

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 18.09.2023 12:55:34

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

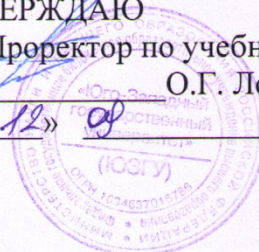
Кафедра фундаментальной химии и химической технологии

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

«12» 09 2023 г.



Методы и приемы поддержания режимов технологических процессов

Методические указания к выполнению практических работ
по курсу «Методы и приемы поддержания режимов технологических
процессов»

для студентов направления подготовки
18.03.01 - Химическая технология

Курск 2023

УДК 66.03; 66.08; 66.93

Составитель: С.Д. Пожидаева

Рецензент

Кандидат химических наук, доцент *Г.В. Бурых*

Методы и приемы поддержания режимов технологических процессов: Методические указания к выполнению практических работ по курсу «Методы и приемы поддержания режимов технологических процессов» для студентов направления подготовки 18.03.01 - Химическая технология/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: С.Д. Пожидаева. Курск, 2023. 46 с. табл. 41. рис. 3

Приведены методические указания к выполнению практических работ. Приводятся рекомендации по обработке и оформлению результатов, подготовка которых позволит студенту сформировать способность поддерживать безопасные условия функционирования химико-технологического процесса путем соблюдения его нормативно-технического оформления, поможет научиться создавать основные составляющие нормативно-технической документации и детализировать применительно каждого рабочего места в профессиональной деятельности.

Методические указания предназначены для бакалавров направления 18.03.01 - «Химическая технология».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. Уч.-изд.л. Тираж 35 экз. Заказ 880. Бесплатно

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Практическая работа №1. Изучение общей характеристики производства и его технико-экономического уровня. Характеристика производимой продукции	6
Практическая работа №2. Составление описания технологического процесса	14
Практическая работа №3. Составление описания материального баланса производства	20
Практическая работа №4. Расчет ежегодных норм расхода основных видов сырья, материалов, энергоресурсов и образования отходов производства	24
Практическая работа №5. Расчет норм технологического режима. Изучение управления технологическим процессом и контроля производством	27
Практическая работа №6. Изучение неполадок в работе и способов их ликвидации (предупреждения)	32
Практическая работа №7. Разработка мероприятий по охране окружающей среды при проведении технологического процесса. Изучение основных правил безопасной эксплуатации производства при проведении технологического процесса	36
Практическая работа №8. Составление технологической схемы процесса	39
Библиографический список	44

ВВЕДЕНИЕ

Для законного изготовления различных продуктов следует разработать определенную техническую и технологическую документацию, поэтому каждый вариант проводимого работником или группой (коллективом) работников процесса должен иметь некоторый пакет нормативно-распорядительной документации, включая соответствующие инструкции для каждого рабочего места. К числу важных документов относится технологический регламент производства.

Это нормативно-распорядительное оформление должно предшествовать проведению любого процесса в любой отрасли при любой классификации последней и необходимо для внутреннего пользования. В технологическом регламенте указаны все технические средства, применяемые в технологических процессах, способы производства, порядок действий работников предприятия, условия производства и прочее.

Химические процессы в этом плане каким-либо исключением не являются, но они определяют ряд существенных особенностей. В частности, гораздо большее внимание уделяется характеристикам исходного сырья и материалов, их степени чистоты и методам определения этих характеристик. Более полная и расшифрованная должна быть характеристика токсикологических и взрывопожароопасных свойств как каждого компонента, так и их смесей и композиций. Должна быть охарактеризована и экологическая опасность производимых отходов-загрязнений окружающей среды с указанием способов их переработки и (или) уничтожения и соответствующей оценкой их надежности, эффективности и возможных последствий. Для химических процессов гораздо больше нестандартных ситуаций и их характеристик. Существенные коррективы вносит и природа самого химического или химико-технологического процесса.

Технологический регламент — документ, который должен соответствовать нормативам и фиксировать технологический режим, определять порядок проведения операций технологического процесса, обеспечивая условия выпуска продукции требуемого качества и эксплуатации производства с максимальными экономическими и техническими показателями. Кроме того, в этом документе прописываются меры безопасности для сотрудников и охраны окружающей среды.

Технологический регламент позволяет получить готовую продукцию высокого качества, отвечающую требованиям российских или международных стандартов. Использование этого документа минимизирует материальные затраты предприятия, связанные с оплатой штрафов за

несоответствие товара действующим требованиям. Отсутствие указанного документа (несоблюдение требований законодательства) приведет к отказу в выдаче сертификационных разрешений.

Разработка технологический регламент основывается на документации, составляемой для опасного производственного объекта.

Технологический регламент на производство в стадии проектирования оформляется проектной организацией, в стадии эксплуатации — производителей с согласованием с автором процесса.

Регламент включает ряд позиций.

1. Общая характеристика производства и его технико-экономический уровень.
2. Характеристика производимой продукции.
3. Характеристика сырья, материалов и полупродуктов.
4. Описание технологического процесса и схемы.
5. Материальный баланс.
6. Ежегодные нормы расхода основных видов сырья, материалов и энергоресурсов, образование отходов производства.
7. Нормы технологического режима.
8. Контроль производства и управления технологическим процессом.
9. Неполадки в работе и способы их ликвидации (предупреждения).
10. Охрана окружающей среды.
11. Основные правила безопасной эксплуатации производства.
12. Перечень обязательных инструкций.
13. Технологическая схема производства.
14. Спецификация основного технологического оборудования.

При составлении технологического регламента производства каждый раздел содержит полную развернутую характеристику по всем пунктам плана.

Разработчиком технического регламента может быть любое лицо (организация или гражданин) (п. 8 ст. 7 ФЗ). Для обеспечения максимальной гласности и участия в обсуждении всех заинтересованных сторон, законом предусмотрено:

- обязательное опубликование уведомления о разработке проекта технического регламента, что позволит определить, на какую продукцию и процессы будут распространяться требования проекта ТР, цель разработки проекта, обоснование необходимости разработки, данные о разработчике.

- доступность проекта технического регламента для ознакомления;

- публичное обсуждение проекта технического регламента;
- обязательная экспертиза проекта экспертной комиссией.

Практическая и самостоятельная работа по дисциплине «Методы и приёмы поддержания режимов технологических процессов» методического пособия способствует формированию универсальных и профессиональных компетенций:

УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде.

УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.

ПК-2 Способен внедрять новое оборудование для измерения параметров наноматериалов и наноструктур.

ПК-3 Способен разрабатывать техническое задание и определять порядок выполнения работ на производстве.

ПК-4 Способен определять параметры функционирования оборудования для контроля технологии производства с ведением установленных форм отчетности.

Практическая работа №1

Изучение общей характеристики производства и его технико-экономического уровня. Характеристика производимой продукции

Цель работы: составить краткое общее описание метода производства конкретного продукта или композиции с указанием конкретного процесса, лежащего в его основе и его технологический уровень. Составить краткое общее описание получаемого продукта.

Любое производство создается под конкретный продукт, имеющий своего потребителя. Химическая промышленность является одной из самых сложных, требующих специальных знаний. Данные о качестве продукте являются основными, определяются требованиями потребителей, их показатели берутся из стандартов, технических условий, требований регламента, если процесс и построение схемы выполняется в учебных целях, то данные берутся из учебной литературы.

При составлении общего описания получаемого продукта приводятся требования, в соответствии с которыми должен получаться про-

дукт (или композиция). Оценивается и собирается информация о внешнем виде, агрегатном состоянии, цвете, форме кристаллов продукта, декоративные и другие свойства, определяемые органолептически. Требования к каждому продукту различны, поэтому в таблицу вносят все показатели (таблица 1).

Таблица 1 – Физико-химические свойства продукта

Наименование готового продукта	
1. ГОСТ, ТУ	
2. Химическая формула	
3. Внешний вид	
4. Содержание чистого продукта	
5. Наличие примесей	

Из всего многообразия свойств в таблицу 2 выписываются свойства, подлежащие проверке

Таблица 2 – Показатели продукта

№	Наименование показателя	Норма		
		1	2	3

В столбце 1 приводятся данные (характеристики) продукта - эталона сравнения. В промышленности эталоном сравнения является ГОСТ на данный продукт (ТУ, отраслевые ГОСТы и т.д.), для эксперимента подобные данные - соответствующие физико-химические характеристики из справочника. (таблица 2).

В столбце 2 приводятся те результаты, которые реально получаются на практике. Столбец 3 содержит характеристики усовершенствованного варианта.

Таблица 3 помимо показателей, подлежащих проверке, содержит информацию о методах испытания для данного показателя.

Таблица 3 - Физико-химические показатели продукта

№	Наименование показателя	Норма для продукта (композиции)	Метод испытания
1	2	3	4

В графе 2 указывается показатель, подлежащий испытанию, в третьем столбце его численное значение, а в последнем столбце приводится номер ГОСТа для химико-технологических процессов и ссылка на методику, и ссылка на учебно-справочную литературу, по которой проводилось испытание, - для лабораторных экспериментов. В последнем случае

указывается, имеет ли место публикация методики и где она разработана.

При лабораторном способе получения продукта общая характеристика и его технико-экономический уровень приводятся в методике, в которой помимо описания оборудования и оснащения закладываются допущения, принимаемые в качестве разрешений. Изменение такой методики допускается в научно-исследовательском эксперименте, где исследователь сам задает условия и сам их контролирует. Результатом в данном случае может служить информация о том, насколько стабилен и гарантирован выход получаемого продукта.

Характеристика готового продукта должна содержать следующую информацию:

- наименование продукта;
- категорию и номер действующего нормативного документа, регистрационный номер;
- сведения об организации (юридическом или физическом лице) - производителе или поставщике;
- основное назначение продукта и его потребительские свойства;
- условия безопасности применения, хранения, транспортирования, утилизации;
- требования к упаковке и маркировке;
- срок годности

Записывается уравнение реакции, в том числе и побочные реакции для определения компонентов сырья и возможных полупродуктов. От качества сырья, зависит протекание химического процесса, поэтому на следующем этапе выписываются физико-химические показатели сырья, материалов и полупродуктов, которые оформляются в виде таблиц 4, 5.

Таблица 4 – Физико-химические свойства сырья, материалов и полупродуктов

Наименование готового продукта	
1. ГОСТ, ТУ	
2. Химическая формула	
3. Внешний вид	
4. Содержание чистого продукта	
5. Наличие примесей	

В таблицы 4 и 5 вносятся все сырьевые составляющие, а именно: все исходные реагенты, участвующие в химическом взаимодействии; растворители, образующие реакционные среды, в том числе и вода, как ее составляющая; испытываемые газы, используемые как реагенты, так и

применяемые для создания среды (такие газы в баллонах как воздух, кислород, азот, гелий, аргон); катализаторы; вводимые добавки.

