрязняющая атмосферу и водоёмы.

Сульфитно-целлюлозное производство загрязняет атмосферу заметно меньше, чем сульфатно-целлюлозное, но оно характеризуется более интенсивным загрязнением водоемов. Главным загрязнителем атмосферы при сульфитном способе производства целлюлозы является сернистый ангидрид, который используется для приготовления варочной кислоты и в определенных количествах может выбрасываться в атмосферу при сдувках и выдувках в варочном цехе. Кроме того, сернистый ангидрид проникает в атмосферу с «хвостовыми» газа из башен или аппаратов приготовления варочной кислоты. С загрязнением атмосферы связаны процессы отбелики как сульфитной, так и сульфатной целлюлозы. Причина загрязнения атмосферы – применение для отбелики целлюлозы газообразного хлора и двуокиси хлора. К тому же при получении хлора и двуокиси хлора образуются такие токсичные соединения, как хлористый водород, пары ртути, сернистый ангидрид, щелочные аэрозоли. Хлор и двуокись хлора, а также другие вредные их спутники, обычно содержатся в вентиляционных выбросах.

Газовые выбросы, характерные для отбельного цеха, могут быть и на бумажных фабриках, осуществляющих побелку привозной целлюлозы.

Газопылевые выбросы целлюлозно-бумажных предприятий, загрязняя атмосферу, оказывают неблагоприятное влияние на здоровье людей и окружающую среду. Производство сульфатной целлюлозы сопровождается

специфическим неприятным и очень стойким запахом, который ощущается в направлении ветра на многие километры от предприятия, несмотря на то, что количество серосодержащих соединений, продуцирующих этот аромат, относительно невелико. Так, например, с отходящими газами содорегенерационного котлоагрегата уносится метилмеркаптана 10–20 кг в час. Однако порог обонятельного ощущения метилмеркаптана, имеющего очень сильный и неприятный запах (гнилого лука или гнилой капусты), составляет $0,000023 \text{ мг/м}^3$, что и определяет распространение «меркаптанового запаха» на большие расстояния.

Газовые выбросы не только отрицательно влияют на самочувствие и настроение людей, но могут также быть причиной более высокой заболеваемости населения, проживающего в районах, прилегающих к целлюлозно-бумажным предприятиям. При загрязнении атмосферы серой и её соединениями возрастает частота заболеваний органов дыхания.

Губительное воздействие газопылевые выбросы могут оказывать и на леса, вызывая усыхание деревьев, ослабление процессов роста и развития деревьев, нарушение фотосинтеза. Из хвойных пород больше всего подавляется рост лиственницы, из лиственных – осины.

Пылевые выбросы, оседающие на землю, увеличивают кислотность почвы и обедняют микрофлору. В результате биохимическая активность почвы снижается. Загрязнение почвы приводит, в свою очередь, к загрязнению грунтовых вод и водных источников.

12. Кинетика и теплообмен при сушке бумаги на многоцилиндровых установках

После прессования влажное бумажное полотно поступает в сушильную часть, основное назначение которой заключается в испарении влаги из материала до конечной относительной влажности 5–8 %.

Сушка является энергоемким процессом, а сушильная часть – наиболее громозкая и металлоемкая по сравнению с другими частями машины.

В сушильной части машины удаляется примерно 1,5 % всей влаги, подлежащей удалению из бумажного полотна на БДМ. Обезвоживание в сушильной части машины в 10–12 раз дороже, чем в прессовой, и в 60–70 раз дороже, чем обезвоживание, на сеточном столе. Сушильная часть потребляет примерно 25–33 % всей энергии, расходуемой на привод БДМ. Повышение относительной сухости бумажного полотна перед сушильной частью машины на 1 % соответствует экономии 5 % расходуемого на сушку пара.

В качестве энергоносителя для сушки бумаги в контактно-конвективных установках рекомендуется применять перегретый пар, имеющий перегрев на 15–20 °С, который необходим для компенсации транспортных потерь от котельной до БДМ и для предупреждения конденсации водяных паров в паропроводе.

Сушка бумаги происходит в результате контакта с поверхностью цилиндров, обогреваемых изнутри паром давлением 0,2–0,5 Мпа и температурой 120–145 °С. Поверхность цилиндра имеет температуру на 120–145 °С ниже, чем пар внутри него. Сушильные цилиндры располагаются обычно в шахматном порядке в два яруса.

Сушильная часть состоит из 10–80 цилиндров диаметром 1500–1800 мм. Бумажное полотно охватывает каждый цилиндр по дуге 225–235 °С, попеременно соприкасаясь то одной, то другой стороной.

Для повышения передачи тепла бумаге поверхность цилиндров полируется, с этой же целью применяют сетки, которые прижимают бумагу к цилиндрам.

Греющий пар поступает в цилиндр, а конденсат, образующийся там, удаляется через пароконденсатную головку и полуцапфу, расположенную с приводной стороны. Конструкция цапф различна в зависимости от скорости машины, давления пара и способа удаления конденсата. На высоких скоростях машины, когда в цилиндрах образуется замкнутое конденсатное кольцо, – с помощью неподвижных или вращающихся сифонов, принцип действия которых основан на выдавливании конденсата паром в конденсатопровод.

Очистку поверхности сушильного цилиндра производят шабером. Шабер должен удалять с поверхности цилиндра волокна, пыль, наполнители и др., а также отделять от цилиндра бумажное полотно при его обрыве или заправке, предотвращая наматывание полотна на цилиндр.

