

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич

Должность: ректор

Дата подписания: 23.10.2023 08:23:26

Уникальный программный ключ:

9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра фундаментальной химии и химической технологии

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О. Г. Доктионова

« 12 » 09

2023 г.

ОРГАНИЗАЦИЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА

Методические указания к выполнению лабораторных работ и
самостоятельной работе для студентов направления подготовки
18.04.01 Химическая технология

Курск 2023

УДК 66.03

Составитель Н.М. Хорьякова

Рецензент

Кандидат химических наук, доцент кафедры ФХиХТ
ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»
Е.А. Фатьянова

Организация химико-технологических процессов производства: методические указания к выполнению лабораторных работ и самостоятельной работе для студентов направления подготовки 18.04.01 Химическая технология очной и заочной форм обучения / Юго-Зап. Гос. ун-т; сост.: Н.М. Хорьякова. Курск, 2023. 60 с.

Содержат необходимый материал для лабораторных работ по дисциплине «Организация химико-технологических процессов производства». Предназначены для студентов ЮЗГУ очной и заочной форм обучения направления подготовки 18.04.01 Химическая технология.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 3,37. Тираж 100 экз. Заказ . Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ	6
Лабораторная работа № 1. ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОФОРМЛЕНИЯ	10
Вопросы для самостоятельной работы студентов к лабораторной работе № 1	10
Лабораторная работа № 2 СОСТАВЛЕНИЕ И ОПИСАНИЕ ПО СТАДИЯМ ЭСКИЗНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА.	11
Вопросы для самостоятельной работы студентов к практической работе № 2	13
Лабораторная работа № 3. РАСЧЕТ И ПОДБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПО СТАДИЯМ ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА	18
Вопросы для самостоятельной работы студентов к лабораторной работе № 3	19
Лабораторная работа № 4. ВЫБОР КОНСТРУКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА И МЕХАНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ	20
Вопросы для самостоятельной работы студентов к лабораторной работе № 4	24
Лабораторная работа № 5. РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА	25
Вопросы для самостоятельной работы студентов к лабораторной работе № 5	27
Лабораторная работа № 6. ПОЛНОЕ ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПО СТАДИЯМ ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА.	28
Вопросы для самостоятельной работы студентов к лабораторной работе № 6	30

Лабораторная работа № 7. РАЗРАБОТКА И ОПИСАНИЕ ПРОГРЕССИВНЫХ СПОСОБОВ МОНТАЖА, ДИАГНОСТИКИ И РЕМОНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	31
Вопросы для самостоятельной работы студентов к лабораторной работе № 7	43
Лабораторная работа № 8. РАЗРАБОТКА ПЛАНА ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ	44
Вопросы для самостоятельной работы студентов к лабораторной работе № 8	53
Лабораторная работа № 9. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА	54
Вопросы для самостоятельной работы студентов к лабораторной работе № 9	57
ВЫВОДЫ	58
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	59

ВВЕДЕНИЕ

Основной целью изучения дисциплины «Организация химико-технологических процессов производства» является развитие и закрепление теоретических знаний и выработка необходимых навыков при решении практических инженерных и научно-исследовательских проблем химической технологии с использованием последних достижений науки и техники, в том числе информационных технологий.

Предлагаемые методические указания составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Организация химико-технологических процессов производства».

ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Дисциплина «Организация химико-технологических процессов производства» изучается во 2 и 3-м семестрах. Индивидуальное задание выдается студенту на весь курс. Тематика индивидуального задания направлена на решение следующих задач:

- создание новых энергосберегающих и малоотходных технологических процессов и производств;
- разработка прогрессивного технологического оборудования на основе современных достижений науки и техники;
- модернизация действующих технологических машин, аппаратов и комплексов;
- разработка подсистем автоматизированного расчета технологических процессов, аппаратов и производственных систем, анализа эффективности их функционирования методом математического моделирования и вычислительного эксперимента;
- разработка прогрессивных методов монтажа и ремонта технологических машин и оборудования;
- механизация и роботизация трудоемких ручных операций при эксплуатации и ремонте технологического оборудования химических производств;
- разработка мероприятий и технологического оборудования по обеспечению экологической безопасности и охране окружающей среды.

Задание выдается преподавателем или может быть выбрано студентом, при этом, принимается в расчет место работы студента. Студент, получив или выбрав тему, обсуждает ее совместно с преподавателем. В соответствии с темой студент в процессе освоения дисциплины собирает исходные материалы, намечает пути модернизации технологических машин и оборудования с целью повышения уровня энерго- и ресурсосбережения, улучшения качества выпускаемой продукции и повышения технико-экономических показателей производства, повышения экологической безопасности ит.п.