Таблица 5 - Характеристика сырья и материалов

№	Наименование сырья, материалов	Показатели, обязательные для проверки	Регламентированные показатели с допустимыми отклонениями	Регламент на методы испытания (ГОСТ, ОСТ, ТУ)	Назначение
1	2	3	4	5	

Наименования сырья и материалов (графа 2 таблицы 5) приводят в алфавитном порядке с подразделением на основные и вспомогательные. В группу основных включают все виды сырья и промежуточных продуктов, получаемые извне для данного производства, в том числе из других цехов предприятия, и воду для технологических нужд. В группу вспомогательных включают сырье, материалы и комплектующие изделия, применяемые в технологическом процессе как вспомогательные (фильтры, упаковка, моющие и дезинфицирующие растворы, используемые при санитарной обработке персонала, помещений и оборудования и т.п.). В графу 3 включают перечень основных показателей качества, которые независимо от наличия данных поставщика подлежат проверке перед использованием в производстве. Значения показателей, включаемые в таблицу, приводят с допустимыми отклонениями (графа 4). В графе 6 указывают, для производства каких промежуточных продуктов используется данный вид сырья.

К материалам относят материал реакционного аппарата, если требуется его определенная устойчивость к действию среды, бисер, применяемый как перетирающий агент, материал мешалки, если он чувствителен к реакционной среде и т.д.

Напротив каждого сырьевого составляющего указываются показатели, подлежащие обязательной проверке. Для индивидуальных веществ это могут быть какие-либо справочные данные из ГОСТа или литературы, например, плотность, показатель преломления, рН, температура кипения - для жидкости, внешний вид, содержание основного вещества, температура плавления - для твердого. Для композиций проверке подлежат вязкость и состав по отдельным компонентам и отдельным функциональным группам (непредельных, карбонильных соединений, кислот, эфирных составляющих и т.д.).

К категории полупродуктов относят сложные композиции, полученные в результате химического процесса, реакционную смесь, если она используется целиком, без разделения и выделения составляющих, а

также промежуточные продукты других процессов. Перечень промежуточных продуктов, получаемых в производстве, приводят по форме таблицы 6.

Таблица 6 - Характеристика полупродуктов

№	Наименование полу-продуктов	Показатели, обязательные для проверки	Регламент на методы испытания (ГОСТ, ОСТ, ТУ)	Стадия, операция, где	
				производится	используется
1	2	3	4	5	6

Регламентированные показатели с допустимыми отклонениями, указанные в столбце 4, определяются из накопленного опыта. Например, содержание основного вещества $\omega \pm \dots\%$, присутствие примесей. Если по происхождению и способу производства реагента его состав существенно отличается по содержанию какого-то компонента или примеси, то указывается, какой способ производства предпочтительнее.

Регламент на методы испытания в последнем столбце таблицы содержит номер ГОСТа, ОСТ, ТУ для химико-технологических процессов или название методики с ссылкой на учебно-справочную литературу. Допускается использование паспортов и технических условий, методик предприятия в случае выполнения НИР, связанной с данной отраслью промышленности.

Задание к практической работе №1

1. Для процесса составить краткое общее описание метода производства конкретного продукта с указанием процесса, лежащего в его основе и его технологический уровень.

1.1. Для получения наноматериала с антимикробными свойствами на основе оксида графена и наночастиц оксида серебра и оксида меди (II).

В 2-литровый стакан залили 600 мл водной суспензии оксида графена, что соответствует введению 6 г сухого оксида графена и поместили в водяную баню с температурой 45°C и после выдержки в течение 30 мин в водную суспензию ввели поочередно 4 г наночастиц оксида серебра и 8 г наночастиц оксида меди (II) и прилили 394 мл дистиллированной воды. Получили 1000 мл раствора с массой сухого остатка 18 г. Смесь обработали ультразвуком в течение 6 часов при перемешивании механической мешалкой (400 об/мин). Получили черную, прозрачную в тонком слое, дисперсию наноматериалов без осадка. Выход полученного наноматериала составил 98% с содержанием в нем оксида серебра 0.4% и ок-

сида меди (II) 0,8%. Размер наночастиц 1.7-8.0 нм по данным просвечивающей электронной микроскопии. Средний размер наночастиц 5.0 нм.

Для проверки устойчивости порцию полученной дисперсии (80 мл) пропустили через центрифугу (30 мин при 5000 об/мин). Осадок был незначителен, оптическая плотность пробы отцентрифугированной дисперсии составляла 0,941 (98% от исходной). [1]

1.2 Способ получения наночастиц серебра заключается в смешивании с раствором нитрата серебра растительного экстракта с последующим получением золя путем смешивания приготовленного экстракта с раствором нитрата серебра в объемном соотношении раствор нитрата серебра: экстракт 5(6):1, обработкой раствором гидроксида аммония до pH 8,0–8,5 и воздействием СВЧ-полем при температуре 65–70 °С в течение 10–20 мин. Сначала готовят растительный экстракт, для чего берут 5 г выжимок плодов аронии черноплодной, измельчают до однородной массы с размером частиц 5 мм, загружают в колбу и заливают горячей водой с соотношением компонентов 5:100 (100 мл), нагревают в течение 20 мин при температуре 90°С, затем подвергают воздействию ультразвуком течение 15 мин и отфильтровывают. Затем готовят золь смешением растворов нитрата серебра (0,005 моль/л) с экстрактом в объемном соотношении раствор нитрата серебра : экстракт 6:1. Обработку смеси проводят раствором гидроксида аммония до pH 8,0, так как размеры наночастиц серебра зависят от pH среды. Затем золь подвергают воздействию СВЧ- полем при температуре 70°С в течение 10 мин. [2]

1.3 Изготовление контрастных агентов для диагностики злокачественных новообразований методом магнитно-резонансной томографии (МРТ), магнитной сепарации, гипертермии, адресной доставки лекарств. В трехгорлую колбу на 250 мл, снабженную магнитной мешалкой, термометром, трубкой с краном для подачи газа, обратным холодильником и подводом инертного газа, помещают 100 мл раствора ацетилацетоната железа (III) с концентрацией 31,7 г/л и ацетилацетоната кобальта (II) с концентрацией 11,6 г/л в бензиловом спирте. Содержимое колбы нагревают до 50°С со скоростью 0,5°С/мин в течение 50 мин. После чего содержимое колбы нагревают с 50°С до 160°С со скоростью 25°С/ч, выдерживают при 160°С в течение 2 ч, после чего содержимое колбы охлаждают до комнатной температуры при подаче инертного газа аргона. Получают суспензию наночастиц феррита кобальта, для отделения которых суспензию переносят в химический стакан, в который затем добавляют 128 мл водорастворимого полярного органического растворителя - ацетона, содержимое стакана вначале перемешивают, затем переносят в

центрифужную пробирку и проводят отделение наночастиц центрифугированием при 6000 об/мин в течение 25 мин. Осевшие наночастицы феррита кобальта пять раз промывают порциями по 15 мл ацетона с последующим центрифугированием суспензии, осуществляя указанные стадии очистки наночастиц феррита кобальта в течение пяти раз. После этого к осадку добавляют 25 мл ацетона, смесь перемешивают, переносят в круглодонную колбу, которую для удаления ацетона присоединяют к роторному испарителю и проводят сушку до постоянной массы осадка. Получают 909 мг наночастиц феррита кобальта. По данным атомно-эмиссионной спектроскопии по определению количественного элементного состава наночастиц феррита кобальта по интенсивности отдельных спектральных линий. В образце наночастиц, полученных в примере элементное соотношение $[Fe]:[Co]$, установленное методом атомно-эмиссионной спектроскопии составило 2:1. Рассчитанные значения близкие к стехиометрическим для наночастиц $CoFe_2O_4$. [3]

2. Составить краткое общее описание получаемого продукта, привести характеристику производимого продукта и физико-химические показатели продукта, заполнив соответствующие таблицы, используя задания п. 1.

Пример выполнения задания

Метод микрокапсулирования антибиотиков цефалоспоринового ряда основан на получении микрокапсул цефотаксима, цефазолина, цефотаксима следующим образом: раствор антибиотика в воде, содержащий препарат ОС-20, диспергируют в 5%-ный водный раствор ПВС при перемешивании. Затем очень медленно по каплям добавляют ацетон и быстро фильтруют. Полученные микрокапсулы сушат при комнатной температуре.

Изучение этого метода производится на основе предложений и рекомендаций Юго-Западного Государственного Университета и предполагает:

- обеспечение стабильности антибиотиков группы цефалоспоринов посредством высокой стабильности полимерных мицелл;
- обеспечение всасываемости вышеуказанных антибиотиков при пероральном приеме;
- обеспечение производства данных лекарственных средств в виде раствора ввиду высокой стабильности;
- анализ микрокапсул различными методами, включая фармакопейные;

Осуществление этих мероприятий позволит: выявить наиболее широко используемые методы инкапсуляции; исследовать пригодность найденной в литературе методики анализа; получить данные о стабильности полученных микрокапсул; получить данные об их биологических свойствах.

Характеристика производимого продукта приведена в таблице 7. Физико-химические показатели продукта представлены в таблице 8. Пример заполнения таблицы «Характеристика сырья и материалов» представлена в таблице 9.

Таблица 7-Характеристика производимого продукта

Наименование показателя	Норма
Внешний вид	Порошок белого цвета без запаха и горький на вкус
Соответствие оболочки	ИК, КР-спектры идентичны ПВС
Соответствие содержимого	УФ-спектр микрокапсул идентичен спектру инкапсулируемого антибиотика
Растворимость в воде	Не менее 70(Q)
Содержание остаточных соединений (методом ГХ)	Не более:
метанол	0,001%
этанол	0,002%
ацетон	0,01%

Таблица 8 - Физико-химические показатели продукта

Наименование показателя	Норма	Метод испытания
Внешний вид	Порошок белого цвета, без запаха, горький на вкус	Визуальный
Растворимость в воде	Не менее 70(%)	Метод лопастной мешалки
Соответствие оболочки	ИК, КР-спектры идентичны ПВС	В спектрах комбинационного рассеяния спектральные линии 2921 см ⁻¹ -CH ₂ (ν _{ас}); 1452 см ⁻¹ CH (δ _{CH}); 1371 см ⁻¹ -OH (δ _{OH}). ИК-спектры: 3327 см ⁻¹ -OH (ν _{OH}), 2921 см ⁻¹ -CH ₂ (ν _{ас}); 1452 см ⁻¹ -CH (δ _{CH}); 1371 см ⁻¹ -OH (δ _{OH}).
Соответствие содержимого	УФ-спектр микрокапсул идентичен спектру инкапсулируемого антибиотика	Метод УФ-спектроскопии максимум поглощения при длине волны 234±1 нм, характерный для цефотаксима. УФ-спектры идентичны.

