

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра промышленной экологии

ТЕХНОЛОГИЯ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Методические указания к выполнению курсовой работы
для студентов специальности 1–57 01 01 «Охрана окружающей среды
и рациональное использование природных ресурсов»

Минск 2014

УДК 66.0(073)
ББК 35я73
Т38

Рассмотрены и рекомендованы редакционно-издательским советом Белорусского государственного технологического университета.

Составители:

Т. А. Жарская, О. С. Залыгина

Рецензент

доктор технических наук, профессор кафедры
химической переработки древесины БГТУ

Т. В. Соловьева

Т 34 **Технология основных производств** : метод. указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности 1–57 01 01 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» / сост. : Т. А. Жарская, О. С. Залыгина. — Минск : БГТУ, 2014. — 47 с.

Методические указания предназначены для помощи студентам специальности 1–57 01 01 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» при выполнении курсовой работы по дисциплине «Технология основных производств». В работе даны приложения, в которых приведены образцы оформления разделов курсовой работы.

УДК 66.0(073)
ББК 35я73

© УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2014

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в основе экологической политики Республики Беларусь лежит принцип устойчивого развития. Это предполагает такое экономическое развитие, при котором удовлетворение потребностей людей происходит без ухудшения качества среды обитания (климат, состояние атмосферы, гидросферы, почвы и других природных ресурсов) для них самих и для последующих поколений. Поэтому в настоящее время актуальна разработка и принятие нового подхода к управлению в области охраны окружающей среды (ОС). Этот подход направлен на поощрение новых производств, технологий, процессов, продукции, услуг, которые более ресурсоэффективны (экологичны) и учитывают воздействие на ОС в течение всего их жизненного цикла. Такой подход должен лежать в основе экологизации всей экономики. Его реализация возможна в пределах эколого-экономической системы (ЭЭС). В данном случае под ЭЭС следует понимать интеграцию экономики и природы, представляющую собой взаимосвязанное и взаимообусловленное функционирование общественного производства и протекание естественных природных процессов. Эти формы позволят перейти к устойчивому промышленному производству, в основу которого будут положены принципы «неистощительного» природопользования и сохранения качества среды жизни.

Цель дисциплины — усвоение студентами основных правил и принципов функционирования промышленных технологических объектов с рассмотрением их как неотъемлемой части эколого-экономической системы.

Задачами дисциплины «Технология основных производств» являются:

- рассмотрение особенностей химических технологий в секторе промышленного производства;
- изучение основных способов и процессов производства продукции химической промышленности;
- изучение химических превращений исходных сырья и материалов в процессах их последовательного прохождения по технологическим стадиям;
- рассмотрение возможных сырьевых баз (включая отходы производства) и влияния видов и качества используемых материалов на экологические аспекты технологии;
- выявление основных источников и причин воздействия рассматриваемой технологии на окружающую среду.

Достижению поставленной цели способствует написание курсовой работы. Ее выполнение направлено на закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных студентами в процессе освоения как настоящей дисциплины, так и изученных ранее: общей и неорганической химии, физической и коллоидной химии, общей химической технологии, инженерной графики и др. Кроме того, в процессе выполнения курсовой работы прививаются навыки применения этих знаний для выполнения последующих курсовых и дипломного проектов. Знание общих закономерностей промышленных технологий даст возможность будущим специалистам выявлять приоритетные для конкретных производств экологические аспекты и находить соответствующие решения по их оптимизации.

Курсовая работа завершает подготовку по дисциплине «Технология основных производств» и выполняется в 7 семестре. Некоторые вопросы, рассматриваемые в данной работе, связаны с курсовыми работами и проектами, выполняемыми по специальным дисциплинам: «Мониторинг окружающей среды», «Технические основы охраны окружающей среды», «Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза».

В соответствии с программой данной дисциплины в курсовой работе студентам предлагается изучить физико-химические основы химико-технологического процесса, составить технологическую схему производства, определить выход продукта, провести расчет материального баланса, охарактеризовать жизненный цикл продукции.

Данное методическое пособие содержит указания и рекомендации по выполнению и оформлению курсовой работы.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Студенты дневной формы обучения получают задание на курсовую работу после защиты отчета по общеинженерной практике.

Студенты заочного обучения задание на курсовую работу получают во время экзаменационной сессии, предшествующей курсовому проектированию.

Вопросы, подлежащие разработке, перечень графического материала и календарный график работы над курсовой работой регламентируется заданием, которое оформляет руководитель работы и утверждает заведующий кафедрой.

В период выполнения работы студент посещает индивидуальные консультации, которые проводит руководитель. Текущий контроль над ходом работы осуществляет руководитель. Выполненная работа содержит пояснительную записку и графическую часть. К защите допускаются работы, проверенные и подписанные руководителем. При оценке работы учитывается соответствие ее заданию, глубина проработки вопросов, обоснованность заключений, выводов, правильность расчетов, качество оформления, оригинальность и самостоятельность решений, умение излагать результаты работы, обосновывать принимаемые решения и отвечать на заданные при защите вопросы, а также своевременность выполнения графика работы.

2. ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа должна содержать пояснительную записку и графический (иллюстративный) материал. Пояснительная записка должна последовательно включать:

- титульный лист (приложение А);
- задание на курсовое проектирование (приложение Б);
- реферат;
- содержание;
- введение;
- основные разделы;
- список использованных источников;
- приложения (при их наличии).

При оформлении курсовой работы нужно ориентироваться на требования, которые установлены СТП БГТУ 001–2010 «Проекты (работы) дипломные. Требования и порядок подготовки, представления к защите и защиты». Основные требования СТП по оформлению работы представлены в приложении В. Общий объем курсовой работы составляет 30-40 печатных листов формата А4, включая титульный лист, содержание и список использованной литературы. Графический материал представляет собой один лист формата А1с изображением технологической схемы производства продукции в соответствии с заданием.

В зависимости от темы курсовой работы структура разделов (количество и наименование подразделов) может быть изменена руководителем.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Введение. Во введении раскрывается актуальность темы и формулируется цель работы. Для этого следует указать народнохозяйственное значение рассматриваемого продукта, современные способы его промышленного производства, мировые тенденции его развития и проблемы воздействия на окружающую среду. Введение должно быть небольшим по объему (обычно около 1–1,5 листа), но информативным по содержанию.

1. Общая характеристика рассматриваемого производства и продукции. В данном разделе представляется состояние рассматриваемого производства в мире и в Республике Беларусь, дается характеристика выпускаемой продукции. Также необходимо перечислить существующие способы производства продукции (например, для производства серной кислоты — нитрозный и контактный; для производства хлорида калия — флотационный и галургический; для производства цемента — мокрый, сухой и комбинированный и т. д.), дать их краткую характеристику, сравнить по различным показателям (качество выпускаемой продукции, материало- и водоемкость, энергоемкость, стоимость, воздействие на окружающую среду и др.), обосновать, почему в курсовой работе рассматривается тот или иной способ производства.

Особое внимание необходимо уделить характеристике предприятий, расположенных в Республике Беларусь. При этом следует пользоваться не только литературными источниками, но и интернет-ресурсами, в частности, официальными сайтами этих предприятий. В первую очередь это относится к крупным предприятиям, перечень которых с соответствующими ссылками представлен в приложении Г.

2. Сырьевая база производства продукции. В данном разделе перечисляются основные и вспомогательные сырьевые материалы, дается их краткая характеристика. При описании основных сырьевых материалов необходимо обратить внимание на предъявляемые к ним требования (по химическому составу, содержанию примесей, дисперсности, влажности и т. д.). Также следует объяснить, с какой целью вводятся различные добавки, и как они влияют на свойства готовой продукции.

В разделе необходимо назвать наиболее крупные месторождения основных сырьевых материалов либо производящие их предприятия (если в качестве сырья используются полупродукты), а также наиболее вероятных поставщиков сырья. Особое внимание следует уделять возможности использования местного сырья и отходов производства.

3. Технологическая схема производства продукции. Организация любого химико-технологического процесса (ХТП) включает следующие стадии:

- разработку химической, принципиальной и технологической схем процесса;
- выбор оптимальных технологических параметров;
- подбор типов и конструкций аппаратов;
- выбор конструкционных материалов для аппаратуры;
- установление контролируемых и регулируемых параметров на каждой стадии.

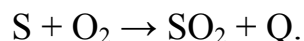
В связи с этим данный раздел включает в себя следующие подразделы:

3.1. Физико-химические основы рассматриваемого процесса.

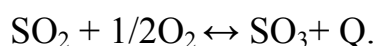
Подготовка к организации ХТП начинается с выбора химической схемы процесса, в основу которой положены химические реакции, протекающие при переработке сырья. При этом рассматриваются не только целевые, но и возможные побочные реакции, снижающие выход целевого продукта, обуславливающие образование отходов, увеличение расхода энергии на переработку сырья и т. д.

В данном разделе необходимо привести химические реакции, протекающие при превращении сырья в продукцию. Например, при производстве серной кислоты из серы:

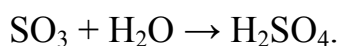
1. Получение диоксида серы при сжигании серы



2. Окисление SO_2 до SO_3



3. Абсорбция SO_3



Далее следует подробно описать каждую из реакций, с указанием оптимальных технологических параметров ее протекания (температура, давление, соотношение реагирующих веществ, необходимость катализатора и т. д.). При рассмотрении обратимых реакций (стадия 2) необходимо рассмотреть условия возможного смещения равновесия в сторону образования целевого продукта.

При рассмотрении технологических процессов, в которых большую роль играют не только химические, но и физические процессы (например, силикатных технологий) следует также описать суть протекающих физико-механических явлений. Например, при

изучении технологии производства стекла следует не только описать химические реакции, протекающие при варке стекла, но и суть процессов формования стеклянных изделий, отжига и др.