Непосредственная разработка задания производится студентом и руководителем. Задание должно содержать наименование производства и его основные технико-экономические показатели (в том числе производительность и ассортимент выпускаемой продукции), исходные данные для проектирования, а также требования:

- к качеству конкурентной способности и экологическим параметрам продукции;
- способу (технологии) химического производства;
- архитектурно-строительным, объемно-планировочным и конструктивным решениям;
- к разработке природоохранных мер и мероприятий;
- режиму безопасности и гигиены труда на химическом производстве;
- по перспективному расширению химического производства;
- по выполнению опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ.

При выполнении задания студент должен ориентироваться на последние достижения науки и техники, научно-обоснованные нормы затрат сырья, материалов и энергетических ресурсов, высокую эффективность капиталовложений, высокий уровень экологической безопасности проектируемого химического производства и безопасности труда обслуживаемого персонала.

Студент работает в дальнейшем под руководством преподавателя, который консультирует его и контролирует график выполнения задания.

Готовое индивидуальное задание оформляется в виде отчета. Структура отчета включает следующие пункты. Каждый пункт начинается с нового листа.

№ главы	Название
	Титульный лист
	Содержание
	Введение
1	Литературно-патентный обзор методов (технологии) химического производства и аппаратурно-технологического

	оформления
2	Анализ исходных данных. Выбор технологии химического производства. Составление и описание по стадиям эскизной технологической схемы химического производства
3	Расчет материальных и тепловых балансов по технологическим стадиям химического производства
4	Расчет и подбор технологического оборудования по стадиям химического производства
5	Технологический расчет основного технологического оборудования
6	Выбор конструкционного материала и механический расчет технологического оборудования
7	Подбор технологического оборудования по каталогам или разработка нестандартного оборудования
8	Разработка принципиальной технологической схемы химического производства
9	Оформление основных, вспомогательных стадий химического производства, отгрузки готовой продукции, обезвреживания и утилизации отходов производства и т.д.
10	Автоматизация и механизация отдельного технологического узла химического производства
11	Полное описание технологической схемы по стадиям химического производства
12	Компоновка технологического оборудования
13	Разработка способов монтажа и ремонта технологического оборудования
14	Решение задач промышленной экологии
15	Разработка плана локализации и ликвидации последствий аварий
16	Оценка воздействия проектируемого объекта на окружающую среду
	Экономическое обоснование проекта
	Заключение
	Список использованных источников

Текст отчета набирается на компьютере в формате .doc и печатается на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210*297).

Шрифт - Times New Roman. Цвет шрифта - чёрный, размер шрифта - 14.

Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту документа и составлять 1,25 см.

Межстрочный интервал полуторный.

Текст отчета следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: левое 30 мм, правое 15 мм, верхнее и нижнее 20 мм.

Выравнивание текста - по ширине.

Отчет должен быть предоставлен в папке-скоросшивателе и защищен.

Защита отчета – ответственный акт подведения итогов проделанной работы и освоения дисциплины. Существенную роль при этом играет доклад, в котором студент должен лаконично и понятно изложить суть разработанных решений и предложений. Рекомендуется следующая структура доклада:

- раскрытие актуальности и целесообразности темы, постановка задач, решаемых в ходе работы;

- краткое изложение методики исследований или технологии проектируемого производства;

- изложение решений, принятых при компоновке технологического оборудования;

- изложение конструкции и принципа действия модернизируемых технологической машины, аппарата и оборудования, освещение конкретных технических решений;

- оценка эффективности;

- выводы по результатам работы.

Лабораторная работа № 1
**ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР
АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОФОРМЛЕНИЯ
ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Цель работы: провести литературно-патентный обзор аппаратурно-технологического оформления химического производства.

Задание:

1. Составить литературно-патентный обзор аппаратурно-технологического оформления химического производства на базе общих сведений о выбранном объекте исследований в соответствии с темой индивидуального задания.
2. Оформить пункт 1 отчета «Литературно-патентный обзор методов (технологии) химического производства и аппаратурно-технологического оформления».

На основании литературно-патентного обзора аппаратурно-технологического оформления составляются и анализируются исходные данные для проектирования химического производств.

**Вопросы для самостоятельной работы студентов
к лабораторной работе № 1**

1. Что понимается под аппаратурно-технологическим оформлением химического производства?
2. Обоснуйте свой выбор аппаратурно-технологического оформления химического производства.

Лабораторная работа № 2
**СОСТАВЛЕНИЕ И ОПИСАНИЕ ПО СТАДИЯМ ЭСКИЗНОЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ХИМИЧЕСКОГО
ПРОИЗВОДСТВА.**

Цель работы: составить и описать по стадиям эскизную технологическую схему химического производства.

Задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. На основе выбранной технологии составить предварительную эскизную (структурную) технологическую схему, на которой показать основные технологические стадии и материальные потоки между ними, выявить лимитирующую стадию и стадии, подлежащие усовершенствованию.
2. На основании информации, полученной в процессе литературно-патентного поиска, об используемых видах сырья и его ресурсах, списках известных химических реакций и процессов химической и биотехнологий, степенях превращения сырья сделать оценки возможных количеств целевых продуктов по стадиям производства и составить эскизную технологическую схему.
3. На эскизной схеме изобразить материальные потоки и степень превращения сырья по стадиям химического производства.
4. Дооформить пункт 2 отчета «Анализ исходных данных. Выбор технологии химического производства. Составление и описание по стадиям эскизной технологической схемы химического производства. Выбор типа технологического оборудования».