Таблица 9 -Характеристика сырья и материалов

Наименование сырья и материалов	Показатели, обязательные для проверки	Регламентированные показатели с допустимыми отклонениями	Регламент на методы испытания ГОСТ, ОСТ, ТУ	Назначение
Ацетон технический	1. Внешний вид 2. Массовая доля ацетона, %, не менее 3. Плотность, г/см ³ 4. Массовая доля воды, %, не более 5. Массовая доля метилового спирта, %, не более 6. Массовая доля кислот в пересчете на уксусную кислоту, %, не более	Бесцветная прозрачная жидкость 99,5 0,789-0,791 0,5 0,05 0,002	ГОСТ 2768-84 ГОСТ 2768-84 ГОСТ 18995 ГОСТ 2768-84 ГОСТ 2768-84	растворитель

Практическая работа №2

Составление описания технологического процесса

Цель работы: составить краткое общее описание технологического процесса по всем стадиям, начиная от приема, складирования и поступления сырья и материалов и заканчивая маркировкой и складированием полученного продукта.

Описывается технологический процесс по всем стадиям, начиная от приема, складирования и поступления сырья и материалов и заканчивая маркировкой и складированием полученного продукта. Включает в себя три основных раздела: прием и хранение сырья, рецептура получения продукта и само описание производственного процесса.

В разделе указывается, где и как осуществляется хранение исходного сырья с соблюдением норм и объемов хранения, каким образом происходит транспортировка реактивов со склада с учетом того, что смешение реактивов разного наименования недопустимо. Каждая партия сырья должна сопровождаться паспортом и проходить входной контроль по показателям, предусмотренным в регламенте. Использование реактивов без этикеток недопустимо.

Подраздел требуется для характеристики непрерывных процессов. Раздел включает расчет минимального запаса сырья, требуемого для избежания простоя за определенный период.

Рецептура получения продукта (композиции, раствора продукта) оформляется в виде таблицы 10.

Таблица 10 - Рецепттура продукта

№	Наименование компонентов	Количество, % масс.

Приводимая рецептура состава композиций содержит все составляющие компоненты готового изделия (товарные продукты и производимые полупродукты). Получение полупродуктов включается в описание технологической схемы даже в том случае, если они присутствуют в готовом виде на рынке. Это позволяет получать полупродукты уже требуемого качества. После таблицы составляется примечание, в которых указываются допустимые отклонения в отношении компонентов основной части рецептуры и возможные изменения в методике при переходе на некондиционное сырье.

Для составления технологической схемы необходимо собрать информацию о химизме процесса. Химизм процесса позволяет определить технологические параметры производства (расход, температура, концентрации компонентов, давление и другие характеристики), информацию вносят в таблицу 11.

Таблица 11 - Условия протекания химического процесса

Химическая реакция	
Агрегатные состояния веществ	
Является процесс гомогенным или гетерогенным	
Условия протекания реакции	
Наличие катализатора	
Влияние температуры	
Влияние давления	
Влияние поверхности контакта фаз	
Влияние концентрации исходных веществ	
Влияние концентрации получаемых веществ	
Сколько стадий имеет химическая реакция	
Скорость протекания реакции	
Факторы, замедляющие протекание реакции	
Какие особенности имеет данная химическая реакция	

В процессе химического производства исходные вещества, (сырье) перерабатывается в конечный (целевой продукт). Это осуществляется посредством ряда операций, к которым относятся подготовка сырья и пе-

ревод его в реакционноспособное состояние, химическое взаимодействие компонентов и заключительная обработка полученной реакционной смеси. Наряду с основным химическим процессом осуществляются различные механические, физические и физико-химические процессы: перемещение, изменение дисперсности, смешивание и разделение сырья и продуктов, тепло- и массообмен. Таблица 11 позволит определить в каком агрегатном состоянии и с какими технологическими параметрами сырье необходимо подавать в основной аппарат.

Технологическая схема всего основного производственного процесса приводится отдельно по каждой стадии, начиная от хранения сырья, стадии его подготовки к проведению процесса, включая сам процесс, переработку полученной реакционной смеси и постановку композиции на тип.

Необходимо учесть, что конечный продукт не всегда представляет собой индивидуальное вещество. Это вполне может быть раствор вещества. То есть форма готовой продукции диктуется и определяется рынком.

Характеристика технологической схемы включает все последовательно-параллельные стадии в той последовательности, в которой они осуществляются. Описание начинают с указания цели каждой стадии. Затем отмечают сущность и задачи процесса. Сама характеристика включает условия проведения (температура, давление), описание подготовительных операций (например, выход на заданный температурный режим и т.д.), последовательность операций, последовательность контроля, порядок ввода реагентов и т.д. То есть все то, что нужно сделать для проведения процесса с указанием элементов установки и требуемых численных значений цифровых показателей, подлежащих контролю и проверке.

Подготовка исходного сырья определяется его качеством и происхождением. Вариантов подготовки множество. Подготовительные стадии предполагают многовариантность, но на схеме выносятся основной вариант, а остальные в виде дополнений указываются в технологическом регламенте в виде примечаний.

В части технологической схемы, касающейся получения полупродуктов и конечного продукта, в обязательном порядке указывается не только температурный режим, но и способы его достижения и поддержания. Что же касается временных характеристик, то они приводятся только в разделе "Нормы технологического режима".

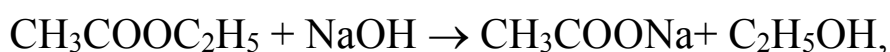
Задание к практической работе №2

1. Для процесса по указанию преподавателя заполнить таблицы по рецептуре и условиям протекания процесса

2. Составить краткое общее описание технологического процесса по всем стадиям, начиная от приема, складирования и поступления сырья и материалов и заканчивая маркировкой и складированием полученного продукта.

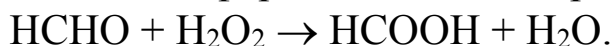
Варианты заданий

1. Омыление уксусноэтилового эфира щелочью при 298°C идет по уравнению



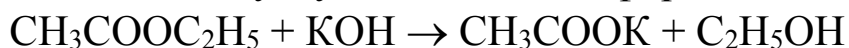
Исходные концентрации эфира и щелочи одинаковые и равны 0,016 моль/л.

2. Реакция формальдегида с перекисью водорода



проводится в водном растворе с использованием равных объемов 1 М растворов перекиси и муравьиной кислоты при 333,2 К

3. Омыление уксусноэтилового эфира щелочью при 298°C



При использовании 200 мл 25 %-ного KOH (удельный вес 1,05 г/см³) и 10 мл этилацетата (удельный вес 0,901 г/см³).

4. Получение индикаторных микрокапсул с использованием магнитных и плазмонных наночастиц.

Синтез С-точек: Люминесцентные углеродные точки (С-точки) представляют собой углеродные точки, дополнительно стабилизированные аминоэтиламинопропилизобутилом полиэдрического олигомерного силсесквиоксана (ПОСС) основного амина, размером 50 нм, получены методом высокотемпературного автоклавируемого сольвотермального синтеза. 5.5 ммоль лимонной кислоты и 5 ммоль прекурсора ПОСС основного амина растворяют в 10 мл о-ксилола в автоклаве с тефлоновым стаканом. Далее автоклав нагревают в течение 5 часов при температуре 200°C. После охлаждения автоклава до комнатной температуры, продукты реакции отфильтровывают и центрифугируют на скорости 5000 об/мин в течение 10 минут с целью разделения продукта реакции от агломератов крупных частицы. Синтез сфер карбоната кальция (CaCO₃), легированных магнитными наночастицами состава Fe₃O₄ : В соотношении 1:1 смешивают водный 0,33 М раствор CaCl₂ и водный 0,33 М рас-

твор Na_2CO_3 с добавлением 200 мкл водного раствора магнитных наночастиц состава Fe_3O_4 . Через 30 секунд реакции полученные сферы CaCO_3 центрифугируются 40 секунд на скорости 2500 об/мин. Образовавшийся осадок промывается два раза дистиллированной водой и осаждается центрифугированием в течение 40 секунд на скорости 2500 об/мин, надосадочная жидкость удаляется. Получение индикаторных микрокапсул: к осажденным сферам CaCO_3 , легированным магнитными наночастицами Fe_3O_4 , добавляется 1 мл 0,5 М раствора NaCl с концентрацией полиэлектролита ПААГ 6 мг/мл (рН 6,5). Полученная дисперсия встряхивается в течение 10 минут. Затем смесь центрифугируется в течение 30 секунд на скорости 4000 об/мин, надосадочная жидкость с избытком полиэлектролита ПААГ удаляется, осадок промывается два раза дистиллированной водой. Далее к сферам добавляется 1 мл 0,5 М раствор NaCl с концентрацией полиэлектролита ПСС 6 мг/мл (рН 6,5). Полученная дисперсия встряхивается в течение 10 минут и центрифугируется в течение 30 секунд на скорости 4000 об/мин, надосадочная жидкость с избытком полиэлектролита ПСС удаляется, осадок промывается два раза дистиллированной водой. Послойное формирование оболочки происходит благодаря чередующимся слоям противоположно заряженных полиэлектролитов. После покрытия слоями полиэлектролитов (ПААГ-ПСС) к сферам добавляется 200 мкл водного раствора углеродных точек в ПОСС, прикрепляющиеся к внешнему отрицательно заряженному слою полиэлектролита ПСС за счет электростатического взаимодействия. Раствор встряхивается в течение 10 минут и далее центрифугируется 30 секунд на скорости 4000 об/мин с целью удаления непрореагировавших С-точек вместе с надосадочной жидкостью. К полученному составу добавляется 1 мл 0,5 М раствор NaCl с концентрацией полиэлектролита ПААГ 6 мг/мл (рН 6,5). Полученная дисперсия встряхивается в течение 10 минут. Избыток полиэлектролита удаляется с помощью двух стадий отмывки: центрифугирование 30 секунд на скорости 4000 об/мин и добавление 1 мл дистиллированной воды, удаление надосадочной жидкости. Последней стадией получения индикаторных микрокапсул является добавление 200 мкл коллоидного раствора плазмонных металлических нанокристаллов, присоединяющихся к полиэлектролиту за счет электростатического взаимодействия. Полученная дисперсия встряхивается в течение 10 минут. Непрореагировавшие плазмонные металлические нанокристаллы удаляются с помощью центрифугирования в течение 30 секунд на скорости 4000 об/мин с последующим удалением надосадочной жидкости.

Пример выполнения данного задания.

Изучение взаимодействия диоксида марганца с йодидом калия в кислых средах в среде органического растворителя проводится в соответствии с уравнением



Рецептура получения продукта приведена в таблице 12. Расчет произведен на массу загрузки 40 г; температура, при которой протекает процесс $16 \pm 2^\circ\text{C}$.