3.2. Технологическая схема с описанием технологического процесса. В начале этого раздела целесообразно представить принципиальную (структурную) схему изучаемого процесса. Она выражает связь между основными химическими, физическими и механическими операциями ХТП, представленными в условном изображении. Например, принципиальная схема производства серной кислоты из серы представлена на рис. 1. Принципиальная схема поможет в дальнейшем правильно составить технологическую схему.

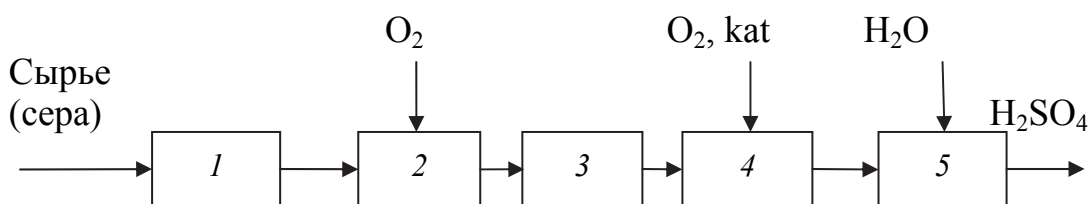


Рис. 1. Принципиальная схема производства серной кислоты из серы: 1 — подготовка сырья; 2 — сжигание серы; 3 — подготовка обжигового газа; 4 — окисление SO_2 до SO_3 ; 5 — абсорбция SO_3

Принципиальная схема производства любых стеклянных изделий будет иметь следующий вид (рис. 2):

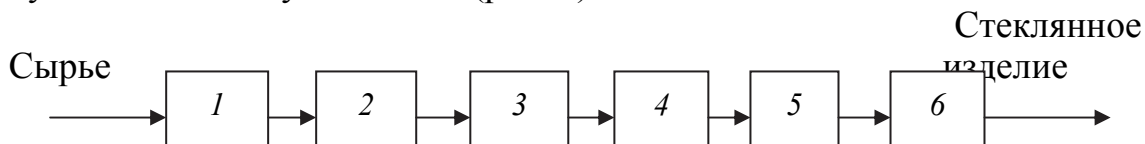


Рис. 2. Принципиальная схема производства стеклянных изделий: 1 — подготовка сырья; 2 — приготовление шихты; 3 — варка стекла; 4 — формование изделия; 5 — отжиг; 6 — дополнительная обработка.

На основе принципиальной составляется технологическая схема. Технологической схемой называется совокупность всех стадий ХТП, материально выраженных в соответствующих аппаратах. Таким образом, технологическая схема представляет собой последовательное изображение процессов и аппаратов, составляющих химико-технологическую систему. В отличие от принципиальной схемы, на основе которой она разрабатывается, в технологической схеме аппараты изображают в виде рисунков, упрощенно представляющих их внешний вид и, реже, внутреннее устройство (для нетиповых аппаратов).

При этом параллельно работающие аппараты одного назначения и конструкции изображают в виде одного аппарата. На технологической схеме также необходимо отразить движение сырья, промежуточных и основных продуктов, а также теплоносителей, охладителей и дополнительных источников энергии (воды, водяного пара, воздуха и т. п.).

В зависимости от назначения (для изучения производства, для строительства предприятия, для компоновки аппаратуры и т. п.) технологические схемы выполняются с различной степенью детализации.

Технологическая схема изображается как в пояснительной записке курсовой работы, так и в графической части (на листе формата А1). На технологической схеме могут быть данные о веществах, участвующих в процессе, и о параметрах процесса. Оборудование и приборы изображаются и нумеруются в строгой последовательности по ходу технологического процесса. Спецификация оборудования может быть представлена на листе графического материала (над основной надписью) или в пояснительной записке в виде приложения. Графический материал по размерам и исполнению должен свободно просматриваться с расстояния 3–3,5 м, должен быть выполнен с помощью компьютерной графики. Допускается цветное исполнение. Разрешается выполнение чертежей и рисунков тушью или в карандаше.

Технологическая схема подробно и детально описывается в пояснительной записке. Описание проводится последовательно по стадиям в точном соответствии с представленной технологической схемой. В тексте приводятся все необходимые данные для обеспечения работы и безопасности, описание основных и побочных реакций, тепловых эффектов, температур, давления, скоростей, степени превращений, типов катализаторов, рецептур и прочих показателей.

3.3. Характеристика используемого оборудования. Оборудование подбирается для каждой стадии технологического процесса. Аппараты изображаются в виде схемы, а затем описывается их устройство и принцип действия. Выбор оборудования должен быть обоснован в пояснительной записке. Например, при производстве серной кислоты для каталитического окисления SO_2 в SO_3 можно использовать контактные аппараты различной конструкции — контактные аппараты с внешними теплообменниками, трубчатые аппараты, полочные (с введением холодного воздуха между полками, с встроенными теплообменниками, с выносными теплообменниками), аппараты со взвешенным слоем катализатора.

При обжиге вяжущих материалов также можно использовать печи различных конструкций — шахтные, циклонные, вращающиеся и др.

В курсовой работе следует выбирать наилучшую из возможных технологических схем, в которой используется современное оборудование высокой производительности, позволяющее обеспечить оптимальные параметры процесса при минимальной энергоемкости и максимальном коэффициенте полезного действия.

При описании используемого оборудования следует уделить внимание конструкционным материалам с учетом условий его эксплуатации.

3.4. Материальный баланс. Материальный баланс является основой любых технологических расчетов. Только определив материальные потоки можно произвести конструктивные расчеты производственного оборудования и коммуникаций, оценить экономическую эффективность и целесообразность процесса, а также его воздействие на окружающую среду. Составление материального баланса необходимо как при проектировании нового, так и при анализе работы действующего производства. При проектировании новых производств используют опыт уже существующих с учетом результатов новейших исследований и достижений. На основе сравнительного технико-эколого-экономического анализа можно выбрать наиболее рациональную технологическую схему, оптимальные конструкции аппаратов и условия осуществления процесса, снизить воздействие на окружающую среду и обеспечить получение продукции высокого качества.

Основой материального баланса является закон сохранения массы вещества, согласно которому во всякой замкнутой системе масса веществ, вступивших во взаимодействие, равна массе веществ, образовавшихся в результате взаимодействия. Применительно к материальному балансу любого технологического процесса это означает, что масса веществ, поступивших на технологическую операцию, — приход, равна массе полученных веществ — расходу.

Материальный баланс может быть представлен уравнением, левую часть которого составляет масса всех видов сырья и материалов, поступающих на переработку (M), а правую — масса получаемых продуктов (M') и производственные потери ($M_{\text{пот}}$):

$$M = M' + M_{\text{пот}}$$

Материальный баланс составляют по уравнению основной суммарной реакции с учетом побочных реакций согласно закону сохранения массы вещества.

Теоретический материальный баланс рассчитывают на основании стехиометрического уравнения реакции. Для его составле-

ния достаточно знать уравнение реакции и молекулярные массы компонентов. Практический материальный баланс учитывает состав исходного сырья и готовой продукции, избыток одного из компонентов сырья, степень превращения, потери сырья и готового продукта и т. д.

Материальный баланс составляют на единицу массы основного продукта (килограмм, тонну) или на единицу времени (час, сутки). Общая масса всех поступающих в аппарат (или цех) материалов, т. е. приход, равна общей массе выходящих материалов, т. е. расходу. Данные материального баланса записываются в виде табл. 1.

Таблица 1

Материальный баланс

Приход	Масса, кг	Объем газообразных компонентов, м ³	Расход	Масса, кг	Объем газообразных компонентов, м ³
G_1	M_1	V_1	G_4	M_4	V_4
G_2	M_2	V_2	G_5	M_5	V_5
G_3	M_3	V_3	G_6	M_6	V_6
<i>Итого</i>			<i>Итого</i>		

Примечание. G_1, G_2, G_3 — исходные реагенты; G_4, G_5, G_6 — целевой продукт, побочный продукт и отходы соответственно.

При этом должно выполняться равенство

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5 + M_6.$$

На основе материального баланса составляют тепловой баланс, позволяющий определить потребность в топливе, размеры теплообменных поверхностей, расход теплоносителей или хладагентов.

Из данных материального баланса можно найти расход сырья и вспомогательных материалов для заданной мощности аппарата, цеха, предприятия, себестоимость продукции, выходы продуктов, объем реакционной зоны, производственные потери.

В курсовой работе по заданию преподавателя может производиться расчет материального баланса для всего технологического процесса либо для его основных стадий. Примеры расчетов материальных балансов представлены в приложении Д.

3.5. Анализ использования сырья и материалов. Для определения эффективности использования сырья и материалов можно использовать такие показатели как расходные коэффициенты по сырью, выход готового продукта и степень превращения сырья, селектив-

ность процесса, производительность, интенсивность работы аппарата и др. Важнейшими из них являются расходные коэффициенты, которые в обязательном порядке рассчитываются в курсовой работе. При возможности рассчитываются другие показатели.

3.5.1. Расходные коэффициенты. Расходными коэффициентами по сырью называется количество сырья каждого вида, затрачиваемое на производство единицы массы или объема готовой продукции. Единицы измерения расходных коэффициентов по сырью кг/кг, м³/т, т/т и т. д.

Расчет расходных коэффициентов необходимо проводить последовательно для всех стадий переработки сырья в готовый продукт.

Теоретические расходные коэффициенты учитывают стехиометрическое соотношение, по которому происходит превращение (по реакции). Практические расходные коэффициенты, кроме стехиометрических соотношений, учитывают производственные потери на всех стадиях процесса, возможность побочных реакций, а также глубину протекания реакций.