Теоретическая часть

На основании информации, полученной в процессе литературно-патентного поиска, об используемых видах сырья и его ресурсах, списках известных химических реакций и процессов химической и биотехнологий, степенях превращения сырья студент

получает оценки возможных количеств целевых продуктов по стадиям производства и составляет эскизную технологическую схему.

Для проектирования химических производств на основе выбранной технологии составляют предварительную эскизную (структурную) технологическую схему, на которой показывают основные технологические стадии и материальные потоки между ними, выявляют лимитирующую стадию и стадии, подлежащие усовершенствованию.

Разработка эскизной схемы заключается в определении совокупности процессов, направленных на выпуск продукта заданного количества и качества при минимальной себестоимости.

Химико-технологические процессы можно разделить на основные (химические, физико-химические, механические) и вспомогательные (транспортировка, упаковка, складирование, удаление отходов). Технологические стадии условно изображаются прямоугольниками (рисунок 2.2).

Разработка окончательного варианта эскизной схемы химического производства заключается в определении такой совокупности процессов (технологических стадий), направленных на выпуск продуктов заданного ассортимента и обеспечивающих высокое и стабильное качество выпускаемых продуктов при минимальной себестоимости. Эти процессы можно разделить на основные: химические, физико-химические, механические операции по переработке сырья в готовый продукт; вспомогательные: транспортировка и складирование сырья и готового продукта, подготовка сырья, удаление отходов производства и т.д.

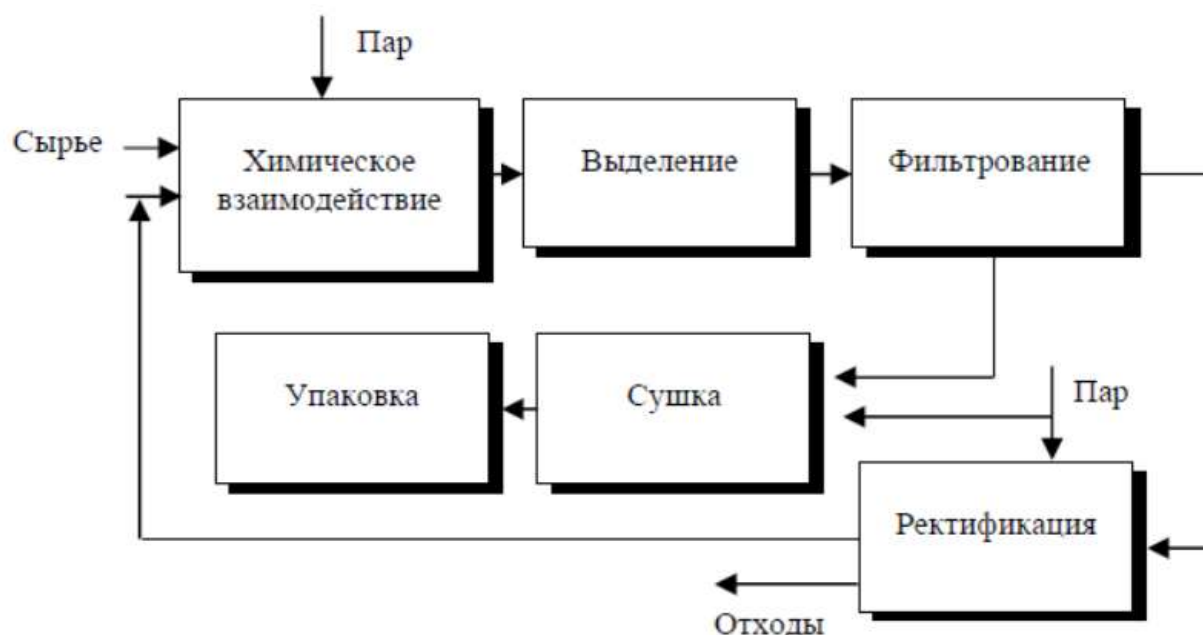


Рисунок 2.2 – Структурная технологическая схема

При составлении структурной схемы процессы (стадии) изображаются прямоугольниками с номерами стадий и их наименованиями, а также с указанием выходов по ним.

На эскизной схеме обязательно изображают материальные потоки и степень превращения сырья по стадиям химического производства.

Далее студент приступает к составлению и решению уравнений материального баланса по стадиям химического производства.

Это позволяет ему выяснить избытки тех или иных химических компонентов, которые, в конечном счете, либо будут присутствовать в качестве примесей в целевых продуктах, либо после их отделения образуют отходы производства или продукты для переработки в других производствах.