Таблица 12 - Рецепттура получения продукта

Наименование компонента	Количество, г
Диоксид марганца, MnO_2	0,33
Йодид калия, КJ	1,33
Кислота-добавка	рассчитывается
Вода дистиллированная	0,2
Растворитель	$40 \cdot m_{\Sigma \text{КОМ-В}}$
Бисер	40

Примечание:

допускается использование кислоты в виде водных растворов;

допускается при взвешивании массы $\pm 2\%$;

в зависимости от концентрации водного раствора кислоты меняется содержание воды.

Описание технологического процесса предполагает выполнение следующих операций

- 1) Подготовить оборудование;
- 2) проверить качество сырья;
- 3) провести расчёт количества компонентов загрузки
- 4) взвесить диоксид марганца;
- 5) взвесить йодид калия;
- 6) взвесить кислоту-добавку;
- 7) взвесить дистиллированную воду;
- 8) взвесить растворитель;
- 9) взвесить бисер;
- 10) выполнить загрузку компонентов в реактор
- 10.1) загрузить растворитель;
- 10.2) загрузить бисер;

.....

- 11) приготовить раствор путем перемешивания помещенных в реактор компонентов в течение 5 минут, в условиях эффективно работающей бисерной мельницы (температура комнатная);
- 12) контролировать протекание процесса отбором проб по ходу процесса;
- 13) отключить установку от сети;
- 14) отделить реакционную смесь от бисера фильтрованием;
- 15) определить массу реакционной смеси;
- 16) отделить твердую фазу фильтрованием;
- 17) промыть бисер, реактор, мешалку;
- 18) высушить твердую фазу осадка;
- 19) определить массу осадка;
- 20) провести анализ продукта;
- 21) упаковать продукт, провести маркировку;
- 22) фильтрат направить на повторный процесс

Практическая работа №3

Составление описания материального баланса производства

Цель работы: составить материальный баланс производства продукта (получаемого результата).

Материальный баланс составляется для любого производства на основе статистически подтвержденных и научно-обоснованных данных и положений разработчика, отработанных в лаборатории и испытанных на предприятии. В любом случае данные для материального баланса – это статистически подтвержденные результаты с известной мерой точности и стандартным отклонением.

Материальный баланс составляется в интегральной форме и рассчитывается на производительность реакционного аппарата. Для непрерывных процессов это форма выглядит следующим образом:

«приход – расход = накопление».

Для периодически действующих процессов:

«Результаты составленного материального баланса оформляются в виде таблицы (табл. 13). Приход – это первичное сырье (твердое, жидкое, газообразное), расход – это конечные продукты и отходы производства. Итого в графе приход – это сумма взятого сырья. Итого в разделе расход – сумма образующихся отходов и сумма образующихся отходов. Полупродукты в балансе не фигурируют. Если же получение полупродукта – это цель производства, то для них составляется свой технологический регламент.

Таблица 13 - Материальный баланс

Приход		Расход	
Наименование компонентов сырья	Количество	Наименование полученных продуктов	Количество
Итого:		Итого:	

Материальный баланс производства подразумевает несоответствие по равенству из-за присутствия потерь, отнесенных к категории отходы. Отходы, относящиеся к категории безвозвратных, классифицируют по агрегатному состоянию. В примечании после расчетной части характеризуют количество и место образования отходов, расписывая и указывая основные источники образования и накопления отходов.

Раздел «Материальный баланс» требуется для расчета выработки ежегодных норм расхода основных видов сырья, материалов, энергоресурсов и образующихся отходов.

Задание к практической работе №3.

Для процесса по указанию преподавателя составить материальный баланс производства продукта.

Варианты заданий

1. Получения наночастиц хитозана. Готовят водный раствор аспарагината хитозана из расчета в нём концентрации хитозана $1.8 \cdot 10^{-2}$ М и концентрации L-аспарагиновой кислоты $3.0 \cdot 10^{-2}$ М. Для этого навески порошка хитозана и порошка L-аспарагиновой кислоты помещают в колбу заданного объема, добавляют расчетное количество бидистиллированной воды, перемешивают в течение 2-х час. Полученный раствор аспарагината хитозана фильтруют через фильтр Millipore с диаметром пор ≤ 0.45 мкм. Далее на инертной зеркальной подложке формируют тонкую пленку из этилового спирта, на поверхность которой напыляют раствор аспарагината хитозана в объемном соотношении [аспарагинат хитозана] : [спирт] = 1 : 1 и оставляют для испарения жидкости при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ не более 1 час. По данным РЭМ-микроскопии размер выделенных наночастиц хитозана составляет 50-80 нм. [4]

2. Для получения наноматериала с антимикробными свойствами на основе оксида графена и наночастиц оксида серебра и оксида меди (II).

В 2-литровый стакан залили 600 мл водной суспензии оксида графена, что соответствует введению 6 г сухого оксида графена и поместили в водяную баню с температурой 45°C и после выдержки в течение 30 мин в водную суспензию ввели поочередно 4 г наночастиц оксида серебра и 8 г наночастиц оксида меди (II) и прилили 394 мл дистиллированной

воды. Получили 1000 мл раствора с массой сухого остатка 18 г. Смесь обработали ультразвуком в течение 6 часов при перемешивании механической мешалкой (400 об/мин). Получили черную, прозрачную в тонком слое, дисперсию наноматериалов без осадка. Выход полученного наноматериала составил 98% с содержанием в нем оксида серебра 0.4% и оксида меди (II) 0,8%. Размер наночастиц 1.7-8.0 нм по данным просвечивающей электронной микроскопии. Средний размер наночастиц 5.0 нм.

Для проверки устойчивости порцию полученной дисперсии (80 мл) пропустили через центрифугу (30 мин при 5000 об/мин). Осадок был незначителен, оптическая плотность пробы отцентрифугированной дисперсии составляла 0,941 (98% от исходной). [1]

Примеры выполнения данного задания.

Материальный баланс производства олифы представлен в таблице 14, ПАН-волокна в таблице 15, прокаливания карбоната калия кальцинированного в таблице 16, производства йода в таблице 17.

Таблица 14 -Материальный баланс производства олифы

Приход		Расход		
Наименование компонентов сырья	Количество, кг	Наименование полученных продуктов	Количество, кг	
			Теоретически (т)	Серийного производства (т)
Масло растительное полувывсыхающее (без воды и летучих)	6000	Олифа	13122	12000
		*		
		Отходы безвозвратные, в т.ч.	0	55
Кислород воздуха	430	Твердые	0	20
Сиккатив масляный	787(т)	Жидкие конденсирующиеся	0	180
	720 (с)	газообразные	0	350
Бензин растворитель для ЛКМ (Уайт-спирит)	5905 (т)			
	5400 (с)			
Итого:	13122 (т)	Итого:	13122	12550
	12550 (с)			

* - жидкие отходы представляют собой прямой унос масла и оксидата с проточной газовой фазой в виде тумана; газообразные – преимущественно акролеин, формальдегид с небольшим количеством муравьиной кислоты; твердые – полимерная шуба на стенках реактора (удаляется при периодической чистке оборудования)

Баланс составлен на базе научно-обоснованных положений, отработанных в лаборатории

Таблица 15 - Материальный баланс производства ПАН-волокна

№	Приход		Расход	
	Наименование компонентов сырья	Количество, г	Наименование полученных продуктов	Количество, г
1	Дистиллированная вода	6,5	Модифицированное полиакрилонитрильное волокно	1,6360
2	Раствор гидроксида натрия (40 г/л)	8		
3	Раствор ПЭПА (100г/л)	10,1	Смесь компонентов после процесса модификации	23,92
4	Раствор формалина	0,8	Потери	0,488
5	Полиакрилонитрильное волокно	1,0044		
	Итого:	26,4044	Итого:	26,4044

Таблица 16 – Материальный баланс операции «Прокаливание карбоната калия кальцинированного»

Загружено			Получено		
Наименование веществ	Масса, кг		Наименование веществ	Масса, кг	
	В техн. форме, кг	В 100% исч., кг		В техн. форме, кг	В 100% исч., кг
А) сырье, в том числе: карбонат калия кальцинированный в т.ч. примеси	34,83*10⁻³	34,13*10⁻³	А) карбонат калия прокаленный; в т.ч. примеси	33,17*10⁻³	32,84*10⁻³
		0,70*10⁻³	Б) отходы, в том числе газообразных продуктов реакции	1,66*10⁻³	1,66*10⁻³
Итого	34,83*10⁻³	34,83*10⁻³		34,83*10⁻³	34,83*10⁻³

Таблица 17 – Материальный баланс производства йода

Приход		Расход	
Наименование компонентов сырья	Количество, г	Наименование полученных продуктов	Количество, г
Диоксид марганца	40,00	Отобранные для анализа пробы из реакционной смеси	2,225
Йодид калия		Масса фильтрата	34,130
Кислота-добавка		Масса осадка на стенках реактора и бисере	1,250
Дистиллированная вода		Потери	2,395
Растворитель		Бисер	40,00
Бисер	40,00		
Итого:	80,00	Итого:	80,00

Материальный баланс составлен в интегральной форме и рассчитывается на производительность реакционного аппарата.

Практическая работа №4

Расчет ежегодных норм расхода основных видов сырья, материалов, энергоресурсов и образования отходов производства

Цель работы: провести расчет ежегодных норм расхода основных видов сырья, материалов, энергоресурсов и образования отходов производства продукта.

Ежегодные нормы расхода основных видов сырья и материалов рассчитываются на единицу готовой продукции. На производстве это могут быть тонна, килограмм, в отдельных случаях грамм, а также 1 м ткани (погонный или квадратный) и т.д. Количество определяется видом продукции, ее количеством и потребностью в ней. Ежегодные нормы – это то количество сырья, материалов и энергоресурсов, которое нужно затратить на производство единицы готовой продукции, которые рассчитываются на базе материального баланса и служат основой для приобретения и контроля сырья. Полупродукты в таблицу включают в том случае, если они являются товарным продуктом другого предприятия и закупаются как сырье. При усовершенствовании производства эти нормы пересматриваются. Результаты оформляются в виде таблицы 18.

Таблица 18 - Ежегодные нормы расхода основных видов сырья и материалов

Наименование сырья и материалов	Нормы расхода (кг/т)		
	теоретические	научно-обоснованные	серийного производства

Теоретические нормы расхода – это идеальный случай без образования отходов. Возможны в таблице подстолбцы с плановыми заданиями по годам, которые вводятся ввиду необходимости совершенствования производства

При расчете ежегодных норм не учитывают способ производства, т.е. возможные остановки производства на капитальный ремонт, временные остановки, а также как работает предприятие – полный год, часть года, по сменам или часть дня и т.д. Ритмичная полная ежедневная загруженность производства легче, чем эпизодическая работа.

