

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ, МАРКЕТИНГА, ИНВЕСТИЦИЙ

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ по дисциплине

**«ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

для студентов специальности 26 02 03 «Маркетинг»  
дневной формы обучения

Брест 2014

УДК 620.2(075.32)

Методические указания содержат перечень тем лабораторных работ курса «Производственные технологии» с методикой их выполнения. Данное издание должно способствовать более глубокому усвоению теоретического материала.

Предназначены для групповых и индивидуальных занятий студентов специальности 26 02 03 «Маркетинг» дневной формы обучения.

**Составители:** Е.Н. Хутова, доцент;  
Г.Г. Скопец, ст.преподаватель;  
Г.А. Лешкевич, ассистент;  
С.С. Добринец, ассистент.

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Производственные технологии» изучает естественнонаучные основы производственных технологий товарной продукции, отраслевую структуру промышленности Республики Беларусь и технологические основы важнейших производств. Изучение дисциплины закладывает комплекс теоретических знаний, необходимых каждому экономисту независимо от его специальности и места работы.

**Целью курса «Производственные технологии»** является изучение:

- важнейших технологических процессов и систем производства;
- топливно-энергетической и минерально-сырьевой базы;
- отдельных производственных и технологических процессов в важнейших отраслях промышленности;
- нормативной базы Республики Беларусь, регулирующей вопросы стандартизации промышленной продукции и технической подготовки производства.

**Задачи курса:**

- овладение современной терминологией производственных процессов;
- приобретение навыков оценки технологических процессов, проведения простейших технико-экономических расчётов;
- применение теоретически полученных знаний на практике.

## II СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

### 2.1 Наименование тем лабораторных работ

1	Введение в технологию.	2 ч.
2	Типы и методы организации производства.	2 ч.
3	Естественные процессы как основа осуществления технологий производства.	4 ч.
4	Экономическая оценка производственного процесса	4 ч.
5	Технологическая система и показатели её развития.	2 ч.
6	Формы и пути развития технологических систем.	2 ч.
7	Стандартизация и типизация технологических процессов.	2 ч.
8	Технический контроль и оценка качества продукции.	4 ч.
9	Сырье и материалы.	4 ч.
10	Топливо и энергия.	2 ч.
11	Вода в промышленности.	2 ч.
12	Металлы и металлообработка.	2 ч.
13	Основы технологии пищевых производств	2 ч.
	<b>Всего:</b>	<b>34 ч.</b>

## 2.2 Методические указания по выполнению лабораторных работ

### Лабораторная работа №1 Тема: «Введение в технологию»

**Цель работы:** ознакомиться с существующими технологиями и изучить взаимодействия и связи в системе общественного производства.

**ЗАДАНИЕ 1.** Изучить понятие и виды технологий.

В буквальном переводе термин «технология» означает «наука об искусстве, мастерстве».

С позиции предмета труда технологию принято рассматривать как науку о мастерстве по изменению свойств предмета труда (сырья, материалов, полуфабрикатов и т.д.) и получению товарной продукции.

С позиции средств производства (машин, оборудования, технических средств и прочего) и людей-работников технология представляет собой науку о мастерстве использования труда в процессе изготовления товаров.

С позиции экономиста технологию можно представить в виде науки, отвечающей на вопрос: как изготовить тот или иной товар.

Технологию считают основой, связывающей воедино естественные, технические и экономические науки. Технология является наиболее подвижным и революционным элементом развития производительных сил общества и производственных отношений.

**Технология** (от греч. *techne* — искусство, мастерство, умение; греч. *logos* — мысль, причина, слово, знание) — комплекс организационных мер, операций и приемов, направленных на изготовление, обслуживание, ремонт и/или эксплуатацию изделия с номинальным качеством и оптимальными затратами и обусловленных текущим уровнем развития науки, техники и общества в целом.

По видам потребительных стоимостей технологию разделяют на: материальную (технологию материального производства) и нематериальную.

**Материальная технология** в преобладающем большинстве представляет собой совокупность технологических действий машин, технических устройств и приспособлений, которыми может управлять человек. Данная технология отличается высокой производительностью труда, так как в ней участвуют производительные машины.

**Нематериальная (социальная) технология** отличается от предыдущей ее результатом, т.е. продуктом. Он представлен в виде услуги (работа преподавателя, игра актера). В социальной технологии отсутствует машина-посредник, задающая функциональную однозначность живого труда. В них человек-исполнитель и человек-потребитель услуги взаимодействуют. Поэтому главным звеном социальной технологии выступает сам человек-исполнитель.

В рамках производственного процесса выделяют **основные (базовые) и вспомогательные технологии**. К основным или базовым технологиям относят технологии производства, а вспомогательные технологии традиционно называют экономикой производства.

Основные технологии непосредственно решают задачу выпуска продукции и, таким образом, влияют на качество, а вспомогательные выполняют функции управления и обеспечения производства всем необходимым и придают выпускаемым изделиям дополнительные свойства.

**ЗАДАНИЕ 2.** Изучить взаимодействия и связи в системе общественного производства.

Технология является основой, связывающей воедино естественные, технические и экономические науки. Она представляет собой наиболее подвижный и революционный элемент развития производительных сил общества и производственных отношений.

Причиной развития технологии выступает преобладание потребностей общества над возможностью их удовлетворения существующими средствами производства.

Источником развития технологии являются достижения науки, которая сливается с производством, становится непосредственной силой общества. Упрощенная модель общих связей технологии с наукой, техникой, производством, экономикой, отношения между людьми и удовлетворением их потребностей представлены на рисунке 1.1.



**Рисунок 1.1 – Взаимодействия и связи в системе общественного производства**

**ЗАДАНИЕ 3.** Определить вид технологии на конкретных примерах. Результаты занести в таблицу 1.1.

**Таблица 1.1**

Технология	Вид технологии	Отрасль промышленного производства	Выпускаемые изделия
1	2	3	4
1. Машинное выдувание стеклоизделий.	материальная технология, основная	стекляная	лампочки
2. Винтовое соединение деталей мебели.			
3. Компьютерный подбор меховых скрепов.			
4. Централизованное тестирование как форма контроля знаний.			
5. Декорирование керамической посуды «люстрами».			
6. Раскрой пушнины «в роспуск».			
7. Лазерный раскрой тканей.			
8. Компьютерное моделирование газовых плит «Гефест».			

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4
9. Дистанционное обучение в системе высшего образования.			
10. Использование стереоэффектов в кинематографии.			
11. Лазерная гравировка обручальных колец			
12. Выпечка печенья в печи.			
13. Глазирование печенья шоколадом.			

**ЗАДАНИЕ 4.** Отметить область применения различных видов технологий на конкретных примерах. Результаты оформить в таблице 1.2.

**Таблица 1.2** – Характеристика технологических составляющих производственных предприятий

Наименование предприятия	Выпускаемая продукция	Используемое сырьё	Технологии производства
1	2	3	4
1. Плодоовощной комбинат	консервированные овощи	капуста, огурцы, томаты	квашение [капуста], соление [огурцы, томаты], мочение [плоды, ягоды]
2. ОАО «Савушкин продукт»			
3. СП «Санта Бремор» ООО			
4. ОАО «Брестский мясокомбинат»			
5. ОАО «Швейная фирма «Лона»			
6. ОАО «Брестский чулочный комбинат»			
7. ОАО «Брестское пиво»			
8. ЧУП «Брестская мебельная фабрика»			
9. СООО «Первая шоколадная компания»			
10. СООО «Марко»			
11. ОАО «Стеклозавод «Нёман»			
12. ОАО «Кондитерская фабрика «Сладъч»			
13. РГПУП «Брестский ликеро-водочный завод «Белалко»			
14. ЗАО «Минский завод виноградных вин»			
15. ОАО «Лакокраска»			

### Контрольные вопросы:

1. Что такое технология?
2. Отметить признаки материальных технологий.
3. Выделить особенности и привести примеры социальных технологий.
4. В чём причина и каков источник развития технологий?
5. Приведите примеры основных и вспомогательных технологий.

## Лабораторная работа №2

### Тема: «Типы и методы организации производства»

**Цель работы:** изучить типы производства, отметить их отличительные особенности и научиться определять тип производства конкретного изделия.

**ЗАДАНИЕ 1.** Изучить особенности различных типов производств и методов их организации.

Возможности развития специализации и кооперирования, уровень издержек производства и показатели использования живого труда и оборудования в значительной степени зависят от типа организации производства.

**Тип производства** – это классификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска изделия.

Различают следующие типы производств.

**Единичное производство** – производство, характеризуемое малым объемом выпуска одинаковых изделий, повторное изготовление и ремонт которых, как правило, не предусматривается.

**Серийное производство** – производство, характеризуемое изготовлением и ремонтом изделий периодически повторяющимися партиями. В зависимости от числа изделий в партии или серии и значения коэффициента закрепления операций различают мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное производство.

Коэффициент закрепления операций  $K_{з0}$  – это отношение суммарного числа различных операций к суммарному числу рабочих мест, занятых при изготовлении изделия.

Для мелкосерийного производства  $20 < K_{з0} \leq 40$ .

Для среднесерийного производства  $10 < K_{з0} \leq 20$ .

Для крупносерийного производства  $1 < K_{з0} \leq 10$ .

**Массовое производство** – производство, характеризуемое большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых продолжительное время, в течение которого на большинстве рабочих мест выполняется одна рабочая операция. Для массового производства  $K_{з0}$  равен 1.

**Метод организации производства** представляет собой совокупность приемов и средств реализации производственного процесса. Для единичного и мелкосерийного типов производства характерен единичный (индивидуальный метод организации производства с использованием метода групповой технологии, для среднесерийного – партионный, с использованием как группового метода, так и элементов поточного, для крупносерийного и массового типов производства – поточный.

Наиболее прогрессивным и высокоэффективным является поточный метод организации производства.

Поточный метод организации производства характерен для массового типа предприятий, однако он может применяться на предприятиях с серийным и даже единичным типом производства: специализацией, прямоточностью, пропорциональностью, ритмичностью и др.

*Поточный метод организации производства* представляет собой совокупность приемов и средств реализации производственного процесса, при котором обеспечивается строго согласованное выполнение всех операций технологического процесса во времени и перемещение предметов труда по рабочим местам в соответствии с установочным тактом выпуска изделий. При этом рабочие места, специализированные на выполнении определенных операций, располагаются в последовательности технологического процесса, образуя поточную линию. Для передачи предмета труда от одной операции к другой, как правило, применяется специальный механизированный транспорт.

Для поточного производства характерны расположение рабочих мест строго в соответствии с ходом технологического процесса, исключая обратные движения изготавливаемых объектов и непрерывность передачи предметов труда с одной операции на другую или одновременное протекание нескольких операций (видов обработки) при применении многофункциональных машин.

**Таблица 2.1** – Сравнительная характеристика типов и методов организации производства

Признаки	Тип производства		
	единичное	серийное	массовое
	Метод организации		
1	индивидуальный	партионный	поточный
2	3	4	
1. Номенклатура продукции	широкая	ограниченная	узкая
2. Повторяемость продукции	не повторяется	устойчивое чередование во времени	стабильный выпуск
3. Объёмы производства	небольшие, индивидуальные заказы	продукция выпускается в значительном количестве	продукция выпускается в больших количествах
4. Специализация рабочих мест	операции за рабочим местом не закрепляются	за каждым рабочим местом закрепляется периодически повторяющаяся операция	за каждым рабочим местом закрепляется одна постоянная операция
5. Характеристика технологических процессов	укрупненный, применяются маршрутные карты, большой удельный вес ручных и доводочных работ	более детальная технология, сокращение ручных и доводочных работ	подетальная, пооперационная технология, доведенная до трудоприемов
6. Тип оборудования	универсальное оборудование	специализированное и универсальное оборудование	специализированное оборудование и оснастка
7. Уровень использования оборудования	низкий	средний	высокий
8. Доля ручного труда	высокая	средняя	низкая

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
9. Характеристика деталей	оригинальные	увеличение удельного веса стандартных нормализованных деталей	унифицированные взаимозаменяемые детали
10. Вид движения предметов труда с операции на операцию	последовательный	параллельно-последовательный	параллельный
11. Длительность производственного цикла	большая	средняя	малая
12. Характер производственного процесса	постоянно изменяющийся	периодически изменяющийся	устойчивый, неизменный
13. Квалификация рабочих	высокая (рабочие-универсалы)	средняя	средняя
14. Характеристика оперативного руководства	децентрализованное	централизованное	централизация более глубокая
15. Эффективность производства	высокая материалоемкость, трудоёмкость и себестоимость продукции, низкая производительность труда	средняя материалоемкость, трудоёмкость и себестоимость, повышение производительности труда	низкая материалоемкость, трудоёмкость и себестоимость, высокая производительность труда
16. Соответствие запросам потребителей	высокое	среднее	низкое
17. Условие деления предприятий по производству	опытное, экспериментальное производство	крупносерийное, среднесерийное и мелкосерийное	(деление производится только по отраслям промышленности)
18. Примеры отраслей	производство мебели по индивидуальным заказам	швейная, автомобилестроение	хлебопекарная промышленность

При разработке технологического процесса изготовления изделия можно предварительно определить тип производства по массе и годовой программе выпуска изделия по таблице 2.3.

После окончательной разработки технологического процесса тип производства уточняется по коэффициенту закрепления операций.

**ЗАДАНИЕ 2.** Определить тип производства по данным заготовки деталей.

**Таблица 2.2 – Исходные данные размеров детали и годового объема производства**

Годовая программа выпуска, N, шт.	Размеры детали, см							
	Диаметры				Длины			
	D1	D2	D3	D4	L1	L2	L3	L4
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. 1000	3	4	5	3	4	7	6	23
2. 200	4	5	6	4	5	8	7	25
3. 3000	3	4	6	3	6	4	8	30

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4. 40000	2	5	6	2	7	7	4	31
5. 500	3	4	5	3	8	8	5	32
6. 60000	4	5	6	4	4	4	6	29
7. 70000	5	6	7	5	5	9	7	31
8. 800	3	5	7	2	6	5	8	32
9. 9000	4	4	8	3	7	6	4	34
10. 10000	3	5	7	3	8	7	5	31
11. 1100	2	6	6	4	4	8	3	32
12. 1200	3	5	6	3	5	5	2	33
13. 13000	4	4	6	2	6	6	4	34
14. 140000	5	5	5	3	7	7	6	33
15. 150000	4	6	6	4	8	8	5	32
16. 16000	2	3	7	5	4	7	4	31
17. 1700	3	4	6	3	5	6	3	29

1. Выполнить эскиз детали с указанием размеров.

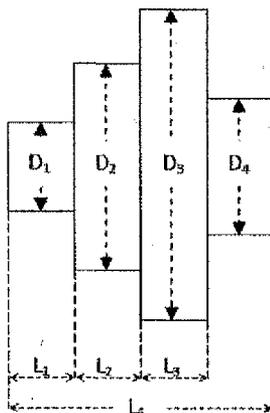


Рисунок 2.1 – Эскиз детали

2. Определить объем детали и её массу.

Расчёт объёма:

$$V = \pi \cdot D1^2 \cdot \frac{L1}{4} + \pi \cdot D2^2 \cdot \frac{L2}{4} + \pi \cdot D3^2 \cdot \frac{L3}{4} + \pi \cdot D4^2 \cdot \frac{L4 - L1 - L2 - L3}{4} \text{ (см}^3\text{)}, \quad (1)$$

где  $\pi = 3,14$  – математическая константа, выражающая отношение длины окружности к длине её диаметра.

Расчёт массы детали:  $m = V \cdot \rho$ , (г), (2)

где  $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$  – плотность стали.

3. По заданной годовой программе выпуска детали и её массе, используя таблицу 2.3, определить тип производства.

**Таблица 2.3** – Ориентировочный объём выпуска деталей (шт.) по типам производства в механических цехах

Масса детали, кг	Тип производства				
	Единичное	Мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное	Массовое
1	2	3	4	5	6
До 200 кг	До 1 000	1 001-5 000	5 001-10 000	10 001-100 000	Свыше 100 000
От 200 до 2000 кг	До 20	21-500	501-1 000	1 001-5 000	Свыше 5 000

**Контрольные вопросы:**

1. Какие типы и методы производства вы знаете?
2. В чём особенность массового, серийного и индивидуального производства?
3. В чём заключается основное отличие поточного и партионного методов организации производства?
4. С учётом каких факторов выбирается тип производства?
5. Что показывает и как рассчитывается коэффициент закрепления операций?

### Лабораторная работа №3

#### Тема: «Естественные процессы как основа осуществления технологий производства»

*Цель работы:* изучить основы естественных процессов, условия и показатели, характеризующие их протекание.

**ЗАДАНИЕ 1.** Изучить виды технологических процессов по их природной сущности.

**Технологический процесс** представляет собой ряд приемов, проводимых для получения из исходного сырья продукта с заранее заданными свойствами.

Все многообразие технологических процессов, применяемых в производстве, можно разделить на три группы:

**Физические процессы** – связаны с такими преобразованиями сырья в продукт, при которых существенных изменений с химической структурой исходных веществ не происходит. Среди них выделяют:

- механические, основой которых является механическое воздействие на твердые материалы;
- гидромеханические, происходят в жидкостных или газовых системах под влиянием внешних воздействий;
- тепловые, основой которых является изменение теплового состояния взаимодействующих сред;
- массообменные – теплопередача, переход вещества из одной фазы в другую.

**Химические процессы** – связаны с глубокими и, как правило, необратимыми изменениями химической структуры (формулы) исходных веществ и, следовательно, их свойств.

**Биологические процессы** – связаны либо с использованием живых микроорганизмов с целью получения требуемых продуктов (традиционная биотехнология), либо с воспроизведением в искусственных условиях процессов, протекающих в живой клетке (современная биотехнология).

