

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра промышленной экологии

ТЕХНОЛОГИЯ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

**Программа, методические указания и контрольные задания
для студентов специальности
1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов
и производств» заочной формы обучения**

Минск 2011

УДК 66.0(073)
ББК 35я73
Т38

Рассмотрены и рекомендованы к изданию редакционно-издательским советом университета.

С о с т а в и т е л ь
Л. А. Шибeka

Р е ц е н з е н т
кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой
автоматизации производственных процессов и электротехники
Д. С. Карнович

По тематическому плану изданий учебно-методической литературы университета на 2011 год. Поз. 124.

Для студентов специальности 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств» заочной формы обучения.

© УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2011

ВВЕДЕНИЕ

Повышение качества жизни человека невозможно без непрерывного развития и совершенствования технологических процессов, применения новых видов сырья, энергии, топлива, создания новых видов продукции. Современная технология ставит задачи комплексного использования сырьевых и энергетических ресурсов, комбинирования и кооперирования различных производств, предупреждения загрязнения почвы, воздушных и водных бассейнов промышленными выбросами, сбросами, отходами. Производственные процессы сегодня немыслимы без механизации и комплексной автоматизации химико-технологических систем и отдельных аппаратов.

Цель изучения дисциплины «Технология основных производств» состоит в ознакомлении студентов с технологиями производства основных неорганических и органических продуктов.

Задачами дисциплины являются: изучение основных закономерностей процессов производства промышленных продуктов, обоснование оптимального технологического режима процесса производства продукции, ознакомление с технологическими схемами производства, рассмотрение основных технологических и технико-экономических показателей.

В результате изучения дисциплины студент должен знать способы получения промышленных продуктов и современные технологические схемы основных производств, уметь анализировать работу технических устройств, используемых в технологических процессах, проводить расчет основных технологических показателей производства, владеть навыками оценки уровня состояния производства с учетом технологических, экономических, социальных, экологических и других показателей.

1. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Введение

Технология как наука. Место химической промышленности, производства строительных материалов, механической, химико-механической и химической переработки древесины в Республике Беларусь.

Раздел 1. Общие положения

1.1. Качественные и количественные оценки эффективности производства. Технологические показатели: степень превращения, выход, селективность, расходные коэффициенты, производительность, мощность и др. Экономические показатели: себестоимость продукта, производительность труда и др. Эксплуатационные показатели: надежность и безопасность функционирования, управляемость и др. Социальные показатели: степень механизации и автоматизации и др. Экологические показатели: экологическая безопасность и др.

1.2. Классификация химико-технологических процессов (ХТП). Понятие о химико-технологическом процессе. Основные стадии ХТП. Понятие о химико-технологической системе (ХТС). Общие принципы разработки и создания химико-технологических процессов и систем. Классификация ХТП. Понятие о наилучшей из достигнутых технологий производства продукции. Функциональная, структурная, операционная технологические схемы. Типы технологических связей.

1.3. Сырьевая и энергетическая подсистемы химико-технологических процессов. Классификация сырья, запасы сырья и энергии, вторичные материальные и энергетические ресурсы. Рациональное и комплексное использование сырьевых ресурсов. Принципы обогащения сырья. Использование воды и воздуха в промышленности.

Раздел 2. Технология неорганических веществ

2.1. Технология производства серной кислоты. Свойства серной кислоты и области применения. Сырье для получения серной кислоты.

Физико-химические основы обжига серосодержащего сырья. Обжиговые печи.

Физико-химические основы окисления сернистого ангидрида. Виды катализаторов. Оптимальный режим. Технологическая схема производства серной кислоты контактным способом. Устройство

основного оборудования. Техничко-экономические показатели производства.

2.2. Производство азотной кислоты. Физико-химические основы процесса. Оптимальный режим. Технологические схемы получения азотной кислоты. Устройство основного оборудования. Техничко-экономические показатели производства.

2.3. Общая характеристика производства минеральных удобрений. Значение минеральных удобрений для сельского хозяйства и промышленности. Классификация удобрений и солей; их основные физико-химические свойства и области применения. Состояние и перспективы производства минеральных удобрений.

2.4. Производство азотных удобрений. Виды азотных удобрений и их свойства. Производство аммиачной селитры. Теоретические основы процесса. Технологическая схема. Устройство основного оборудования. Техничко-экономические показатели производства.

2.5. Производство экстракционной фосфорной кислоты. Фосфатное сырье и методы его переработки. Способы производства и применение фосфорной кислоты. Физико-химические основы и технологическая схема производства экстракционной фосфорной кислоты, устройство основного оборудования. Техничко-экономические показатели производства. Экологические проблемы при производстве фосфорной кислоты.