Таблица 19 составляется по расчету затраченных энергоресурсов.

Таблица 19 - Ежегодные нормы расхода энергоресурсов

Виды энергозатрат	Нормы расхода		
	теоретические	научно-обоснованные	серийного производства
Тепловая энергия			
Электрическая энергия			
Механическая			
Специальные виды энергии (например, у-ф, γ -излучения и т.д.)			

Подсчитываются средние затраты по всем видам энергии на единицу готовой продукции. Службы общего пользования считаются и равномерно распределяются на выпуск продукции. Чем больше служб, тем выше затраты. Таблица 20 составляется по ежегодным нормам образующихся отходов производства.

Таблица 20 - Ежегодные нормы образующихся отходов

Наименование отхода, агрегатного состояния, статья образования	Возможные направления использования, метод очистки или уничтожения	Нормы расхода (кг/т)		
		теоретические	научно-обоснованные	серийного производства

В отличие от предыдущих норм, где заложены противоречия между работодателем и исполнителем, при расчете этой части и те и другие заинтересованы в уменьшении их количества. Количество образующихся отходов контролируется соответствующими экологическими органами, за них предусмотрено наказание. В таблицу 20 вносятся все заявленные выше отходы. Отходы классифицируют по агрегатному состоянию. Указываются возможные направления использования, методы очистки или уничтожения в отдельной колонке, т.е. реальные действия в конкретном

производстве. Менее затратным и самым простым является утилизация в собственном производстве, очистка и уничтожение – затратные действия, влияющие на увеличение цены изделия. Самый распространенный способ уничтожения отходов – сжигание органической части отходов до углекислого газа и воды не устраняет возможность образования вредных примесей и требует образования нового рабочего места и соответственно приводит к появлению новых расходов, затрат и удорожанию цены.

Раздел служит для контроля качества проводимого производства. Плановые по годам нормы расхода вносит в регламент ответственный за нормирование работник ПТО.

Задание к практической работе №4.

1. На основании таблиц материального баланса задания практической работы №3 провести расчет ежегодных норм расхода основных видов сырья и материалов.

2. На основании таблиц материального баланса задания практической работы №3 провести расчет ежегодных норм отходов.

3. Синтез оксида церия CeO_2 Для синтеза готовят 0,2 М раствор соли $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ в воде. Температура проведения реакции 370-390°C, давление 240-260 атм. Объемный расход воды составляет 10 мл/мин, объемный расход реагента равен 3 мл/мин. Продукты реакции представляют собой раствор белесовато-желтого цвета, с последующим медленным осаждением твердого осадка [10].

Примеры выполнения данного задания.

Рассчитанные ежегодные нормы расхода основных видов сырья и материалов при производстве олифы приведены в таблице 21, производства раствора гидроксида лития в таблице 22, образующихся отходов в таблице 23.

Таблица 21 - Ежегодные нормы расхода основных видов сырья и материалов

Наименование сырья и материалов	Нормы расхода (кг/т)	
	теоретические	серийного производства
Масло растительное полувысыхающее (из расчета без воды и летучих)	457,2	500,0
Кислород воздуха (химически связываемый)	32,8	(35,8)*
Сиккатив масляный кобальтовый	60,0	10,0
Сиккатив масляный свинцово-марганцевый	-	51,0
Бензин-растворитель (уайт-спирит)	450,0	459,0
Итого:	1000,0	1055,8

Таблица 22– Ежегодные нормы расхода сырья и материалов

Наименование сырья и материалов, обозначение НД	Нормы расхода, кг	
	теоретические	практические
1	2	3
дистиллированная вода	$898,38 \cdot 10^{-3}$	$880,38 \cdot 10^{-3}$
Гидроксид лития высокочистый сорт	$31,68 \cdot 10^{-3}$	$17,892 \cdot 10^{-3}$

Таблица 23 - Ежегодные нормы образующихся отходов

Наименование отхода, агрегатного состояния, статья образования	Возможные направления использования, метод очистки или уничтожения	Нормы расхода (кг/т)	
		научно-обоснованные	серийного производства
Газообразные отходы:			
1. Образуются при оксидации растительного масла (преимущественно акролеин + формальдегид со следами муравьиной кислоты)	В производстве не используются, направляются в печь дожига	3,17	19,20
2. Образуются в стадии термоокислительной очистки (преимущественно вода и др. летучие)	В производстве не используются, летучая органика направляется в печь дожига	Полностью зависят от содержания и состава летучих в исходном масле	
Жидкие:			
Унос исходного масла и оксидата с проточной газовой фазой в виде конденсирующихся продуктов деструктивного окисления	Могут использоваться в основном производстве при их улавливании и возврата в оксидатор, в производстве не используются, уничтожаются сжиганием	15,83	15,00
Твёрдые:			
Полимерная шуба на поверхности оборудования	в производстве не используются, сжигаются на специальной площадке	0	1,67
Итого		19,0	45,87

Практическая работа №5

Расчёт норм технологического режима. Изучение управления технологическим процессом и контроля производством

Цель работы: провести расчет ежегодных норм расхода основных

видов сырья, материалов, энергоресурсов и образования отходов производства продукта

Предполагает описание технологического процесса по стадиям и операциям с указанием времени, пошедшего на реализацию каждой стадии от стадии подготовки сырья до сдачи готового продукта на склад. Общее время процесса определяется производительностью используемого оборудования. Нормы технологического режима оформляют в виде таблицы 24.

Таблица 24 - Нормы технологического режима

Наименование стадий материальных потоков и операций	Наименование технологических операций			
	Количество загружаемого материального потока, кг	Расход воздуха	Температура,	Длительность операции, час, мин
Итого:				Σ

Время каждой стадии суммируется и таким образом определяется длительность циклопроизводства в часах и минутах. Временные затраты на производство позволяют определить то количество продукции, которое можно получить в течение рабочего дня, месяца, года.

Использование природного сырья в производстве приводит к появлению фактора нестабильности: стадии начальной переработки сырья могут отличаться в десятки раз. Поэтому время процесса будет «плавающим», зависящим от состава сырья и способа его переработки. Нестандартное сырье дает нестандартное нерегламентированное время. Это все учитывается при составлении норм технологического режима и выявлению верхних и нижних пределов диапазона времени.

Форма контроля за производством и способы его управлением указываются в таблице 25. Перед таблицей указывается и характеризуется сложность выполняемого технологического процесса.

Таблица 25 - Основные виды пооперационного контроля

Стадия, операция, где производится контроль и (или) управление ходом окислительного процесса	Контролируемый параметр	Частота контроля	Качественная и количественная характеристика контролируемого параметра	Приемы управления и их исполнения	Характер и средства контроля	Выполняющий и ответственный за контроль

Обоснуется тщательность управления и контроля на всех стадиях. Контроль не только химический за составом, но и применяются все остальные виды контроля, в том числе визуальный (осмотр оборудования и всего рабочего места, наличие и пригодность материалов и т.д.). Если процесс нестабилен, то указывается, что является основанием нестабильности (например, качество природного сырья или низкое качество покупаемого сырья). Обязательно отмечается, что все данные контроля и управления фиксируются в рабочем журнале.

В первом столбце указываются все операции постадийно, в соответствии с описанием технологического процесса от стадии подготовки сырья до получения готовой продукции.

Частота проводимого контроля зависит от его вида. В зависимости от того, является ли контроль входящий, выходящий или текущий, частота его проведения будет разная. Например, для каждой партии, перед началом процесса, при каждой загрузке, для каждого реактора и т.д. Является ли он эпизодическим и проводится через какие-то промежутки времени или он непрерывный и запись проводится на соответствующий носитель и т.д.

Контролируемый параметр заложен или в соответствующем ГОСТе, ТУ или определяется для каждой стадии в зависимости от выполняемой операции (например, температура, время, дозировка, расход материала и т.д.). Меры по принятию решений на конкретных стадиях по каждому из параметров указываются в графе «Приемы управления и их исполнение». Здесь отмечаются общие и специфические особенности, связанные с последовательностью операций, соотношением их друг с другом и соответствующими временными характеристиками.

Таблица составляется на основании технологической схемы и всей предшествующей информации, собранной в виде таблиц в предыдущих разделах.

Задание к практической работе №5.

1. Для процесса получения наночастиц хитозана с включенным ципрофлоксацином [5] составить таблицу с нормами технологического режима

К 5 мл раствора хитозана в 0,5% водном растворе уксусной кислоты (4 мг/мл, рН= 4,6) при постоянном перемешивании по каплям добавляли 1 мл воды 1 типа и 6 мл раствора ципрофлоксацина (2 мг/мл), после чего к полученной смеси добавляли по каплям в течение 5 минут 8 мл раствора, содержащего триполифосфат натрия и октановую кислоту, и перемешивали в течение 1 часа при $(26 \pm 1)^\circ\text{C}$. Наночастицы, содержащие

ципрофлоксацин, отделяют центрифугированием при 5000 об/мин в течение 30 мин. Эффективность включения антибиотика составила $80,16 \pm 1,37\%$. Опытные препараты наночастиц содержат сферические или овальные частицы со средним размером частиц 262 ± 56 нм.

2 Для процесса получения материала, содержащего оболочки диоксида кремния на поверхности неорганических наночастиц [6] составить таблицу с основными видами пооперационного контроля.

Неорганические наночастицы оксида железа (3) гексагональной формы, с размеров грани 81 нм, диспергируют в бидистиллированной воде при помощи ультразвукового диспергатора для разрушения агломератов частиц. Масса частиц, взятых для диспергирования равна 1 г. Соотношение массы наночастиц и воды равняется 1 к 500. В полученную суспензию неорганических наночастиц добавляют водный раствор метасиликата натрия. Концентрация метасиликата натрия 0,01 моль/литр. К суспензии с добавленным раствором метасиликата натрия при перемешивании 1000 об/мин и температуре 25°C со скоростью 3 мл/мин добавляет 500 мл водного раствора соляной кислоты, с концентрацией 0,01 моль/литр. После добавления раствора соляной кислоты, смесь выдерживает в течение 8 часов без остановки перемешивания при комнатной температуре. После чего центрифугируют и промывают. Сушку полученных наночастиц оксида железа (3) с оболочками из диоксида кремния проводят в течении 12 часов при температуре 120°C .

Примеры выполнения данного задания.