**ЗАДАНИЕ 2.** Решить тестовые задания.

1. Как называют ряд приемов, проводимых с целью получения из исходного сырья продукта с заранее заданными свойствами?

- а) механическим процессом;
- б) тепловым процессом;
- в) технологическим процессом;
- г) биологическим процессом;
- д) массообменным процессом.

2. Какие процессы происходят с изменением формы материала, но без изменения его физико-химических свойств?

- а) механические;
- б) тепловые;
- в) массообменные;
- г) биологические;
- д) химические.

3. Какие гидромеханические процессы происходят в жидкостных или газовых системах под влиянием внешних воздействий?

- а) стерилизация;
- б) отстаивание;
- в) фильтрование;
- г) охлаждение;
- д) псевдооживление.

4. Какие процессы относят к тепловым?

- а) нагревание;
- б) замораживание;
- в) прессование;
- г) перемешивание;
- д) выпаривание.

5. Основой каких процессов является переход вещества из одной фазы в другую?

- а) биологических;
- б) химических;
- в) механических;
- г) массообменных;
- д) тепловых.

6. Какие процессы осуществляются с помощью живых микроорганизмов?

- а) химические;
- б) механические;
- в) тепловые;
- г) биологические;
- д) массообменные.

7. Какие процессы относятся к биологическим?

- а) замораживание;
- б) ферментация;
- в) центрифугирование;
- г) микробиологический синтез;
- д) адсорбция.

8. Основой каких механических процессов является механическое воздействие на твердые материалы?

- а) резание;
- б) ферментация;
- в) прессование;
- г) измельчение;
- д) охлаждение.

9. Как называются производственные процессы, при осуществлении которых изменяется химический состав перерабатываемого продукта?

- а) механические;
- б) химические;
- в) технологические;
- г) теплообменные;
- д) гидромеханические.

10. Какой механический процесс применяют для увеличения поверхности твердых материалов?

- а) сортировка;
- б) гранулирование;
- в) брикетирование;
- г) прессование;
- д) измельчение.

11. Какими видами деформации осуществляется измельчение материала?

- а) раздавливанием;
- б) ударом;
- в) сушкой;
- г) раскалыванием;
- д) истиранием.

12. Какой процесс применяют для придания продукту определенной формы и размера?

- а) дозирование;
- б) ректификацию;
- в) резание;
- г) дробление;
- д) смешивание.

13. Как называется отмеривание определенного количества продукта (сырья) по массе или объему?

- а) сортирование;                      в) истирание;                      д) смешивание.  
б) дозирование;                      г) прессование;

14. Как называется процесс разделения сырья (продукции) на составные, однородные фракции?

- а) брикетирование;                      в) сортирование;                      д) дозирование.  
б) истирание;                      г) смешивание;

15. Что понимают под механической обработкой различных продуктов давлением?

- а) прессование;                      в) экстракцию;                      д) ферментацию.  
б) резание;                      г) перегонку;

16. Как называется процесс разделения растворов под давлением через полупроницаемую перегородку (мембрану)?

- а) отстаивание;                      в) псевдооживление;                      д) фильтрование.  
б) перемешивание;                      г) обратный осмос;

17. Как называются процессы, связанные с переносом теплоты от более нагретого тела к менее нагретому?

- а) теплообменные;                      в) механические;                      д) биологические.  
б) массообменные;                      г) химические;

18. Как называется процесс перехода вещества из кристаллического (твердого) состояния в жидкое, происходящий с поглощением теплоты?

- а) кристаллизация;                      в) конденсация;                      д) сублимация.  
б) испарение;                      г) плавление;

19. Как называется процесс, связанный с переносом тепла от тела с более высокой температурой к телу с более низкой температурой?

- а) нагревание;                      в) плавление;                      д) перегонка.  
б) охлаждение;                      г) сублимация;

20. Как называется процесс понижения температуры продукта, сопровождаемый переходом в лед почти всего количества содержащейся в нем воды?

- а) испарение;                      в) замораживание;                      д) охлаждение.  
б) плавление;                      г) кипение;

21. Какие из перечисленных веществ используются в качестве хладоносителей, способствующих сверхбыстрому замораживанию?

- а) вода; б) фреон; в) азот; г) воздух; д) диоксид углерода.

22. Что такое испарение?

- а) выделение кристаллов;                      г) отделение жидкости от осадка;  
б) превращение пара в жидкость;                      д) поглощение газов адсорбентами.  
в) превращение жидкости в пар;

23. К каким процессам относятся адсорбция и абсорбция?

- а) телловым;                      в) химическим;                      д) биологическим.  
б) механическим;                      г) массообменным;

24. Как называется процесс выделения растворенного газа из раствора?

- а) сорбция;                      в) десорбция;                      д) экстракция.  
б) абсорбция;                      г) сублимация;

25. К каким процессам относятся перегонка и ректификация?  
 а) механическим; в) гидромеханическим; д) биологическим.  
 б) массообменным; г) химическим;
26. Как называется процесс разделения смеси на составляющие ее компоненты в результате многократного частичного испарения жидкости и конденсации паров?  
 а) релаксация; в) ректификация; д) адсорбция.  
 б) рефракция; г) экстракция;
27. Как называется процесс, при котором происходит удаление влаги из сыпучих, пастообразных, кристаллических и волокнистых материалов путем испарения воды и отвода образующихся паров?  
 а) сортировка; в) десорбция; д) сушка.  
 б) экстракция; г) перегонка;
28. Как называется химическая реакция, сопровождаемая выделением тепла?  
 а) некаталитическая; в) эндотермическая; д) гомогенная.  
 б) экзотермическая; г) гетерогенная;
29. Как называется химическая реакция, сопровождаемая поглощением тепла?  
 а) эндотермическая; в) гомогенная; д) каталитическая.  
 б) экзотермическая; г) гетерогенная;
30. Как называется химическая реакция, при прохождении которой все взаимодействующие вещества находятся в одной фазе (газовой, жидкой или твердой)?  
 а) обратимая; в) гомогенная; д) необратимая.  
 б) гетерогенная; г) каталитическая;
31. Как называются вещества, которые, не вступая в химическое взаимодействие, способны повышать скорость реакции?  
 а) адсорберы; в) абсорберы; д) холодильные рассолы.  
 б) катализаторы; г) ингибиторы;
32. Как называют вещества, которые, не вступая в химическое взаимодействие, способны замедлять скорость реакции?  
 а) адсорберы; в) абсорберы; д) холодильные рассолы.  
 б) ингибиторы; г) теплоносители;
33. К каким процессам относится брожение?  
 а) механическим; в) химическим; д) биологическим.  
 б) массообменным; г) гидромеханическим;
34. Как называется тепловая обработка продукта, в результате которой погибают лишь вегетативные болезнетворные формы микроорганизмов?  
 а) стерилизация; в) охлаждение; д) плавление.  
 б) пастеризация; г) замораживание;
35. Какое брожение вызывает скисание молока?  
 а) молочнокислое; в) маслянокислое; д) пропионовокислое.  
 б) лимоннокислое; г) уксуснокислое;

**ЗАДАНИЕ 3.** Какая масса дрожжевых клеток необходима для наращивания 56 тыс. тонн БВК (белково-витаминный концентрат), если 10 кг дрожжевых клеток расходуется для получения 1 т белка? Определить посевную площадь, занятую под горох, для накопления такой массы белка, если для наращивания 1 т белка её требуется 360 га.

**ЗАДАНИЕ 4.** Одна тонна дрожжей по содержанию протеина заменяет фуражное зерно массой 7,8 т и в сочетании с другими кормами даёт дополнительный привес скота 1,5 т. Какую массу зерна заменит масса дрожжей (в тоннах), производимая гидролизно-дрожжевым заводом в течение месяца, если его годовая производительность составляет 105 тыс. т.

Определить привес скота, который может быть получен в результате применения дрожжей.

**ЗАДАНИЕ 5.** Равновесие в химико-технологических процессах.

Все обратимые химико-технологические процессы стремятся к равновесию. Количественное состояние равновесия описывается законом действующих масс и выражается константой равновесия: при постоянной температуре и наличии равновесия отношением произведения действующих масс продуктов реакции к произведению действующих масс исходных веществ. Для реакции  $aA + bB \rightleftharpoons dD$  ( $-\Delta H^0$ ) (1), где  $a, b, d$  – стехиометрические коэффициенты;  $\Delta H^0$  – изменение энтальпии (тепловой эффект реакции), скорость прямой реакции будет  $U_1 = k_1[A]^a[B]^b$  (2), где  $[A], [B]$  – молярные концентрации (или парциальные давления);  $k_1$  – константа скорости реакции. Скорость обратной реакции равна  $U_2 = k_2[D]^d$  (3).

В момент равновесия  $U_1 = U_2$  или  $k_1[A]^a \cdot [B]^b = k_2[D]^d$  (4)

Константа равновесия данной химической реакции вычисляется по формуле

$$K = \frac{k_1}{k_2} = \frac{[D]^d}{[A]^a [B]^b}, \quad (5)$$

где  $[A^*], [B^*], [D^*]$  – равновесные концентрации (или парциальные давления) реагирующих веществ и продуктов реакции.

**Задача.** В одном из экспериментов Габер и его сотрудники вводили в реакционный сосуд смесь водорода и азота, а затем ожидали, пока в системе не установится равновесие при 472 °С. После равновесной смеси газов было обнаружено 0,1207 моль  $H_2$ ; 0,0402 моль  $N_2$  и 0,00272 моль  $NH_3$ . Вычислить по этим данным константы равновесия  $K_c$  и  $K_p$  для реакции  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ .

**ЗАДАНИЕ 6.** Изучить скорость химико-технологических процессов.

От скорости технологического процесса зависят производительность аппаратов и их количество в технологической системе.

Для гомогенных и гетерогенных процессов при неизвестной поверхности соприкосновения его скорость согласно закону действующих масс

$$U = kF\Delta C, \quad \text{или} \quad U = k\Delta C, \quad (6)$$

где  $k$  – константа скорости процесса, или коэффициент массопередачи;  $V$  – реакционный объем;  $\Delta C$  – движущая сила процесса.

Для гетерогенных процессов при неизвестном значении  $F$  скорость процесса выражается формулой

$$U = kF\Delta C. \quad (7)$$

Для необратимых процессов  $aA + bB \rightarrow dD \pm \Delta H \Delta C$  можно определить как произведение конечных концентраций реагирующих компонентов в соответствующих степенях:  $\Delta C = (C_A)^a (C_B)^b$ , где  $C_A$  и  $C_B$  - концентрации компонентов А и В на выходе из реактора.

Для процессов, протекающих в кинетической области,  $\Delta C$  может быть вычислено по формуле.  $\Delta P = pA^a pB^b$ , (8)

где  $pA^a$  и  $pB^b$  - парциальные давления.

Для обратимых процессов  $aA + bB \rightleftharpoons dD \pm \Delta H \Delta C$  - это произведение разностей концентраций реагирующих компонентов на выходе из реактора и равновесных концентраций  $C'_A$  и  $C'_B$ :  $\Delta C = (C_A - C'_A)^a (C_B - C'_B)^b$ . (9)

Равновесные концентрации вычисляются по формулам:

$$C'_A = \sqrt[3]{1/K \cdot (C_D^d)/(C_B^b)} \quad \text{и} \quad C'_B = \sqrt[3]{1/K \cdot (C_D^d)/(C_A^a)}. \quad (10), (11)$$

Из уравнений (6) и (7) видно, что для ускорения химико-технологических процессов необходимо увеличивать поверхность соприкосновения веществ, находящихся в разных фазах, повышать движущую силу процесса и константу его скорости.

**Задача.** Определить скорость поглощения оксида серы (VI) (в паскалях) в моногидратном абсорбере, если известно, что коэффициент поглощения равен  $2,1 \cdot 10^{-4}$  Па, движущая сила процесса  $p = 773,26$  Па, а коэффициент запаса абсорбера  $a = 1,2$ , площадь поверхности керамической насадки  $110 \text{ м}^2$ , высота абсорбера  $14 \text{ м}$ , а его диаметр  $6 \text{ м}$ .

**ЗАДАНИЕ 7.** Годовой объем производства цеха биосинтеза фермента составляет  $22\,000$  млн. усл. ед., калькуляционная единица –  $1$  млн. усл. ед. Расход на  $1$  млн. усл. ед.  $\alpha$ -аспаргиназы приведен в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Номенклатура сырья	Расход на 1 млн. усл. ед.	ГП
1	2	3
Аммония сульфат, кг	2,2	0,28
Кислота ортофосфорная, кг	0,035	0,45
NaOH, кг	3,7	0,11
Натрия ацетат, кг	12,1	2,3
Экстракт кукурузы, кг	53,4	0,1
Электросила, кВт/ч	560	0,16
Пар	1,73	14,28
Вода, тыс. м <sup>3</sup>	0,152	2,21

Рассчитать цеховую себестоимость  $1$  млн. усл. ед. фермента, если стоимость здания цеха биосинтеза  $9,3$  млн. р., норма амортизационных отчислений  $3\%$ , стоимость оборудования цеха  $49,6$  млн. р., норма амортизационных отчислений  $10\%$ . Основные производственные рабочие (аппаратчики) –  $11$  чел. (среднегодовая заработная плата  $1,86$  млн. р.), дежурные ремонтные рабочие –  $5$  чел (среднегодовая заработная плата каждого  $1,79$  млн. р.), ИТР –  $9$  чел. (среднегодовая заработная плата  $2,57$  млн. р.). Затраты на текущий ремонт оборудования и транспортных средств составляет  $2,95$  млн. р., на здания и сооружения –  $19,6$  млн. р., расходы на охрану труда  $6,7$  млн. р., отчисления на социальное страхование –  $14\%$ .

**ЗАДАНИЕ 8.** Определить виды технологий, характерные для конкретных отраслей промышленности и естественные процессы, лежащие в их основе.

Задание выполнить в табличной форме по заданию преподавателя.

**Таблица 3.2**

Отрасль промышленности	Примеры производств	Технологии производства	Естественные процессы
1	2	3	4
Молочная	Производство сметаны	пастеризация, заквашивание и сквашивание сливок, охлаждение	термический процесс нагревания и охлаждения (физические процессы), брожение (биологический процесс)

**Контрольные вопросы:**

1. Раскройте понятие технологического процесса.
2. Какие виды технологических процессов вы знаете?
3. Приведите примеры технологических процессов с указанием, к какому виду естественных процессов они относятся.

## **Лабораторная работа №4**

**Тема: «Экономическая оценка производственного процесса»**

**Цель работы:** изучить методику и выполнить экономическое обоснование метода получения заготовки для механической обработки.

**Исходные данные:** для изготовления заготовки возможно использовать два метода:

- 1) получение заготовки из комбинированного проката круглого сечения,
- 2) получение заготовки штамповкой на горизонтально-ковочных машинах.

**Технологический процесс изготовления детали «Втулка».**

**1 вариант технологического процесса.** Заготовка – штамповка на горизонтально-ковочных машинах.

*Операции механической обработки:*

**1 операция:** зенкерование отверстия на вертикально-сверлильном станке 2Н150;

**2 операция:** черновое обтачивание наружных поверхностей на токарном станке 1А720.

**2 вариант технологического процесса.** Заготовка – прокат.

*Операции механической обработки:*

**1 операция:** токарная черновая обработка наружных поверхностей и отверстия на токарном автомате А290-6.

Остальные технологические операции для 1 и 2 вариантов технологического процесса одинаковы и не рассматриваются, т.к. имеют одинаковые показатели.

Исходные данные для решения задания представлены в таблице 4.1. Варианты выбираются по заданию преподавателя.

Таблица 4.1 — Исходные данные параметров заготовки

№ варианта	Размеры, мм												Материал (сталь)	Класс точности штамповки	Годовая программа выпуска №, шт
	Деталь					Заготовка из проката		Заготовка-штамповка							
	D1	D2	D3	L2	L1	D1 пр	L1 пр	D1 шт	D2 шт	D3 шт	L1 шт	L2 шт			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	90	56	30	70	40	100	80	95	60	25	45	75	10	1	60000
2	80	50	30	70	30	90	80	85	55	25	35	75	55	2	70000
3	70	40	20	60	20	80	70	75	45	15	25	65	15X	2	65000
4	80	60	40	70	30	90	80	85	65	35	35	75	50X	1	80000
5	90	70	50	80	40	100	90	95	75	45	45	85	18XТ	2	75000
6	100	70	40	80	40	110	90	105	75	35	45	85	10	2	55000
7	105	75	40	85	40	110	95	110	80	35	45	90	55	2	65000
8	110	80	50	90	50	115	100	115	85	45	55	95	15X	1	75000
9	120	85	50	95	50	130	105	125	90	45	55	100	50X	1	80000
10	125	90	60	100	55	130	110	130	95	55	60	105	18XТ	1	50000
11	115	95	60	105	55	120	115	120	100	55	60	110	18XТ	2	60000
12	130	100	50	95	60	140	105	140	105	45	65	100	50X	1	70000
13	140	90	60	90	50	150	100	145	95	55	55	95	55	2	40000
14	145	95	60	85	50	150	95	150	100	55	55	90	10	1	45000
15	150	100	50	80	40	160	90	155	105	45	45	85	55	2	81000

**ЗАДАНИЕ 1.** Определить массу детали  $q$ , заготовки из проката  $Q_{пр}$  и заготовки-штамповки  $Q_{шт}$ .

Плотность стали  $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3 = 7800 \text{ кг/м}^3$ .