2.6. Производство фосфорных удобрений. Свойства и применение простого суперфосфата. Производство простого суперфосфата. Физико-химические основы, технологическая схема, устройство основного оборудования. Техничко-экономические показатели производства.

Свойства и применение двойного и обогащенного суперфосфата. Производство двойного и обогащенного суперфосфата. Физико-химические основы, технологические схемы, устройство основного оборудования. Техничко-экономические показатели производства.

2.7. Производство калийных удобрений. Сырье калийной промышленности и методы его переработки. Производство хлористого калия из сильвинита галургическим и флотационным методами. Устройство основного оборудования. Техничко-экономические показатели производства. Экологические проблемы при производстве калийных удобрений.

Раздел 3. Технология производства строительных материалов

3.1. Технология производства стекла. Классификация промышленных стекол. Сырьевые материалы для производства стекла и тре-

бования к ним. Технологические схемы производства стекла. Устройство основного оборудования. Техничко-экономические показатели производства.

3.2. Технология производства керамических материалов. Определение и общая характеристика керамики. Классификация керамических материалов и изделий. Сырьевые материалы. Технологические схемы производства керамических материалов. Устройство основного оборудования. Техничко-экономические показатели производства.

3.3. Технология производства вяжущих материалов. Определение и общая характеристика вяжущих материалов, их классификация и основные свойства. Сырье для производства вяжущих материалов.

Производство цемента сухим, мокрым и комбинированным способами. Технологические схемы производства. Устройство основного оборудования. Техничко-экономические показатели производства.

Производство извести. Технологическая схема производства. Устройство основного оборудования. Техничко-экономические показатели производства.

Раздел 4. Технология органических веществ

4.1. Технология переработки нефти. Состав, свойства и классификация нефти. Ассортимент нефтепродуктов, получаемых на нефтеперерабатывающих предприятиях. Первичная переработка нефти. Термические процессы переработки нефти. Каталитические процессы переработки нефти. Очистка нефтепродуктов. Технологические схемы и аппаратное оформление процессов переработки нефти. Основные технико-экономические показатели переработки нефти.

4.2. Технология полимерных материалов. Общие сведения о полимерах. Свойства и применение полимерных материалов. Производство пластических масс. Состав и свойства пластических масс. Полиэтилен, основные методы получения. Технологическая схема получения полиэтилена при высоком давлении. Техничко-экономические показатели производства. Технология переработки пластических масс.

4.3. Технология производства резины. Основные сведения о свойствах и назначениях резин и каучуков. Резина как многокомпонентная система. Общая схема производства резиновых изделий. Ингредиенты резиновых смесей и их назначение. Основные процессы резинового производства. Регенерация резины. Методы регенерации, использование регенерата.

4.4. Технология производства химических волокон. Классификация и использование химических волокон. Общая схема технологического процесса получения химических волокон.

Вискозное волокно. Общая схема технологического процесса получения вискозного волокна. Техничко-экономические показатели производства.

Раздел 5. Технология механической, химико-механической и химической переработки древесины

5.1. Основные направления комплексной переработки древесного сырья. Химический состав и свойства древесины. Основные направления комплексной переработки древесины.

5.2. Механическая переработка древесины. Характеристика основных процессов. Основные виды продукции.

5.3. Технология производства древесных плит. Переработка древесины в производстве древесностружечных и древесноволокнистых плит. Классификация, основные свойства, области применения. Способы производства и основные технологические операции.

5.4. Технология производства бумаги и картона. Характеристика основных стадий производства. Техничко-экономические показатели производства.

5.5. Технология гидролизного производства. Технологическая схема производства. Устройство основного оборудования. Основные технологические и технико-экономические показатели производства.

Раздел 6. Перспективы развития основных отраслей промышленности Республики Беларусь

Перспективы развития химической промышленности, производства строительных материалов, механической, химико-механической и химической переработки древесины в Республике Беларусь и за рубежом.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе изучения дисциплины будут востребованы знания, которые были получены студентами ранее при изучении химии, общеинженерных и профильных предметов.

В список рекомендуемой литературы включены те источники, в которых доступно и в полном объеме освещены вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение студентами. Помимо рекомендуемой литературы при изучении дисциплины желательно использовать новые издания, статистические справочники, информацию интернет-сайтов.

Общие вопросы, связанные с изучением основных закономерностей протекания процессов, структуры химико-технологических систем, стадий химико-технологических процессов, требований к сырьевым и энергическим ресурсам, с определением качественных и количественных показателей эффективности производства, подробно освещены в [1, 3, 4, 6, 9, 10].

При изучении технологических процессов производства конкретного вида продукции необходимо рассмотреть все виды сырья и энергии, используемые для производства, указать запасы этих ресурсов, привести расходные коэффициенты сырьевых материалов на выпуск единицы продукции. Следует также представить характеристику физико-химических свойств и направлений использования готовой продукции. Изучение технологических процессов производства предполагает рассмотрение способов производства продукции, физико-химических основ протекания процессов, а также факторов, влияющих на скорость превращения реагентов.