Примеры рассчитанных норм технологического режима санитарной подготовки оборудования, помещений, персонала в таблице 26, прокаливания карбоната калия в таблице 27, производства олифы приведены в таблице 28, а основные виды пооперационного контроля в таблице 29. Таблица 26 Санитарная подготовка оборудования, помещений, персонала

Наименование элемента операции (работы)	Параметры технологического процесса			
	Наименование	Значение		
		технологическая норма		предельно допустимое
	мин.	макс.		
1	2	3	4	6
ополаскивание холодной или теплой водой для удаления влажных и незатвердевших остатков продукта и наружных загрязнений	T, °C	20	30	(не выше 35)

Продолжение табл. 26

1	2	3	4	6
мойка раствором моющих веществ с применением щеток и ершей для полного удаления загрязнений	продолжительность, мин	20	60	60
ополаскивание горячей водой до полного удаления моющего раствора	T, °C	40	50	60
дезинфекция изделий из стекла кипячением	T, °C	60	90	90
	продолжительность, мин	15	30	
санитарная обработка персонала (рук)	продолжительность, мин	1,5	3	-

Таблица 27 Нормы технологического режима прокаливания карбоната калия

Наименование элемента операции (работы)	Параметры технологического процесса			
	Наименование	Значение		
		технологическая норма		предельное
	мин.	макс.		
1	2	3	4	6
прокаливание тигля	T, °C	490	500	500
взвешивание навески карбоната калия и загрузка в муфельную печь	расход сырья, кг	$34,83 \cdot 10^{-3}$	$39,80 \cdot 10^{-3}$	-
нагрев муфельной печи с последующим прокаливанием карбоната калия	T, °C	490	500	505
извлечение тигля с карбонатом калия из муфельной печи с помещением в эксикатор и охлаждением	расход сырья, кг	$33,17 \cdot 10^{-3}$	$33,17 \cdot 10^{-3}$	--

Таблица 28 - Нормы технологического режима производства олифы

Наименование стадий материальных потоков и операций	Наименование технологических операций			
	Количество загрузаемого материального потока, кг	Расход воздуха	Температура,	Длительность, час, мин
1	2	3	4	5
1. Загрузка исходного масла и его термоокислительная очистка				
1.1. Взвешивание загрузочного количества растительного масла и перекачивание его в реакторы	6000 из расчета без воды и летучих	-	T окружающей среды	45 мин
1.2. Нагрев загрузки до 40-50°C	-//-	-	40-50°C	1 час

Продолжение табл. 28

1	2	3	4	5
1.3. Подача воздуха и продолжение нагревания до 120-125°C, начало термоокислительной очистки	6000	0,2-0,3	40-50°C → 120-125° С	5 час
1.4. Термоокислительная очистка сырья и подготовка его к окислению	6000	0,2-0,3	120-125° С	0-10 час *
Окисдация растительного масла				
2.1. Перекачивание растительного масла в необогреваемый оксидатор	6000	-	120-125 → 105-110°C	45 мин
2.2. Подача воздуха и начало окисдации		До 2	100-120	15 мин
2.3. Подача воды в рубашку и ее нагрев до кипения	700		100-120	45 мин
2.4. Повышение расхода воздуха и набор вязкости оксидата до регламентированного значения	6000	5	100-120°C	8 час
2.5. Прекращение подачи воздуха		0	100-120°C	5 мин
3. Приготовление олифы типа оксоль светлой				
3.1 Перекачивание оксидата в смеситель для приготовления олифы	6210	-	100-120°C до и менее	45 мин
3.2. Дозировка через весовой мерник и подача в смеситель сиккатива	758	-	окружающей среды	30 мин
3.3. Дозировка через весовой мерник и загрузка в смеситель уайт-спирита	5685			45 мин
3.4. Перемешивание до полной гомогенизации смеси	12633	–	60-80	1,5 часа
3.5. Отбор проб на анализ	-		40-60	10 мин
4. Постановка на тип и слив готовой продукции	12633	-	окружающей среды	10 мин
4.1. Корректировка и слив олифы	12633	-		1 час
4.2. Отстаивание	12633	-		24 часа
4.3. Передача олифы на расфасовку	12633	-		30 мин
Итого:				Σ

*- зависит от чистоты масла

Практическая работа №6

Изучение неполадок в работе и способов их ликвидации (предупреждения)

Цель работы: изучить формы неполадок производственного процесса и предложить способы их ликвидации

Таблица 29 - Основные виды пооперационного контроля

Стадия, операция, где производится контроль и (или) управление ходом окислительного процесса	Контролируемый параметр	Частота контроля	Качественная и количественная характеристика контролируемого параметра	Приемы управления и их исполнения	Характер и средства контроля	Выполняющий и ответственный за контроль
1	2	3	4	5	6	7
Подготовка сырья:						
Растительного масла	соответствие ГОСТ, ТУ	Для каждой партии	По показателям, указанным в разделе 3		Согласно ГОСТ, ТУ, указанным в разделе 3	ОТК, входной контроль, лаборатория, мастер
Сиккатива						
Уайт-спирита (растворителя)						
Подготовка оборудования	Чистота, исправность	Перед началом процесса	Оборудование должно быть чистым и исправным		визуально	аппаратчик
Загрузка сырья:						
Масла в реакторы поз.3 и 4	Дозировка, содержание влаги и летучих, вязкость, цветовой показатель	При каждой загрузке	По загрузочным нормам, зависит от исходного масла	Не допускать превышение оптимальной загрузки оксидатора с учетом содержания воды и летучих	Весовой мерник, согласно ГОСТ	Мастер, аппаратчик, лаборатория
Уайт-спирит в смеситель	дозировка	При каждой загрузке	Согласно рецептуре	Рассчитать дозировку, исходя из веса оксидата	Весовой мерник	Мастер, аппаратчик
Сиккатив в смеситель	-//-	-//-	-//-		-//-	

Продолжение табл. 29

1	2	3	4	5	6	7
Термоокислительная очистка растительного масла	Время начала нагрева	При каждой загрузке для каждого реактора	Какое получится		часы	
	Время начала нагрева до 40-50°C и пуска тока воздуха	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-
	Время достижения температуры 120-125°C	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-
	Время завершения термоокислительной очистки	-//-	Температура 120±5°C, проба масла должна иметь явное просветление и вязкость на 2-3 больше, чем исходное	Не допускать перекачивания растительного масла в оксидатор до полного завершения очистки	Часы, вискозиметр ВЗ-4, образец исходного масла в пробирке	Мастер, аппаратчик
...						
Готовая олифа	Качество олифы	Каждая партия	По показателям, указанным в ГОСТ, ТУ	Не допускается постановка на тип иными нерегламентированными приемами	ГОСТ 190-78	Лаборатория, ОТК

Для ответа на поставленные вопросы заполняется табличная форма записи (таблица 30). Описываются все неполадки, связанные с человеческой деятельностью, за исключением аварийных и чрезвычайных ситуаций, связанных с экстренным отключением света, воды и т.д.:

1. Неправильная загрузка в реактор (неправильное количество или ошибочно внесено другое сырье).

2. Недогрев или перегрев реактора (в результате отказа работы контролирующего прибора).

3. Превышение расхода газа или ускоренное парообразование.

4. Повреждение реактора.

5. Непредвиденная поликонденсация и полимеризация реакционной смеси, приводящие к образованию отходов.

Таблица 30 - Неполадки в работе и способы их устранения

Неполадки	Возможные причины возникновения неполадок	Действия персонала и способ устранения

Задание к практической работе №6.

1. Для процесса по указанию преподавателя составить таблицу с возможными неполадками в работе и способами их устранения

Примеры выполнения данного задания

Примеры выполнения приведены в таблицах 31 - 32.

Таблица 31 - Неполадки в работе оборудования и приборов при прокаливании карбоната калия

Неполадки	Возможные причины возникновения неполадок	Действия персонала и способы устранения
1	2	3
превышение массы карбоната калия после прокаливания	недостаточное время прокаливания	продолжить прокаливание при соответствующей температуре
масса карбоната калия после прокаливания меньше	температура превысила максимальное значение, прокаливание их при более высоких температурах приводит к разложению и уменьшению массы	определить содержание основного компонента, при условии, что не соответствует требованиям, отправить в отходы. Если не соответствует только по количеству, то выполнить операцию повторно, затем смешать продукт первой и второй партии

Таблица 32 - Неполадки в работе и способы их устранения

Неполадки	Возможные причины возникновения неполадок	Действия персонала и способ устранения
Сильное вспенивание масла в реакторе поз.3 и 4	Ток воздуха подачи при температуре, значительно превышающей рекомендованные 40-50°C	Прекратить нагрев, расход воздуха вплоть до нуля, охладить исходную загрузку до температуры менее 100°C, осторожно подать ток воздуха и провести удаление основной массы воды и летучих
	Присутствие больших количеств ПАВ в сырье	При температуре 40-50°C дать добавку перекиси водорода или другого пероксида, подать ток воздуха и вести процесс по регламенту
Аварийное прекращение подачи воздуха	Отключение электроэнергии	После устранения неисправности продолжить процесс в соответствии с регламентом; учесть удлинение окислительного процесса на время, превышающее вынужденный перерыв на 2-5 часов
	Неисправность воздухоудовки	
Разлив растворителя в помещении	Прорыв коммуникаций, неисправность в запорной арматуре	Обесточить электрооборудование выключением вне помещения; принять меры по уборке растворителя.
Темный цвет олифы, отсутствие прозрачности, большой отстой	Нарушение температурного режима окисления в сторону высоких температур	Выяснить причины нарушения температурного режима и устранить их

Практическая работа №7

Разработка мероприятий по охране окружающей среды при проведении технологического процесса. Изучение основных правил безопасной эксплуатации производства при проведении технологического процесса

Цель работы: выявить основные типы отходов, образующихся в технологическом процессе и предложить мероприятия по их устранению

Раздел начинается с описания конкретных отходов, образующихся в процессе и вынесенных в разделе «Материальный баланс». Количественные соотношения последних определяются факторами:

- степень чистоты исходного сырья;
- температурный режим;
- нарушение последовательности и режимных характеристик операций.

Далее описывается каждый фактор отдельно. К первому типу относят взвешенные твердые частицы, а также влага и летучие, содержащиеся в исходном сырье, а также другие примеси, которые могут попасть непосредственно на рабочем месте в результате небрежного хранения. Вода, присутствующая в сырье, также может привести к нежелательным последствиям, поэтому ее тоже удаляют. Ниже приводятся все операции по удалению и устранению указанных примесей и влаги, отмечая, в какой стадии, в каком режиме и каком агрегатном состоянии они присутствуют.

В этом разделе технологического регламента указываются все отходы и места их образования. К отходам относят также образование накипи на стенках, полимерной шубы на поверхности реактора и другие подобные явления, которые при стабильной работе могут не образовываться. Отходы, образующиеся после процесса, также классифицируют по агрегатному состоянию и расписывают меры по их устранению и использованию.

Все отходы рассматриваются на предмет токсичности в виде таблицы 33.

Таблица 33 - Токсикологическая характеристика компонентов на разных стадиях изготовления продуктов.