Расчёт объёма ( $\text{мм}^3$ ) производим по формулам:

$$\bullet \text{ детали } V_{дет} = \pi \cdot (D1^2 - D3^2) \cdot \frac{L1}{4} + \pi \cdot (D2^2 - D3^2) \cdot \frac{L2 - L1}{4}; \quad (1)$$

$$\bullet \text{ заготовка из проката } V_{пр} = \pi \cdot D1_{пр}^2 \cdot \frac{L1_{пр}}{4}; \quad (2)$$

$$\bullet \text{ заготовка-штамповка } V_{шт} = \pi \cdot (D1_{шт}^2 - D3_{шт}^2) \cdot \frac{L1_{шт}}{4} + \pi \cdot (D2_{шт}^2 - D3_{шт}^2) \cdot \frac{L2_{шт} - L1_{шт}}{4}. \quad (3)$$

Расчёт массы (кг) производим по формулам (причём объём необходимо перевести в  $\text{м}^3$ ):

$$\bullet \text{ детали } q = V_{дет} \cdot \rho; \quad (4)$$

$$\bullet \text{ заготовка из проката } Q_{пр} = V_{пр} \cdot \rho; \quad (5)$$

$$\bullet \text{ заготовка-штамповка } Q_{шт} = V_{шт} \cdot \rho. \quad (6)$$

**ЗАДАНИЕ 2.** Определить стоимость заготовок для двух методов производства.

Расчитать стоимость заготовки из проката по формуле:

$$S_{прокат} = Q_{пр} \cdot \frac{S}{1000} - (Q_{пр} - q) \cdot \frac{S_{отх}}{1000}, \quad (7)$$

где  $Q_{пр}$ ,  $q$  – масса заготовки из проката и детали, кг;

$S$  – стоимость 1 т материала заготовки;

$S_{отх}$  – стоимость 1 т отходов,  $S_{отх} = 28 \text{ у.е. за 1 т}$ .

Стоимость 1 т материала заготовки (S) в зависимости от материала представлен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Стоимость 1 т материала заготовки в зависимости от материала

Сталь	S, у.е. за 1т
1	2
10 ... 55	136 ... 185
15X ... 50X	141 ... 168
18ХГТ	147

Определить стоимость заготовки, полученной штамповкой на горизонтально-ковочных машинах:

$$S_{\text{штамповка}} = \frac{S1 \cdot Q_{\text{шт}} \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_{\Gamma} \cdot K_M}{1000} - (Q_{\text{шт}} - q) \cdot \frac{S_{\text{отх}}}{1000} \quad (8)$$

где S1 – базовая стоимость 1т заготовок, S1 = 373 у.е.;

K<sub>T</sub>, K<sub>C</sub>, K<sub>B</sub>, K<sub>M</sub>, K<sub>Γ</sub> – коэффициенты, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала, объема производства.

K<sub>Γ</sub> = 1.

Для 1 класса точности (повышенная точность) K<sub>T</sub> = 1,05.

Для 2 класса точности (нормальная точность) K<sub>T</sub> = 1.

Таблица 4.3 – Значения K<sub>B</sub> в зависимости от массы заготовки и материала

Масса, Qшт, кг	Материал		
	Сталь 10 ... 55	Сталь 15X ... 50X	Сталь 18ХГТ
1	2	3	4
0,25 – 0,63	1,85	1,64	1,61
0,63 – 1,6	1,33	1,29	1,29
1,6 – 2,5	1,14	1,14	1,15
2,5 – 4	1	1	1
4 – 10	0,87	0,89	0,89

Таблица 4.4 – Значения K<sub>M</sub> и K<sub>C</sub> в зависимости от материала

Сталь	K <sub>M</sub>	K <sub>C</sub>
1	2	3
10 ... 55	1	0,84
15X ... 50X	1,13	0,87
18ХГТ	1,21	0,88

**ЗАДАНИЕ 3.** Определить коэффициент использования материала (КИМ) для каждого способа получения заготовки по следующим формулам:

$$КИМ_{\text{пр}} = q \cdot \frac{100}{Q_{\text{пр}}}, \% \quad (9)$$

$$КИМ_{\text{шт}} = q \cdot \frac{100}{Q_{\text{шт}}}, \% \quad (10)$$

Определить, какой метод обеспечивает наибольшую экономию материала, т.е. максимальный КИМ.

**ЗАДАНИЕ 4.** Выбрать наиболее оптимальный вариант технологического процесса, который обеспечит минимальную стоимость детали.

Определить экономический эффект от использования оптимального метода получения заготовки по формуле:  $\mathcal{E} = (S_{max} - S_{min}) \cdot N_g$ , (11)

где  $S_{max}$ ,  $S_{min}$  – стоимость сопоставляемых заготовок;  
 $N_g$  – годовая программа выпуска, шт.

**ЗАДАНИЕ 5.** Выполнить эскизы детали и заготовок, указать их размеры.

**ЗАДАНИЕ 6.** Определить время выполнения каждой технологической операции по приближённым формулам.

1 вариант технологического процесса:

1 операция: зенкерование отверстия

$$T_{1.1} = 0,21 \cdot 1,3 \cdot 0,001 \cdot d_3 \cdot L_2, \text{ мин.}$$

2 операция: черновое обтачивание наружных поверхностей

$$T_{1.2} = 1,35 \cdot 0,001 \cdot [0,17 \cdot d_1 \cdot L_1 - 0,037 \cdot (d_1^2 - d_3^2)], \text{ мин.}$$

2 вариант технологического процесса:

1 операция: токарная черновая обработка наружных поверхностей и отверстия

$$T_{2.1} = 0,52 \cdot d_3 \cdot L_2 \cdot 0,001 \cdot 1,5 \text{ мин.}$$

**ЗАДАНИЕ 7.** Определить технологическую себестоимость операций механической обработки. Технологическая себестоимость операции определяется по формуле:

$$C_m = S \cdot \frac{T}{60 \cdot K}, \quad (12)$$

где  $S$  – приведённые затраты на 1 час работы оборудования (учитывают зарплату станочников и наладчиков, затраты на электроэнергию, вспомогательные материалы, на приспособления, режущий и измерительный инструмент, на амортизацию и ремонт оборудования, на содержание помещений);

$T$  – время выполнения технологической операции;

$K = 1,3$  – коэффициент выполнения норм.

Для 1 варианта ТП необходимо сложить технологическую себестоимость двух операций. Приведённые затраты: для станка 2Н150 –  $S_1 = 7,76$  у.е., для станка 1А720 –  $S_2 = 5,79$  у.е., для станка 1А290-6 –  $S_3 = 8,61$  у.е.

1 вариант:  $C_m \text{ 1вар} = C_m \text{ 1операция} + C_m \text{ 2 операция},$

$$\text{где } C_m \text{ 1операция} = S_1 \cdot \frac{T_{11}}{60 \cdot K},$$

$$C_m \text{ 2операция} = S_2 \cdot \frac{T_{12}}{60 \cdot K},$$

$$\text{2 вариант: } C_m \text{ 2вар} = S_3 \cdot \frac{T_{21}}{60 \cdot K}$$

**ЗАДАНИЕ 8.** Определить цеховую себестоимость детали для каждого варианта ТП. Цеховая себестоимость:

$$C_c = C_m + C_t, \quad (13)$$

где  $C_m$  – стоимость заготовки (берётся из задания 2),

$C_t$  – технологическая себестоимость операций механической обработки.

$C_{ц\ 1вар} = S_{штампловка} + C_t\ 1вар$

$C_{ц\ 2вар} = S_{прокат} + C_t\ 2вар$

**ЗАДАНИЕ 9.** Выбрать оптимальный вариант ТП, т.е. ТП имеющий минимальную цеховую себестоимость детали.

**ЗАДАНИЕ 10.** Определить годовой экономический эффект от использования оптимального технологического процесса:

$$\mathcal{E}_g = (C_{ц\ max} - C_{ц\ min}) \cdot N_g, \quad (14)$$

где  $N_g$  – годовая программа выпуска детали;

$C_{ц\ max}$ ,  $C_{ц\ min}$  – цеховые себестоимости сравниваемых вариантов технологического процесса.

**Пример решения задачи**

Исходные данные для решения задачи представлены в таблице 4.5.

**Таблица 4.5** Исходные данные параметров заготовки

Размеры, мм													Материал (сталь)	Класс точности штамповки	Годовая программа выпуска $N_g$ , шт
Деталь					Заготовка из проката		Заготовка-штамповка								
D1	D2	D3	L2	L1	D1 пр	L1 пр	D1 шт	D2 шт	D3 шт	L1 шт	L2 шт				
145	95	60	85	50	150	95	150	100	55	55	90	10	1	45000	

**ЗАДАНИЕ 1.**

Рассчитаем объём:

- детали  $V_{дет} = \pi \cdot (D1^2 - D3^2) \cdot \frac{L1}{4} + \pi \cdot (D2^2 - D3^2) \cdot \frac{L2 - L1}{4} = 3,14 \cdot (145^2 - 60^2) \cdot \frac{50}{4} + 3,14 \cdot (95^2 - 60^2) \cdot \frac{85 - 50}{4} = 833000 \text{ мм}^3 = 0,000833 \text{ м}^3$ ;

• заготовки из проката

$$V_{пр} = \pi \cdot D1_{пр}^2 \cdot \frac{L1_{пр}}{4} = 3,14 \cdot 150^2 \cdot \frac{95}{4} = 1678000 \text{ мм}^3 = 0,001678 \text{ м}^3$$

- заготовка-штамповка  $V_{шт} = \pi \cdot (D1_{шт}^2 - D3_{шт}^2) \cdot \frac{L1_{шт}}{4} + \pi \cdot (D2_{шт}^2 - D3_{шт}^2) \cdot \frac{L2_{шт} - L1_{шт}}{4} = 3,14 \cdot (150^2 - 55^2) \cdot \frac{55}{4} + 3,14 \cdot (100^2 - 55^2) \cdot \frac{90 - 55}{4} = 1032000 \text{ мм}^3 = 0,001032 \text{ м}^3$ .

Плотность стали  $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3 = 7800 \text{ кг/м}^3$ .

Рассчитаем массу:

- детали  $q = V_{дет} \cdot \rho = 0,000833 \cdot 7800 = 6,50 \text{ кг}$ ;

- заготовка из проката  $Q_{пр} = V_{пр} \cdot \rho = 0,001678 \cdot 7800 = 13,09 \text{ кг}$ ;

- заготовка-штамповка  $Q_{шт} = V_{шт} \cdot \rho = 0,001032 \cdot 7800 = 8,05 \text{ кг}$ .

### ЗАДАНИЕ 2.

Определяем стоимость заготовок для двух методов производства.

Рассчитаем стоимость заготовки из проката по формуле:

$$S_{\text{прокат}} = Q_{\text{пр}} \cdot \frac{S}{1000} - (Q_{\text{пр}} - q) \cdot \frac{S_{\text{отх}}}{1000} = 13,09 \cdot \frac{136}{1000} - (13,09 - 6,50) \cdot \frac{28}{1000} = 1,60 \text{ у. е.}$$

Определяем стоимость заготовки, полученной штамповкой на горизонтально-ковочных машинах:

$$S_{\text{штамповка}} = \frac{S1 \cdot Q_{\text{шт}} \cdot K_{\Gamma} \cdot K_{\text{С}} \cdot K_{\text{В}} \cdot K_{\Gamma} \cdot K_{\text{М}}}{1000} - (Q_{\text{шт}} - q) \cdot \frac{S_{\text{отх}}}{1000} = \frac{373 \cdot 8,05 \cdot 1,05 \cdot 0,84 \cdot 0,87 \cdot 1,1}{1000} - (8,05 - 6,50) \cdot \frac{28}{1000} = 2,26 \text{ у. е.}$$

### ЗАДАНИЕ 3.

Определяем коэффициент использования материала (КИМ) для каждого способа получения заготовки по следующим формулам:

$$\text{КИМ}_{\text{пр}} = q \cdot \frac{100}{Q_{\text{пр}}} = 6,50 \cdot \frac{100}{13,09} = 49,64\%$$

$$\text{КИМ}_{\text{шт}} = q \cdot \frac{100}{Q_{\text{шт}}} = 6,50 \cdot \frac{100}{8,05} = 80,68\%$$

Штамповка обеспечивает наибольшую экономию материала (т.к. максимальный КИМ).

### ЗАДАНИЕ 4.

Определяем экономический эффект от использования оптимального метода получения заготовки по формуле:

$$\mathcal{E} = (S_{\text{max}} - S_{\text{min}}) \cdot N_{\Gamma} = (2,26 - 1,60) \cdot 45000 = 29700 \text{ у. е.}$$

Наиболее оптимальный вариант технологического процесса, который обеспечит минимальную стоимость детали – прокат.

### ЗАДАНИЕ 5.

Выполним эскиз детали (рис. 4.1), заготовки из проката (рис. 4.2) и заготовки-штамповки (рис. 4.3).

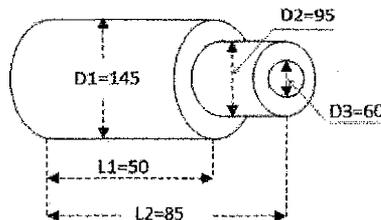


Рисунок 4.1 – Эскиз детали

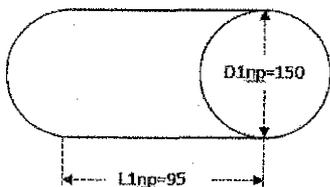


Рисунок 4.2 – Эскиз заготовки из проката

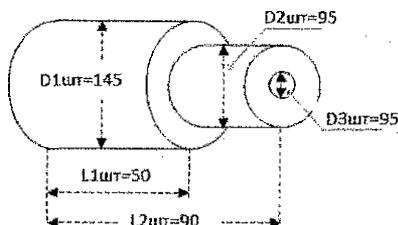


Рисунок 4.3 – Эскиз заготовки-штамповки

### ЗАДАНИЕ 6.

Определяем время выполнения каждой технологической операции по приближенным формулам.

1 вариант технологического процесса:

1 операция: зенкерование отверстия

$$T_{1,1} = 0,21 \cdot 1,3 \cdot 0,001 \cdot d3 \cdot L2 = 0,21 \cdot 1,3 \cdot 0,001 \cdot 60 \cdot 85 = 1,39 \text{ мин.}$$

2 операция: черновое обтачивание наружных поверхностей

$$T_{1,2} = 1,35 \cdot 0,001 \cdot [0,17 \cdot d1 \cdot L1 - 0,037 \cdot (d1^2 - d3^2)] = 1,35 \cdot 0,001 \cdot [0,17 \cdot 145 \cdot 50 - 0,037 \cdot (145^2 - 60^2)] = 0,79 \text{ мин.}$$

2 вариант технологического процесса:

1 операция: токарная черновая обработка наружных поверхностей и отверстия

$$T_{2,1} = 0,52 \cdot d3 \cdot L2 \cdot 0,001 \cdot 1,5 = 0,52 \cdot 60 \cdot 85 \cdot 0,001 \cdot 1,5 = 3,978 \text{ мин.}$$

### ЗАДАНИЕ 7.

Определяем технологическую себестоимость операций механической обработки.

1 вариант

$$Cт\ 1\ операция = S1 \cdot \frac{T_{11}}{60 \cdot K} = 7,76 \cdot \frac{1,39}{60 \cdot 1,3} = 0,14 \text{ у.е.}$$

$$Cт\ 2\ операция = S2 \cdot \frac{T_{12}}{60 \cdot K} = 5,79 \cdot \frac{0,79}{60 \cdot 1,3} = 0,06 \text{ у.е.}$$

$$Cт\ 1\ вар = Cт\ 1\ операция + Cт\ 2\ операция = 0,14 + 0,06 = 0,20 \text{ у.е.}$$

2 вариант

$$Cт\ 2\ вар = S3 \cdot \frac{T_{21}}{60 \cdot K} = 8,61 \cdot \frac{3,978}{60 \cdot 1,3} = 0,43911 \text{ у.е.}$$

### ЗАДАНИЕ 8.

Определяем цеховую себестоимость детали для каждого варианта ТП.

$$Cц\ 1\ вар = S\ штамповка + Cт\ 1\ вар = 2,26 + 0,20 = 2,46 \text{ у.е.}$$

$$Cц\ 2\ вар = S\ прокат + Cт\ 2\ вар = 1,60 + 0,43911 = 2,03 \text{ у.е.}$$

### ЗАДАНИЕ 9.

Оптимальный вариант ТП – прокат (т.е. ТП имеющий минимальную цеховую себестоимость детали  $Cц\ 2\ вар = 2,03 \text{ у.е.}$ ).

### **ЗАДАНИЕ 10.**

Определяем годовой экономический эффект от использования оптимального технологического процесса:

$$Эг = (C_{ц\_max} - C_{ц\_min}) \cdot N_g = (2,46 - 2,03) \cdot 45000 = 19350 \text{ у.е.}$$

**Контрольные вопросы:**

1. На основе каких показателей осуществляется выбор метода получения заготовки?
2. С учетом каких данных определяется стоимость заготовки?
3. Какой вариант технологического процесса является оптимальным?

## **Лабораторная работа №5**

### **Тема: «Технологическая система и показатели её развития»**

*Цель работы:* изучить понятие технологической системы и выполнить расчёт показателей её развития.

**ЗАДАНИЕ 1.** Изучить понятие технологической системы и особенностей её функционирования.

**Технологическая система** – это совокупность функционально-взаимосвязанных средств технологического оснащения, предметов производства и исполнителей для выполнения в регламентированных условиях производства заданных технологических процессов или операций.

К предметам производства относятся: материал, заготовка, полуфабрикат и изделие, находящиеся в соответствии с выполняемым технологическим процессом в стадии хранения, транспортирования, формообразования, обработки, сборки, ремонта, контроля и испытаний.

К регламентированным условиям производства относятся: регулярность поступления предметов производства, параметры энергоснабжения, параметры окружающей среды.

Следует различать четыре иерархических уровня технологических систем: технологические системы операций, технологические системы процессов, технологические системы производственных подразделений и технологические системы предприятий.