При рассмотрении технологических схем необходимо ориентироваться на наилучшие из достигнутых технологий производства данного вида продукции. В контрольной работе следует приводить аппаратную схему производства, описывать конструкционные особенности оборудования. При описании технологических схем необходимо указывать основные технологические параметры и оптимальные условия проведения процессов, а также технико-экономические показатели производства.

При изучении вопросов контрольной работы, связанных с производством серной кислоты, следует использовать литературные источники [2, 3, 4, 6, 8–11], азотной кислоты – [2, 4, 6, 8–10]. Вопросы по общей характеристике минеральных удобрений, производства азот-

ных удобрений освещены в [2, 4, 8–10, 12, 13]. С вопросами производства фосфорной кислоты и фосфорных удобрений можно ознакомиться в литературных источниках [2, 4, 7–10, 12, 14], калийных удобрений – в [4, 7, 8, 12, 15]. Узнать о технологиях производства строительных материалов (стекла, керамических и вяжущих материалов) можно используя источники [2, 4, 10, 16, 17].

Изучение процессов переработки нефти целесообразно осуществлять по источникам [2, 3, 5, 6, 10, 18]. Знакомство с технологией полимерных материалов желательно проводить по [2, 5, 10, 19–21]. Вопросы, связанные с рассмотрением процессов производства резины, освещены в [2, 5, 22, 23]. Наиболее полно информация о производстве химических волокон изложена в [2, 24, 25]. Вопросы механической, химико-механической и химической переработки древесины рассмотрены в [26–29].

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебным планом предусматривается выполнение одной контрольной работы, которая включает четыре теоретических вопроса и две задачи. Номера вопросов и задач определяются по номеру варианта, который соответствует порядковому номеру фамилии студента в журнале группы и уточняется преподавателем на установочной лекции. Номера теоретических вопросов, входящих в вариант контрольной работы, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Варианты контрольной работы

Вариант	Номера вопросов			
1	1	11	23	56
2	2	12	45	59
3	3	13	31	60
4	4	16	56	63
5	5	17	48	70
6	6	18	35	64
7	7	25	37	68
8	8	26	40	65
9	9	29	42	58
10	10	30	44	68
11	15	34	45	52
12	20	36	63	70
13	21	19	55	64
14	6	22	36	50
15	12	24	44	62
16	1	14	27	57
17	19	28	51	66
18	5	26	33	54
19	22	38	53	65
20	18	29	39	69
21	2	41	56	67
22	3	35	46	57
23	11	29	47	69
24	16	37	52	61
25	7	32	53	70
26	3	34	44	54
27	8	19	43	55
28	13	22	49	58
29	15	31	50	61
30	14	20	55	62

Контрольная работа считается выполненной в соответствии с заданием, если студентом даны правильные и полные ответы на все вопросы и правильно решены все задачи по соответствующему варианту.

3.1. Методические рекомендации к выполнению контрольной работы

При выполнении контрольной работы необходимо руководствоваться следующими общими указаниями. Ответы на вопросы должны быть полными, но не перегруженными избыточной, не относящейся к рассматриваемому вопросу информацией. В конце контрольной работы приводится список использованных источников, в том числе и интернет-сайтов.

При решении задач вначале приводится условие задачи с исходными данными. Само решение излагается таким образом, чтобы четко прослеживался его алгоритм. Все расчетные формулы записываются вначале в общем виде, а затем с численными значениями величин и ответом с указанием единиц измерения. В конце решения записывается ответ.

При решении задачи № 1 необходимо помнить, что интенсивностью аппарата называется его производительность, отнесенная к единице полезного объема аппарата:

$$I = \frac{\Pi}{V}, \quad (1)$$

где I – интенсивность аппарата, кг/(м³·сут); Π – производительность аппарата, кг/сут; V – полезный объем аппарата, м³.

Пример задачи № 1.

Рассчитать производительность (т/сут) печи обжига колчедана цилиндрической формы, если ее диаметр 4,1 м, высота 7,8 м, а интенсивность работы 990 кг/(м³·сут).

Решение.

1. Так как интенсивность аппарата рассчитывается по формуле (1), тогда производительность аппарата можно определить следующим образом:

$$\Pi = I \cdot V. \quad (2)$$

Объем печи обжига колчедана цилиндрической формы равен произведению площади основания аппарата на высоту:

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h, \quad (3)$$

где d – диаметр аппарата, м; h – высота аппарата, м.