Наименование сырья, полупродуктов, готового продукта, отходов производства	Характеристика токсичности	ПДК в воздухе рабочей зоны производственных помещений

Перечисляются все сырье, полупродукты, готовые продукты и все отходы. Из всех предельно-допустимых концентраций указываются только нормы ПДК в воздухе рабочей зоны, как зоны, в которой непосредственно находится работающий персонал. Способы обезвреживания образующихся отходов представлены в форме таблицы 34.

Таблица 34 - Основные пути обезвреживания отходов производства

Отходы производства	Обезвреживание отходов	
	способ обезвреживания	по времени

В первой графе перечисляются все образующиеся отходы производства, с учетом их агрегатного состояния. Во втором указывается название способа. Например, сжигание на специально отведенной площадке, вывоз в централизованные места захоронения, переработка с целью утилизации отдельных компонентов. В последней колонке указывается как утилизируются отходы во времени. Здесь возможны варианты:

отходы перерабатываются непрерывно по ходу образования; отходы перерабатываются периодически по мере накопления соответствующего количества; отходы перерабатываются периодически по мере ввода в работу соответствующего участка по их переработке.

Задание к практической работе №7.

1. Для процесса по указанию преподавателя составить таблицу с токсикологической характеристикой компонентов на разных стадиях изготовления продуктов.

2. Для процесса по указанию преподавателя составить таблицу с основными путями обезвреживания отходов производства.

Примеры выполнения данного задания

Токсикологическая характеристика компонентов на разных стадиях изготовления олифы представлена в виде таблицы 35. Основные пути обезвреживания отходов представлены в таблице 36.

Таблица 35 - Токсикологическая характеристика компонентов на разных стадиях изготовления продуктов

Наименование	Характеристика токсичности	ПДК в воздухе рабочей зоны
Масла растительные	Практически нетоксичны; в очищенном виде используются как пищевые продукты	нелетучи
Уайт-спирит	Действует на организм как наркотик; вызывает раздражение верхних дыхательных путей, на коже дерматит и экземы. Класс опасности 4	300 мг/м ³
Олифа типа «оксоль»	Токсична, при длительном вдыхании вызывает раздражение слизистых оболочек глаз и дыхательных путей; при попадании во внутрь – более серьезные и сложные последствия, в том числе и обусловленные присутствием соединений переходных металлов	
акролеин	Обладает резким удушающим запахом, токсичен, вызывает сложные многоплановые поражения	2 мг/м ³
Сконденсированные отходы	Представляют собой растворы акролеина и формалина в воде, масле и их смесях с оксидом и относительно высокомолекулярными продуктами деструктивного окисления, токсичны, обладают резким удушающим запахом	

Таблица 36 Основные пути обезвреживания отходов производства

Отходы производ-ства	Обезвреживание отходов	
	Способ обезвреживания	по времени
Отходы газооб-разные неконден-сирующиеся	Сжигание в печи дожига	Непрерывно по ходу об-разования при оксидации растительного масла
Жидкие отходы сконденсирован-ные	Сливаются периодически в метал-лические бочки, накапливаются, вы-возятся автотранспортом, захорани-ваются на специально отведенной площадке	Периодически по мере накопления
Отходы твердые	Образуются при зачистке оборудо-вания, упаковываются в бумажные мешки, вывозятся автотранспортом и сжигаются на специально отве-денной площадке	Периодически по мере накопления

Практическая работа №8

Составление технологической схемы процесса

Цель работы: составить технологическую схему процесса

Технологический регламент предполагает составление технологической схемы и составлением спецификации. Эти элементы легко состав-ить, если предварительно выполнить следующие действия:

1. Составить пооперационную временную схему процесса.
2. Определение основного аппарата (аппаратов).

В общем виде составление временной схемы выполняется следую-щим образом. Проводится горизонтальная линия - ось времени τ . На этой оси последовательно отмечают все выполнимые операции и действия над системой. Любой процесс начинается с загрузки компонентов реак-ционной смеси, которая проводится в определенной последовательно-сти.

Начало и окончание процесса отмечается звездочками, все соответ-ствующее управление и комплекс операций, производимых над реакци-онной смесью, указываются стрелками. Например, повышение темпера-туры, понижение температуры, стабилизация температуры, введение до-полнительных компонентов, анализ смеси с отбором проб - отмечается на временной схеме. По окончании процесса реакционная смесь перера-батывается: охлаждается, если предварительно нагрета, фильтруется,

выпаривается и т.д. Образующиеся при этом фазы анализируются отдельно. От временной пооперационной схемы переходят к технологической схеме: определяем аппарат (аппараты), в котором протекает основная химическая реакция.

Условия протекания химической реакции определяют выбор оборудования и технологических параметров. Для составления технологической схем используем описание процесса, представленное в практической работе №2. Изучив описание химизма процесса и технологической схемы, определяем, как создание таких характеристик и параметров будут обеспечивать аппараты и оборудование перед основным аппаратом: теплообменники, фазоразделители, колонные аппараты. На основании данных составляем таблицы 37 – 39, в которых собираем все характеристики и с помощью которых возможно наглядно проследить изменение их от аппарата к аппарату.

Таблица 37 Функциональное назначение аппаратов

Стадия	Аппараты
Подготовка сырья к проведению химической реакции	
Химическая реакция	
Подготовка готового продукта требуемого качества	
Регенерация, утилизация побочных продуктов	
Утилизация, доведение до норм ПДК выбросов и отходов	

Таблица 38 - Таблица технологических характеристик основного аппарата

Тип аппарата	
Где происходит контакт реагирующих веществ	
Каким способом осуществляется контакт исходных веществ	
Наличие подвода тепла	
Наличие охлаждения	
Температура	
Давление	
Как происходит изменение концентрации в различных частях аппарата	
Как происходит ввод сырья	
Как происходит вывод готового продукта	
Соответствие требованиям готового продукта	

Таблица 39 - Технологические характеристики аппарата №...

Тип аппарата	
Стадия технологического процесса	
Процесс, проходящий в аппарате	
Температура	
Давление	
Концентрация веществ	

Все аппараты заносим в таблицу 40.

Таблица 40 - Схематическое изображение аппаратов на технологической схеме

Условное обозначение	Аппарат	Схематическое изображение на схеме

На основании пооперационной схемы определяем последовательность перемещения сырья от аппарата к аппарату до получения готового продукта. Последовательная связь характеризуется тем, что выходящий из предшествующего элемента поток является входящим для последующего элемента, и все технологические потоки проходят через каждый элемент не более одного раза.

Основная часть операций происходит в реакторе, поэтому нумерацию в схеме начинают с него. Дальнейшая нумерация или по основной цепочке, или в порядке значимости составляющих технологической цепочки. Все компоненты поступают в реактор со склада через дозирующие устройства. Если исходные компоненты жидкие, то на схему добавляют дозатор жидкости, насос для перекачки раствора, пневматическое устройство для перекачки растворов, и дополнительные устройства, требуются при этом, например, регулятор давления, клапан для сброса избыточного давления и т.д. Для твердых и газообразных веществ соответственно дозаторы для твердых и способ подачи газов. Если реакция в реакторе сопровождается внешним нагревом или охлаждением, то указывается, каким образом это выполняется: через внутренний или внешний обогрев (охлаждение), с помощью змеевика, паровой рубашки и т.д. На схеме присутствует запорная арматура в виде кранов на трубопроводах.

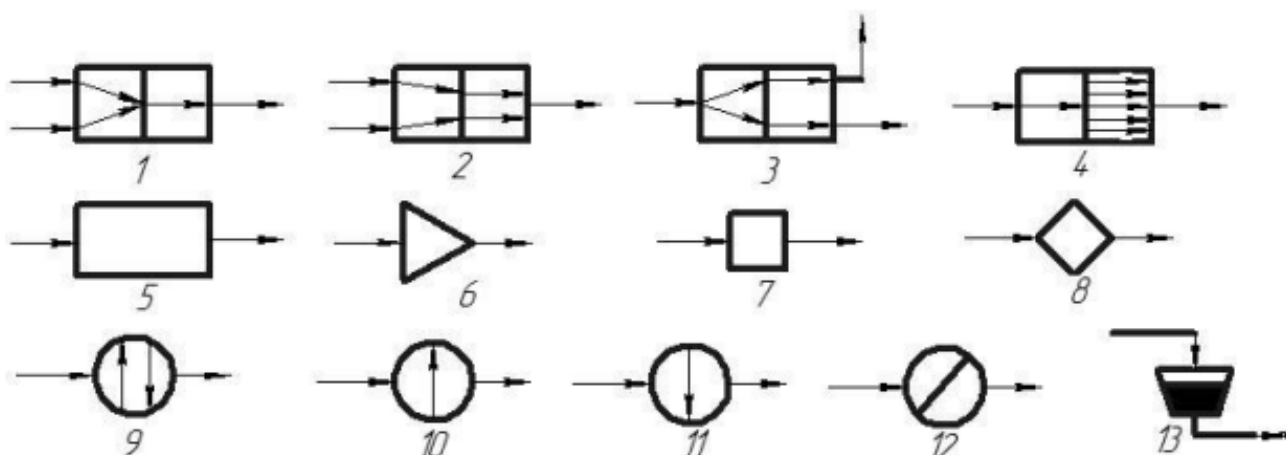
Спецификация оформляется в форме таблицы 41. Однотипные и одинаковые по параметрам элементы необходимо объединить. Вместе с указанием материала, из которого выполнено оборудование, отмечается способ его защиты, например, бронза, чугун, эмалированная сталь, гуммированная сталь и т.д.

Таблица 41 -Спецификация основного технологического оборудования

№	Наименование оборудования	Количество	Материал, способ защиты	Техническая характеристика

В характеристиках прежде всего указывается объем для позиций, находящихся в стационарном состоянии, и производительность используемого оборудования. Например, насос «РЗ - 30» производительностью 30 м³/час, шнековый дозатор производительностью 200 г/час.