**Исполнитель в технологической системе** – человек, осуществляющий в технологической системе трудовую деятельность по непосредственному изменению и (или) определению состояния предметов производства, техническому обслуживанию или ремонту средств технологического оснащения.

Под **технологическим процессом** понимается совокупность методов изготовления продукции путем изменения состояния, свойств, форм и габаритов исходных материалов, сырья и полуфабрикатов.

**ЗАДАНИЕ 2.** Изучить показатели экономической оценки производственного процесса.

На производство продукции необходимы затраты как живого (труд работников), так и прошлого труда (все остальные затраты на производство продукции).

Параметр, с помощью которого сравнивают объем выпуска с трудозатратами, называют производительностью труда.

В соответствии с тремя видами трудозатрат: живого, прошлого, совокупного (сумма живого и прошлого труда) различают три вида производительности труда.

**Виды производительности труда:**

• производительность живого труда  $\Pi_{ж} = \frac{Q}{T_{ж}}$ ; (1)

• производительность прошлого труда  $\Pi_{п} = \frac{Q}{T_{п}}$ ; (2)

• производительность совокупного труда  $\Pi_{с} = \frac{Q}{T_{ж}+T_{п}}$ . (3)

где Q – объём выпуска;

$T_{ж}, T_{п}$  – затраты живого, прошлого труда.

Значение производительности только совокупного труда соответствует реальному состоянию производственного процесса, так как объём выпуска и трудозатраты соответствуют друг другу. При использовании параметра производительности живого либо прошлого труда объём выпуска, полученный в результате затрат живого и прошлого труда, относят только к части трудозатрат — затратам либо живого, либо прошлого труда. В результате получают завышенные значения, не соответствующие реальному положению вещей.

Традиционно в экономической практике оперируют преимущественно параметром производительности живого труда.

Натуральными измерителями трудозатрат являются: живого труда — чел.-часы, чел.-дни и т.д.; прошлого труда — машино-часы, машино-дни и т.д. Натуральных измерителей совокупного труда, что, очевидно, не существует. Единственным путем определения суммарных трудозатрат является представление слагаемых видов труда в стоимостном денежном виде.

Как и все прочие экономические показатели, параметр производительности труда является статичным. Поэтому с его помощью нельзя оценить будущие перспективы производственного процесса. Для этого нужен динамический параметр. Теория технотдинамики оперирует таким параметром. Он называется уровнем технологии (Y) и рассчитывается как произведение производительностей живого и прошлого труда:

$$Y = \frac{Q}{T_{ж}} \cdot \frac{Q}{T_{п}}. \quad (4)$$

Уровень технологии остается неизменным на всей стадии рационалистического развития технологического процесса.

Необходимо отметить, что весь набор применяемых экономических показателей, в том числе показатель производительности труда, дает статичную оценку, т.е. оценку на момент сравнения. Но лучший на некоторый момент времени технологический процесс может оказаться в будущем более затратным. Вот здесь необходимо использовать параметр уровня технологии. Более высокое значение уровня технологии для некоторого процесса свидетельствует о более низком значении минимальных трудозатрат, которое может быть им достигнуто на границе рационалистического развития.

**ЗАДАНИЕ 3.** На основе данных затрат труда, приведённых в таблице 5.1:

1. Рассчитать: а) производительности труда; б) уровень технологии.
2. Осуществить выбор более эффективного варианта данных технологических процессов.

**Таблица 5.1** – Характеристики двух вариантов технологических процессов

Затраты труда на единицу продукции	Технологические процессы	
	первый вариант	второй вариант
1	2	3
Живого	8	14
Прошлого	7	3

Решение оформите в табличной форме (таблица 5.2).

**Таблица 5.2** – Выбор эффективного варианта

Показатели	Формула	Расчёт	
		первый вариант	второй вариант
1	2	3	4
Производительность живого труда			
Производительность прошлого труда			
Производительность совокупного труда			
Уровень технологии			

**ЗАДАНИЕ 4.** За год завод производит продукции на 1 млн. руб. Число работников 100 чел., годовой фонд рабочего времени одного работника 2000 ч.

Найдите производительность труда. Значение производительности какого труда вы определили?

**ЗАДАНИЕ 5.** На станке, выпускающем 48 деталей за 2 ч., работают двое рабочих. Найдите производительность живого и прошлого труда, а также скорость выпуска деталей.

Приняв стоимость 1 чел-часа равной 100 руб., а стоимость 1 машино-часа равной 1000 руб., найдите производительность живого, прошлого и совокупного труда. Затраты труда при этом выразите в стоимостном виде.

Проследите за изменением соотношения между производительностями прошлого и живого труда в случаях представления трудозатрат в натуральном и стоимостном виде.

Сделайте выводы. Решение оформите в табличной форме (таблица 5.3).

**Таблица 5.3** – Расчет производительности

Показатель	Формула	Расчёт	
		в натуральном выражении	в стоимостном выражении
1	2	3	4
Производительность живого труда			
Производительность прошлого труда			
Производительность совокупного труда			

**ЗАДАНИЕ 6.** Изучить производственную функцию Кобба-Дугласа и закономерности технологического развития.

Простейшую модель производства можно представить как некоторую систему, перерабатывающую различные виды ресурсов в готовую продукцию (рис. 5.1).

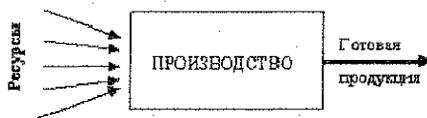


Рисунок 5.1 – Модель производства

В качестве ресурсов могут выступать:

- сырьё;
- трудовые затраты;
- энергозатраты;
- научно-исследовательские ресурсы;
- технологические ресурсы;
- транспортные ресурсы и др.

С помощью производственной функции отражается функциональная связь между затратами и выпуском.

**Производственной функцией** называется зависимость между объёмом произведённой продукции ( $Q$ ), и затратами различных видов ресурсов, необходимых для выпуска этой продукции.

Наиболее распространена производственная функция Кобба-Дугласа:

$$Q = a \cdot K^\alpha \cdot L^\beta, \quad (5)$$

где  $a$  – коэффициент пропорциональности;

$\alpha$  и  $\beta$  – показатели степени  $0 < \alpha < 1, 0 < \beta < 1, \alpha + \beta = 1$ ;

$K$  – постоянный капитал;

$L$  – переменный капитал.

Функция Кобба-Дугласа отражает зависимость объёма производства ( $Q$ ) от создающих его факторов производства — затрат труда ( $L$ ) и капитала ( $K$ ).

Из формулы (4) выразим выпуск:  $Q = Y^{\frac{1}{\alpha}} \cdot T_K^{\frac{\alpha}{\alpha-1}} \cdot T_L^{\frac{\beta}{\alpha-1}}$ .

Коэффициенты  $\alpha$  и  $\beta$  производственной функции Кобба-Дугласа имеют смысл частных эластичностей и их можно вычислять по формулам:

$$\alpha = \frac{\Delta y / y}{\Delta x_1 / x_1}, \quad (6)$$

$$\beta = \frac{\Delta y / y}{\Delta x_2 / x_2}. \quad (7)$$

**ЗАДАНИЕ 7.** Некоторое предприятие, затрачивая для производства 65 единиц материальных затрат и 17 трудовых, выпускало 120 единиц продукции. В результате расширения и увеличения материальных затрат до 68 единиц выпуск возрос до 124 единиц, а при увеличении трудовых затрат до 19 единиц выпуск вырос до 127 единиц. Составить производственную функцию Кобба-Дугласа.

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое технологическая система?
2. Что относится к предметам и условиям производства?
3. Какие показатели характеризуют эффективность технологической системы?

4. Кто является исполнителем в технологической системе?
5. Что отражает производственная функция?

## Лабораторная работа №6

### Тема: «Формы и пути развития технологических систем»

*Цель работы:* изучение показателей технологических систем, видов и путей развития технологических процессов.

**ЗАДАНИЕ 1.** Изучить производственную и технологическую системы.

Производственная система состоит из двух частей, взаимосвязанных между собой. Первая часть – это сам технологический процесс или их совокупность. Вторая часть представляет собой административно-управленческую службу, обеспечивающую бесперебойную и эффективную работу всей системы. Эта структура состоит из органов управления, учета, снабжения и контроля.

Основой производственной системы выступает технологический процесс, развитие которого базируется на росте производительности труда. А перед административной системой стоит задача создания необходимых условий для реализации инновационных технологий.

Для анализа технологической системы выделяют три группы показателей:

- **частные** параметры применяют для выделения отдельных технологических процессов из однотипных;
- **единичные** параметры выделяют для сопоставления однотипных технологических процессов. Например, удельный расход сырья, себестоимость произведенной продукции и т.д.;
- **обобщенные** параметры приводят для характеристики и анализа любых технологических процессов. К группе этих параметров причисляют: затраты живого труда ( $T_{ж}$ ), затраты прошлого труда ( $T_{п}$ ) и совокупные затраты ( $T_{с}=T_{ж}+T_{п}$ ).

Показателем качества труда, определяющим производительность технологического процесса, выступает уровень технологии ( $Y$ ). Он рассчитывается как произведение производительностей живого и прошлого труда:

$$Y=(1/T_{ж})*(1/T_{п}).$$

Уровень технологии показывает, насколько эффективно используется живой и прошлый труд при повышении производительности.

В соответствии с динамикой совокупных трудовых затрат выделяют два возможных варианта развития технологических процессов: рационалистический и эвристический. Рационалистическое развитие базируется на ограничении роста эффективности производства так, как она базируется на уменьшении доли живого труда за счет роста затрат прошлого труда. Поэтому необходимо определить предел накопления прошлого труда или момент времени, до которого целесообразно развитие такой системы. Модель рационалистического развития записывается по формуле:

$$L = \sqrt{Y \cdot B},$$

где  $L$  - производительность живого труда  $L = 1/T_{ж}$ ,  $B$  - технологическая вооруженность;  $Y$  - уровень технологии.

Эвристический путь развития технологического процесса предусматривает одновременное снижение затрат живого и прошлого труда. При этом затраты живого труда будут всегда уменьшаться, а затраты прошлого труда могут как уменьшаться, так и возрастать. Данный путь базируется на внедрении новейших открытий, точнее, на революционном совершенствовании технологий, что требует значительных ассигнований на научно-исследовательскую деятельность. Поэтому предпочтительнее рационалистическое развитие и очень важен момент перехода.

Виды развития технологического процесса определяют в зависимости от преобладания экономии:

- живого труда (затраты живого труда уменьшаются при росте затрат прошлого) процесс называют трудосберегающим;
- прошлого труда (затраты прошлого труда снижаются при увеличении затрат живого труда) процесс называют фондосберегающим.

При необходимости сопоставляют отношение  $\Delta T_{ж}/\Delta T_{п}$ .

Если оно уменьшается во времени, то превышает экономия живого труда и процесс также называют трудосберегающим. Если отношение возрастает во времени, то преобладает экономия прошлого труда и процесс также называют фондосберегающим. В случае постоянного значения во времени процесс называют нейтральным.

### ЗАДАНИЕ 2. Определить вариант развития технологического процесса.

С целью упрощения определения границы рационалистического развития для расчета экономического предела накопления прошлого труда введем понятие относительного уровня технологии  $U_0$ :  $U_0 = U/L = 1/T_{п}$

Если значение  $U_0 > L$ , то рационалистическое развитие целесообразно.

Если  $U_0 < L$ , то нецелесообразно, а в случае их равенства определяется граница рационалистического развития.

Необходимо проанализировать технологический процесс, описываемый следующими уравнениями:  $T_{ж} = 500/(46t+575)$  и  $T_{п} = 0,04t+0,5$ . Построить графики зависимости живого, прошлого и совокупного труда. Определить предел рационалистического развития. Рассчитать уровень технологии. Указать вид технологического процесса.

Решение оформить в виде таблицы 6.1

Таблица. 6.1

Показатель	T					
	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7
$T_{ж}$						
$T_{п}$						
$T_c$						
$T_{ж}/T_{п}$						
$\Delta T_{ж}$						
$\Delta T_{п}$						
$\Delta T_{ж}/\Delta T_{п}$						
U						
$U_0$						
L						

**Контрольные вопросы:**

1. Из каких частей состоит производственная система?
2. Какие показатели выделяют для анализа производственной системы?
3. Чем отличается рационалистический путь от эвристического пути развития технологического процесса?
4. Какой процесс называется трудосберегающим, а какой фондосберегающим?

**Лабораторная работа №7**  
**Тема: «Стандартизация и типизация**  
**технологических процессов»**

*Цель работы:* изучить стандартизацию и типизацию технологических процессов, ознакомиться с видами нормативной и технологической документации.

**ЗАДАНИЕ 1.** Изучить назначение и составные части ЕСТПП, основные технологические понятия.

**Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП)** – установленная государственным стандартом система организации и управления процессом технологической подготовки производства, предусматривающая широкое применение прогрессивных типовых технологических процессов, стандартной технологической оснастки и оборудования, средств механизации и автоматизации производственных процессов, инженерно-технических и управленческих работ (ГОСТ 14.001-73)

Функционирование ЕСТПП в соответствии с ее назначением обеспечивается комплексным применением стандартов ЕСТПП, отраслевых стандартов и стандартов предприятия, конкретизирующих и развивающих отдельные правила и положения ЕСТПП применительно к специфике отрасли или предприятия, а также нормативно-технической и методической документации на методы и средства технологической подготовки производства (ТПП), в том числе:

1. Единой системы конструкторской документации
2. Единой системы технологической документации
3. Единой системы классификации и кодирования технико-экономической информации.
4. Системы разработки и постановки продукции на производство
5. Единой системы государственного управления качеством продукции
6. Государственной системы обеспечения единства измерений
7. Плановой и организационно-распорядительной документации, регламентирующей и регулирующую ТПП.
8. Нормативно-технической документации на типовые и другие прогрессивные технологические процессы и методы их типизации и стандартизации, методы нормирования и нормативно-справочные данные
9. Системы стандартов безопасности труда
10. Системы управления производственным объединением (промышленным предприятием)

**Технологическая подготовка производства** – совокупность мероприятий, обеспечивающих технологическую готовность производства.

**Технологический процесс** – часть производственного процесса, содержащаяся целенаправленные действия по изменению состояния предмета труда.

**Единичный технологический процесс** – технологический процесс изготовления или ремонта изделия одного наименования, типоразмера и исполнения, независимо от типа производства

**Типовой технологический процесс** – технологический процесс изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками.

**Групповой технологический процесс** – технологический процесс изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками.

**Маршрутное описание технологического процесса** – сокращенное описание всех технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения без указания переходов и технологических режимов.

**Операционное описание технологического процесса** – полное описание всех технологических операций в последовательности их выполнения с указанием переходов и технологических режимов.

**Маршрутно-операционное описание технологического процесса** - сокращенное описание всех технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения с полным описанием отдельных операций в других технологических документах.

**Технологическая операция** – законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте.

## **ЗАДАНИЕ 2. Изучить методы стандартизации и унификации.**

Стандартизация базируется на общенаучных и специфических методах.

**Метод стандартизации** – это прием или совокупность приемов, с помощью которых достигаются цели стандартизации.

**К основным методам стандартизации относятся следующие:**

1. Метод математических чисел и рядов (параметрическая стандартизация).
2. Унификация.
3. Агрегатирование.
4. Комплексная стандартизация.
5. Опережающая стандартизация.

**Параметрическая стандартизация.** Параметр продукции — это количественная характеристика ее свойств.

Наиболее важными параметрами являются характеристики, определяющие назначение продукции и условия ее использования:

- размерные параметры (например, размер одежды и обуви, вместимость посуды);
- весовые параметры (масса отдельных видов спортивного инвентаря);
- параметры, характеризующие производительность машин и приборов (производительность вентиляторов и полотеров, скорость движения транспортных средств);
- энергетические параметры (мощность двигателя и пр.).

Продукция определенного назначения, принципа действия и конструкции, т.е. продукция определенного типа, характеризуется рядом параметров. Набор установленных

значений параметров называется параметрическим рядом. Разновидностью параметрического ряда является размерный ряд. Например, для тканей размерный ряд состоит из отдельных значений ширины тканей, для посуды — отдельных значений вместимости. Каждый размер изделия (или материала) одного типа называется типоразмером. Например, сейчас установлено 105 типоразмеров мужской одежды и 120 типоразмеров женской одежды.

Процесс стандартизации параметрических рядов — параметрическая стандартизация — заключается в выборе и обосновании целесообразной номенклатуры и численного значения параметров. Решается эта задача с помощью математических методов.

**Унификация** — это деятельность по рациональному сокращению числа типов деталей, агрегатов одинакового функционального назначения.

Унификацию можно рассматривать как средство оптимизации параметров качества и ограничения количества типоразмеров выпускаемых изделий и их составных частей. При этом унификация воздействует на все стадии жизненного цикла продукции, обеспечивает взаимозаменяемость изделий, узлов и агрегатов, что, в свою очередь, позволяет предприятиям кооперироваться друг с другом.

К основным видам унификации относят *конструкторскую* и *технологическую* унификацию. При этом первая предполагает унификацию изделий в целом и их составных частей (деталей, узлов, комплектующих изделий и т.п.), а вторая — унификацию нормативно-технической документации (стандартов, технических условий, инструкций, методик, руководящих документов, конструкторско-технологической документации и др.).

Результатом работ по унификации могут быть альбомы типовых (унифицированных) конструкций деталей, узлов, сборочных единиц; стандарты типов, параметров и размеров, конструкций, марок и др.

В зависимости от области проведения унификация изделий может быть *межотраслевой* (унификация изделий и их элементов одинакового или близкого назначения, изготавливаемых двумя или более отраслями промышленности), *отраслевой* и *заводской* (унификация изделий, изготавливаемых одной отраслью промышленности или одним предприятием).