Так как по условию задачи диаметр печи обжига составляет 4,1 м, а высота аппарата – 7,8 м, объем печи обжига колчедана будет составлять:

$$V = \frac{3,14 \cdot 4,1^2}{4} \cdot 7,8 = 102,9 \text{ м}^3.$$

2. Производительность печи рассчитаем по формуле (2):

$$\Pi = 990 \cdot 102,9 = 101\,871 \text{ кг/сут} = 101,9 \text{ т/сут}.$$

Таким образом, производительность печи обжига колчедана составляет 101,9 т/сут.

При решении задачи № 2 необходимо помнить, что содержание питательных элементов в азотных, калийных и фосфорных удобрениях выражается в пересчете на N, K₂O и P₂O₅ соответственно.

Пример задачи № 2.

Предприятие отгрузило потребителю 22 т удобрения (NH₄)₂SO₄. Удобрение содержит примеси в количестве 3 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на N содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): N – 14, S – 32, O – 16, H – 1.

Решение.

1. Определим массу (NH₄)₂SO₄ в удобрении. По условию задачи удобрение содержит 3 % примесей, следовательно, 97 % (или 0,97) приходится на (NH₄)₂SO₄. Зная это, массу (NH₄)₂SO₄ можно определить по формуле

$$m = M \cdot w, \quad (4)$$

где m – масса (NH₄)₂SO₄ в удобрении, т; M – масса удобрения, т; w – массовая доля (NH₄)₂SO₄ в удобрении;

$$m = 22 \cdot 0,97 = 21,34 \text{ т}.$$

Таким образом, масса (NH₄)₂SO₄ в удобрении составляет 21,34 т.

2. Рассчитаем массу N в удобрении. Запишем схематично стехиометрическое соотношение между сульфатом аммония и азотом:



Так как 1 моль (NH₄)₂SO₄ соответствует 2 моль N, зная молярную массу N, H, S и O, определим молярную массу (NH₄)₂SO₄ и 2N. В на-

шем случае эти величины равны 132 и 28 г/моль соответственно. Согласно представленной схеме, масса азота в удобрении будет равна $m_N = (21,34 \cdot 28) / 132 = 4,53$ т.

3. Определим процентное содержание азота в удобрении по формуле

$$w_N = m_N / M, \quad (5)$$

где w_N – массовая доля N в удобрении; m_N – масса N в удобрении, т:

$$m = 4,53 / 22 = 0,206.$$

Таким образом, содержание N в удобрении составляет 20,6 %, или 4,53 т.

3.2. Вопросы контрольной работы

1. Технология как наука. Основные направления развития химической технологии.

2. Качественные и количественные критерии оценки эффективности производства (степень превращения, выход продукта, селективность, расходный коэффициент, производительность, мощность, себестоимость продукта, производительность труда и т. д.).

3. Понятие о химико-технологическом процессе (ХТП). Основные стадии ХТП. Классификация химико-технологических процессов по типу протекающих реакций.

4. Понятие о химико-технологической системе (ХТС). Функциональные и масштабные подсистемы ХТС.

5. Виды технологических схем и их характеристика.

6. Типы технологических связей в химико-технологических системах.

7. Сырье химической промышленности. Классификация сырья. Запасы сырья.

8. Рациональное и комплексное использование сырьевых ресурсов и энергии. Методы обогащения сырья.

9. Использование воды и воздуха в промышленности. Промышленная водоподготовка.

10. Сырье для производства серной кислоты. Общая характеристика способов получения серной кислоты. Свойства серной кислоты и области ее применения.

11. Физико-химические основы обжига серосодержащего сырья. Конструкции обжиговых печей.

12. Физико-химические основы окисления оксида серы (IV). Абсорбция оксида серы (VI) при производстве серной кислоты. Аппаратурное оформление стадий производства.

13. Технологическая схема производства серной кислоты из серы. Аппаратурное оформление. Техничко-экономические показатели производства.

14. Технологическая схема производства серной кислоты из колчедана контактнм способом. Аппаратурное оформление. Техничко-экономические показатели производства.

15. Сырье для производства азотной кислоты. Общая характеристика способов производства разбавленной и концентрированной азотной кислоты.

16. Физико-химические основы окисления аммиака при производстве азотной кислоты. Виды катализаторов. Конструкции контактных аппаратов.

17. Физико-химические основы окисления оксида азота (II) до оксида азота (IV) при производстве азотной кислоты. Аппаратурное оформление.

18. Физико-химические основы абсорбции оксида азота (IV) при производстве азотной кислоты. Аппаратурное оформление. Свойства азотной кислоты.

19. Технологическая схема производства разбавленной азотной кислоты при давлении 0,73 МПа. Техничко-экономические показатели производства.

20. Значение минеральных удобрений для сельского хозяйства. Классификация удобрений. Сырье для производства минеральных удобрений.