Расходные коэффициенты для одного и того же продукта зависят от состава исходного сырьевого материала и могут сильно отличаться, что влияет на экономическую целесообразность его использования. Поэтому предприятия с большим объемом производимой продукции и высоким потреблением сырья размещают максимально близко к источникам сырья. Примеры расчета расходных коэффициентов приведены в приложении Е.

3.5.2. Выход готового продукта. Определяется как отношение массы полученного продукта к массе сырья, затраченного на его производство. Для одностадийного процесса, протекающего по схеме $A \rightarrow B$, выход определяется по формуле:

$$\eta = m_A/m_B.$$

Если в основе процесса лежит химическая реакция, описываемая конкретным уравнением, то для многостадийного процесса по схеме $A \rightarrow B \rightarrow D$ суммарный выход всего процесса равен произведению выходов каждой стадии и рассчитывается по формуле:

$$\eta = \eta_A \cdot \eta_B \cdot \eta_D.$$

3.5.3. Степень превращения (конверсии) сырья. Степень превращения называется отношение массы сырья, вступившего в химическое превращение за время τ , к исходной массе его (m_0). Степень превращения рассчитывается по формуле:

$$X_{\tau} = (m_0 - m_{\tau}) / m_0,$$

где m_{τ} – количество сырья, не вступившего в реакцию превращения за время τ .

Выход продукта и степень превращения сырья выражаются в долях единицы или процентах.

3.5.4. Селективность — это отношение массы целевого продукта к общей массе продуктов, полученных в данном процессе, или к массе превращенного сырья за время τ . Селективность характеризует преобладание одного из направлений процесса, если превращение сырья приводит к образованию нескольких конечных продуктов.

Выход продукта, степень превращения сырья и селективность характеризуют глубину протекания химико-технологического процесса, его полноту и направленность в сторону образования целевого продукта.

3.5.5. Производительность. Производительностью называется количество целевого продукта или переработанного для его получения сырья в единицу времени. Производительность может быть отнесена к отдельному аппарату, технологической линии, цеху, предприятию в целом. Максимально возможная в данных условиях производительность называется мощностью. Производительность и мощность выражаются в кг/ч, м³/сут, т/год и так далее в зависимости от масштабов производства.

3.5.6. Интенсивность. Интенсивностью аппарата называется его производительность, отнесенная к единице величины, характеризующей размеры рабочей части аппарата — его реакционного объема V или площади сечения S .

Интенсивность — это критерий эффективности работы аппарата. Она позволяет сравнивать по эффективности аппараты различной мощности. Выражается интенсивность соответственно в кг/м³ и кг/м².

3.6. Использование воды и энергии. При производстве любой продукции, помимо сырья и вспомогательных материалов, необходимы вода и энергоресурсы.

Вода в химической промышленности используется как в основных процессах, так и на вспомогательных операциях. В основном вода используется для получения конечной продукции, а во вспомогательных операциях ее использование не связано напрямую с получением конечного продукта.

Вода в производственных процессах может выполнять различные функции в зависимости от отраслевой принадлежности предприятия. Например, в черной металлургии, нефтехимии до 80% объема расхо-

дуемой воды используется на охлаждение, в цветной металлургии и целлюлозно-бумажной промышленности до 70–90% воды используется в качестве среды и экстрагента.

В химической промышленности вода используется в следующих направлениях.

1. Для технологических целей в качестве:
 - растворителя твердых, жидких и газообразных веществ;
 - среды для осуществления физических и механических процессов (гидротранспорт, флотация и др.);
 - промывной жидкости;
 - экстрагента и абсорбента различных веществ;
2. Как теплоноситель и хладагент (в виде воды или пара);
3. Как сырье и реагент (производство минеральных кислот, щелочей, водорода и т.д.).

В данном разделе необходимо описать, на какие цели и на каких стадиях технологического процесса используется вода. Потоки воды желательно показать на технологической схеме. Особое внимание следует уделить требованиям к качеству воды. Качество воды, используемой для производственных целей, определяется в зависимости от требований технологического процесса, вида используемого сырья, применяемого оборудования и качества получаемого готового продукта. Однако в большинстве случаев основными контролируемыми показателями качества воды являются жесткость, общее солесодержание, содержание растворенных газов, прозрачность, окисляемость и реакция воды.

Также следует представить **удельные показатели водопотребления**, т. е. необходимое количество воды на единицу выпускаемой продукции. Расход воды на единицу продукции может изменяться от нескольких м³ до нескольких тысяч м³. Например, при производстве 1 т угля расходуется 3–5 м³ воды, а на производство 1 т синтетических волокон 2500–5000 м³ воды.

Ориентировочные удельные расходы воды на технологические нужды некоторых промышленных предприятий представлены в http://mwsys.ru/prom_predpriatia.html.

Высокие объемы водопотребления в производстве и сбросов в природные водные объекты могут характеризовать несовершенство технологических процессов и схем водного хозяйства. Поэтому необходимо оценить эффективность использования воды в рассматриваемом технологическом процессе, возможность снижения водопотреб-

ления и организации оборотного водоснабжения и представить удельные нормы образования сточных вод при производстве рассматриваемого продукта.

В промышленности основные затраты энергии идут на обеспечение энергией производственного оборудования, сжатие газов, а также на отопление, освещение и водоснабжение.

В данном разделе рассматривается потребление энергии на производственные нужды. Следует конкретно указать, на каких стадиях технологического процесса необходимы затраты энергии. При этом указываются источники энергии, вид используемого топлива, методы нагрева и рекуперации теплоты. Особое внимание следует уделять энергопотреблению при изучении энергоемких производств, например, силикатных стройматериалов.

Также следует представить **удельные показатели энергопотребления**, т. е. необходимое количество энергии на единицу выпускаемой продукции. Ориентировочные удельные нормы потребления электроэнергии в различных отраслях промышленности представлены в справочнике по электричеству (<http://elenerg.ru/papka2/9.php>). В нем приведены ориентировочные нормы удельного расхода электроэнергии по видам продукции, составленные на основе обобщенных отчетных данных по промышленным предприятиям. Эти удельные показатели характеризуют уровень, достигнутый с помощью внедрения новых и совершенствования существующих технологических процессов, проведения в последнее время политики снижения расхода электроэнергии.

В курсовой работе необходимо оценить эффективность использования энергии в рассматриваемом технологическом процессе, изучить возможность снижения энергопотребления и утилизации тепла.

4. Жизненный цикл продукции и основные виды воздействия производства на окружающую среду.

Жизненный цикл — это последовательные или взаимосвязанные стадии производственной (производственной) системы от приобретения сырья или разработки природных ресурсов до утилизации продукции.

Оценка жизненного цикла (ОЖЦ) — процесс учёта экологических воздействий, связанных с продуктом, процессом или деятельностью, путём определения количества использованной энергии и материалов, а также вредного воздействия на окружающую среду. При ОЖЦ также анализируется возможность снижения негативного воздействия на ОС. Оценка охватывает полный жизненный цикл продук-

та, процесса или вида деятельности, включая добычу и переработку сырья, производство, транспортировку и распределение, использование, обслуживание, организацию рециклов и конечное размещение. Методология ОЖЦ продукции может быть также использована для анализа и оценки производственных процессов, техногенных ресурсных циклов с целью их оптимизации по критериям экологической эффективности.

Оценка жизненного цикла промышленного продукта предусмотрена серией международных стандартов ISO 14000, играющих важную роль в экологическом управлении.

Международная организация по стандартизации (ISO) стандартизировала методологию оценки жизненного цикла (ISO 14040), в соответствии с которой необходимо рассматривать следующие этапы:

- определение цели, области применения жизненного цикла (ISO 14041);
- инвентаризационный анализ жизненного цикла (ISO 14041);
- оценка воздействия на протяжении жизненного цикла (ISO 14042);
- интерпретация жизненного цикла (ISO 14042).

Выполнение процедуры ОЦЖ предполагает не единственную последовательность рассмотрения вышеуказанных этапов, т. к. ОЖЦ является итерационным методом. Поэтому может возникнуть необходимость видоизменить область применения исследования по мере появления дополнительной информации в ходе работы. Тогда исследование станет повторяющимся процессом, в котором последующие циклы могут не только переходить на более высокие уровни, но при необходимости возвращаться на предыдущие.

4.1. Цель и область исследования.

Главная цель исследования должна быть определена в самом начале, так как это сильно влияет на всю последующую работу. Она должна однозначно указывать на предполагаемое использование результатов исследования, причины выполнения исследования и кому предполагается сообщить результаты исследования. Поэтому цель и область применения исследования ОЖЦ должны быть четко определены и согласованы с предполагаемым использованием. Целью исследования могут быть:

- проведение оценки экологических свойств выбранного продукта или процесса и получение информации о возможных улучшениях экологических показателей работы;

- проведение оценки системы — предприятия, отрасли и т. д.;
- проведение оценки и использование ее рекомендаций с целью сокращения общего воздействия объекта на ОС на 20%, 35% и т. д.

Выделение области исследования также является одним из важнейших вопросов ОЖЦ. Область применения должна гарантировать совместимость, достаточность широты, глубины и детализации исследования для достижения поставленной цели. Выделение области исследования заключается в определении границ исследуемой системы, которые определяют взаимосвязь между производственной системой и окружающей средой или другими производственными системами.

Границы системы определяют единичные процессы, включаемые в ОЖЦ. Исследуемую производственную систему следует представить таким образом, чтобы входные и выходные потоки на ее границе были элементарными.

Определение границ системы предполагает выполнение следующих операций:

- установление пространственных пределов, на которых осуществляется взаимодействие производственной системы с окружающей средой;
- составление подробной блок-схемы исследуемого производства (процесса, стадии) с указанием входных и выходных потоков;
- определение необходимого объема исходных данных, для проведения всех этапов исследования ОЖЦ.

Возможные источники для сбора данных для ОЖЦ представлены в табл. 2.