Вопросы для самостоятельной работы студентов к практической работе № 2

1. В чем заключается разработка окончательного варианта эскизной схемы химического производства?
2. Как изображаются процессы (стадии) при составлении

структурной схемы?

3. Что изображают на эскизной схеме?

4. Какой этап выполняется после составления эскизной схемы и позволяет выявить избытки тех или иных химических компонентов?

Лабораторная работа № 3
**РАСЧЕТ И ПОДБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ПО СТАДИЯМ ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Цель работы: провести выбор типа технологического оборудования для выбранного производства.

Задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. Осуществить поиск стандартного оборудования, в достаточной степени удовлетворяющего совокупности требований, по действующим каталогам стандартного оборудования.
2. В случае, если стандартное оборудование не удовлетворяет разработанным требованиям, подобрать или разработать нестандартное оборудование.
3. Оформить пункт 4 отчета «Расчет и подбор технологического оборудования по стадиям химического производства».

Теоретическая часть

При выборе типа технологического оборудования студент разрабатывает требования к аппарату, которые учитывают необходимость реализации определенных физико-химических явлений, заложенных в эскизной технологической схеме.

Требования рекомендуется разделять на технологические, конструктивные, эксплуатационные, экономические и др. Далее требования условно делят на основные и дополнительные.

Невыполнение основных требований приводит к прекращению функционирования технологической машины, аппарата производственной систем, невыполнение дополнительных требований – к ухудшению технологических или технико-экономических показателей эффективности химического производства.

Все требования можно оценивать коэффициентом значимости

K_3 , представляющим собой параметр, изменяющийся в диапазоне 1...5 и оценивающий степень необходимости удовлетворения данным требованиям. Коэффициенты значимости требований определяются методом экспертных оценок.

Вначале студентом осуществляется попытка поиска стандартного оборудования, в достаточной степени удовлетворяющего совокупности требований, по действующим каталогам стандартного оборудования. Если стандартное оборудование не удовлетворяет разработанным требованиям, то принимается решение о целесообразности разработки нестандартного оборудования.

Можно рекомендовать следующую последовательность выбора типа оборудования для каждой стадии технологической схемы:

1) проводится исследование (например, в отраслевых НИИ) или определение по справочной литературе физико-химических свойств перерабатываемого материала и готового продукта;

2) на основании установленных технико-экономических требований выбирается наиболее рациональный способ осуществления процесса на данной технологической стадии;

3) на основании литературно-патентного обзора предварительно выбирают один или несколько альтернативных типов аппаратов для осуществления процесса на данной технологической стадии;

4) окончательный выбор типа аппаратного оформления делается на основании технико-экономического анализа, а при необходимости (для крупнотоннажных производств) с учетом результатов исследований отраслевого НИИ.

Пример

Рассмотрим в начале принципы выбора типа технологического аппарата на примере оформления энергоемкой стадии сушки. От этой стадии технологической схемы во многом зависит как качество готового продукта, так и технико-экономические показатели производства в целом.

Тип сушилки зависит от выбранного способа сушки, который в

свою очередь определяется свойствами материала, подвергаемого обезвоживанию.

Без связи с конкретным материалом не могут подобраны рациональный способ сушки и конструкция сушильного аппарата.

Выбор рационального метода сушки обусловлен не только комплексом характеристик материала, но и особенностями производства (малотоннажное, крупнотоннажное, периодического действия, непрерывного действия и т.п.), а также номенклатурой выпускаемого сушильного оборудования. Ограничивающими условиями при выборе метода сушки являются технологические, экономические и требования к качеству готового продукта.

Предварительно тип или несколько типов сушилок можно выбрать на основании патентного обзора или по таблицам. При этом надо иметь в виду следующие моменты:

1) при небольших объемах производств или при производстве большого ассортимента продуктов следует отдавать предпочтение сушильному оборудованию периодического действия;

2) жидкие и хорошо текучие материалы сушат на распылительных сушилках;

3) для пастообразных материалов могут быть рекомендованы сушилки с псевдооживленным слоем, вальцеленточные и вакуумгребковые сушилки;

4) материалы, не допускающие загрязнения пылью постороннего вещества, нельзя сушить в аппаратах с псевдооживленным слоем на инертном носителе, так как происходит его истирание;

5) для материалов с малым внутридиффузионным сопротивлением следует применять сушилки, обеспечивающие хорошее перемешивание материала и сушильного агента (сушилки псевдооживленного слоя и пневматические);

б) для удаления прочносвязанной влаги рекомендуют применять барабанные и ленточные сушилки, которые обеспечивают длительное время сушки;

7) при необходимости получать продукт в гранулированном виде из суспензий следует применять барабанные грануляторы-

сушилки.

Окончательный выбор типа сушильного аппарата производят после испытаний по сушке материалов на лабораторных или полупромышленных установках в отраслевых научно-исследовательских институтах. В первую очередь это относится к крупнотоннажным производствам, которые требуют, как правило, индивидуальных разработок аппаратов с учетом всех особенностей производства.