21. Виды азотных удобрений. Теоретические основы и основные стадии производства аммонийной селитры. Свойства нитрата аммония.

22. Технологическая схема производства аммонийной селитры. Аппаратурное оформление. Техничко-экономические показатели производства.

23. Фосфатное сырье и методы его переработки.

24. Свойства, способы производства и применение фосфорной кислоты.

25. Физико-химические основы производства экстракционной фосфорной кислоты.

26. Технологическая схема производства экстракционной фосфорной кислоты. Аппаратурное оформление. Техничко-экономические показатели производства.

27. Отходы и побочные продукты производства экстракционной фосфорной кислоты.

28. Свойства, способы производства и применение простого суперфосфата. Физико-химические основы производства простого суперфосфата непрерывным способом.

29. Технологическая схема производства простого суперфосфата непрерывным способом. Аппаратурное оформление. Техничко-экономические показатели производства.

30. Свойства, способы производства и применение двойного суперфосфата. Физико-химические основы производства двойного суперфосфата поточным методом.

31. Технологическая схема производства двойного суперфосфата поточным методом. Аппаратурное оформление. Техничко-экономические показатели производства.

32. Свойства, производство и применение обогащенного суперфосфата.

33. Сырье для производства калийных удобрений. Виды калийных удобрений. Общая характеристика калийных удобрений.

34. Производство хлористого калия из сильвинита флотационным методом. Физико-химические основы процесса.

35. Технологическая схема производства хлористого калия из сильвинита флотационным методом. Аппаратурное оформление. Техничко-экономические показатели производства.

36. Производство хлористого калия из сильвинита галургическим методом. Физико-химические основы процесса.

37. Технологическая схема производства хлористого калия из сильвинита галургическим методом. Аппаратурное оформление. Техничко-экономические показатели производства.

38. Экологические проблемы при производстве калийных удобрений и пути их решения.

39. Классификация промышленных стекол. Сырьевые материалы для производства стекла.

40. Производство стекла. Характеристика основных стадий производства. Устройство основного оборудования. Техничко-экономические показатели производства.

41. Определение и общая характеристика керамики. Классификация керамических материалов и изделий. Сырьевые материалы.

42. Производство керамических материалов. Характеристика основных стадий производства. Устройство основного оборудования. Техничко-экономические показатели производства.

43. Общая характеристика вяжущих материалов, их классификация и основные свойства. Сырье для производства вяжущих материалов.

44. Технологическая схема производства цемента сухим способом. Устройство основного оборудования. Техничко-экономические показатели производства.

45. Технологическая схема производства цемента мокрым способом. Устройство основного оборудования. Техничко-экономические показатели производства.

46. Принципиальная технологическая схема производства цемента комбинированным способом. Сравнительный анализ способов производства цемента.

47. Состав, свойства и классификация нефти. Запасы нефти. Ассортимент нефтепродуктов, получаемых на нефтеперерабатывающих предприятиях.

48. Общая схема переработки нефти. Характеристика процессов подготовки и стабилизации нефти.

49. Первичная переработка нефти. Устройство основного оборудования.

50. Термические процессы переработки нефти. Аппаратурное оформление процессов.

51. Каталитические процессы переработки нефти. Аппаратурное оформление процессов.

52. Методы очистки нефтепродуктов.

53. Общие сведения о полимерах и их классификация. Сырьевая база производства полимеров. Применение полимерных материалов.

54. Общая характеристика пластических масс. Реактопласты и термопласты. Пластические массы на основе полимеров, получаемых по реакциям полимеризации и поликонденсации. Пластические массы на основе химически модифицированных полимеров.

55. Сырье для производства полиэтилена. Свойства полиэтилена. Характеристика основных способов получения полиэтилена.

56. Технологическая схема производства полиэтилена высокого давления. Аппаратурное оформление. Техничко-экономические показатели производства.

57. Переработка пластических масс в изделия. Характеристика способов формования изделий из пластмасс – прессование, литье под давлением, экструзия, каландрование.

58. Общие сведения о волокнах. Классификация и использование химических волокон.

59. Общая схема производства химических волокон. Характеристика основных стадий.

60. Вискозное волокно: свойства и применение. Сырье для производства. Производство вискозного волокна. Характеристика основных стадий. Техничко-экономические показатели производства.

61. Основные сведения о свойствах и назначениях резин и каучуков. Классификация каучуков.

62. Резина как многокомпонентная система. Ингредиенты резиновых смесей и их назначение.

63. Общая схема производства резиновых изделий. Характеристика основных процессов резинового производства.

64. Регенерация резины. Водонейтральный и термомеханический методы регенерации, использование регенерата.

65. Химический состав и свойства древесины. Основные направления комплексной переработки древесины.

66. Производство древесностружечных плит. Характеристика основных стадий. Техничко-экономические показатели производства.