Таблица 2

Возможные источники данных, используемые для ОЦЖ

Электронные базы данных	Интернет-источники
Данные из литературы	Учебная и методическая литература; научные публикации, отчеты и существующие исследования ОЦЖ
Измерения и/или вычисления	Выполняются при отсутствии данных или при их недостаточной достоверности
Другие данные	Данные предприятий, мониторинговые исследования и т. п.

Конкретные цель и область исследования позволят выбрать необходимые исходные данные для проведения ОЖЦ. Цель ОЖЦ тесно связана с *определением функциональной единицы*, необходимой для количественной оценки исследования.

Главной ее целью является обеспечение эталона измерений входных и выходных потоков. Эта единица необходима для того, чтобы предусмотреть сопоставимость результатов ОЖЦ. Сопоставимость результатов ОЖЦ особенно важна, чтобы гарантировать наличие общей основы для сравнения различных систем. Выбор функциональной единицы основывается на функции, которую выполняет сама система.

Функциональная единица должна быть определенной и измеряемой. Некоторые примеры функциональных единиц представлены в табл. 3.

Таблица 3

Примеры функциональных единиц

Процессы, услуги, операции и т. п.	Функция системы	Функциональная единица
Использование услуг	Создание освещения	кВт/день
Перегонка нефти	Получение топлив	млн. т/год
Флотация	Обогащение руды	тыс. т/г
	Очистка сточных вод	м ³ /сут
Транспортировка	Продукции	т·км
	Газа	млрд. м ³ /г
	Нефти в танкерах	млн. т

При необходимости можно выбрать для своей работы другие подходящие функциональные единицы.

4.2. Анализ материальных потоков (инвентаризационный анализ.)

Анализ материальных потоков — это фаза оценки жизненного цикла, включающая сбор и количественное определение входных и выходных потоков для данной производственной системы на всех стадиях жизненного цикла продукции. Входные и выходные потоки могут включать в себя использование ресурсов, выбросы в атмосферу, сбросы в воду и землю, связанные с рассматриваемой системой. Подход основан на идее рассмотрения материальных балансов, по которым необходимо оценить затраты и выход энергии и ресурсов. Данные инвентаризационного анализа являются исходными для оценки воздействия на протяжении жизненного цикла, их также можно использовать для интерпретаций результатов. Процесс инвентаризационного анализа является итерационным.

Анализ материальных потоков производственной системы собирает все данные типовых процессов в ее пределах и связывает их с функциональной единицей исследования. Для проведения анализа необходимо выполнить следующие операции:

- собрать данные по входным и выходным потокам всех процессов исследуемой системы;
- согласовать все данные с выбранной функциональной единицей;
- определить все источники выбросов и сбросов, образования продуктов на протяжении всех технологических стадий и циклов;
- оценить качественно и количественно данные (при необходимости выполняя соответствующие анализы).

Для большей наглядности полученных результатов можно составить матрицу (табл. 4).

Таблица 4

Матрица для фиксирования входных и выходных потоков в рамках ОЖЦ продукта

Стадии жизненного цикла продукта	Воздействие на окружающую среду					
	Потребление ресурсов			Выбросы в окружающую среду		
	Материалы	Энергия	Вода	Выбросы	Сбросы	Отходы
Приобретение сырьевых материалов						
Складирование сырьевых материалов						
Внутрипроизводственные перевозки						
Первый этап изготовления						
Второй этап изготовления						
Потребление продукта						
Вторичное использование						
Утилизация после выхода из эксплуатации						

В зависимости от задания курсовой работы некоторые позиции табл. 4 по согласованию с руководителем могут быть изменены.

4.3. Оценка воздействия. Оценка воздействия на протяжении жизненного цикла — фаза оценки жизненного цикла, направленная на понимание и оценивание величины и значительности потенциальных воздействий со стороны производственной системы на окружающую среду. Оценивание проводится по результатам инвентаризационного анализа жизненного цикла и включает в себя увязывание между собой инвентаризационных данных с конкретными воздействиями на окружающую среду, а также попытку осмыслить эти воздействия. Т. е. оценка воздействия проводится с целью представления полученных данных в более понятной и управляемой форме по отношению к здоровью человека, использованию ресурсов и природной среды. Для этого данные инвентаризации ОЦЖ должны быть преобразованы и представлены меньшим числом показателей, но обладающих нужной информативностью. Например, для этого можно:

- выбрать и определить связь категорий воздействий исследуемой системы с экологическими проблемами планеты: глобальное потепление; кислотные осадки; разрушение озонового слоя и др.
- провести категорирование результатов воздействия по значимости;
- охарактеризовать результаты воздействия в соответствии с адекватными факторами и определить экологический профиль исследуемой системы. Уровень детализации, выбор оцениваемых воздействий и применяемые методологии зависят от цели и области применения исследования.

Полученные результаты целесообразно представить в виде табл. 5. Вклад в экологическую проблему следует обозначить количеством условных баллов, которые затем суммируются и делаются соответствующие выводы (см. прил. Ж).

Таблица 5

Матрица воздействий производства продукта на ОС по результатам оценки жизненного цикла

Экологические проблемы	Параметры					
	1	2	3	4	5	6
Трансформация и разрушение ландшафта						
Воздействие на растительный и животный мир						
Использование и загрязнение земли						
Физическое загрязнение среды						
Качество воздуха						

Качество воды						
Кислотные дожди						
Глобальное потепление						
Разрушение озонового слоя						
Всего						

Примечание. 1 — затраты ресурсов; 2 — затраты энергии; 3 — эмиссии в атмосферу; 4 — эмиссии в воду; 5 — твердые отходы; 6 — всего.

При необходимости результаты проведенного анализа можно представить в виде экологического баланса производства (таблица 13 приложения Ж).

4.4. Интерпретация результатов. Интерпретация является заключительной фазой ОЖЦ, на которой результаты анализа инвентаризационных данных и оценки воздействий используют для получения выводов и рекомендаций, согласно поставленной цели и области применения.

Для этого необходимо:

- определить самые важные результаты исследования;
- оценить достоверность результатов исследования;
- подготовить заключение, выводы и рекомендации по выполненному исследованию для лиц, принимающих решения.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Учреждение образования «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет химической технологии и техники
Кафедра промышленной экологии

Специальность 1-57 01 01 «Охрана окружающей среды
и рациональное использование природных ресурсов»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

по дисциплине «Технология основных производств»
Тема «Технология производства серной кислоты»

Исполнитель

студент(ка) 4 курса, группы 13 _____ И. О. Фамилия
(подпись, дата)

Руководитель

доцент, к.т.н. _____ Т. А. Жарская
(подпись, дата)

Курсовая работа защищена с оценкой _____

Руководитель _____ Т. А. Жарская
(подпись, дата)

Минск 2014

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Учреждение образования «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет химической технологии и техники
Кафедра промышленной экологии

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой

«__» _____ 20__ г.

З А Д А Н И Е по курсовой работе по дисциплине «Технология основных производств»

_____ (фамилия, имя, отчество)

1. Тема работы: _____
2. Срок сдачи студентом законченной работы: _____
3. Исходные данные к работе: _____
4. Содержание расчетно-пояснительной записки.

Введение.

1. *Общая характеристика рассматриваемого производства и продукции.*
2. *Сырьевая база производства продукции.*
3. *Технологическая схема производства продукции.*
 - 3.1. *Физико-химические основы рассматриваемого процесса.*
 - 3.2. *Технологическая схема с описанием технологического процесса.*
 - 3.3. *Характеристика используемого оборудования.*
 - 3.4. *Материальный баланс.*
 - 3.5. *Анализ использования сырья и материалов.*
 - 3.6. *Использование воды и энергии.*
4. *Жизненный цикл продукции и основные виды воздействия производства на окружающую среду.*

Заключение.

Список использованной литературы.

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): *технологическая схема — 1 лист Ф.А1.*
6. Консультанты по курсовой работе с указанием относящихся к ним разделов работы: *кафедра промышленной экологии*
7. Дата выдачи задания: _____
8. Календарный график работы над курсовой работой на весь период проектирования (с указанием сроков выполнения): _____

Руководитель _____ Залыгина О. С.

Задание принял к исполнению _____
(дата, подпись)

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Правила оформления пояснительной записки

Пояснительную записку проекта (работы) следует выполнять на белой бумаге формата А4 на одной стороне листа с помощью компьютера и принтера. Цвет шрифта — черный. Интенсивность печати на всем протяжении записки должна быть четкой и равномерной.

Шрифт — Times New Roman

Размер — 14 пт

Выравнивание — по ширине

Абзацный отступ — 12,5 мм

Междустрочный интервал — одинарный

Границы текста (поля) — верхнее — 20 ± 1 мм

нижнее — 15 ± 1 мм (при наличии основной надписи текст располагается на расстоянии 10–15 мм от нее)

левое — 23 ± 1 мм

правое — 10 ± 1 мм

Структурные элементы записки «Реферат», «Содержание», «Введение», «Заключение», «Список использованных источников», «Перечень графического и (или) иллюстративного материала», а также каждый из основных разделов и каждое из приложений следует начинать с нового листа. На заглавных листах этих элементов записки должна быть выполнена рамка и основная надпись в соответствии с СТП БГТУ 001-2010 «Проекты (работы) дипломные. Требования и порядок подготовки, представления к защите и защиты». Названия разделов и подразделов выполняются полужирным шрифтом. Точка в конце заголовка не ставится, переносы в заголовке запрещены.

Пример оформления заголовков.

3. Технологическая схема производства серной кислоты

отступ 18 пт (меню «формат»: «абзац», «интервал после» набираем 18 пт)

Технологическая схема производства серной кислоты включает в себя...