В зависимости от методических принципов осуществления унификация может быть *внутривидовой* (семейств однотипных изделий) и *межвидовой* или *межпроектной* (узлов, агрегатов, деталей разнотипных изделий).

Степень унификации характеризуется уровнем насыщенности изделия унифицированными деталями, узлами и сборочными единицами.

Показателем уровня унификации является коэффициент применимости:

$$K_n = \frac{n - n_0}{n} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $n$  — общее число деталей в изделии, шт.;

$n_0$  — число оригинальных деталей, шт.

**Агрегатирование** — это метод создания машин, приборов и оборудования из отдельных стандартных унифицированных узлов, многократно используемых при создании различных изделий на основе геометрической и функциональной взаимозаменяемости. Другим словами — метод конструирования и эксплуатации изделий, основанный на функциональной и геометрической взаимозаменяемости их основных узлов и агрегатов.

Важнейшим преимуществом изделий созданных на основе агрегатирования, является конструктивная обратимость. Агрегатирование позволяет также многократно применять

стандартные детали, узлы и агрегаты в новых модификациях изделий при изменении их конструкции.

Агрегатирование очень широко применяется в машиностроении, радиоэлектронике. Развитие машиностроения характеризуется усложнением и частой сменяемостью конструкции машин. Для проектирования и изготовления большого количества разнообразных машин потребовалось в первую очередь расчленить конструкцию машины на независимые сборочные единицы (агрегаты) так, чтобы каждая из них выполняла в машине определенную функцию. Это позволило специализировать изготовление агрегатов как самостоятельных изделий, работу которых можно проверить независимо от всей машины.

**ЗАДАНИЕ 3.** Используя данные таблицы 7.1, произвести расчёты коэффициентов унификации. Расчёт показателей произвести для одного автомобиля и для группы из восьми автомобилей.

Таблица 7.1 – Структура унифицированных деталей

Наименование изделия	Количество деталей, шт.				
	Всего в изделии	Унифицированных			
		всего	общемашино-строительного применения	межотраслевого применения	отраслевого применения
1	2	3	4	5	6
A1	11190	10410	302	705	9403
A2	10725	9969	290	677	9002
A3	11046	10273	298	697	9278
A4	11190	10429	302	705	9422
A5	11511	10749	312	727	9710
A6	11511	10712	179	417	10116
A7	11190	10407	176	411	9820
A8	11511	10785	310	725	9750
<b>Всего:</b>	<b>89874</b>	<b>83734</b>	<b>2169</b>	<b>5064</b>	<b>76501</b>

Расчёт произвести по следующим формулам:

$$1. \text{ Коэффициент унификации деталей общемашиностроит. применения} = \frac{\text{кол-во унифицир. деталей общемашиностроительного применения}}{\frac{\text{кол-во деталей всего в изделии}}{\text{кол-во унифицир. деталей общемашиностроительного применения}}} \cdot 100\% \quad (2)$$

$$2. \text{ Коэффициент унификации деталей межотраслевого применения} = \frac{\text{кол-во унифицир. деталей межотраслевого применения}}{\frac{\text{кол-во деталей всего в изделии}}{\text{кол-во унифицир. деталей межотраслевого применения}}} \cdot 100\% \quad (3)$$

$$3. \text{ Коэффициент унификации деталей отраслевого применения} = \frac{\text{кол-во унифицир. деталей отраслевого применения}}{\frac{\text{кол-во деталей всего в изделии}}{\text{кол-во унифицир. деталей отраслевого применения}}} \cdot 100\% \quad (4)$$

$$4. \text{ Коэффициент унификации общ.} = K1 + K2 + K3 \quad (5)$$

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое стандартизация?
2. Что является объектом стандартизации?
3. Какие виды нормативно-технической документации вы знаете?

4. Что такое унификация? Какими показателями она характеризуется?
5. Что такое агрегатирование?

## Лабораторная работа №8

### Тема: «Технический контроль и оценка качества продукции»

**Цель работы:** научиться оценивать качество продукции, ознакомиться с видами и причинами брака выпускаемой продукции.

**ЗАДАНИЕ 1.** Изучить технические показатели качества, применяемые при оценке качества продукции. Укажите, каким видам продукции характерны следующие технические параметры.

**Таблица 8.1** – Номенклатура технических параметров продукции

Наименование параметров	Виды продукции							
	Ткани	Камни бетонные	Колбасы	Натрий азотистый	Плитка керам. глаз.	Обувь	Фрезерная машина	Лампы накалив.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Степень устойчивости окраски								
2. Морозостойкость								
3. Гигроскопичность								
4. Массовая доля соли								
5. Предел прочности на сжатие								
6. Твёрдость глазури								
7. Остаточная влажность белья								
8. Вид на разрезе								
9. Максимальная нагрузка								
10. Масса изделия								
11. Сопротивление глазури								
12. Массовая доля сульфатов								
13. Прочность крепления каблука								
14. Номинальная мощность								
15. Световой поток								
16. Скорость вращения центрифуги								
17. Максимальный ход фрезерной корзины								
18. Содержание нерастворимых веществ								

## ЗАДАНИЕ 2. Изучить виды дефектов и причины брака выпускаемой продукции.

**Брак**ом называется продукция, в которой имеется дефект, то есть какое-то несоответствие требованиям технической документации. Дефекты бывают явные, выявление которых регламентировано соответствующей документацией, и скрытые, выявление которых документацией не предусмотрено.

Для учета допущенного брака на каждом предприятии используются собственные или типовые классификаторы брака по видам, виновникам и причинам.

Под **видом брака** подразумеваются конкретные дефекты и отступления от установленных требований к качеству материала, формам и размерам изделия, точности расположения поверхностей и др., которые являются основанием для его отбраковки и отделения от готовой продукции.

Различают исправимый и неисправимый брак.

Исправимым браком считаются заготовки, детали, узлы, агрегаты либо изделия с такими дефектами, устранение которых технически возможно и экономически целесообразно, что позволяет использовать их по прямому назначению без снижения требований к качеству. Если же устранение дефектов невозможно или экономически нецелесообразно, то такой брак считается неисправимым или окончательным.

Кроме того, выделяют внутренний (внутризаводской) и внешний (за пределами предприятия) брак.

По причинам различают брак, связанный с:

- некачественным составом сырья и материалов;
- изменением рецептуры;
- нарушениями технологических режимов;
- ошибками в технической документации;
- сбоями в работе технологического оборудования и режущего инструмента (вследствие износа, поломки);
- ошибками контролёра;
- несоблюдением стандартных параметров и размеров и т.д.

По виновникам различают брак, допущенный по вине рабочего, контролера, технолога, конструктора или любого специалиста, разработавшего некачественную документацию для исполнителя.

Таблица 8.2 – Классификатор брака (по виновникам и причинам, допущенным ими)

Виновники брака	Шифр брака	Причины брака
1	2	3
Рабочий-исполнитель	01	Небрежное отношение к работе
Рабочий-наладчик	02	Некачественная наладка оборудования
Администрация цеха	03	Ненормативное хранение и транспортировка материала
	04	Небрежный инструктаж рабочего
	05	Несоответствие марки материала требованиям
	06	Неверная наладка оборудования
	07	Недобробокачественный инструмент, штампы, модели

Продолжение таблицы 8.2

1	2	3
Отдел главного технолога	10	Ошибки в технической документации
	11	Несвоевременное изменение технологии
	12	Технологический дефект оснастки
Отдел главного конструктора	20	Ошибки в конструкторском деле
	21	Несвоевременная коррекция чертежей
Отдел технического контроля	30	Пропуск брака
	31	Несвоевременный контроль
Отдел главного механика	40	Неисправное оборудование
Внешние поставщики	50	Скрытые дефекты

К статистическим методам контроля качества выпускаемой продукции относятся:

- контрольный листок,
- гистограмма,
- диаграмма разброса,
- диаграмма Парето,
- стратификация (расслоение),
- диаграмма Исикавы (причинно-следственная диаграмма),
- контрольная карта.

**Диаграмма Парето** – инструмент, позволяющий разделить факторы, влияющие на возникшую проблему, на важные и несущественные для распределения усилий по ее решению.

Сама диаграмма является разновидностью столбчатого графика с кумулятивной кривой, в которой факторы распределены в порядке уменьшения значимости (силы влияния на объект анализа).

В основе диаграммы Парето лежит принцип 80/20, согласно которому 20% причин приводят к 80% проблем, поэтому целью построения диаграммы является выявление этих причин для концентрации усилий по их устранению.

Сам дисбаланс не обязательно равен 80/20, он может составлять 70/30, 75/25, 95/5 и даже близок к 50/50 (хоть и очень редко), но диспропорция 80/20 встречается намного чаще других соотношений, поэтому она и положена в основу диаграммы Парето.

**Методика построения диаграммы Парето:**

1. Определите проблему и цель исследования.
2. Соберите данные (влияющие факторы) о характере, причинах, количестве и стоимости дефектов для анализа. Распределите факторы в порядке убывания коэффициента значимости.
3. Начертите горизонтальную ось. Проведите две вертикальные оси: на левой и правой границе горизонтальной оси.
4. Горизонтальную ось разделите на интервалы в соответствии с количеством контролируемых факторов.
5. Левую вертикальную ось разбейте на интервалы от 0 до числа, соответствующего итоговой сумме коэффициентов значимости факторов.

6. Правую вертикальную ось разбейте на интервалы от 0 до 100%. При этом отметка 100% должна лежать на такой же высоте, что и итоговая сумма коэффициентов значимости факторов.

7. Для каждого фактора (группы факторов) постройте столбик, высота которого равна коэффициенту значимости для этого фактора. При этом факторы (группы факторов) располагаются в порядке уменьшения их значимости, а группа «прочие» помещается последней, независимо от ее коэффициента значимости.

8. Постройте кумулятивную кривую. Для этого нанесите на диаграмму точки накопленных сумм для каждого интервала. Положение точки соответствует: по горизонтали – правой границе интервала, по вертикали – величине суммы коэффициентов значений факторов (групп факторов), лежащих левее рассматриваемой границы интервала. Соедините полученные точки отрезками прямых.

9. На уровне 80% итоговой суммы проведите горизонтальную линию от правой оси диаграммы до кумулятивной кривой. Из точки пересечения опустите перпендикуляр на горизонтальную ось. Этот перпендикуляр разделяет факторы (группы факторов) на значимые (располагаются слева) и незначительные (располагаются справа).

10. Выпишите значимые факторы для принятия первоочередных мер.

Пример построения диаграммы Парето приведен на рис. 8.1.

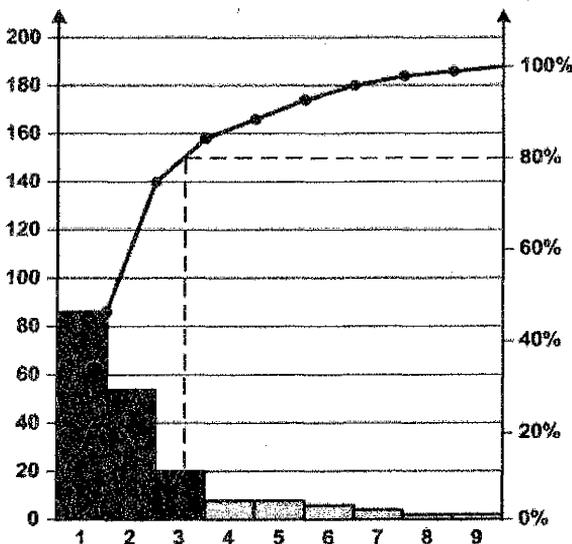


Рисунок 8.1 – Пример диаграммы Парето

При использовании диаграммы Парето для выявления результатов деятельности и причин наиболее распространенным методом является **ABC-анализ**.

Сущность ABC-анализа в данном контексте заключается в определении трех групп, имеющих три уровня важности для управления качеством:

- **группа А** — наиболее важные, существенные проблемы, причины, дефекты. Относительный процент группы А в общем количестве дефектов (причин) обычно составляет

от 60 до 80%. Соответственно устранение причин группы А имеет большой приоритет, а связанные с этим мероприятия — самую высокую эффективность;

- **группа В** — причины, которые в сумме имеют не более 20%;
- **группа С** — самые многочисленные, но при этом наименее значимые причины и проблемы.

АВС-анализ позволяет обоснованно определять приоритеты работ по управлению качеством проекта.

**ЗАДАНИЕ 3.** Рассчитать коэффициент качества (коэффициент сортности) швейной продукции, выпускаемой ОАО «Коминтерн».

**Таблица 8.3** — Данные для расчета коэффициента качества (сортности)

Вид продукции	Выпущено тыс. ед.	Сорт	Цена тыс. руб.	Всего
Костюмы мужские	100	1-й	857	
полушерстяные	25	2-й	746	
Брюки молодежные	200	1-й	332	
Льняные	50	2-й	298	
Жакеты женские	100	1-й	256	
	25	2-й	217	
Итого	500	-	-	

Укажите, какую сумму недополучила фабрика из-за выпуска изделий 2-го сорта.

**ЗАДАНИЕ 4.** На швейном предприятии при производстве женского пальто в партии 2000 штук было выявлено 15 единиц продукции несоответствующего качества:

1. Пять изделий не соответствуют типовым размерным показателям по длине рукава.
2. Одно пальто имеет утолщенную нить в ткани.
3. В двух изделиях прорезь петель не соответствует диаметру пуговиц.
4. В трёх изделиях отсутствует декоративная строчка на карманах.
5. Разнотонность пуговиц выявлена четырёх изделиях.

**Определить:**

1. Виды брака и причины возникновения. Оформить в табличной форме (таб.8.4).

**Таблица 8.4** — Виды и причины возникновения брака

Брак	Виды брака	Причины возникновения
1	2	3
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

2. Коэффициент сортности партии.

3. Структура брака.

Дать предложения по предотвращению возможных причин брака на предприятии.

**ЗАДАНИЕ 5.** Провести анализ брака по методу Парето на основании данных количества дефектов продукции и потерь от них (таб.8.5).

**Таблица 8.5 – Данные о видах и количестве дефектов**

Вид дефекта	Количество, ед.	Потери, млн. руб.
1	2	3
1. Коробление	23	0,8
2. Изгиб	20	1,0
3. Отклонение от размеров	14	0,5
4. Трещины	8	0,2
5. Шелушение краски	4	0,1
6. Грязь	3	0,1
7. Прочие	3	0,1
Сумма:		

Рассчитать:

1. Суммарное количество дефектов и долю изделий каждого вида дефектов в общем объёме.

2. Суммарные объёмы потерь и долю потерь по каждому виду дефектов в общем объёме.

На основе полученных данных по размеру брака и видам построить диаграмму Парето, отложив по вертикали объёмы потерь, а по горизонтали – виды дефектов.

**Контрольные вопросы:**

1. Что подразумевают под видом брака? Перечислите причины брака готовой продукции?

2. С учётом каких показателей строится диаграмма Парето?

3. Что означает принцип «80/20»?

## **Лабораторная работа №9**

### **Тема: «Сырьё и материалы»**

***Цель работы:** изучить основные виды сырья и материалов производственно-технического назначения, научиться осуществлять выбор более целесообразного материала.*

**ЗАДАНИЕ 1.** Изучить классификацию сырья и материалов и составить типовую классификацию в табличной форме (таблица 9.1).

**Сырьё** – это материалы естественного или искусственного происхождения, используемое в процессе производства для получения полуфабрикатов или готовой продукции.

**Классификация сырья:**

**1. По назначению:**

- **Промышленное сырьё** - это сырьё, полученное в результате работы предприятий промышленных отраслей, потребляемое главным образом в отраслях тяжелой индустрии (руда, нефть, уголь, песок, щебень).

- **Сельскохозяйственное сырьё** производится в отраслях сельского хозяйства (зерно, картофель, свекла) и потребляется главным образом отраслями пищевой и легкой промышленности.

## 2. По агрегатному состоянию:

- твердое;
- жидкое;
- газообразное

## 3. По составу:

• *органическое* (сырье растительного происхождения - хлопок, лён, зерно, подсолнух, картофель, сахарная свекла, лекарственные травы, древесина и др. и животного происхождения - жиры, шерсть, сырая кожа, пушнина, мясо, рыба, молоко и пр.);

• *неорганическое* (горные породы и породообразующие минералы – песок, глина, известняк, мел, мрамор и др.).

## 4. По происхождению:

• *минеральное* (рудное – руды черных, цветных и редких металлов, нерудное – строительные материалы, графит, асбест);

• *растительное;*

• *животное.*

## 5. По способности к возобновлению:

• *возобновляемое* (ресурсы растительного и животного мира);

• *невозобновляемое* (минеральные, земельные ресурсы).

Таблица 9.1 – Типовая классификация сырья

Виды сырья / материалов	Признаки классификации				
	по назначению	по агрегатному состоянию	по составу	по происхождению	по способности к возобновлению
1	2	3	4	5	6
Гипс	промышленное	твёрдое	неорганическое	минеральное	невозобновляемое
Глина					
Песок					
Золотой самородок					
Мел					
Поваренная соль					
Жир					
Картофель					
Резина					
Целлюлоза					
Гравий					
Яблоки					
Лён					
Шерсть					
Железосодержащая руда					
Алтайский колчедан					

**ЗАДАНИЕ 2.** Изучить показатели сырьевых ресурсов.

**Норма расхода сырья** – это максимально допустимое количество сырья и материалов для производства единицы продукции.

Фактический расход сырья и материалов зависит от их качества и величины отходов и потерь при переработке.

**Отходы и потери** – это часть сырья, которая не может быть использована в производстве данного вида продукции.

Если отходы и потери известны в процентах к массе исходного сырья, то норму расхода сырья и материалов на тонну ( $T$ ) рассчитывают по следующей формуле:

$$T = \frac{S \cdot 100}{100 - P}, \quad (1)$$

где  $S$  – масса подготовленного сырья по рецептуре на 1 тонну, кг;

$P$  – потери и отходы, %.