67. Производство древесноволокнистых плит. Характеристика основных стадий. Техничко-экономические показатели производства.

68. Общая схема производства бумаги и картона. Характеристика основных стадий. Техничко-экономические показатели производства.

69. Изготовление бумаги на бумагоделательной машине. Характеристика основных частей машины.

70. Технологическая схема производства этилового спирта методом гидролиза растительного сырья. Техничко-экономические показатели производства.

3.3. Задачи контрольной работы

Задача № 1

На основе данных, приведенных в табл. 2, рассчитать производительность (т/сут) печи обжига колчедана цилиндрической формы.

Таблица 2

Варианты исходных данных к задаче № 1

Вариант	Параметры печи обжига колчедана, м		Интенсивность работы печи обжига колчедана, кг/(м ³ ·сут)
	диаметр	высота	
1	3,8	6,5	580
2	3,1	6,6	780

Вариант	Параметры печи обжига колчедана, м		Интенсивность работы печи обжига колчедана, кг/(м ³ ·сут)
	диаметр	высота	
3	4,3	7,6	890
4	3,5	7,0	870
5	4,0	6,8	560
6	4,2	7,1	600
7	3,9	6,0	640
8	4,1	7,8	710
9	2,9	5,1	560
10	3,6	6,3	630
11	2,7	5,8	590
12	3,4	4,9	520
13	3,8	6,7	620
14	4,1	8,0	750
15	2,2	4,4	630
16	2,7	5,3	730
17	3,5	5,7	860
18	4,2	6,6	940
19	4,0	7,2	890
20	3,3	5,7	630
21	3,5	6,3	750
22	4,5	7,4	780
23	4,0	7,9	770
24	2,8	6,6	710
25	3,4	7,6	730
26	4,2	8,0	860
27	2,6	7,0	840
28	2,9	7,5	790
29	3,9	7,9	830
30	4,0	8,2	880

Задача № 2

1. Предприятие отгрузило потребителю 10 т удобрения KCl. Удобрение содержит примеси в количестве 3 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на K₂O содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): K – 39; Cl – 35,5; O – 16.

2. Предприятие отгрузило потребителю 15 т удобрения CO(NH₂)₂. Удобрение содержит примеси в количестве 2 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей

массы продукта) в пересчете на N содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): С – 12; О – 16; N – 14; Н – 1.

3. Предприятие отгрузило потребителю 24 т удобрения K_2SO_4 . Удобрение содержит примеси в количестве 4 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на K_2O содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): К – 39; S – 32; О – 16.

4. Предприятие отгрузило потребителю 11 т удобрения NH_4NO_3 . Удобрение содержит примеси в количестве 1 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на N содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): N – 14; Н – 1; О – 16.

5. Предприятие отгрузило потребителю 28 т удобрения $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$. Удобрение содержит примеси в количестве 15 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на P_2O_5 содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): Са – 40; Н – 1; Р – 31; О – 16.

6. Предприятие отгрузило потребителю 13 т удобрения KCl . Удобрение содержит примеси в количестве 2 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на K_2O содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): К – 39; Cl – 35,5; О – 16.

7. Предприятие отгрузило потребителю 9 т удобрения NH_4NO_3 . Удобрение содержит примеси в количестве 2,3 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на N содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): N – 14; Н – 1; О – 16.

8. Предприятие отгрузило потребителю 21 т удобрения $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$. Удобрение содержит примеси в количестве 17 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на P_2O_5 содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): Са – 40; Н – 1; Р – 31; О – 16.

9. Предприятие отгрузило потребителю 17 т удобрения K_2SO_4 . Удобрение содержит примеси в количестве 4,5 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на K_2O содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): К – 39; S – 32; О – 16.

10. Предприятие отгрузило потребителю 18 т удобрения $CO(NH_2)_2$. Удобрение содержит примеси в количестве 2,5 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей

массы продукта) в пересчете на N содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): С – 12; О – 16; N – 14; H – 1.

11. Предприятие отгрузило потребителю 14 т удобрения $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Удобрение содержит примеси в количестве 13 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на P_2O_5 содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): Ca – 40; H – 1; P – 31; O – 16.

12. Предприятие отгрузило потребителю 9 т удобрения K_2SO_4 . Удобрение содержит примеси в количестве 5,5 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на K_2O содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): K – 39; S – 32; O – 16.

13. Предприятие отгрузило потребителю 6 т удобрения NH_4NO_3 . Удобрение содержит примеси в количестве 2,5 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на N содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): N – 14; H – 1; O – 16.

14. Предприятие отгрузило потребителю 8 т удобрения KCl. Удобрение содержит примеси в количестве 1,8 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на K_2O содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): K – 39; Cl – 35,5; O – 16.