Вопросы для самостоятельной работы студентов к лабораторной работе № 3

1. Назовите основные требования к аппарату при выборе типа технологического оборудования.

2. К чему приводит невыполнение основных требований к технологическом оборудованию?

3. К чему приводит невыполнение дополнительных требований к технологическом оборудованию?

4. Что называется коэффициентом значимости K_3 ?

5. Назовите последовательность выбора типа оборудования для каждой стадии технологической схемы.

Лабораторная работа № 4

**ВЫБОР КОНСТРУКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА И
МЕХАНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ**

Цель работы: выбрать конструкционный материал и провести механический расчет оборудования.

Задание

1. Изучить теоретический материал.
2. Выбрать конструкционный материал, привести сведения по составу перерабатываемой среды, виду коррозии, склонности конструкционных материалов к старению, стойкости их к действию тепловых ударов, стабильности структуры материала при термическом и механическом воздействии, степени чистоты поверхности, стоимости и дефициту материала.
3. Руководствуясь эскизным вариантом технологической схемы, провести конструкционный расчет оборудования.
4. Оформить пункт 6 отчета «Выбор конструкционного материала и механический расчет технологического оборудования».

Теоретическая часть

В этом разделе приводятся сведения по составу перерабатываемой среды, виду коррозии, склонности конструкционных материалов к старению, стойкости их к действию тепловых ударов, стабильности структуры материала при термическом и механическом воздействии, степени чистоты поверхности, стоимости и дефицита материала.

Определяя коррозионную стойкость материала в данной коррозионной среде, необходимо указать глубинный показатель коррозии и произвести оценку стойкости материала по десятибалльной шкале.

Затем, определив принадлежность материала к группе, дать рекомендации по защите его от коррозии.

При выборе методов защиты оборудования от коррозии

необходимо учитывать простоту, надежность и экономичность выбранного способа защиты материала.

Расчет всех нагруженных элементов производится по соответствующим ГОСТам, отраслевым нормам химического и нефтяного машиностроения.

Различают проектные и поверочные расчеты на прочность. При выполнении проектных расчетов (при разработке новых агрегатов) искомыми являются размеры отдельных элементов – толщины стенок, днищ, диаметры болтов и т.п.; проектные расчеты элементов сочетают с их конструированием.

Поверочные расчеты на прочность служат для определения возникающих в элементах напряжений и сравнения их с допускаемыми при заданных условиях эксплуатации.

ГОСТ 14249–80 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность», устанавливает нормы и методы расчета на прочность цилиндрических обечаек, конических элементов, днищ и крышек сосудов и аппаратов из углеродистых и легированных сталей, применяемых в химической, нефтеперерабатывающей и смежных отраслях промышленности и работающих в условиях однократных и многократных статических нагрузок под внутренним избыточным давлением, вакуумом или наружным избыточным давлением и под действием осевых, поперечных усилий и изгибающих моментов. Указанный стандарт устанавливает также значения допускаемых напряжений, модулей продольной упругости и коэффициентов прочности сварных швов. Нормы и методы расчета на прочность применимы при соблюдении правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, утвержденных Госгортехнадзором, и при условии, что отклонения от геометрической формы и неточности изготовления рассчитываемых элементов сосудов и аппаратов не превышают допусков, установленных нормативно-технической документацией.

Физико-химические характеристики конструкционных материалов и допускаемые напряжения определяют по расчетной температуре, которую находят на основании тепловых расчетов или по

результатам испытаний. При положительных температурах за расчетную температуру стенки аппарата принимают наи-

большее значение температуры стенки, при отрицательной (при определении допускаемых напряжений) – температуру 20 °С.

Под рабочим давлением для сосуда и аппарата понимают максимальное внутреннее избыточное или наружное давление, возникающее при нормальном протекании рабочего процесса, без учета гидростатического давления среды и без учета допускаемого кратковременного повышения давления во время действия предохранительного устройства. Под расчетным давлением p в рабочих условиях для элементов сосудов и аппаратов понимают давление, при котором их рассчитывают на прочность. Расчетное давление, как правило, равно рабочему или больше его. Если давление в сосуде или аппарате во время действия предохранительных устройств повышается более чем на 10 % по сравнению с рабочим, то элементы аппарата следует рассчитывать на давление, равное 90 % давления при полном открытии предохранительного устройства. Если на элемент сосуда или аппарата действует давление, составляющее 5 % рабочего и более, то расчетное давление для этого элемента следует увеличить на эту величину.

Под пробным давлением понимают давление, при котором производят испытания сосуда или аппарата, а под расчетным давлением в условиях испытаний для элементов сосудов или аппаратов – давление, которому их подвергают во время пробного испытания.