Расчет необходимого количества поваренной соли ( $\text{NaCl}$ ) при приготовлении рассолов для соленых плодов и овощей производится по следующей формуле:

$$M_{\text{соли}} = Q \cdot \frac{P}{100 - P}, \quad (2)$$

где  $M_{\text{соли}}$  – количество соли, кг;

$Q$  – количество рассола, необходимое для заливки, кг;

$P$  – концентрация соли в рассоле, %.

Количество воды, необходимое для приготовления заливки, определяют в соответствии с нижеприведенной формулой:

$$M_{\text{воды}} = Q - M_{\text{соли}} \quad (3)$$

Для решения вопроса о целесообразности применения сырья следует сопоставить между собой различные виды сырьевых материалов по ряду экономических показателей:

- по удельным капитальным затратам;
- по производительности труда;
- по себестоимости и качеству готовой продукции.

Выбор сырья производится по показателю минимума приведенных затрат  $Z_i$ .

$$Z_i = C_i + E_H \cdot K_i = \min, \quad (4)$$

где  $C_i$  – себестоимость единицы продукта  $i$ -го вида сырья, руб.;

$K_i$  – удельные капиталовложения, руб.;

$E_H$  – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений, равный 0,12.

**ЗАДАНИЕ 3.** Рецептура закладки подготовленного сырья при производстве 1 т готового продукта составляет 500 кг. Отходы и потери при подготовке свеклы – 15%. Чему равна норма расхода свеклы на 1 т готового продукта?

**ЗАДАНИЕ 4.** Вычислить, чему равно количество поваренной соли и воды, необходимых для приготовления 800 кг рассола 4%-ной концентрации при производстве томатов соленых.

**ЗАДАНИЕ 5.** Определить наиболее целесообразный источник сырья для производства изопрена по данным таблицы 10.2. Мономер для синтетического каучука – изопрен можно получить из изобутилена и формальдегида либо способом двухстадийного дегидрирования изопентана. Расход нефти на 1 т изопентана и изобутана состав-

ляет по 1,8 т, изопентана на 1 т изопрена – 2,08, изобутана на 1 т изобутилена – 1,23, изобутилена на 1 т изопрена – 1,08, метанола на 1 т формальдегида – 1,158, формальдегида на 1 т изопрена – 1,38 т и расход газа на 1 т метанола – 3000 м<sup>3</sup>.

Таблица 9.2 – Показатели использования сырья по стадиям производства

Стадия процесса	Затраты на передел сырья при обработке 1 т, руб.	Удельные капиталовложения, руб.
1	2	3
<i>Получение изопрена способом 2-стадийного дегидрирования изопентана</i>		
Добыча нефти	5,0	72,5
Транспортировка нефти	0,45	6,0
Получение изопентана	58,0	83,5
Получение изопрена	346,5	575,0
<i>Получение изопрена из изобутилена и формальдегида</i>		
Добыча и транспортировка нефти	5,45	78,5
Получение изобутана	58,0	83,5
Получение изобутилена	128,3	121,3
Добыча и транспортировка газа	9,4*	102,0
Получение метанола	77,6	109,3
Получение формальдегида	80,0	88,3
Получение изопрена	78,6	435,0

Примечание: \* на 1000 м<sup>3</sup>

#### ЗАДАНИЕ 6. Ознакомиться с методами обогащения сырьевых ресурсов.

Качество сырья во многом характеризуют технико-экономические показатели производства. Оно выражается содержанием полезных элементов в руде либо другом виде сырья. Для повышения содержания полезных элементов и удаления пустой породы сырье подвергают обогащению. Известны такие методы обогащения сырья:

- физические: механический, термический, электромагнитный, метод гравитационного обогащения и др.;
- химические: метод избирательного растворения, обжиг, разложения химическими реагентами и др.;
- физико-химический (флотационный).

Об эффективности флотации судят по экономическим показателям: выход концентрата, степень извлечения, степень обогащения.

**Выход концентрата** определяется соотношением массы полученного концентрата  $G_k$  к массе взятой руды  $G_p$  (в процентах):

$$\eta_k = G_k / G_p \cdot 100\%. \quad (5)$$

**Степень извлечения** – это отношение массы извлеченного полезного вещества в концентрате  $G_{п.в.к}$  к его массе руды  $G_{п.в.р}$  (в процентах):

$$\eta_k = G_{п.в.к} / G_{п.в.р} \cdot 100\%. \quad (6)$$

**Степень обогащения** (концентрации) выражается отношением массовой доли (процентного содержания) полезного вещества в концентрате  $\omega_{п.в.к}$  к массовой доле (процентному содержанию) его в исходной руде  $\omega_{п.в.р}$ :

$$\eta_k = \omega_{п.в.к} / \omega_{п.в.р}. \quad (7)$$

**Задача 1.** При основной флотации сильвинита на обогатительной фабрике производственного объединения «Беларуськалий» получается черновой концентрат с массовой долей  $KCl$  0,72, который подвергается двукратной перерешетке. В результате образуется окончательный продукт с массовой долей  $KCl$  0,92. Определить степень извлечения (в %) и концентрации сильвинита, а также выход концентрата, если было взято руды массой 22 т с массовой долей  $KCl$  0,30, а чернового концентрата получено 690 кг. Определить массу продукта, образовавшегося после перерешетки.

**Задача 2.** При обогащении сильвинита для удаления глинистых шлаков поступающая из цикла измельчения пульпа обрабатывается 2 %-м водным раствором натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ): на 1 т используется 640 г раствора. Какая масса воды (в граммах) необходима для приготовления раствора такой соли, чтобы обработать руду массой 1725 кг?

**Контрольные вопросы:**

1. По каким признакам классифицируют сырьё?
2. Что такое норма расхода сырья и как она определяется?
3. Каковы экономические показатели сырьевых ресурсов?
4. Какие методы обогащения сырьевых ресурсов вы знаете?

## Лабораторная работа №10

### Тема: «Топливо и энергия»

*Цель работы:* ознакомиться с основными видами и характеристиками топливных ресурсов, показателями использования энергоресурсов, порядком их расчёта.

**ЗАДАНИЕ 1.** Изучить виды топлива и их качественные параметры.

**Топливо** – вещество, из которого с помощью определённой реакции может быть получена тепловая энергия.

Основной показатель топлива — теплотворная способность (теплота сгорания). Для целей сравнения видов топлива введено понятие условного топлива (теплота сгорания 1 кг «условного топлива» (у.т.) составляет 29,3 МДж или 7000 ккал — что соответствует низшей теплотворной способности чистого антрацита).

**Классификация топлива:**

#### 1. Твёрдые виды топлива:

- Древесина, древесная щепа, древесные пеллеты
- Горючий сланец
- Сапропель
- Торф
- Уголь
- Битуминовые пески
- Порох
- Соединения азота
- Твёрдое ракетное топливо

2. Жидкие виды топлива (просты в транспортировке, но при этом велики потери при испарении, разливах и утечках):

- **Нефтяные топлива**

- ✓ дизельное топливо (газойль, солярковое масло)
- ✓ топливо печное бытовое
- ✓ Керосин
- ✓ Лигроин
- ✓ Бензин, газолин

- **Масла**

- ✓ Сланцевое масло
- ✓ Отработавшее машинное масло
- ✓ Растительные (рапсовое, арахисовое) или животные масла (жиры)

- **Спирты**

- ✓ Этанол
- ✓ Метанол
- ✓ Пропанол

- **Жидкое ракетное топливо**

- **Эфиры**

- ✓ (Изомеры) спиртов
- ✓ Метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ)
- ✓ Диметиловый эфир (ДМЭ) жирных кислот
- ✓ Этерифицированные растительные масла (биодизель)

- **Эмульсии**

- ✓ Водотопливная эмульсия
- ✓ Этиловый спирт в бензинах
- ✓ Масла в бензинах

- **Синтетические топлива**, производимые на основе процесса Фишера-Тропша

- ✓ Из угля (CTL)
- ✓ Из биомассы (BTL)
- ✓ Из природного газа (GTL)

3. Газообразные топлива (ещё более транспортабельны, при этом ещё большие потери, а также при нормальных условиях ниже энергетическая плотность):

- Пропан

- Бутан

- Метан, природный газ, метан угольных пластов, сланцевый газ, рудничный газ, болотный газ, биогаз, гидрат метана

- Водород

- Сжатый (компримированный) природный газ (CNG)

- Продукты газификации твёрдого топлива

- ✓ Угля — (синтез-, генераторный, коксовый) газы, возможна подземная газификация углей

- ✓ Дровесины

- Смеси
- ✓ Пропан-бутановая смесь (LPG)
- ✓ Смесь водорода и природного газа (HCNG)
- 4. Дисперсные системы, растворы.
- Аэрозоли
- ✓ Угольная пыль
- ✓ Алюминиевая, магниевая пыль
- Пены
- ✓ Газодизель (смесь природного газа с дизельным топливом)
- ✓ Смесь водорода с бензином
- Суспензии
- ✓ Водугольное топливо
- ✓ Водонитратное топливо («жидкий порох»)
- 5. Нетипичные топлива:
- Ядерное топливо
- Термоядерное топливо
- Ракетное топливо

Классификация твёрдых сортов топлива приведена в таблице 10.1.

Качество твердого топлива определяется по 3 основным параметрам: калорийность, влажность и зольность.

*Калорийность* — это количество тепла, выделяющееся при сгорании 1 кг абсолютно сухого топлива. Калорийность измеряется в кДж/кг или ккал/кг, влажность, зольность в процентах.

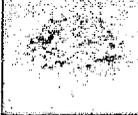
*Влажность* — количество влаги в единице массы топлива.

*Зольность* — количество золы после сгорания от единицы массы топлива.

Таблица 10.1 — Классификация и характеристика твёрдых сортов топлива

Наименование твёрдого топлива	Внешний вид	Характеристики
1	2	3
1. Каменный уголь и торф (торфяные гранулы и брикеты)		Каменный уголь и торф, торфобрикеты также широко используются для топки котлов. Особенно популярен каменный уголь, который в данный момент является одним из самых дешёвых и калорийных сортов топлива. Количество одинакового веса дров и торфа выделяет сходное количество тепла, а каменный уголь в 2-3 раза больше. Средняя калорийность и зольность каменного угля зависит от его сорта и является соответственно около 6000 ккал/кг (7,00 кВт/кг) и 12%. Торф относится к видам топлива с высокой зольностью (до 20%).

Продолжение таблицы 10.1

1	2	3
<p><u>2. Дрова, кусковые отходы древесины</u></p>		<p>Полностью сгоревшая совершенно сухая древесина выделяет около 4510 ккал/кг или 5,20 кВт/кг тепла, поэтому, оценивая различные сорта дров, следует обратить внимание на их удельный вес. Далее представлен вес 1 м<sup>3</sup> сухих дров различных сортов: дубовые - 500 кг; березовые - 450 кг; еловые - 330 кг; осиновые - 330 кг.</p> <p>Чем влажнее дрова, тем меньше их калорийность. В свежезаготовленных дровах бывает 45-60 % воды. Меньше воды содержат дрова, заготовленные в начале зимы. Чем тверже древесина, тем меньше воды в ней. Древесина, предназначенная на дрова, должна быть распилена, разрублена и высушена. Влажность дров, пробывших на складе год, составляет 20-25 %, два года 13-17%. Для работы котлов рекомендуется использовать дрова, влажность которых не превышает 25 %.</p>
		<p>Чем влажнее топливо, тем меньше достигаемая мощность подогрева воды в котле. Зольность топлива также влияет на его качество - чем больше зольность, тем хуже топливо.</p>
<p><u>3. Зерно, зерноотходы</u></p>		<p>В последнее время, особенно за границей, появилась необходимость сжигать избыточное зерно и зерновые отходы. Зерно достаточно калорийное (в зависимости от сорта зерна 3600-4320 ккал/кг), но зольное (до 2,3 %). Для топки ими используются специальные автоматизированные котлы.</p>
<p><u>4. Щепы («чипсы»)</u></p>		<p>Щепы производятся измельчением отходов древесины лесозаготовок и деревообработки на куски длиной 5-50 мм. Сырье, предназначенное для производства щепы, влажность которой при вырубке около 50%, желательна подсушить. В практике стран Европы сырье для щепы высушивается в полевых условиях, складывая их в кучи на опушках лесов, просеках или на площади вырубленного леса. Это снижает начальную влажность древесины с 55% до 35%. Древесная щепа является основным топливом промышленных котлов при автоматизированной топке.</p>
<p><u>5. Брикеты и гранулы из древесных опилок</u></p>		<p>Данное топливо является альтернативой дорожающему газу, а в местностях, где не подведен природный газ, оно является основным для автоматизированной работы котлов. Это чистый, натуральный продукт, безвредный для окружающей среды. Гранулы изготавливаются из древесных опилок, стружки или щепы, которые измельчаются, высушиваются, прессуются в цилиндрические гранулы диаметром 6, 8, 10 или 12 мм и длиной от 1 до 5 см.</p> <p>При изготовлении гранул не используются какие-либо химические добавки или клеи. Качество гранул зависит от сырья, из которого они производятся и технологического процесса. Любые примеси, особенно неорганического происхождения, ухудшают качество гранул. Гранулы считаются качественными, когда их калорийность близка или превышает 4000 ккал/кг, зольность до 0,8% и влажность до 10%.</p> <p>Брикеты также изготавливаются из опилок и стружки и используются для ручной топки. Калорийность гранул и брикетов древесных опилок составляет около 4000-4300 ккал/кг или 4,7-5,0 кВт/час. Это топливо обладает свойством быстро впитывать влагу из окружающей среды, поэтому помещение для складирования должно быть сухим. Рекомендуется, чтобы тара с топливом находилась на поддонах и была поднята от пола не менее чем на 50 мм. Гранулы, используемые для топлива, должны быть сухими, без примесей, механически прочными, без мелких щепок.</p>

Окончание таблицы 10.1

1	2	3
6. Опилки		Опилки отходы, получающиеся при проведении технологических операций по обработке древесины. Они могут быть очень влажным (на лесопилках до 50% влаги) и совершенно сухими (в процессе изготовления мебели). Опилки используются для производства гранулированного топлива и брикетов или чаще всего для автоматизированной топки промышленных котлов.
7. Прочее биотопливо		Для работы котлов может быть использовано и другое топливо: мякина рапса, костра, подсолнечная лузга и др. Их пригодность для топки котлов устанавливается экспериментально. Солома и соломенные гранулы используются лишь в специально приспособленных для этого котлах, т.к. продукты их сгорания шлакуются при низких температурах.

Нормативные значения параметров качества твёрдого топлива представлены в таблице 10.2.

Таблица 10.2 – Нормативные значения параметров качества твёрдого топлива

Вид твердого топлива	Влажность, %	Зольность, %	Калорийность, Ккал/кг
1	2	3	4
Гранулы древесные	8,70	0,9	4290
Торфяные гранулы	17,50	1,27	3870
Гранулы подсолнечной лузги	9,35	2,70	4429
Тростниковые гранулы	9,85	2,70	4109
Ячменные зерна	12,00	2,20	3860
Пшеничные зерна	12,50	1,80	3770
Ржаные зерна	10,00	1,50	3620
Овсяные зерна	11,50	2,30	3800

**ЗАДАНИЕ 2.** Определить потребность цеха в электроэнергии на двигательные цели на планируемый период.

Исходные данные: в цехе 100 станков, средняя мощность электромоторов 5,5 кВт; годовой фонд рабочего времени оборудования 4000 ч; коэффициент использования рабочего времени 0,8; коэффициент полезного действия двигателя 0,8.

**ЗАДАНИЕ 3.** Установить потребность предприятия в электроэнергии по следующим данным (таблица 10.3).

Таблица 10.3 – Исходные данные

Изделия	Норма расхода электроэнергии на 1 шт., кВт·ч	Выпуск продукции по вариантам, тыс. шт.					
		I	II	III	IV	V	VI
1	2	3	4	5	6	7	8
А	2	250	210	200	300	350	320
Б	4	100	300	250	250	100	210
В	3	350	150	300	150	250	200

**ЗАДАНИЕ 4** Исчислить потребность в электроэнергии на осветительные цели предприятия, исходя из следующих данных: количество светильников 25; средняя мощность светильника 200 Вт; средняя продолжительность осветительного периода 3500 ч.

На предприятии действуют 2000 станков, годовой фонд времени которых составляет 4015 ч. Средняя мощность электромотора 5 кВт. Коэффициент использования мощности равен 0,95, рабочего времени – 0,7, полезного действия – 0,8, потерь электроэнергии в сети – 0,099.

Годовая потребность предприятия в сжатом воздухе 1500 м<sup>3</sup>, расход электроэнергии на выработку 1 м<sup>3</sup> сжатого воздуха 50 кВт·ч.

**ЗАДАНИЕ 5.** Изучить существующие системы отопления по рис. 10.1.

**Отопление** – обогрев помещений с целью возмещения в них теплопотерь и поддержания на заданном уровне температуры, отвечающей условиям теплового комфорта.

Отопление помещений осуществляется специальной технической установкой, называемой системой отопления.

**Система отопления** – это совокупность конструктивных элементов со связями между ними, предназначенных для получения, переноса и передачи теплоты в обогреваемые помещения здания.

**Основные конструктивные элементы системы отопления:**

- теплоисточник (теплогенератор при местном или теплообменник при централизованном теплоснабжении) – элемент для получения теплоты;
- теплопроводы – элемент для переноса теплоты от теплоисточника к отопительным приборам;
- отопительные приборы – элемент для передачи теплоты в помещение.