отступ 18 пт (меню «формат»: «абзац», «интервал после» набираем 18 пт)

3.1. Физико-химические основы производства серной кислоты

отступ 12 пт (меню «формат»: «абзац», «интервал после» набираем 12 пт)

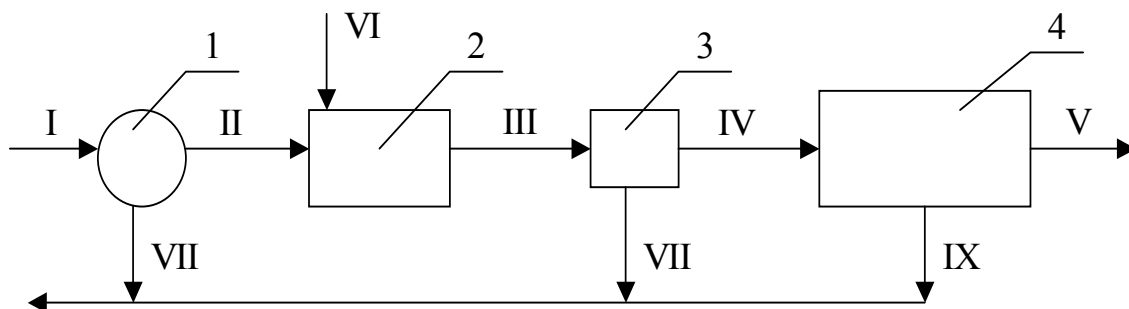
В основе производства серной кислоты лежат следующие реакции ...

отступ 18 пт (меню «формат»: «абзац», «интервал после» набираем 18 пт)

Запрещено переносить заголовки со страницы на страницу, а также записывать их в конце текста, если после них размещается менее двух строк текста.

Примеры оформления рисунков (графиков)и таблиц.

Комплексная схема обработки осадков представлена на рисунке 5.3. *отступ 14 пт (меню «формат»: «абзац», «интервал после» набираем 14 пт)*



1 — уплотнитель; 2 — насосная станция; 3 — установка тепловой обработки; 4 — цех фильтрования.

I — избыточный активный ил; II — уплотненный избыточный активный ил; III — смесь осадка и избыточного активного ила; IV — обработанный осадок; V — осадок на переработку; VI — осадок из первичного отстойника; VII — иловая вода в голову сооружений; VIII — конденсат; IX — фильтрат в голову сооружений

Рисунок 5.3 — Комплексная схема аэробной минерализации, тепловой обработки и фильтрования осадков

отступ 14 пт (меню «формат»: «абзац», «интервал после» набираем 14 пт)

На предприятии ведется плановое снижение воздействия на окружающую среду. Планы мероприятий представлены в таблице 3.6.

отступ 14 пт (меню «формат»: «абзац», «интервал после» набираем 14 пт)

Таблица 3.6 — Планы мероприятий по снижению воздействия на окружающую среду на 2014 год (*Внимание! Без абзацного отступа*)

Наименование мероприятия	Затраты, млн. руб	Эффективность мероприятия
1	2	3
По регулированию выбросов в атмосферу		
1. Усовершенствование теплообмена на УПБ	200 000	Снижение выбросов CO, NO _x , SO ₂
2. Замена уплотнений плавающей крыши на PVC-1	1 000	Уменьшение выбросов в атмосферу
3. Произвести пуск в работу секции отпарки кислой воды	10 000	Уменьшение выбросов H ₂ S, NH ₃

1	2	3
По рациональному использованию водных ресурсов		
4. Бурение дополнительных наблюдательных скважин на очистных сооружениях	1 500	Контроль за загрязнением подземных вод

отступ 14 пт (меню «формат»: «абзац», «интервал после» набираем 14 пт)

Примеры оформления перечислений.

Внутри текста основных разделов, реферата, заключения, приложений могут быть приведены перечисления, например:

Простое перечисление:

В качестве теплоизоляционных материалов для трубопроводов в основном используют:

- минераловату;
- совелит;
- пробковую мелочь на клеевом связующем;
- вспененные полимеры.

Сложное перечисление:

В промышленности применяют различные по характеру взаимодействия теплоносителей, принципу работы и конструкции теплообменники:

- поверхностные:
 - а) трубчатые:
 - 1) кожухотрубчатые;
 - 2) двухтрубные;
 - 3) змеевиковые;
 - б) пластинчатые;
 - в) рубашечные;
- контактные:
 - а) распылительные;
 - б) барботажные;
 - в) пленочные;
- регенеративные.

Нумерация страниц сквозная по всей пояснительной записке. Первая цифра ставится на реферате — 3 (первая страница — титульный лист и вторая — задание на проектирование, не нумеруются). Номер ставится в правом верхнем углу страницы на расстоянии 10 ± 1 мм от ее границ.

Ссылки на литературные источники проставляются по всей работе по порядку по мере упоминания в тексте в []. Например, некоторые свойства выделяющихся веществ представлены в таблице 9.1 [24].

Запись химических соединений должна соответствовать общепринятым правилам, например: $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

В тексте разрешается: формулы, графики, недостающие обозначения чертить черным стержнем; исправлять незначительные ошибки при помощи корректора черными чернилами; применять общепринятые сокращения: с — секунда, г — грамм, т — тонн, ч — час, т. к., т. е., т. д. и др. Год — не сокращается.

Приложения обозначаются прописными буквами русского алфавита: А, Б, В, Г... Приложения должны иметь заголовки, которые записывают симметрично тексту с прописной буквы отдельной строкой.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
Перечень крупных предприятий Беларуси и их сайты

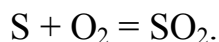
Название предприятия	Интернет-ресурс
ОАО «Гродно Азот»	http://www.azot.by
ОАО «Беларуськалий»	http://www.kali.by
ОАО «Гомельский химический завод»	http://gofert.by
ОАО «СветлогорскХимволокно»	http://www.sohim.by
ОАО «Могилевхимволокно»	http://khimvolokno.by
ПТК «Химволокно» ОАО «Гродно Азот»	http://grodno-khim.by
ОАО «Полоцк-Стекловолокно»	http://www.polotsk-psv.by
ОАО «Белшина»	http://www.belshinajsc.by
ОАО «Нафтан»	http://www.naftan.by
Завод «Полимир» ОАО «Нафтан»	http://www.polymir.by
ОАО «Лакокраска»	http://www.lidalkm.by
ОАО «Борисовский завод пластмассовых изделий»	http://www.bzpi.com
ОАО «Минский завод «Термопласт»	http://oaotermoplast.by
ОАО «Гомельстекло»	http://www.gomelglass.by
ОАО «Стеклозавод «Неман»	http://www.neman.by
ПРУП «Борисовский хрустальный завод»	http://www.borisovcrystal.by
ОАО «Керамин»	http://keramin.com
ОАО «Березастройматериалы»	http://www.bsm.by
ОАО «Кричевцементошифер»	http://www.kcsh.by
ОАО «Красносельскстройматериалы»	http://www.cementby.com
ОАО «Белорусский цементный завод»	http://www.belcement.by
ОАО «Ивацевичдрев»	http://www.ivacevichdrev.by
ОАО «Витебскдрев»	http://www.vitebskdrev.com
ЗАО «Пинскдрев»	http://www.pinskdrev.by
ОАО «Светлогорский целлюлозно-картонный комбинат»	http://www.sckk.by
ОАО «Бумажная фабрика «Красная Звезда»	http://www.red-star.by

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Примеры составления материального баланса

Пример 1. Составить материальный баланс печи для сжигания серы производительностью 60 т/сут. Степень окисления серы 0,95 (остальная сера возгоняется и сгорает вне печи). Коэффициент избытка воздуха 1,5. Расчет вести на производительность печи по сжигаемой сере в килограммах в час.

Решение. Процесс горения серы описывается уравнением



Производительность печи 60 т/сут, или $60 \cdot 10^3 / 24 = 2500$ кг/ч.

Масса серы, окисленной до SO_2 : $2500 \cdot 0,95 = 2375$ кг.

Масса неокисленной серы: $2500 - 2375 = 125$ кг.

Количество кислорода, израсходованного на окисление серы, определяем исходя из уравнения реакции $S + O_2 = SO_2$ и учитывая, что молекулярная масса серы 32 г, 1 моль газа (кислорода) занимает объем 22,4 л: $2375 \cdot 22,4 / 32 = 1663$ м³; с учетом коэффициента избытка воздуха: $1663 \cdot 1,5 = 2495$ м³, или $2495 \cdot 32 / 22,4 = 3564$ кг.

Принимая в первом приближении, что в воздухе содержится 79 об. % азота и 21 об. % кислорода, рассчитываем, сколько азота поступило в печь с кислородом воздуха: $2495 \cdot 79 / 21 = 9386$ м³, или $9386 \cdot 28 / 22,4 = 11733$ кг.

Из уравнения реакции $S + O_2 = SO_2$ определяем, сколько образовалось SO_2 : $2375 \cdot 64 / 32 = 4750$ кг, или $4750 \cdot 22,4 / 64 = 1663$ м³.

Осталось неизрасходованного кислорода: $2495 - 1663 = 832$ м³, или $832 \cdot 32 / 22,4 = 1189$ кг.

Таким образом, материальный баланс печи для сжигания серы можно представить в виде табл. 7.

Таблица 7

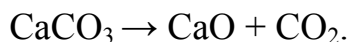
Материальный баланс печи (на 1 ч)

Приход	Масса, кг	Объем газообразных компонентов, м ³	Расход	Масса, кг	Объем газообразных компонентов, м ³
S	2500	—	S	125	—
O ₂	3564	2495	SO ₂	4750	1663
N ₂	11733	9386	O ₂	1189	832
—	—	—	N ₂	11733	9386
<i>Итого</i>	17797	11881	<i>Итого</i>	17797	11881

Пример 2. Составить материальный баланс процесса обжига извести во вращающейся печи, если общая степень декарбонизации CaCO_3 — 0,92. Пылеунос 2,5% от массы извести. Известняк содержит 90% CaCO_3 , 3% MgCO_3 , остальное — неразлагающиеся примеси. В конвейерном кальцинаторе степень декарбонизации CaCO_3 составляет 0,15; MgCO_3 — 0,65.