15. Предприятие отгрузило потребителю 10 т удобрения $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Удобрение содержит примеси в количестве 1 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на N содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): C – 12; O – 16; N – 14; H – 1.

16. Предприятие отгрузило потребителю 7 т удобрения K_2SO_4 . Удобрение содержит примеси в количестве 4,3 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на K_2O содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): K – 39; S – 32; O – 16.

17. Предприятие отгрузило потребителю 21 т удобрения NH_4NO_3 . Удобрение содержит примеси в количестве 2 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на N содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): N – 14; H – 1; O – 16.

18. Предприятие отгрузило потребителю 18 т удобрения KCl. Удобрение содержит примеси в количестве 2,5 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей

массы продукта) в пересчете на K_2O содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): $K - 39$; $Cl - 35,5$; $O - 16$.

19. Предприятие отгрузило потребителю 26 т удобрения $CO(NH_2)_2$. Удобрение содержит примеси в количестве 3,5 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на N содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): $C - 12$; $O - 16$; $N - 14$; $H - 1$.

20. Предприятие отгрузило потребителю 17 т удобрения $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$. Удобрение содержит примеси в количестве 16 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на P_2O_5 содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): $Ca - 40$; $H - 1$; $P - 31$; $O - 16$.

21. Предприятие отгрузило потребителю 11 т удобрения K_2SO_4 . Удобрение содержит примеси в количестве 4 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на K_2O содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): $K - 39$; $S - 32$; $O - 16$.

22. Предприятие отгрузило потребителю 9 т удобрения KCl . Удобрение содержит примеси в количестве 4 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на K_2O содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): $K - 39$; $Cl - 35,5$; $O - 16$.

23. Предприятие отгрузило потребителю 13 т удобрения NH_4NO_3 . Удобрение содержит примеси в количестве 1,5 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на N содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): $N - 14$; $H - 1$; $O - 16$.

24. Предприятие отгрузило потребителю 20 т удобрения $CO(NH_2)_2$. Удобрение содержит примеси в количестве 3 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на N содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): $C - 12$; $O - 16$; $N - 14$; $H - 1$.

25. Предприятие отгрузило потребителю 12 т удобрения $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$. Удобрение содержит примеси в количестве 18 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на P_2O_5 содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): $Ca - 40$; $H - 1$; $P - 31$; $O - 16$.

26. Предприятие отгрузило потребителю 22 т удобрения KCl . Удобрение содержит примеси в количестве 3,5 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей

массы продукта) в пересчете на K_2O содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): $K - 39$; $Cl - 35,5$; $O - 16$.

27. Предприятие отгрузило потребителю 19 т удобрения NH_4NO_3 . Удобрение содержит примеси в количестве 2,6 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на N содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): $N - 14$; $H - 1$; $O - 16$.

28. Предприятие отгрузило потребителю 16 т удобрения $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$. Удобрение содержит примеси в количестве 19 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на P_2O_5 содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): $Ca - 40$; $H - 1$; $P - 31$; $O - 16$.

29. Предприятие отгрузило потребителю 17 т удобрения $CO(NH_2)_2$. Удобрение содержит примеси в количестве 1,5 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на N содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): $C - 12$; $O - 16$; $N - 14$; $H - 1$.