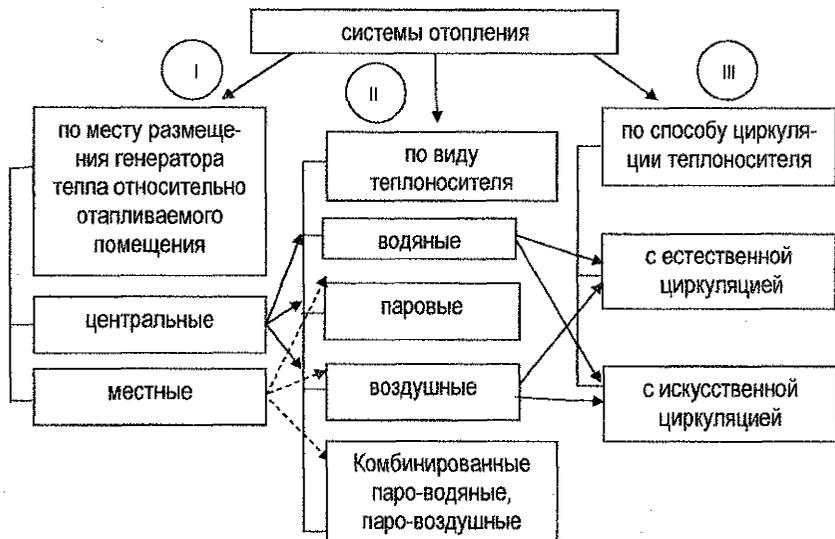


Рисунок 10.1 – Классификация систем отопления

**ЗАДАНИЕ 6.** Решите тестовые задания.

1. Как называется многоотраслевая система, которая включает добычу, переработку разных видов топлива и производство энергии, их транспортировку, размещение, распределение и использование?

- а) агропромышленный комплекс; г) топливно-энергетический комплекс;  
 б) энергетический комплекс; д) атомный комплекс.  
 в) топливный комплекс;
2. Какие связи формируют топливно-энергетический комплекс?  
 а) функциональные; г) синергичные;  
 б) водородные; д) межмолекулярные.  
 в) ковалентные;
3. Как классифицируют топливо по агрегатному состоянию?  
 а) жидкое; г) газообразное;  
 б) полужидкое; д) летучее.  
 в) твердое;
4. Как классифицируют топливо по происхождению?  
 а) жидкое; г) природное;  
 б) летучее; д) искусственное.  
 в) твердое;
5. Что из приведенного перечня можно отнести к искусственному твердому топливу?  
 а) кокс; г) полукокс;  
 б) торф; д) бурый уголь.  
 в) древесный уголь;
6. Что относится к естественному жидкому топливу?  
 а) бензин; г) мазут;  
 б) нефть; д) лигроин.  
 в) газойль;
7. Каковы примеры естественного газообразного топлива?  
 а) природный газ газовых месторождений; г) генераторные газы;  
 б) коксовый газ; д) лигроин.  
 в) попутный газ нефтедобычи;
8. К какому агрегатному состоянию можно отнести нефть?  
 а) жидкому; г) газообразному;  
 б) полужидкому; д) летучему.  
 в) твердому;
9. Как называется количество потенциальной тепловой энергии, заключенной в единице объема топлива?  
 а) теплопроводность; г) магнитная восприимчивость;  
 б) теплота сгорания; д) рефракция.  
 в) энергоемкость;
10. Что относится к энергетическим характеристикам топлива?  
 а) оптическая активность; г) энергоемкость;  
 б) объемная масса; д) скважистость.  
 в) теплота сгорания;
11. Каковы основные элементы органической части топлива?  
 а) углерод; г) кислород;  
 б) натрий; д) калий.  
 в) водород;

12. Каковы основные элементы минеральной части топлива?  
 а) силикаты; г) кислород;  
 б) фосфаты; д) азот.  
 в) сульфиды;
13. Какой вид энергии высвобождается при сгорании топлива?  
 а) ветровая; г) световая;  
 б) механическая; д) тепловая.  
 в) электрическая;
14. Какие виды энергии относятся к нетрадиционным?  
 а) ветроэнергетика; г) геотермальная энергетика;  
 б) гелиоэнергетика; д) «холодная» энергетика.  
 в) биоэнергетика;
15. На какие две группы подразделяются топливно-энергетические ресурсы?  
 а) реальные; г) объективные;  
 б) потенциальные; д) субъективные.  
 в) кинетические;

#### Контрольные вопросы:

1. Что такое топливо?
2. Какие виды топлива вы знаете?
3. Что относится к качественным параметрам топлива?
4. Что подразумевается под таким показателем, как условное топливо?
5. Что является основными компонентами, входящими в состав топлива?
6. Какие системы отопления вы знаете, на чём они основаны?

## Лабораторная работа №11

### Тема: «Вода в промышленности»

*Цель работы: ознакомиться с основными показателями качества воды. Изучить водоподготовку методами отстаивания, фильтрации и кипячения, проверить соответствие показателей качества воды стандартам.*

**ЗАДАНИЕ 1.** Изучить основные показатели качества воды.

*Качество воды* определяют её составом и свойствами при поступлении в водопроводную сеть.

*Показатели качества* - это перечень свойств воды, численные значения которых сравнивают с нормами качества воды.

*Нормы качества* - это установленные значения показателей качества воды для конкретных видов водопользования.

Показатели качества воды подразделяются на:

- эпидемические;
- радиологические;
- химические;
- органолептические.

Критерием безопасности воды в эпидемиологическом отношении является отсутствие патогенных микроорганизмов — возбудителей инфекционных болезней.

**Таблица 11.1** – Нормативные значения эпидемиологических показателей качества воды

Показатели	Норматив
1	2
Общее количество микробов, образующие колонии в 1 мл воды	не выше 50
Общее количество кишечных палочек в 1 мл воды	не выше 3
Термотолерантные колиформные бактерии - кол-во в 100 мл воды	отсутствие
Общие колиформные бактерии - количество в 100 мл воды	отсутствие
Колифаги - количество бляшкообразующих единиц в 100 мл воды	отсутствие
Споры сульфитредуцирующих клостридий - кол-во спор в 20 мл воды	отсутствие
Цисты лямблий - количество цист в 50 литрах воды	отсутствие

### **Радиологические показатели.**

Источниками поступления радиоактивных веществ в водные объекты являются минеральные и геотермальные воды, которые формируются в непосредственной близости от природных залежей радиоактивных руд, жидкие и твердые радиоактивные отходы, радиоактивные материалы, нарушения условий их переработки и хранения, а также выбросы и аварии на радиационных объектах.

В водных объектах могут присутствовать изотопы трития, натрия, фосфора, хрома, кобальта, цезия и др. Эти радиоактивные элементы могут находиться как в форме катионов и анионов, так и в виде комплексных соединений. Измеряются радиометрические показатели дозиметрическими приборами.

**Химические** показатели определяют безвредность химического состава воды.

К *химическим* показателям воды относятся водородный показатель pH, общая минерализация (сухой остаток), жесткость, щелочность, окисляемость - так называемые обобщенные, а также концентрация растворенных органических и неорганических веществ – нефтепродуктов, поверхностно-активных веществ (ПАУ) и др.

Жесткость воды обусловлена наличием в ней катионов кальция и магния. Эти катионы образуют малорастворимые соли с обычно присутствующими в воде карбонатными и гидроксильными ионами. Жесткость воды для питьевых целей ограничена концентрацией 7 ммоль/л.

Окисляемость воды обусловлена наличием в ней органических веществ, а также ряда легко окисляющихся неорганических примесей, таких как двухвалентное железо, сероводород, сульфиты и т. д. Окисляемость воды, или химическое потребление кислорода (ХПК), определяют количеством кислорода, израсходованного при химическом окислении содержащихся в воде органических и неорганических веществ под действием различных окислителей. Окисляемость питьевой воды не должна превышать 5 мг/л.

Щелочностью воды называется суммарная концентрация содержащихся в воде анионов слабых кислот и гидроксильных ионов (выражена в ммоль/л), вступающих в реакцию при лабораторных исследованиях с соляной или серной кислотами с образованием хлористых или сернокислых солей щелочных и щелочноземельных металлов.

**Органолептические** показатели обеспечивают благоприятные вкусовые свойства воды.

**Таблица 11.2 – Водородный показатель**

Среда	Значение pH
1	2
Кислая (высококислотная среда)	от 0 до 3
Слабокислая	от 4 до 6
Нейтральная	7
Слабощелочная	от 8 до 10
Щелочная	от 11 до 14

**Таблица 11.3 – Химические показатели (предельно допустимые концентрации)**

Химические показатели	Предельно допустимые концентрации	Химические показатели	Предельно допустимые концентрации
1	2	3	4
Алюминий Al	0,5 мг/л	Фтор F -	0,7 мг/л
Бериллий Be	0,0002 мг/л	Железо Fe	0,3 мг/л
Молибден Mo	0,25 мг/л	Марганец Mn	0,1 мг/л
Мышьяк As	0,05 мг/л	Медь Cu	1 мг/л
Нитраты	45 мг/л	Полифосфаты Po	0,5 мг/л
Полиакриламид	2 мг/л	Сульфаты So	500 мг/л
Свинец Pb	0,03 мг/л	Хлориды Cl -	350 мг/л
Селен Se	0,001 мг/л	Цинк Zn	5 мг/л

**ЗАДАНИЕ 2.** Изучить органолептические свойства воды и методы их оценки.

К числу органолептических показателей относятся запах, привкус (вкус), цветность и мутность воды.

**Цветность**, т.е. окраска воды в тот или иной цвет, в основном свойственна водам поверхностных источников. Это естественное свойство природной воды, обусловленное присутствием гумусовых веществ и комплексных соединений железа. Цветность воды может определяться свойствами и структурой дна водоема, характером водной растительности, прилегающих к водоему почв, наличием в водосборном бассейне болот и торфяников и др. Измеряется в градусах стандартной платинокобальтовой шкалы путём сравнения исследуемой пробы с водой эталонной цветности. Цветность питьевой воды не должна превышать 20°. В исключительных случаях, по согласованию с органами санитарного надзора, этот показатель может достигать 35°.

**Запах** определяют при нормальной (20°C) и при повышенной (60°C) температуре воды. Запах подразделяют на две группы (таблица 11.4):

- естественного происхождения (от живущих и отмерших организмов, от влияния почв, водной растительности и т.п.);
- искусственного происхождения. Такие запахи обычно значительно изменяются при обработке воды.

**Таблица 11.4 – Классификация запаха воды в зависимости от природы происхождения**

Естественного происхождения	Искусственного происхождения
1	2
Землистый, гнилостный, плесневый, торфяной.	Нефтепродуктов (бензиновый и др.), хлорный, уксусный.

Интенсивность запаха оценивают по 5-балльной шкале (ГОСТ 3351), приведенной в таблице 11.5.

**Таблица 11.5 – Оценка интенсивности запаха воды**

Интенсивность запаха	Характер проявления запаха	Оценка интенсивности запаха, балл
1	2	3
Нет	Запах не ощущается	0
Очень слабая	Запах не ощущается потребителем, но обнаруживается при лабораторном исследовании	1
Слабая	Запах замечается потребителем, если обратить на это его внимание	2
Заметная	Запах легко замечается и вызывает неодобрительный отзыв о воде	3
Отчетливая	Запах обращает на себя внимание и заставляет воздержаться от питья	4
Очень сильная	Запах настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению	5

Для питьевой воды допускается запах не более 2 баллов.

Различают 4 основных **вкуса** воды:

- соленый,
- кислый,
- горький,
- сладкий.

Остальные вкусовые ощущения считаются привкусами (солоноватый, горьковатый, металлический, хлорный и т.п.). Интенсивность вкуса и привкуса оценивают по 5-балльной шкале (ГОСТ 3351), согласно требованиям таблицы 11.6.

**Таблица 11.6 – Оценка интенсивности вкуса и привкуса воды**

Интенсивность вкуса и привкуса	Характер проявления вкуса и привкуса	Оценка вкуса и привкуса, балл
1	2	3
Нет	Вкус и привкус не ощущаются	0
Очень слабая	Вкус и привкус сразу не ощущаются потребителем, но обнаруживаются при тщательном тестировании	1
Слабая	Вкус и привкус замечаются, если обратить на это внимание	2
Заметная	Вкус и привкус легко замечаются и вызывают неодобрительный отзыв о воде	3
Отчетливая	Вкус и привкус обращают на себя внимание и заставляют воздержаться от питья	4
Очень сильная	Вкус и привкус настолько сильные, что делают воду непригодной к употреблению	5

Как правило, с повышением температуры запахи и привкусы усиливаются. Для питьевой воды допускаются значения показателей «вкус» и «привкус» не более 2 баллов.

**Мутность** воды обусловлена содержанием взвешенных в воде мелкодисперсных примесей – нерастворимых или коллоидных частиц различного происхождения.

Мутность воды обуславливают и некоторые другие характеристики воды, такие как:

- наличие осадка, который может отсутствовать, быть незначительным, заметным, большим, очень большим;

- взвешенные вещества или грубодисперсные примеси. Этот показатель обычно малоинформативен;

- прозрачность.

Мутность определяется непосредственно весовым методом или косвенно - по шрифту или кресту. Весовым методом мутность определяют, взвешивая на лабораторных весах отфильтрованную часть механических примесей. Мутность питьевой воды не должна превышать 1,5 мг/л. Использование мутной воды для питьевого водоснабжения нежелательно, а иногда и просто недопустимо.

При косвенном методе оценкой мутности является высота столба воды в цилиндре, через который можно отчетливо рассмотреть специальный шрифт или грани креста. Эта высота должна составлять не менее 30 см при определении мутности по шрифту и не менее 300 см - при определении по кресту.

Различают следующие характеристики по мутности:

- мутность не заметна (отсутствует);

- слабо мутная;

- мутная;

- очень мутная.

**ЗАДАНИЕ 3.** Провести органолептическую оценку свойств воды по образцам. Оформить в табличной форме (таблица 11.7).

**Таблица 11.7** – Результаты оценки свойств воды и возможности использования

№ образца	Свойства воды			Область применения
	цвет	запах	мутность	
1	2	3	4	5
Образец 1				
Образец 2				
Образец 3				

**Контрольные вопросы:**

1. Какую роль играет вода в промышленности?
2. Какие показатели качества воды вы знаете?
3. Каковы органолептические показатели качества воды?
4. Какие методы используются для оценки качества воды?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12**

### **Тема: «Металлургия и металлообработка»**

**Цель работы:** изучить свойства стали и сплавов, характер защиты поверхности металлопродукции.

**ЗАДАНИЕ 1.** Изучить ГОСТ 5632-72 «Стали высоколегированные и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные». Отметить деление сталей и сплавов на классы в зависимости от структуры и химического состава.

1.1. В зависимости от основных свойств стали и сплавы подразделяют на группы:

I – коррозионностойкие (нержавеющие) стали и сплавы, обладающие стойкостью против электрохимической и химической коррозии (атмосферной, почвенной, щелочной, кислотной, солевой), межкристаллитной коррозии, коррозии под напряжением и др.;

II – жаростойкие (окалиностойкие) стали и сплавы, обладающие стойкостью против химического разрушения поверхности в газовых средах при температурах выше 5500С, работающие в ненагруженном или слабонагруженном состоянии;

III – жаропрочные стали и сплавы, способные работать в нагруженном состоянии при высоких температурах в течение определенного времени и обладающие при этом достаточной жаростойкостью.

1.2. В зависимости от структуры стали подразделяют на классы:

**мартенситный** – стали с основной структурой мартенсита;

**мартенситно-ферритный** – стали, содержащие в структуре, кроме мартенсита, не менее 10% феррита;

**ферритный** – стали, имеющие структуру феррита (без  $\alpha \leftrightarrow \gamma$  превращений);

**аустенито-мартенситный** – стали, имеющие структуру аустенита и мартенсита, количество которых можно изменять в широких пределах;

**аустенито-ферритный** – стали, имеющие структуру аустенита и феррита (феррита более 10%);

**аустенитный** – стали, имеющие структуру аустенита.

1.3. В зависимости от химического состава сплавы подразделяют на классы по основному составляющему элементу:

1) сплавы на железоникелевой основе;

2) сплавы на никелевой основе.

**ЗАДАНИЕ 2.** Изучите основные характеристики защитных металлических покрытий металлоизделий от коррозии по ГОСТу 9.303-84 "Покрытия металлические и неметаллические неорганические".

**Охарактеризуйте:**

1. Вид покрытия.

2. Основные свойства металлических покрытий.

3. Назначение покрытий.

**ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОКРЫТИЯ ГОСТ 9.303-84**

**1. Цинковое покрытие**

1.1. Цинковое покрытие является анодным по отношению к черным металлам и защищает сталь от коррозии электрохимически при температуре до 700С, при более высоких температурах – механически.

Покрытие предотвращает контактную коррозию сталей при сопряжении с деталями из алюминия и его сплавов; обеспечивает свинчиваемость резьбовых деталей.

1.2. Для повышения коррозионной стойкости цинковое покрытие хроматируют и фосфатируют. Хроматирование одновременно улучшает декоративный вид покрытия. Хроматная пленка механически непрочная.

1.3. Цинковое хроматированное покрытие теряет свой декоративный вид при условии периодического механического воздействия: прикосновения инструмента, рук.

1.4. Без хроматирования и фосфатирования покрытие применяют для обеспечения электропроводности и при опрессовке пластмассами при температуре выше 1000С.

1.5. Электрохимическое оцинкование вызывает потерю пластичности сталей вследствие наводороживания. Стали с пределом прочности выше 1380 МПа (140 кг/мм<sup>2</sup>) цинкованию не подлежат.

1.6. Покрытие обладает прочным сцеплением с основным металлом, низким сопротивлением механическому истиранию и повышенной хрупкостью при температурах выше 2500С и ниже минус 700С; матовое покрытие выдерживает гибку, развальцовку.