Решение. Принимаем массу сухого известняка 1000 кг. Определяем массу CaCO_3 , разложившегося в кальцинаторе: $900 \cdot 0,15 = 135$ кг.

Разложение идет по уравнению



Следовательно, масса образовавшегося CaO составит 75,6 кг, CO_2 — 59,4 кг. Масса неразложившегося CaCO_3 равна $900 - 135 = 765$ кг.

Определяем массу MgCO_3 , разложившегося в кальцинаторе: $30 \cdot 0,65 = 19,5$ кг.

Разложение идет по уравнению



Следовательно, масса образовавшегося MgO составит 9,3 кг, CO_2 — 10,2 кг. Масса неразложившегося MgCO_3 $30 - 19,5 = 10,5$ кг.

Таким образом, частично декарбонизированный известняк после кальцинатора включает в себя 765 кг CaCO_3 ; 75,6 кг CaO ; 9,3 MgO ; 10,5 MgCO_3 и 70 кг примесей.

Общая степень декарбонизации (в кальцинаторе и печи) составляет 0,92; следовательно общая масса разложившегося CaCO_3 равна $900 \cdot 0,92 = 828$ кг.

Тогда масса образовавшегося CaO составит 463,7 кг, CO_2 — 364,3 кг. Масса неразложившегося CaCO_3 равна $900 - 828 = 72$ кг.

MgCO_3 в печи разлагается полностью с образованием 14,3 кг MgO и 15,7 кг CO_2 .

Масса выделившегося в печи CO_2 равна $(364,3 + 15,7) - (59,4 + 10,2) = 310,4$ кг.

Таким образом, масса полученной извести $463,7 + 72 + 14,3 + 70 = 620$ кг.

Пылеунос из печи составляет $620 \cdot 0,025 = 15,5$ кг. Вычитая 2,5% пылеуноса из каждого компонента извести, получаем: CaO — 452,1 кг; CaCO_3 — 70,2 кг; MgO — 13,9 кг; примеси — 68,3 кг.

Составляем таблицу материального баланса обжига извести во вращающейся печи.

Материальный баланс обжига извести во вращающейся печи

Приход	кг	Расход	кг
1. Частично декарбонизированный известняк, в том числе:		1. Известь, в том числе:	
– CaCO ₃	765	– CaO	452,1
– CaO	75,6	– MgO	13,9
– MgCO ₃	10,5	– CaCO ₃	70,2
– MgO	9,3	– примеси	68,3
– примеси	70	2. CO ₂	310,4
		3. Пылеунос	15,5
<i>Итого</i>	930,4	<i>Итого</i>	930,4

Масса извести равна 604,5. Коэффициент пересчета для материального баланса на 1000 кг готового продукта

$$K = 1000/604,5 = 1,6543$$

Каждое значение таблицы умножается на коэффициент K и затем заносится в таблицу материального баланса на 1000 кг извести.

Пример 3. Составить материальный баланс перегонки нефти на установке ЭЛОУ-АВТ. Для составления материального баланса принять производительность установки, равной 100 кг/час.

Перегонка нефти на АВТ — это многоступенчатый процесс, который включает следующие стадии: обессоливание, отбензинивание, атмосферную и вакуумную перегонку, стабилизацию полученных на этих стадиях продуктов, вторичную перегонку бензина.

Поэтому можно рассматривать как общий материальный баланс, так и по каждой ступени перегонки нефти. В первом случае под материальным балансом понимают выход всех конечных продуктов перегонки от исходной нефти, количество которой принимают за 100%. Во втором случае под материальным балансом каждой ступени понимают выход продуктов перегонки нефти на данной ступени, причем они могут быть не конечными, а промежуточными, например, в отбензинивающей колонне, в атмосферной колонне, в вакуумной колонне.

Данные материального баланса каждой ступени приведены в табл. 9.

Материальный баланс дистилляции нефти по ступеням АВТ

Ступень	Наименование потоков		Выход от нефти, кг/час
	Приход (взято)	Расход (получено)	
ЭЛОУ	Сырая нефть	–	100
	–	Обессоленная нефть	99,8
Отбензинивание	Обессоленная нефть	–	99,8
		Углеводородный газ	0,2
		Нестабильный бензин	5,2
		Отбензиненная нефть	94,4
Атмосферная колонна	Отбензиненная нефть	–	94,4
		Углеводородный газ	0,1
		Бензин	12,5
		Керосин 180-240°С	10,5
		Диз. топливо 240-350°С	22,7
		Мазут	48,6
Вакуумная колонна	Мазут	–	48,6
		Легкая газойл. фракция	0,1
		Легкий вакуум. газойль	1,5
		Вакуумный газойль	28,5
		Гудрон	18,5
Стабилизация бензина	Нестабильный бензин	–	5,2
		Углеводородный газ	0,1
		Сжиженный газ	0,4
		Стабильный бензин	4,7
Вторичная перегонка бензина	Стабильный бензин	–	4,7 + 12,5
		Головка бензина	3,1
		Фракция 85–180°С	14,1

В табл. 10 представлен общий материальный баланс для этой же установки АВТ.

Таблица 10

Общий материальный баланс АВТ

Наименование	Выход, кг/час от нефти
Взято: сырая нефть	100
Получено:	
Углеводородный газ	0,4
Головка бензина (н.к. - 85°C)	3,1
Сжиженный газ	0,4
Бензин (85 - 180°C)	14,1
Керосин (180 – 240°C)	10,5
Дизельное топливо (240- 350°C)	24,3
Вакуумный газойль (350 -500°C)	28,5
Гудрон (выше 500°C)	18,5
Потери	0,2
<i>Итого</i>	<i>100</i>

Из рассмотренного материального баланса видно, что потери при переработке составляют 0,2% от взятой нефти.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Примеры расчета расходных коэффициентов

Пример 1. Рассчитать расход алунитовой руды, содержащей 23% Al_2O_3 , для получения 1 т алюминия, если потери алюминия на всех производственных стадиях составляют 12%. Алунит можно представить формулой $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot 4\text{SO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Молекулярная масса алунита — 828, Al_2O_3 — 102, Al — 27.

Решение. Процесс получения металлического алюминия из алунита состоит из двух стадий:

1. Получение оксида алюминия (глинозема).

С этой целью алунитовую руду обжигают при 500–580°C, а затем обрабатывают раствором аммиака. Оставшиеся в осадке Al_2O_3 и $\text{Al}(\text{OH})_3$ обрабатывают 10–12%-ным раствором NaOH и получают раствор алюмината, из которого при пропускании CO_2 выпадает осадок $\text{Al}(\text{OH})_3$; последующее прокаливание осадка завершает стадию образования глинозема.

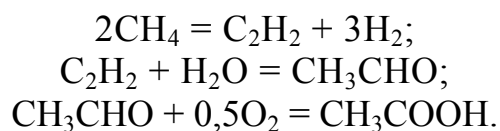
2. Электролиз оксида алюминия, растворенного в расплавленном криолите Na_3AlF_6 .

Для получения 1 т алюминия теоретически требуется $102 \cdot 1 / (2 \cdot 27) = 1,9$ т Al_2O_3 , или $1,9 \cdot 828 / (3 \cdot 102) = 5,1$ т чистого алунита. Содержание Al_2O_3 в алуните составляет 37% ($3 \cdot 102 \cdot 100 / 828$). По условию в алунитовой руде содержится 23% Al_2O_3 . Следовательно, расход алунитовой руды заданного состава на 1 т алюминия при условии ее полного использования составит: $5,1 \cdot 37 / 23 = 8,2$ т, а с учетом потерь: $8,2 / 0,88 = 9,32$ т. Таким образом, для получения 1 т алюминия необходимо 9,32 т алунитовой руды данного состава.

Пример 2. Рассчитать расходный коэффициент природного газа, содержащего 97 об. % метана CH_4 , в производстве уксусной кислоты CH_3COOH (на 1 т) из ацетальдегида CH_3CHO . Выход ацетиленов C_2H_2 из метана составляет 15 мас. % от теоретически возможного, ацетальдегида из ацетилена — 60, а уксусной кислоты из ацетальдегида — 90 масс. %.

Молекулярная масса метана CH_4 — 16; ацетилена C_2H_2 — 26; ацетальдегида CH_3CHO — 44; уксусной кислоты CH_3COOH — 60.

Решение. Уксусную кислоту получают из метана многостадийным методом согласно уравнениям



Теоретический расход метана на 1 т уксусной кислоты CH_3COOH составит: $1 \cdot 2 \cdot 16 / 60 = 0,534$ т. С учетом выхода продукта по стадиям: $0,534 / (0,9 \cdot 0,6 \cdot 0,15) = 6,59$ т, или $6,59 \cdot 22,4 \cdot 10^3 / 16 = 9226$ м³. Учитывая, что содержание метана в природном газе составляет 97 об.%, определяем его расход: $9226 / 0,97 = 9511$ м³.

Таким образом, расход природного газа для производства 1 т уксусной кислоты составит 9511 м³.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Пример оценки жизненного цикла производства

Цель исследования — проведение оценки экологических свойств жизненного цикла сульфатной целлюлозы.

Производство сульфатной целлюлозы на всех стадиях связано с образованием опасных газоздушных выбросов, сточных вод твердых отходов. Выбросы в атмосферу содержат пыль и аэрозоли, кислые компоненты, галогены и их соединения, летучие растворители, метилсернистые соединения. Сточные воды подразделяются на содержащие кору, волокносодержащие, щелочесодержащие, дурнопахнущие, шламовые и незагрязненные. Поэтому необходимо указать, какие из стадий производства будут исследоваться.