Сосуды и аппараты рассчитывают на прочность по предельным нагрузкам, причем статически однократной нагрузкой условно считают и такие, при которых число циклов нагружения от давления, стесненности температурных деформаций или других воздействий не превышает 103. При определении числа циклов нагружения не учитывают колебание нагрузки в пределах 15% расчетной. При числе циклов нагружения свыше 103 выполняют проверку по пределу выносливости.

Расчетная толщина стенки гладкой цилиндрической обечайки, нагруженной внутренним избыточным давлением, равна:

$$s_R = pD / (2[\sigma] \varphi_p - p),$$

где, p – расчетное избыточное давление;

D – внутренний диаметр обечайки;

φ_p – коэффициент прочности сварного шва.

Исполнительную толщину рассчитывают по формуле:

$$s \geq s_R + c.$$

Прибавка рассчитывается по формуле:

$$c = c_1 + c_2 + c_3,$$

где, c_1 – прибавка для компенсации коррозии и эрозии;

c_2 – прибавка для компенсации минусового допуска;

c_3 – технологическая прибавка, учитываемая предприятием-изготовителем при разработке рабочих чертежей для компенсации утонения стенки сосуда при вытяжке, штамповке и других технологических операциях.

Прибавка для компенсации коррозии:

$$c_1 = P\tau_a,$$

где, P – проницаемость материала, мм, при $P \leq 0,05$ мм/год принимают $c_1 = 1$ мм; для материалов, стойких в заданной среде, при отсутствии данных о проницаемости рекомендуют $c_1 = 2$ мм;

τ_a – принятый срок службы аппарата;

Допускаемое внутреннее избыточное давление:

$$[p]_p = \{2[\sigma]\varphi_p (s - c)\} / [D + (s - c)].$$

Эти расчетные формулы применимы при отношении толщины стенки к диаметру $(s - c) / D \leq 0,1$ для обечаек и труб при $D \geq 200$ мм

и $(s - c) D \leq 0,3$ при $D < 200$ мм; при этом расчетные температуры не должны превышать значений, при которых возникает ползучесть материалов.

Толщину s_R стенки обечайки, нагруженной наружным давлением, рассчитывают по методике ГОСТ 14249–80 с помощью номограммы. Допускаемое наружное давление:

$$[p] = [p]_p / \sqrt{1 + \left(\frac{[p]_p}{[p]_E}\right)^2}.$$

Из условия прочности допускаемое давление $[p]_p$ определяют по выражению, а из условия устойчивости в пределах упругости – по формуле:

$$[p]_E = \frac{18 \cdot 10^{-6} \cdot E}{n_y \cdot B_1} \cdot \frac{D}{l} \cdot \left[\frac{100(s - c)}{D}\right]^2 \sqrt{\frac{100(s - c)}{D}}.$$

где, E – модуль продольной упругости;

$n_y = 2,4$ – коэффициент запаса устойчивости;

B_1 – безразмерный коэффициент, равный:

$$B_1 = \min \left\{ 1,0; 8,15 \frac{D}{l} \sqrt{\frac{D}{100(s - c)}} \right\}.$$

Если проектируемое оборудование подведомственно Госгортехнадзору, то производится дополнительно поверочный расчет основных элементов по методике этой организации. Выполнение расчетов в записке должно начинаться со ссылки на номер чертежа оборудования и сопровождаться вычерчиванием схем приложения нагрузок, эпюр сил и т.п.

Вопросы для самостоятельной работы студентов к лабораторной работе № 4

1. Какие виды конструкционных материалов вы знаете?
2. Какие виды коррозии вы знаете?
3. Что вы знаете о склонности конструкционных материалов к старению, стойкости их к действию тепловых ударов, стабильности структуры материала при термическом и механическом воздействии, степени чистоты поверхности, стоимости и дефициту материала?

Лабораторная работа № 5
**РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
СХЕМЫ ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Цель работы: разработать принципиальную технологическую схему химического производства.

Задание

1. Изучить теоретический материал.
2. Разработать принципиальную технологическую схему химического производства на основе эскизной технологической схемы и чертежей общего вида выбранного оборудования.
3. Выбрать способы доставки сырья в цех и отгрузки готовой продукции, обезвреживания и удаления отходов производства, вопросы обеспечения экологической безопасности и охраны труда, автоматизации и механизации производства.
4. Составить экспликацию оборудования.
5. Оформить пункт 8 отчета «Разработка принципиальной технологической схемы химического производства».
6. Оформить пункт 9 отчета «Оформление основных, вспомогательных стадий химического производства, отгрузки готовой продукции, обезвреживания и утилизации отходов производства и т.д.».

Теоретическая часть

Принципиальную технологическую схему разрабатывают на основе эскизной технологической схемы и чертежей общего вида выбранного оборудования. При этом выбирают способы доставки сырья в цех и отгрузки готовой продукции, обезвреживания и удаления отходов производства, вопросы обеспечения экологической безопасности и охраны труда, автоматизации и механизации производства.