Покрытие обладает низкой химической стойкостью к воздействию продуктов, выделяющихся при старении органических материалов.

1.7. Микротвердость покрытия, наносимого электрохимическим способом, в среднем составляет 490-1180 МПа (150-120 кг/мм<sup>2</sup>); удельное сопротивление при температуре 180С составляет 5,75\*10<sup>-8</sup> Ом\*м.

### **2. Кадмиевое покрытие**

2.1. Кадмиевое покрытие является анодным и защищает сталь от коррозии в атмосфере и морской воде электрохимически; в пресной воде – механически.

2.2. Для повышения коррозионной стойкости кадмиевое покрытие хромируют и фосфатируют. Хроматирование одновременно улучшает декоративный вид покрытия. Хроматная пленка механически непрочная. Скорость коррозии в промышленной атмосфере в 1,5-2 раза больше, чем у цинкового покрытия.

2.3. Без хромирования и фосфатирования покрытие применяют для обеспечения электропроводности, при опрессовке пластмассами при температуре выше 1000С.

2.4. Покрытие не рекомендуется применять для деталей, работающих в атмосфере промышленных районов; в контакте с топливом, содержащим сернистые соединения; в атмосфере, содержащей летучие агрессивные соединения, выделяющиеся при старении из органических веществ: при высыхании олифы, масляных лаков и т.п.

2.5. Электрохимическое кадмирование вызывает потерю пластичности сталей вследствие наводороживания. Для деталей из стали с пределом прочности выше 1370 МПа (140 кгс/мм<sup>2</sup>) допускается кадмирование по специальной технологии.

2.6. Покрытие обладает прочным сцеплением с основным металлом, хорошими антифрикционными свойствами, низкой износостойкостью; пластичнее цинкового; выдерживает запрессовку, вытяжку, развальцовку, свинчивание.

Окислы кадмия токсичны.

Сварка по кадмиевому покрытию не допускается.

2.7. Микротвердость кадмиевого покрытия – 340-490 МПа (34-50 кгс/мм<sup>2</sup>), удельное сопротивление при температуре 180С – 10,98\*10<sup>-8</sup> Ом\*м.

### **3. Никелевое покрытие**

3.1. Никелевое покрытие является катодным по отношению к стали, алюминиевым и цинковым сплавам. Покрытие применяется для защитной, защитно-декоративной отделки деталей, повышения поверхностной твердости, износостойкости и электропроводности.

3.2. Для повышения декоративности покрытия по никелевому подслою наносят хром толщиной до 1 мкм.

3.3. Увеличение коррозионной стойкости достигается сочетанием нескольких слоев никелевых покрытий с различными физико-химическими свойствами. При толщине 24 мкм защитные свойства двухслойного покрытия (без подслоя меди) в два раза, а трехслойного с наполнителем в три раза превосходят защитные свойства блестящих покрытий.

3.4. Удельное сопротивление при температуре 180С –  $7,23 \cdot 10^{-8}$  Ом\*м; микротвердость блестящего покрытия – 4420-4900 МПа (450-500 кгс/мм<sup>2</sup>), полублестящего – 2940-3930 МПа (300-400 кгс/мм<sup>2</sup>); коэффициент отражения блестящего покрытия – 75%. Допустимая рабочая температура – 6500С.

3.5. Покрытие обеспечивает хорошую растекаемость припоев и получение вакуумпаяльных соединений при высокотемпературной пайке в различных средах без применения флюсов, а также при аргодуговой сварке (в последнем случае без медного подслоя). Никелевое покрытие толщиной до 6 мкм может подвергаться точечной сварке.

3.6. Покрытие служит барьерным слоем под покрытия золотом, серебром, сплавом олово-свинец и другими металлами, предотвращая диффузию меди, цинка, железа и других металлов.

3.7. Черное никелевое покрытие применяется для придания деталям специальных оптических и декоративных свойств. Коэффициент отражения черного никелевого покрытия – до 20%.

#### **4. Медное покрытие**

4.1. Медное покрытие является катодным по отношению к стали, алюминию, магниевым и цинковым сплавам. Покрытие применяется в качестве технологического подслоя для уменьшения пористости и повышения сцепления других покрытий. Для защиты от коррозии как самостоятельное покрытие не рекомендуется из-за низкой коррозионной стойкости.

4.2. Медное покрытие обладает высокой электро- и теплопроводностью, пластичностью, выдерживает глубокую вытяжку, развальцовку, хорошо полируется, облегчает приработку, притирку и свинчивание; в свежесажденном состоянии хорошо паяется. С низкотемпературными припоями образует интерметаллические соединения, резко ухудшающие паяемость и прочность паяного соединения.

4.3. Допустимая рабочая температура покрытия – 3000С; микротвердость покрытия – 590-1470 МПа (60-150 кгс/мм<sup>2</sup>); удельное сопротивление при температуре 180С- $1,68 \cdot 10^{-8}$  Ом\*м.

#### **5. Оловянное покрытие**

5.1. Оловянное покрытие в атмосферных условиях является катодным по отношению к стали, анодным – во многих органических средах, а также по отношению к меди и ее сплавам, содержащим более 50% меди. Покрытие рекомендуется для обеспечения пайки.

5.2. Оловянное покрытие стойко к действию серосодержащих соединений и рекомендуется для деталей, контактирующих со всеми видами пластмасс и резин.

5.3. Оловянное покрытие обладает хорошим сцеплением с основным металлом, эластичностью, выдерживает изгиб, вытяжку, развальцовку, штамповку, прессовую посадку, хорошо сохраняется при свинчивании.

Свежесажденное оловянное покрытие хорошо паяется. Блестящее покрытие сохраняет способность к пайке более длительное время, чем матовое.

5.4. Для матового оловянного покрытия характерна значительная пористость. Пористость покрытий малой толщины (до 6 мкм) может быть снижена оплавлением покрытия или нанесением блестящего покрытия.

5.5. На поверхности покрытия в процессе хранения образуются нитевидные токопроводящие кристаллы («иглы»).

5.6. При эксплуатации оловянных покрытий при температуре ниже плюс 130С возможно разрушение покрытия вследствие перехода компактного белого олова ( $\beta$ -Sn) в порошкообразное серое олово ( $\alpha$ -Sn) («оловянная чума»).

5.7. Микротвердость покрытия – 118-198 МПа (12-20 кгс/мм<sup>2</sup>); удельное сопротивление при 180С –  $11,5 \cdot 10^{-8}$  Ом\*м. Допустимая рабочая температура покрытия – 2000С.

### **6. Золотое покрытие**

6.1. Золотое покрытие является катодным по отношению к покрываемым металлам и защищает их механически; рекомендуется для обеспечения низкого и стабильного переходного электрического сопротивления контактирующих поверхностей, улучшения поверхностной электропроводности.

6.2. Покрытие обладает высокой тепло- и электропроводностью, химической стойкостью, в том числе в атмосфере с повышенной влажностью и серосодержащих средах.

6.3. Групповые контакты с покрытиями золотом и сплавами золотом, имеющие обычно малые зазоры между цепями, для условий эксплуатации 4-8 следует герметизировать или помещать в пылебрызгозащитные устройства.

6.4. Покрытие из цианистых электролитов, работающие в контактных устройствах, склонно к возрастанию адгезии трущихся поверхностей в процессе работы. Покрытие из кислых электролитов не обладает таким дефектом.

6.5. При осаждении золотого покрытия на латунь рекомендуется подслои никеля, который предотвращает диффузию цинка на поверхность золотых покрытий из основного металла.

Никелевый подслои под покрытие золотом и сплавами золотом следует наносить из электролитов, обеспечивающих получение покрытия с низкими внутренними напряжениями.

6.6. С оловянно-свинцовыми припоями золотое покрытие образует хрупкие интерметаллические соединения, снижающие механическую прочность паяного соединения.

6.7. Микротвердость покрытия – 392-980 МПа (40-100 кгс/мм<sup>2</sup>); удельное сопротивление при температуре 180С- $2,2 \cdot 10^{-8}$  Ом\*м; внутренние напряжения достигают 59-147 МПа (6-15 кгс/мм<sup>2</sup>).

### **7. Серебряное покрытие**

7.1. Серебряное покрытие является катодным по отношению к покрываемым металлам; рекомендуется для обеспечения низкого контактного сопротивления, для улучшения поверхностной электропроводности.

7.2. Покрытие характеризуется высокой электро- и теплопроводностью, пластичностью, отражательной способностью; низкими твердостью, сопротивлением механическому износу и внутренними напряжениями; склонностью к свариванию.

Покрытие хорошо выдерживает гибку и развальцовку, плохо переносит опрессовку в полимерные материалы.

Покрытие подвержено миграции по поверхности диэлектрика под действием разности потенциалов.

Блескообразователи в электролитах для нанесения покрытия способны отрицательно влиять на электропроводность покрытия.

7.3. Не допускается применять серебряное покрытие в качестве подслоя под золото из-за диффузии серебра через золото с образованием поверхностных непроводящих пленок.

7.4. Под воздействием соединений хлора, аммиака, серосодержащих, фенолсодержащих и т.п. веществ на поверхности серебряных и серебросодержащих покрытий образуется пленка, способствующая повышению переходного сопротивления покрытия и затрудняющая его пайку.

7.5. Микротвердость покрытия – 883-1370 МПа (90-140 кгс/мм<sup>2</sup>), которая в течение времени может уменьшаться до 558 МПа (60 кгс/мм<sup>2</sup>); удельное сопротивление при температуре 180С-1,6\*10<sup>-8</sup> Ом\*м.

**Контрольные вопросы:**

1. Перечислите виды сталей?
2. Из каких компонентов состоят стали?
3. Какие виды металлических покрытий вы знаете?

## Лабораторная работа № 13

### Тема: «Основы технологии пищевых производств»

**Цель работы:** изучить основы пищевых технологий и порядок расчета показателей расхода сырья.

**ЗАДАНИЕ 1.** Изучить методику расчёта выхода готовой продукции по определённой технологии.

**Выход готовой продукции** – это максимальное количество продукции, которое можно получить из сырья и материалов, используемых в соответствии с утвержденной рецептурой.

Расчет выхода готовой продукции при солении, мочении и квашении проводится с учетом потерь плодов и овощей на ферментацию по следующей формуле:

$$V_{\text{сол}} = A \cdot \frac{100 - Y}{100}, \quad (1)$$

где  $V_{\text{сол}}$  – выход готовой продукции, кг;

$A$  – масса сырья по рецептуре до ферментации, кг;

$Y$  – потери на ферментацию (угар), %.

Выход готовой продукции, полученной увариванием с сахаром ( $V_{\text{сах}}$ ) (повидло, джем, варенье), определяется по формуле:

$$V_{\text{сах}} = \frac{A_1 \cdot C_1 + A_2 \cdot C_2 + \dots}{C}, \quad (2)$$

где  $A_1$  и  $A_2$  – масса компонентов, взятых для варки по рецептуре, кг;

$C_1$  и  $C_2$  – массовая доля сухих веществ в соответствующих компонентах, %;

$C$  – массовая доля сухих веществ в готовом продукте, %.

**Выход хлеба** – количество готовой продукции, полученной из 100 кг муки и вспомогательного сырья, вносимого по рецептуре. Выход хлеба выражается в процентах и зависит от сорта муки, ее влажности, хлебопекарских свойств, рецептуры теста, а также технологических потерь в процессе производства. Выход хлеба ( $V_{\text{хлеба}}$ ) можно подсчитать по следующей формуле:

$$V_{\text{хлеба}} = \frac{m_{\text{хл}}}{m_{\text{сырья}}} \cdot 100, \quad (3)$$

где  $m_{\text{хл}}$  – масса готового хлеба, кг;

$m_{\text{сырья}}$  – масса основного и дополнительного сырья (кроме воды), кг.

Для обеспечения рационального использования муки, снижения производственных потерь и себестоимости продукции для каждого вида изделий устанавливается плановая норма выхода (норма расхода муки).

Плановую норму выхода устанавливают для муки влажностью 14,5 % (базисная влажность). Чем меньше влажность муки, тем больше выход хлеба. Норма выхода, скорректированная в зависимости от влажности муки:

$$B_k = \frac{B_n \times 100}{100 - (14,5 - W_m)} \quad (4)$$

где  $B_n$  – плановая норма выхода муки при влажности 14,5 %;

$W_m$  – средневзвешенная влажность муки, %.

При фактической влажности муки менее 12 %, ее при пересчете выхода приравнивают к 12 %.

Для подсчета экономии или перерасхода муки за отчетный период определяют фактический расход муки для приготовления выработанной продукции и сопоставляют с плановым.

Плановый расход муки определяется по формуле:

$$M_{пл} = \frac{M_x \times 100}{B_k} \quad (5)$$

где  $M_x$  – масса охлажденных изделий, кг;

$B_k$  – плановая норма выхода, пересчитанная на фактическую влажность муки, %.

На величину фактического выхода хлебных изделий влияет влажность теста, а также размеры затрат и потерь сырья, полуфабрикатов в процессе производства.

Для подсчета экономии или перерасхода муки на хлебопекарных предприятиях за определенный период (за смену, сутки, месяц, год) определяют расход муки для продукции и сопоставляют его с фактическим.

**ЗАДАНИЕ 2.** В бочку при мочении заложено 80 кг свежих яблок. Определите массу яблок моченых, если потери на ферментацию составили 8%.

**ЗАДАНИЕ 3.** На варку джема сливового поступило 210 кг свежей сливы с содержанием сухих веществ – 14% и 160 кг сахара с содержанием сухих веществ – 99,75%. Чему равен выход готовой продукции, если содержание сухих веществ в готовом повидле – 70%?

**ЗАДАНИЕ 4.** Рассчитать, какое количество повидла будет получено при использовании на его изготовление 400 кг фруктового пюре с содержанием 13 % сухих веществ и 269 кг сахара с содержанием в нем 95,5 % сухих веществ. Содержание сухих веществ в повидле – 62 %. Коэффициент перевода в условные банки – 0,4.

**ЗАДАНИЕ 5.** Рассчитать, сколько потребуется сырья для выработки 9950 условных банок компота из черешни. Отход и потери составляют 9 %. Расход плодов на 1 банку по рецептуре – 0,389 кг. Коэффициент перевода для стеклотанки вместимостью 0,5 л равен 1,416.

**ЗАДАНИЕ 6.** Чему равен выход хлеба, если масса хлеба после выпечки составила 150 кг, а масса израсходованной муки и дополнительного сырья – 105 кг?

**ЗАДАНИЕ 7.** Выход хлеба при выпечке составил 217,5 кг или 145%. Какое количество сырья следует взять для замеса теста?

**ЗАДАНИЕ 8.** Выработано 15 100 кг нарезных батонов массой 0,4 кг из муки пшеничной 1-го сорта. Израсходовано муки 10 817 кг ( $M_{м.л}$ ). Норма выхода на батоны нарезные при базисной влажности 14,5 % - 138,5 %. Влажность израсходованной муки 14,2 %.

*Определить:*

- норму выхода нарезных батонов при фактической влажности;
- по расчетному скорректированному выходу установить плановый расход муки%
- рассчитать экономию (перерасход) муки;
- фактический выход при фактической влажности муки;
- фактический выход в пересчете на базисную (14,5 %) влажность муки.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое выход готовой продукции?
2. Как рассчитывается выход хлеба?
3. Как определяется плановый расход муки?

#### **Список рекомендуемой литературы**

1. Об оценке соответствия требованиям технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации: Закон Республики Беларусь от 05.01.2004 N 269-З с изм. от 31 декабря 2010 г. № 228-3 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. — 2011. — № 5. — 2/1780.
2. О стандартизации: Закон Республики Беларусь от 05.09.1995. с изм. от 5 января 2004 г. № 262-3 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. — 2004. — № 4. — 2/1011.
3. Кутепов, А.М. Общая химическая технология: учебник для вузов / А. М. Кутепов. — М.: ИКЦ «Академкнига», 2003.
4. Миронович, И.М. Производственные технологии. Основы технологии производства продукции химического комплекса / И.М. Миронович. — Минск: Равноденствие, 2005.
5. Производственные технологии: учебник / В.В. Садовский, М.В. Самойлов, Н.П. Кохно [и др.]; под ред. д-ра техн. наук, профессора В.В. Садовского. — Минск: БГЭУ, 2008.
6. Производственные технологии: учебное пособие / Д.П. Лисовская [и др.] — Мн.: Выш.шк., 2005.
7. Производственные технологии (общие основы): уч.-практ. пособие / М.В. Самойлов, Н.П. Кохно и др. — Мн.: БГЭУ, 2005.
8. Синица, Л.М. Организация производства: уч. пособие. - Мн.: ИВЦ Минфина, 2006.
9. Технология производства потребительских товаров: учебник / под ред. Т.И. Чалых — М. Академия, 2003. — Ч 1.: Непрод. товары.
10. Технология производства потребительских товаров: учебник для студ. сред. проф. учеб. заведений: в двух частях — М.: Издательский центр «Академия», 2003.

Учебное издание

**Составители:**

*Хутова Елена Николаевна*

*Скопец Галина Григорьевна*

*Лешкевич Галина Алексеевна*

*Добринец Светлана Серафимовна*

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к выполнению лабораторных работ по дисциплине

**«ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

для студентов специальности 26 02 03 «Маркетинг»  
дневной формы обучения

Ответственный за выпуск: Хутова Е.Н.

Редактор: Боровикова Е.А.

Компьютерная вёрстка: Соколюк А.П.

Корректор: Никитчик Е.В.

---

Подписано в печать 30.01.2015 г. Формат 60x84 1/16. Бумага «Performer».  
Гарнитура «Arial Narrow». Усл. печ. л. 3,72. Уч. изд. л. 4,0. Заказ № 1102. Тираж 50 экз.  
Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный  
технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.