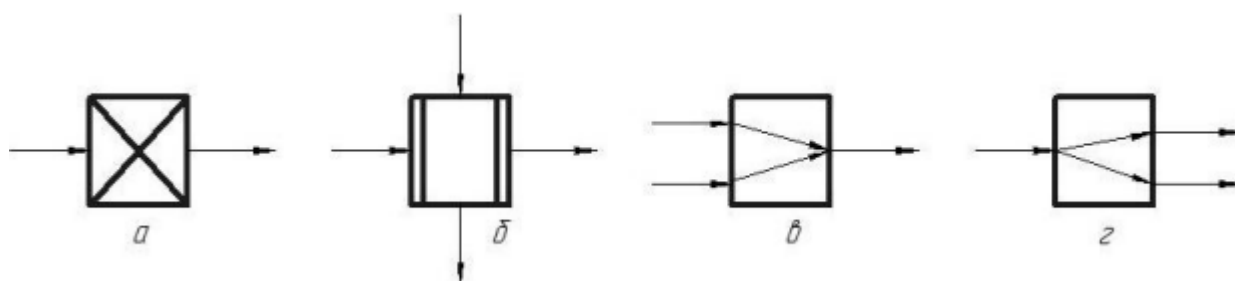
Условные обозначения типовых технологических операторов представлены на рисунке



1 – соединение без сохранения поверхности раздела (смешивание сред); 2 – соединение с сохранением поверхности раздела (образование слоя); 3 – разделение на фракции; 4 – измельчение; 5 – сложный процесс преобразования (комплекс физических, химических и биохимических процессов); 6 – дозирование; 7 – формообразование; 8 – ориентирование (в частности, предметов); 9 – термостатирование (поддержание постоянной температуры); 10 – нагревание; 11 – охлаждение; 12 – изменение агрегатного состояния; 13 – хранение

Рисунок 1 – Условные обозначения типовых технологических операторов

К основным относятся технологические операторы химического превращения (рисунок 2 а), межфазного массообмена (рисунок 2 б), смешения (рисунок 2 в) и разделения (рисунок 2 г). Основные технологические операторы обеспечивают функционирование ХТС в требуемом целевом направлении. Каждый технологический оператор рассматривают либо как совокупность нескольких типовых операторов, либо как один типовой технологический оператор.

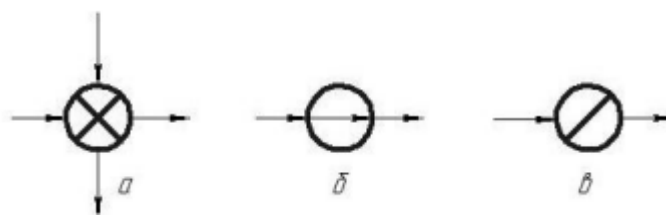


а – химического превращения; б – межфазного массообмена; в – смешения; г – разделения

Рисунок 2 – Основные технологические операторы химических производств

Кроме основных типовых технологических операторов, для повышения эффективности функционирования системы в ХТС используют

вспомогательные типовые технологические операторы, изменяющие энергетическое и фазовое состояния технологических потоков. К ним относятся операторы нагрева или охлаждения (рисунок 3 а), сжатия или расширения (рисунок 3б) и изменения агрегатного (фазового) состояния вещества (рисунок 3 в). Типовой технологический оператор изменения агрегатного состояния вещества соответствует физическим явлениям конденсации, испарения, растворения и т. п



а – нагрева или охлаждения; б – сжатия или расширения; в – изменения агрегатного (фазового) состояния вещества

Рисунок 3 – Вспомогательные технологические операторы химических производств

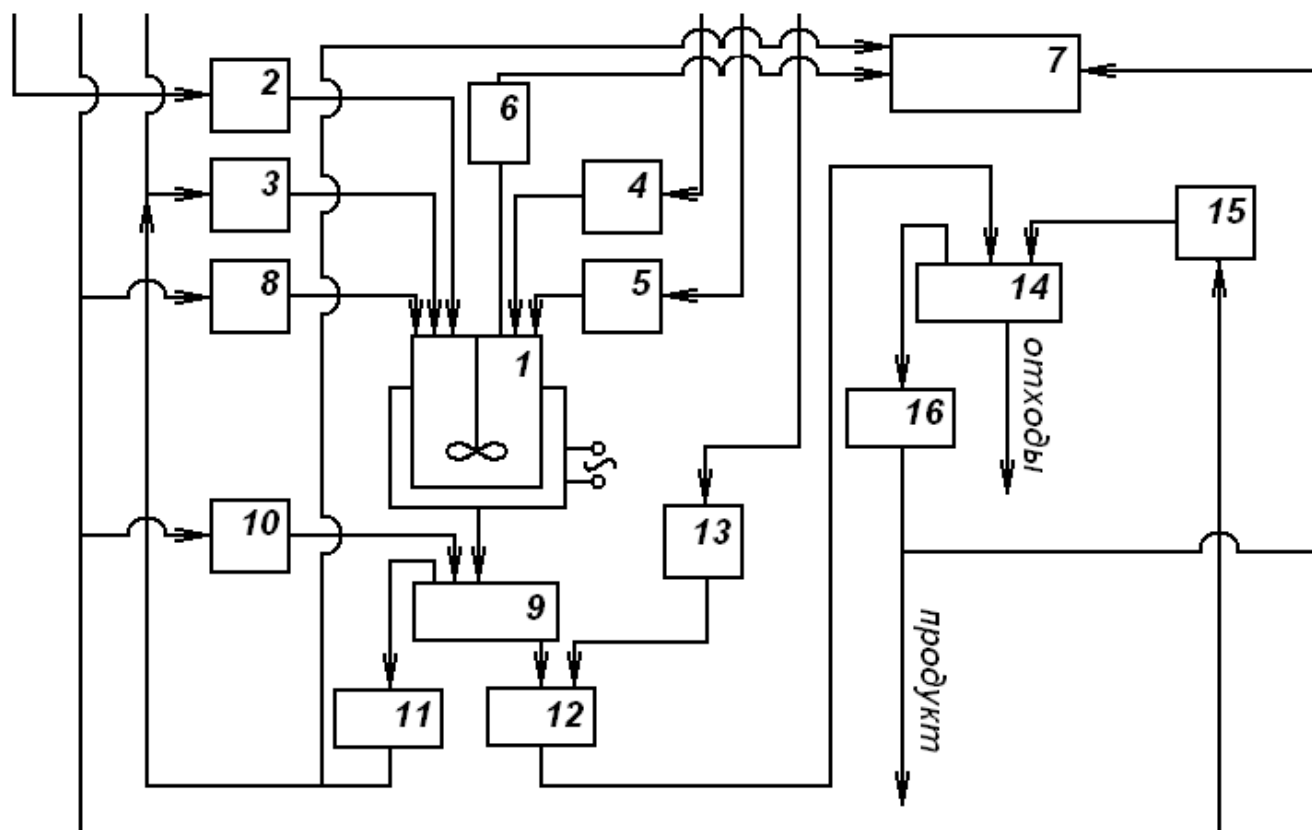
Различия между основными и вспомогательными операторами заключаются в том, что основные технологические операторы обеспечивают функционирование химико-технологической системы в требуемом целевом направлении, а вспомогательные – повышают эффективность функционирования системы путем изменения ее энергетического и фазового состояний.

Задание к практической работе №8.

1. Для процессов к практической работе №1 составить пооперационную временную схему процесса
2. Для процессов к практической работе №1 составить технологическую схему процесса
3. С помощью принятых условных графических операторов изобразить механический процесс: хранения; смешивания; разделения; дозирования; нагревания ; охлаждения; разделения

Пример выполнения данного задания

Технологическая схема производства акридонуксусной кислоты представлена на рисунке 4



1 – реактор; 2 – дозатор гидроксида калия; 3 – дозатор акридонна; 4- дозатор диметилсульфоксида; 5 – дозатор этилового эфира монохлоруксусной кислоты; 6 – пробоотборник; 7 – хроматограф; 8, 10, 15 – дозаторы воды; 9, 14 - фильтровальные установки; 11, 16 – аппараты для сушки; 12 – емкость для подкисления; 13 – дозатор соляной кислоты

Рисунок 4 – Технологическая схема производства акридонуксусной кислоты

Библиографический список

1. Патент № 2737851 С1 Российская Федерация, МПК А01Р 1/00, А01N 59/16, А01N 59/20. Способ получения наноматериала биотехнологического назначения на основе оксида графена и наночастиц оксидов серебра и меди : № 2019142966 : заявл. 23.12.2019 : опубл. 03.12.2020 / А. А. Гусев, О. В. Захарова, А. Г. Ткачев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина" (ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, ТГУ им. Г.Р. Державина").
2. Патент № 2730824 С1 Российская Федерация, МПК С01G 5/00, В22F 9/24, В82Y 40/00. способ получения наночастиц серебра : № 2019144655 : заявл. 28.12.2019 : опубл. 26.08.2020 / Т. Е. Никифорова, А. А. Смирнова, И. А. Афонина ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ивановский государственный химико-технологический университет".

3. Патент № 2787203 С1 Российская Федерация, МПК С10G 49/00, С01G 51/00, В82В 3/00. Способ получения наночастиц феррита кобальта : № 2022123700 : заявл. 06.09.2022 : опубл. 29.12.2022 / А. В. Иванова, М. А. Абакумов ; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС".

4. Патент № 2727360 С1 Российская Федерация, МПК С08В 37/08, В82В 3/00. способ получения наночастиц хитозана : № 2019129512 : заявл. 19.09.2019 : опубл. 21.07.2020 / Т. Н. Луговицкая, А. Б. Шиповская, С. В. Сбитнева, А. М. Захаревич ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского".

5. Патент № 2751699 С1 Российская Федерация, МПК А61К 9/51, В82В 3/00, В82У 40/00. Способ получения наночастиц хитозана с включенным ципрофлоксацином : № 2020124883 : заявл. 17.07.2020 : опубл. 15.07.2021 / А. М. Жиров, Д. А. Ковалев, Д. В. Ульшина [и др.] ; заявитель Федеральное казённое учреждение здравоохранения "Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт" Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

6. Патент № 2715531 С2 Российская Федерация, МПК С01В 33/143, В82У 30/00. Способ получения оболочек диоксида кремния на поверхности неорганических наночастиц : № 2017146686 : заявл. 28.12.2017 : опубл. 28.02.2020 / Е. В. Юртов, А. А. Серцова, С. И. Маракунин, Д. С. Добровольский ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева", РХТУ им. Д.И. Менделеева".

7. Снятков, Е. В. Технологические процессы изготовления производственных изделий / Е. В. Снятков. - Воронеж : Воронежская государственная лесотехническая академия, 2012. - 79 с.

8. Сибикин, Ю. Д. Безопасность труда при монтаже, обслуживании и ремонте электрооборудования предприятий / Ю. Д. Сибикин. - М.: Берлин : Директ-Медиа, 2014. - 338 с.

9. Овчарова, Л. Г. Безопасность в чрезвычайных ситуациях / Л. Г. Овчарова, Л. Хорошилова. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2010. - 164 с.

10. Патент № 2488560 С1 Российская Федерация, МПК С01F 17/00, В82В 1/00, В82У 40/00. Синтез наночастиц оксида церия в сверхкритической воде : № 2011145181/05 : заявл. 07.11.2011 : опубл. 27.07.2013 / В. И. Аникеев ; заявитель Учреждение Российской академии наук Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения РАН.

11.

<http://elib.osu.ru/bitstream/123456789/13772/1/%D0%93%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%BD.pdf>