Аппараты можно изображать без соблюдения масштаба, но с

учетом соотношения размеров. Обязательным является распределение их по высотным отметкам. По горизонтали аппаратуру располагают последовательно в соответствии с технологическими стадиями процесса. Расстояние между аппаратами на схеме должно быть таким, чтобы она удобно читалась.

Каждый аппарат изображается по контурам или в разрезе, отражающим его принципиальное устройство. При установке на технологической стадии нескольких однотипных аппаратов, работающих параллельно, изображают один, а число их указывают в экспликации на оборудование. Для непрерывных процессов при использовании каскада изображают все аппараты.

Основные материальные потоки наносят четкими сплошными линиями с указанием их направления и нумерацией потоков, расшифровка которой приводится в правом верхнем углу схемы. В работе даны рекомендации по присвоению номеров материальным потокам: 1 – вода, 2 – пар, 3 – воздух, 4 – азот, 5 – кислород, 6 – аргон, 7 – неон, 8 – гелий, 9 – криптон, 10 – ксенон, 11 – аммиак, 12 – кислота, 13 – щелочь, 14 – масло, 15 – жидкое горючее, 16 – водород, 17 – ацетилен, 18 – фреон, 19 – метан, 20 – этан, 21 – этилен, 22 – пропан, 23 – пропилен, 24 – бутан, 25 – бутилен, 26 – противопожарный водовод, 27 – вакуум. Другим материальным потокам можно присваивать номера, начиная с 30. Для более детального указания характера среды к цифровому обозначению может добавляться буквенный или цифровой индекс, например, 1.1 – вода питьевая или 1к – конденсат водяного пара. Условные числовые обозначения трубопроводов следует проставлять в разрывах материального потока через расстояния не менее 50 мм.

Каждый аппарат на технологической схеме должен иметь номер, который сохраняется во всех частях проекта (технологической, строительной, электротехнической и т.д.). Аппараты на схеме нумеруют слева направо с учетом технологической последовательности.

На технологической схеме обязательно отмечают, откуда и как поступает в цех сырье, куда и каким способом удаляется готовая продукция, отходы, сточные воды. При большом расходе сырья

целесообразно организовать его прием на цеховой склад. В этом случае изображают схему приема сырья в цех (исходная тара – способ разгрузки – приемная емкость). Если для транспортировки сырья и готовой продукции предусмотрен напольный транспорт, это указывают на технологической схеме.

На принципиальной технологической схеме изображают оборудование не только основных, но и вспомогательных технологических стадий (операций), таких, как подготовка (измельчение, растворение, суспензирование и т.д.) и дозирование сырья, промежуточное хранение продуктов, поглощение отходящих газов и т.п.

На линиях основных и вспомогательных потоков показывают условными обозначениями арматуру.

После изображения всего оборудования и материальных потоков составляется экспликация оборудования. Экспликация содержит номер, обозначение чертежа аппарата, наименование оборудования, основную характеристику, количество аппаратов и конструкционный материал.

Вопросы для самостоятельной работы студентов к лабораторной работе № 5

1. Принципиальную технологическую схему разрабатывают на основе ...?
2. Что называется экспликацией оборудования и что она содержит?

Лабораторная работа № 6
**ПОЛНОЕ ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПО
СТАДИЯМ ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА.**

Цель работы: составить функциональную схему автоматизации и полное описание принципиальной технологической схемы.

Задание

1. Изучить теоретический материал.
2. Составить полное описание принципиальной технологической схемы химического производства.
3. Оформить пункт 11 отчета «Полное описание технологической схемы по стадиям химического производства».

Теоретическая часть

Разработка принципиальной технологической схемы химического производства тесно связана с выбором методов автоматического контроля и регулирования технологического процесса.

Принципиальная технологическая схема включает функциональную схему автоматизации. Автоматизация технологической схемы должна обеспечить контроль, регулирование и сигнализацию предельных значений параметров процесса и состояния технологического оборудования, блокировку и остановку технологических машин и аппаратов в аварийных ситуациях.

Приборы и средства автоматизации при выполнении принципиальной технологической схемы могут изображаться развернуто или упрощенно. При развернутом изображении на схеме показывают: отборные устройства, датчики, преобразователи, вторичные приборы, исполнительные механизмы, регулирующие и запорные механизмы, аппаратуру управления и сигнализации, комплектные устройства (управляющие вычислительные машины, телемеханические устройства) и т.д.

При упрощенном изображении на схеме показывают: отборные устройства, измерительные и регулирующие приборы, исполнительные механизмы и регулирующие органы.

Приборы, средства автоматизации, электрические, вычислительные и микропроцессорные устройства на принципиальной технологической схеме показываются в соответствии с ГОСТ 21.404–85. Всем приборам и средствам автоматизации, изображенным на принципиальной технологической схеме, присваиваются позиционные обозначения, сохраняющиеся во всех чертежах и материалах проекта. Отборное устройство для всех постоянно подключенных приборов не имеет специального обозначения, а представляет собой тонкую сплошную линию, соединяющую технологический трубопровод или аппарат с первичным измерительным преобразователем.