Пространственные пределы, на которых осуществляется взаимодействие производственной системы с окружающей средой, выбираем следующие: территория добычи древесного сырья — предприятие. В таких границах исследования необходимо анализировать следующие стадии: вырубка и транспортировка леса; окоривание и приготовление щепы; варка целлюлозы; промывка; сжигание, каустизация, регенерация щелока. Далее проводится анализ материальных потоков. Входные и выходные потоки, связанные с рассматриваемой системой, включают в себя использование ресурсов, выбросы в атмосферу, сбросы в воду и размещение отходов на земле.

1. Воздействие вырубки леса на окружающую среду проявляется: в уничтожении среды обитания для большинства видов животных и растений; в нарушении газообменного баланса между синтезом кислорода и поглощением углекислого газа; в нарушении функции очистки атмосферного воздуха от загрязнителей; в нарушении локального круговорота воды.

Воздействие железнодорожного и автомобильного транспорта на окружающую среду проявляется в загрязнении атмосферного воздуха за счет сжигания топлива; в шумовом загрязнении.

2. На стадиях окорки и измельчения древесины в щепу в окружающую среду выбрасывается большое количество коры и пыли. К отходам окорки и сортирования относятся кора, стружка и опилки. Ко-

личество коры достигает 15% от перерабатываемой древесины. Значительная часть пыли выделяется при транспортировке щепы.

3. Основными источниками газопылевых выбросов при производстве сульфатной целлюлозы являются: выбросы варочного и выпарного цехов, окислительные установки, дымовые газы и парогазовые выбросы известерегенерационной печи и содорегенерационного цеха. Концентрация серусодержащих компонентов определяется сульфидностью белого щелока.

4. Сточные воды содержат волокна, щелочи, дурнопахнущие конденсаты, на долю которых приходится до 7% от всех стоков завода.

5. При варке на 1 т воздушно-сухой целлюлозы образуется 4–6,5 м³ черного щелока. В содорегенерационном агрегате органическая часть щелока сгорает до газообразных CO₂ и H₂O, а минеральная часть превращается в подзол или плав. Общее количество сухого вещества в черном щелоке составляет 1250–1800 кг на 1 т воздушно-сухой целлюлозы нормального выхода. С газопылевыми выбросами потери серы составляют около половины общих потерь ее с промышленными выбросами. Содорегенерационный цех загрязняет воздух серой и сероводородом.

На этих стадиях образуются шламовые сточные воды, содержащие значительные количества растворенных и взвешенных минеральных веществ. Загрязнения, поступающие со сточными водами от завода мощностью 1000 т сульфатной беленой вискозной целлюлозы, равноценны таковым по БПК₅ городу с населением в 2 500 000 человек.

При сортировании и очистке целлюлозы основными видами отходов являются сучки, непровар и отходы после второй или третьей ступеней сортировок.

Целлюлозно-бумажное производство характеризуется большим расходом воды — от нескольких десятков до нескольких тысяч кубических метров на 1 т продукции. Соответственно, образуется большое количество сточных вод.

Производство сульфатной целлюлозы характеризуется большим количеством твердых отходов: огарков, шлама, золы, избыточного активного ила и т. п.

Результаты анализа материальных потоков представляются в виде табл. 11.

Матрица для фиксации входных и выходных потоков в рамках ОЖЦ

Стадии жизненного цикла про- дукта	Воздействие на окружающую среду					
	Потребление ресурсов			Выбросы в окружающую среду		
	Матери- алы	Энер- гия	Вода	Выбро- сы	Сбро- сы	Отходы
1	2	3	4	5	6	7
Заготовка сырья (вы- рубка леса)	Древе- сина	–	–	CO ₂ , NO _x , C _x H _y , SO ₂ ,	–	Пору- бочные остат- ки, бро- бро- шенная древе- сина
Транспор- тировка леса	–	Сжига- ние топлив	–	CO ₂ , NO _x , C _x H _y , SO ₂	–	–
Окорка, приготовле- ние щепы	Балансы	–	Вода	–	–	Пыль, кора
Варка цел- люлозы, промывка	Древесн щепа, вароч- ный рас- твор	–	Вода на промы вку	H ₂ S, ДМС*, ММ**, ДМДС*, **, SO ₂ , скипи- дар и др.	Во- локна нефте пр песок, ще- лочь	Черный ще- лок
Регенерация щелока	–	–	–	H ₂ S, CO ₂ ММ, SO ₂ , пыль	Рас- твор. и взв. минер. в-ва	Огарок, шлам, зола
Сортировка и очистка	–	–	–	–	–	Сучки, не- провар

* ДМС — диметилсульфат, ** ММ — метилмеркаптан, *** ДМДС — диметилдисульфат.

Анализ показывает, что на всех рассмотренных стадиях осуществляются выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, образование сточных вод и образование твердых отходов. Для большей наглядности материальные потоки могут быть представлены в виде схемы. На основании проведенного анализа попытаемся оценить воздействие производства сульфатной целлюлозы и осмыслить эти воздействия в свете экологических проблем планеты, для чего составляем экологическую матрицу ОЖЦ (табл. 12). В данной таблице использована шкала оценки вклада того или иного вида воздействия в условных баллах, где балл 5 соответствует максимальному воздействию на экологические проблемы, а 1 — минимальному.

Таблица 12

Матрица ОЖЦ производства сульфатной целлюлозы

Экологические проблемы	Параметры						<i>Всего</i>
	Затраты ресурсов	Затраты энергии	Эмиссии в воздух	Эмиссии в воду	Твердые отходы	Влияние транспорта	
1	2	3	4	5	6	7	8
Глобальное потепление	3	2	1	–	–	–	6
Разрушение озонового слоя	–	–	–	–	–	–	0
Качество воздуха	5	3	3	–	2	1	14
Качество воды	4	–	–	3	–	1	8
Использование земли	3	–	–	–	2	1	6
Шум	1	–	–	–	–	2	3
<i>Всего</i>	16	5	4	3	4	5	37

Как видно из приведенной матрицы, производство сульфатной целлюлозы характеризуется значительным вкладом в проблемы качества воздуха и воды. Вклад в глобальное потепление заключается в вырубке леса, который связывает углекислый газ. Проблема озонового слоя вообще не имеет связи с жизненным циклом исследуемой продукции.

Для характеристики основных видов воздействий производства сульфатной целлюлозы в таблице 13 представлен экологический баланс этого продукта.

Таблица 13

Экологический баланс сульфатной целлюлозы

Стадии жизненного цикла	Использование ресурсов	Виды воздействия на окружающую среду
1	2	3
Вырубка леса	Лес	Воздействие на атмосферу: нарушение углеродного цикла, водного баланса. Воздействие на гидросферу: загрязнение; изменение гидрологического режима территории. Воздействие на почву: отходы порубочных остатков.
Транспортировка	Топливо	Воздействие на атмосферу: загрязнение продуктами сжигания топлива.
Производство целлюлозы	Древесина, энергия, вода, реагенты	Воздействие на атмосферу: загрязнение пылью, ММ, ДМС, ДМДС, H ₂ S, SO ₂ . Воздействие на гидросферу: загрязнение сточными водами. Воздействие на почву: древесная опилки, огарок, нефтепродукты, шлам, зола.

Таким образом, воздействие на окружающую среду не ограничивается только процессом производства, а осуществляется уже на стадии заготовки древесины. Из всех видов производств отрасли основным источником загрязнения атмосферы является производство сульфатной целлюлозы.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Общая химическая технология: в 2 ч. / под ред. И. П. Мухленова. — М.: Высш. шк., 1984. — Ч. 1: Теоретические основы технологии. — 256 с.
2. Общая химическая технология: в 2 ч. / под ред. И. П. Мухленова. — М.: Высш. шк., 1984. — Ч. 2: Важнейшие химические производства. — 263 с.
3. Кутепов, А. М. Общая химическая технология / А. М. Кутепов, Т. И. Бондарева, М. Г. Веренгартен. — М.: Академкнига, 2007. — 528 с.
4. Соколов, Р. С. Химическая технология: в 2 т. / Р. С. Соколов. — М.: Гуманитарный издательский центр «ВЛАДОС», 2003. — Т. 1: Химическое производство в антропогенной деятельности. Основные вопросы химической технологии. Производство неорганических веществ. — 368 с.
5. Соколов, Р. С. Химическая технология: в 2 т. / Р. С. Соколов. — М.: Гуманитарный издательский центр «ВЛАДОС», 2003. — Т. 2: Metallургические процессы. Переработка химического топлива. Производство органических веществ и полимерных материалов. — 448 с.
6. Бесков, В. С. Общая химическая технология / В. С. Бесков. — М.: Академкнига, 2006. — 453 с.
7. Позин, М. Е. Физико-химические основы неорганической технологии / М. Е. Позин, Р. Ю. Зинюк. — СПб.: Химия, 1993. — 440 с.
8. Бобкова, Н. М. Общая технология силикатов / Н. М. Бобкова, Е. М. Дятлова, Т. С. Куницкая. — Минск: Вышэйшая школа, 1987. — 287 с.
9. Бобкова, Н. М. Химическая технология стекла и ситаллов / Н. М. Бобкова, Л. Ф. Папко. — Минск: БГТУ, 2005. — 196 с.
10. Гузман, И. Я. Химическая технология керамики / И. Я. Гузман. — М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2003. — 494 с.
11. Кузьменков, М. И. Химическая технология вяжущих веществ / М. И. Кузьменков, О. Е. Хотянович. — Минск: БГТУ, 2008. — 262 с.
12. Вансовская, К. М. Гальванические покрытия / К. М. Вансовская. — Л.: Машиностроение, 1984. — 199 с.
13. Мановян, А. К. Технология первичной переработки нефти и природного газа. / А. К. Мановян — М.: Химия, 2001. — 568 с.