30. Предприятие отгрузило потребителю 20 т удобрения K_2SO_4 . Удобрение содержит примеси в количестве 6 %. Определите, какое количество питательного вещества (в тоннах и процентах от общей массы продукта) в пересчете на K_2O содержится в удобрении. Молярная масса (г/моль): $K - 39$; $S - 32$; $O - 16$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Общая химическая технология: учеб. для химико-технол. специальностей вузов. В 2 ч. Ч. 1. Теоретические основы технологии / И. П. Мухленов [и др.]; под ред. И. П. Мухленова. – М.: Высш. шк., 1984. – 256 с.
2. Общая химическая технология: учеб. для химико-технол. специальностей вузов. В 2 ч. Ч. 2. Важнейшие химические производства / И. П. Мухленов [и др.]; под ред. И. П. Мухленова. – М.: Высш. шк., 1984. – 263 с.
3. Общая химическая технология: учеб. для вузов по специальностям химико-технол. профиля / А. М. Кутепов [и др.]. – М.: Академкнига, 2007. – 528 с.
4. Соколов, Р. С. Химическая технология: учеб. пособие для вузов. В 2 т. Т. 1. Химическое производство в антропогенной деятельности. Основные вопросы химической технологии. Производство неорганических веществ / Р. С. Соколов. – М.: Владос, 2003. – 368 с.
5. Соколов, Р. С. Химическая технология: учеб. пособие для вузов. В 2 т. Т. 2. Металлургические процессы. Переработка химического топлива. Производство органических веществ и полимерных материалов / Р. С. Соколов. – М.: Владос, 2003. – 448 с.
6. Бесков, В. С. Общая химическая технология: учеб. для вузов / В. С. Бесков. – М.: Академкнига, 2006. – 453 с.
7. Позин, М. Е. Физико-химические основы неорганической технологии: учеб. пособие для вузов / М. Е. Позин, Р. Ю. Зинюк. – СПб.: Химия, 1993. – 440 с.
8. Технология неорганических веществ и минеральных удобрений / Е. Я. Мельников [и др.]. – М.: Химия, 1983. – 432 с.
9. Основы химической технологии: учеб. для химико-технол. спец. вузов / И. П. Мухленов [и др.]; под ред. И. П. Мухленова. – М.: Высш. шк., 1991. – 462 с.
10. Миронович, И. М. Производственные технологии. Основы технологии производства продукции химического комплекса: учеб. пособие / И. М. Миронович. – Минск: Равноденствие, 2005. – 376 с.
11. Амелин, А. Г. Технология серной кислоты: учеб. пособие для вузов / А. Г. Амелин. – М.: Химия, 1983. – 360 с.
12. Позин, М. Е. Технология минеральных удобрений: учеб. для вузов / М. Е. Позин. – Л.: Химия, 1989. – 352 с.
13. Классен, П. В. Основные процессы технологии минеральных удобрений / П. В. Классен, И. Г. Гришаев. – М.: Химия, 1990. – 302 с.

14. Технология фосфорных и комплексных удобрений / под ред. С. Д. Эвенчика, А. А. Бродского. – М.: Химия, 1987. – 464 с.
15. Технология калийных удобрений: учеб. пособие для химико-технол. вузов и факультетов / В. В. Печковский [и др.]; под ред. В. В. Печковского. – Минск: Выш. шк., 1978. – 302.
16. Бобкова, Н. М. Общая технология силикатов / Н. М. Бобкова, Е. М. Дятлова, Т. С. Куницкая – Минск: Выш. шк., 1987. – 287 с.
17. Химическая технология стекла и ситаллов / под ред Н. М. Павлушкина. – М.: Стройиздат, 1983. – 432 с.
18. Суханов, В. П. Переработка нефти / В. П. Суханов. – М.: Высш. шк., 1979. – 335 с.
19. Технология пластических масс / В. В. Коршак [и др.]; под ред. В. В. Коршака. – М.: Химия, 1985. – 559 с.
20. Основы технологии переработки пластмасс / С. В. Власов [и др.]; под ред. С. В. Власова. – М.: Химия, 2004. – 598 с.
21. Производство изделий из полимерных материалов / под ред. В. К. Крыжановского. – СПб.: Профессия, 2004. – 461 с.
22. Технология резины / Н. В. Белозеров [и др.]; под ред. Н. В. Белозерова. – М.: Химия, 1993. – 460 с.
23. Общая технология резины / Ф. Ф. Кошелев [и др.]; под ред. Ф. Ф. Кошелева. – М.: Химия, 1978. – 527 с.
24. Основы технологии химических волокон / З. А. Зазулина [и др.]; под ред. З. А. Зазулиной. – М.: Химия, 1985. – 303 с.
25. Технология производства химических волокон / А. Н. Рязов [и др.]; под ред. А. Н. Рязова. – М.: Химия, 1980. – 448 с.
26. Ковернинский, И. Н. Основы технологии химической переработки древесины / И. Н. Ковернинский. – М.: Лесная пром-сть, 1984. – 184 с.
27. Буглай, Б. М. Технология изделий из древесины / Б. М. Буглай, Н. А. Гончаров. – М.: Лесная пром-сть, 1985. – 407 с.
28. Фляте, Д. М. Технология бумаги / Д. М. Фляте. – М.: Лесная пром-сть, 1988. – 440 с.
29. Гомонай, М. В. Технология переработки древесины / М. В. Гомонай. – М.: МГУЛ, 2001. – 232 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ	8
3. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	10
3.1. Методические рекомендации к выполнению контрольной работы.....	11
3.2. Вопросы контрольной работы	13
3.3. Задачи контрольной работы.....	17
ЛИТЕРАТУРА	23

ТЕХНОЛОГИЯ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Составитель **Шибeka** Людмила Анатольевна

Редактор *О. П. Приходько*
Компьютерная верстка *О. П. Приходько*

Подписано в печать 10.05.2011. Формат 60×84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 1,5. Уч.-изд. л. 1,6.
Тираж 50 экз. Заказ .

Издатель и полиграфическое исполнение
УО «Белорусский государственный технологический университет».
ЛИ № 02330/0549423 от 08.04.2009.
ЛП № 02330/0150477 от 16.01.2009.
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.