На эффективность очистки цилиндров оказывает положительное влияние возвратно-поступательное (осциллирующее) движение шабера вдоль цилиндра.

На преодоление силы трения шаберов с поверхностью цилиндров расходуется до 30–40 % энергии, потребляемой сушильной частью, поэтому для уменьшения этого недостатка на некоторых машинах шаберы устанавливают только на всех цилиндрах первой приводной группы, а далее лишь на первых и последних цилиндрах каждой последующей группы.

Процессу сушки предшествует мало продолжительный период нагрева бумаги до температуры испарения воды. Далее начинается первый период сушки – сушка с постоянной скоростью. В этот период происходит испарение воды с поверхности полотна и переход влаги из толщи материала к поверхности. Во втором периоде сушки из-за недостатка влаги в бумаге сушка замедляется, т.е. второй период – период падающей скорости сушки. Обычно группы цилиндров по пару совпадают с периодами сушки. Так, периоду нагрева бумаги соответствует третья группа по пару, сушке с постоянной скоростью соответствует вторая группа, а периоду с падающей скоростью – первая группа.

Свойства бумаги зависят от температуры поверхности сушильных цилиндров, поэтому она тщательно регулируется: в начале сушки она составляет 60–80 °С во избежание затруднения с канифольной проклейкой и снижения пористости, затем увеличивается до 120–130 °С, в конце сушки

снова понижается до 80–90 °С, чтобы исключить снижение механических показателей вследствие термодеструкции целлюлозы.

После сушки полотно бумаги имеет температуру около 70–90 °С, и если с такой температурой ее смотать в рулон, то снижаться она будет очень медленно, что отрицательно скажется на качестве картона из-за частичной термической деструкции растительных волокон. Для устранения этого полотно после сушки охлаждают до температуры 30–50 °С на холодильных цилиндрах, охлаждаемых изнутри проточной водой, или в специальных камерах с обдувкой его воздухом.

Вследствие того, что температура холодильных цилиндров или камер ниже «точки росы» окружающего их воздуха, пар, содержащийся в воздухе, будет конденсироваться на поверхности цилиндров. Образующийся конденсат увлажняет бумагу, благодаря чему она становится более эластичной и лучше поддается каландрированию. Кроме того, частичное увлажнение бумаги при охлаждении способствует снятию с ее поверхности статического электричества.

Холодильные цилиндры, как и сушильные, отличаются лишь устройством для подачи и отвода охлаждающей воды. Вода подается в холодильные цилиндры из водопроводной магистрали с лицевой стороны машины через перфорированную трубу, а удаляется с помощью черпака или сифона, которые, в отличие от сушильных цилиндров, находятся на большом (80–100 мм) удалении от внутренней стенки.

Заключение

Изучение литературных материалов, а также практический опыт, полученный на предприятии, позволили расширить запас знаний в области сульфитной варки целлюлозы, а также изготовления бумаги, кормовых дрожжей и лигносульфонатов. Нами были изучены все этапы изготовления бумаги, начиная от приготовления сырой кислоты и заканчивая водоочисткой. В рамках индивидуального задания более подробно был рассмотрен именно процесс сушки бумажного полотна, который оказывает значительное влияние на свойства получаемой бумаги.

Список литературы

1. Смирнов Р. Е. Производство сульфитных волокнистых полуфабрикатов: Учебное пособие / СПбГТУРП. – СПб., 2010. – 147 с.
2. Бутко Ю. Г., Поляков Ю. А., Смирнов Р. Е. Производство целлюлозы сульфитными способами варки: учебное пособие / СПбГТУРП. – СПб., 1995. – 85 с.

3. Гибертов З. Г., Вернер Е. В. Механическое оборудование предприятий для для производства полимерных и теплоизоляционных изделий. – Москва: «Машиностроение», 1973. – 416 с.
4. Переработка сульфатного и сульфитного щелоков: Учеб. для вузов / Б. Д. Богомолов, С. А. Сапотницкий, О. М. Соколов и др. – М.: Лесн. пром-сть, 1989. – 360 с.
5. Третьяков Ю. Д., Олейников Н. Н., Кеслер Я. А., Казимирчик И. В. Химия: Справ. материалы. – Москва: Просвещение, 1989. – 224 с.
6. Смирнов Р. Е., Бутко Ю. Г., Ашева И. Л., Булгаков С. В. Поведение углеводов и лигнина при сульфит-фосфорнокислой варке еловой древесины // Известия вузов: Лесной журнал. – 1997. – № 6. – С. 76 – 80.
7. Пазухина Г. А. Ступенчатые методы производства целлюлозы. – М.: Лесная промышленность, 1990. – 213 с.
8. Бутко Ю. Г., Поляков Ю. А., Смирнов Р. Е. Производство целлюлозы сульфитными способами варки: учебное пособие / СПбГТУРП. – СПб., 1995. – 85 с.
9. Непенин Н. Н. Технология целлюлозы. – М.: Лесная промышленность, 1976. – Т. 1. – 624 с.

Учебное издание

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

**Организация производственной практики
(научно-исследовательской работы) студентов
на кафедре физической и коллоидной химии**

Учебно-методическое пособие

Редактор и корректор М. Д. Баранова
Техн. редактор Д. А. Романова

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 29.01.2024 г. Рег. № 5023/24

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