14. Мановян, А. К. Технология переработки природных энергоносителей / А. К. Мановян. — М.: Химия: Колос С, 2004. — 456 с.
15. Абросимов, А. А. Экология переработки углеводородных систем / А. А. Абросимов. — М.: Химия, 2002. — 609 с.
16. Агабеков, В. Е. Нефть и газ: добыча, комплексная переработка и использование / В. Е. Агабеков, В. К. Косяков, В. М. Ложкин. — Минск, БГТУ, 2003. — 372 с.
17. Аверко-Антонович, Ю. О. Технология резиновых изделий / Ю. О. Аверко-Антонович, Р. Я. Омельченко, Ю. Р. Эбич; под ред. П. А. Кирпичникова. — Л.: Химия, 1992. — 350 с.
18. Мигаль, С. С. Вторичное использование резины / С. С. Мигаль, Е. И. Щербина. — Минск, 2001. — 92 с.
19. Шеин, В. С. Обезвреживание и утилизация выбросов и отходов при производстве и переработке эластомеров / В. С. Шеин, В. Е. Ермаков, Ю. Г. Норкин. — М.: Химия, 1987. — 271 с.
20. Баженов, В. А. Технология и оборудование производства древесных плит и пластиков / В. А. Баженов, Е. И. Карасев, Е. Д. Мерсов. — М.: Экология, 1992. — 414 с.
21. Суханов, В. П. Переработка нефти / В. П. Суханов. — М.: Химия, 1979. — 379 с.
22. Власов, С. В. Основы технологии переработки пластмасс / С. В. Власов, Л. Б. Кандырин, В. Н. Кулезнев — М.: Химия, 2004. — 598 с.

Дополнительная

23. Миронович, И. М. Производственные технологии. Основы технологии производства продукции химического комплекса / И. М. Миронович. — Минск: Равноденствие, 2005. — 376 с.
24. Амелин, А. Г. Технология серной кислоты / А. Г. Амелин. — М.: Химия, 1983. — 360 с.
25. Технология связанного азота / под ред. В. И. Атрощенко. — Киев: Вища школа, 1985. — 327 с.
26. Позин, М. Е. Технология минеральных удобрений / М. Е. Позин. — Л.: Химия, 1989. — 352 с.
27. Классен, П. В. Основные процессы технологии минеральных удобрений / П. В. Классен, И. Г. Гришаев. — М.: Химия, 1990. — 302 с.
28. Технология фосфорных и комплексных удобрений / под ред. С. Д. Эвенчика, А. А. Бродского. — М.: Химия, 1987. — 464 с.
29. Технология калийных удобрений / под ред. В. В. Печковского. — Минск: Вышэйшая школа, 1978. — 302 с.

30. Расчеты химико-технологических процессов / под ред. И. П. Мухленова. — Ленинград: Химия, 1982. — 248 с.
31. Химическая технология стекла и ситаллов / под ред. Н. М. Павлушкина. — М.: Стройиздат, 1983. — 432 с.
32. Справочник по наилучшим доступным техническим методам использования энергоресурсов в стекольной промышленности: Производство сортового и тарного стекла. — РОО «Эколайн», 2005. — 28 с.
33. Пищ, И. В. Технология керамики / И. В. Пищ. — Минск: БГТУ, 2006. — 81 с.
34. Сулименко, Л. М. Технология минеральных вяжущих материалов и изделий на их основе / Л. М. Сулименко. — М.: Высшая школа, 2000. — 304 с.
35. Мечай, А. А. Сборник задач по химической технологии вяжущих веществ и строительных материалов на их основе: учеб. пособие для студентов специальности 1-48 01 01 «Химическая технология неорганических веществ, материалов и изделий» / А. А. Мечай, М. И. Кузьменков. — Минск: БГТУ, 2006. — 58 с.
36. Марцуль, В. Н. Охрана окружающей среды в керамической и стекольной промышленности: Методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию для студентов очного и заочного обучения спец. Т. 15.01.06, Т. 15.01.09 / В. Н. Марцуль, И. А. Левицкий, Е. М. Дятлова. — Минск: БГТУ, 1999. — 63 с.
37. Виноградов, С. С. Оборудование и организация гальванических производств / С. С. Виноградов. — М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2001. — 168 с.
38. Карасев, Е. И. Оборудование предприятий для производства древесных плит / Е. И. Карасев, С. Д. Каменков. — М.: МГУЛ, 2002. — 320 с.
39. Шеин, В. С. Основные процессы резинового производства / В. С. Шеин, А. П. Гриб. — Л.: Химия, 1988. — 159 с.
40. Грушова, Е. И. Химическая технология мономеров в производстве органических продуктов / Е. И. Грушова. — Минск, 2003. — 275 с.
41. Коршак, В. В. Технология пластических масс / В. В. Коршак, Ю. В. Коршак, Д. Ф. Кутепов — М.: Химия. 1985. — 559 с.
42. Зазулина, З. А. Основы технологии химических волокон / З. А. Зазулина, Т. В. Дружинина, А. А. Конкин. — М.: Химия, 1985. — 303 с.
43. Белозеров, Н. В. Технология резины / Н. В. Белозеров, Г. К. Демидов, В. Н. Овчинникова — М.: Химия, 1993. — 460 с.

44. Никишов, В. Д. Комплексное использование древесины / В. Д. Никишов — М.: Лесная промышленность. 1985. — 265 с.
45. Коверинский, И. Н. Основы технологии химической переработки древесины / И. Н. Коверинский — М.: Лесная промышленность, 1984. — 184 с.
46. Иванов, С. Н. Технология бумаги / С. Н. Иванов — М.: Школа бумаги, 2006. — 695 с.
47. Артеменко, С. Е. Экологические проблемы производства химических волокон / С. Е. Артеменко, Т. П. Овчинникова. — Саратов, 1993. — 45 с.
48. Карасев, В. Е. Развитие производства древесных плит / В. Е. Карасев. — М.: МГУЛ, 2002. — 128 с.
49. Пильгунов, П. П. Утилизация промышленных отходов / П. П. Пильгунов, М. В. Сумароков. — М.: Стройиздат, 1990. — 347 с.
50. Русаков, П. В. Производство полимеров / П. В. Русаков. — М.: Высш. шк., 1988. — 280 с.
51. Миндлин, С. С. Технология производства полимеров и пластмасс на их основе / С. С. Миндлин. — Л.: Химия, 1982. — 328 с.
52. Технология производства химических волокон / А. Н. Рязов, В. А. Груздев, И. П. Бакшеев [и др.]. — М.: Химия, 1980. — 480 с.
53. Флятте, Д. М. Технология бумаги / Д. М. Флятте. — М.: Лесная промышленность, 1988. — 438 с.
54. Шитов, Ф. А. Технология бумаги и картона / Ф. А. Шитов, И. Ф. Шитов. — М.: Высш. шк., 1983. — 296 с.
55. Соловьева, Т. В. Технология производства древесностружечных плит / Т. В. Соловьева, В. С. Степаненко, И. А. Хмызов. — Минск: БГТУ, 2011. — 278 с.
56. Черная Н. В. Технология производства сульфитной целлюлозы / Н. В. Черная. — Минск: БГТУ, 2012. — 350 с.
57. Черная, Н. В. Технология сульфитной и сульфатной целлюлозы / Н. В. Черная, Н. В. Жолнерович, П. А. Чубис. — Минск: БГТУ, 2011. — 188 с.
58. Чекунин, В. Н. Современное состояние и перспективы развития сульфитных методов производства целлюлозы на различных основаниях / В. Н. Чекунов. М.: Химия, 2008. — 46 с.
59. Мерсов, Д. Е. Производство древесноволокнистых плит / Д. Е. Мерсов. — М.: Высш. шк., 1989. — 232 с.
60. Соловьева, Т. В. Утилизация отходов химико-механической переработки древесины / Т. В. Соловьева. — Минск: БТИ, 1990. — 52 с.

61. Кошелев, Ф. Ф. Общая технология резины / Ф. Ф. Кошелев, А. Е. Корнев, А. М. Буканов. — М.: Химия, 1978. — 527 с.
62. Корнеев, А. Е. Технология эластомерных материалов / А. Е. Корнеев, А. М. Буканов, О. Н. Шевердяев. — М.: Эксим, 2000. — 288 с.
63. Вторичные материальные ресурсы лесной и деревообрабатывающей промышленности / под ред. Михайлова Г. М. — М.: Экономика, 1983. — 244 с.
64. Гомонай, М. В. Технология переработки древесины / М. В. Гомонай. — М.: МГУЛ, 2001. — 232 с.
65. СТБ ИСО 14041-2001 «Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Параметрический анализ жизненного цикла».
66. СТБ ИСО 14042-2003 «Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Оценка воздействия жизненного цикла».
67. СТБ ИСО 14043-2003 «Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Интерпретация жизненного цикла».

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Организация курсового проектирования	4
2. Требования к содержанию и оформлению курсовой работы	5
3. Методические указания к разработке разделов курсовой работы.....	6
Приложение А	23
Приложение Б.....	24
Приложение В.....	25
Приложение Г.....	29
Приложение Д.....	30
Приложение Е.....	35
Приложение Ж.....	37
Список рекомендуемой литературы.....	42

ТЕХНОЛОГИЯ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Методические указания к выполнению курсовой работы
для студентов специальности 1–57 01 01 «Охрана окружающей среды
и рациональное использование природных ресурсов»

Составители: **Жарская** Тамара Александровна,
Залыгина Ольга Сергеевна.

Редактор *А. С. Бондаренко*
Компьютерная верстка *А. С. Бондаренко*
Корректор *А. С. Бондаренко*

Издатель:

УО «Белорусский государственный технологический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/227 от 20.03.2014.
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.