После разработки принципиальной технологической схемы составляют полное описание ее. При описании каждой технологической стадии кратко сообщается о конструкции аппарата, способе загрузки сырья и выгрузке продуктов переработки, дается характеристика протекающего процесса (периодический, непрерывный, циклический), перечисляются основные параметры его (давление, температура и др.), методы контроля и регулирования, а также все отходы и побочные продукты. Кроме того, описываются также принятые в проекте способы внутрицеховой транспортировки сырья, вспомогательных материалов, реакционных масс, отходов и готовых продуктов. Примеры принципиальных технологических схем очистки сточных вод представлены в приложениях А, Б.

Прежде чем составить технологическую схему, необходимо уточнить ряд задач, которые решаются на данном этапе работы. Это, прежде всего, обеспечение охраны труда и техники безопасности. Поэтому в технологической схеме должны предусматриваться средства предотвращения превышения давления (предохранительные клапаны, взрывные мембраны, гидрозатворы, аварийные емкости), системы создания защитной атмосферы, системы

аварийного охлаждения и т. д.

Окончательная технологическая схема составляется после разработки всех разделов проекта и вычерчивается на стандартных листах бумаги в соответствии с требованием ЕСКД.

В отчете должны быть перечислены все имеющиеся на чертеже аппараты с указанием присваиваемых им по схеме номеров. Описываются также принятые в проекте способы внутрицеховой транспортировки сырья, вспомогательных материалов, реакционных масс, отходов и готовых продуктов.

Вопросы для самостоятельной работы студентов к лабораторной работе № 6

1. При описании собственно технологической стадии кратко сообщается о ..?

2. Что составляют после разработки принципиальной технологической схемы?

Лабораторная работа № 7

**РАЗРАБОТКА И ОПИСАНИЕ ПРОГРЕССИВНЫХ СПОСОБОВ
МОНТАЖА, ДИАГНОСТИКИ И РЕМОНТА
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Цель работы: описать организационные мероприятия по монтажу всей установки (цеха, отделения).

Задание

1. Изучить теоретический материал.
2. Описать организационные мероприятия по монтажу всей установки (цеха, отделения). Дать рекомендации по выбору монтажных механизмов и устройств. Привести описание приемов монтажа и испытания оборудования. На чертежах общего вида аппаратуры дать схема строповки.
3. Описать организацию ремонтной службы в проектируемом цехе (отделении). Для оборудования спецразработки указать правила эксплуатации, диагностики, виды ремонтов, их периодичность и методы восстановления его работоспособности.
4. Оформить пункт 13 отчета «Разработка способов монтажа и ремонта технологического оборудования».

Теоретическая часть

Одним из важных этапов подготовки рабочей документации объекта является монтажная проработка. Монтажная проработка – это процесс, конечным результатом которого будут чертежи трубопроводной обвязки технологического оборудования проектируемого производства и объекта в целом.

Основой для проведения монтажной проработки служат:

- принципиальная технологическая схема производства;
- компоновочные чертежи;
- чертежи общих видов оборудования;

–фрагмент генерального плана предприятия с указанием места расположения проектируемого объекта и направлением эстакад этого предприятия и подземных сетей;

– сортаменты труб и их деталей.

Монтажная проработка заключается в трассировке основных технологических магистралей и трубопроводной обвязке каждого узла схемы.

Вначале производят трассировку междоусевых магистралей и внутридвухдвух, а затем делают обвязку каждого узла технологической схемы.

В отличие от машиностроительных чертежей здесь допускается некоторая условность изображения отдельных элементов.

В таблице 7.1 представлены условные обозначения, применяемые при вычерчивании трубопроводных коммуникаций и арматуры.

При выполнении монтажных чертежей наиболее употребителен масштаб 1:50. Чертежи трассировки магистральных трубопроводов можно выполнять в масштабе 1:100. Сложные узлы с большим количеством мелких деталей следует вычерчивать в масштабах 1:20 и 1:10.

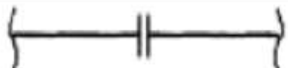

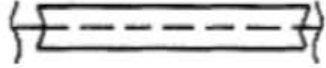




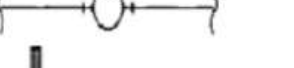

В зависимости от свойств транспортируемых веществ, а также требований, предъявляемых к качеству материала труб, и методов сварки, технологические трубопроводы делятся на три категории:

I категория – трубопроводы для огне- и взрывоопасных, агрессивных и токсичных продуктов вне зависимости от величины давления в них и температуры;

II категория – трубопроводы для продуктов, обладающих слабовыраженными коррозионными, огнеопасными и токсичными свойствами, а также трубопроводы для щелочей;

III категория – все остальные трубопроводы.

Таблица 7.1 – Условные обозначения трубопроводной арматуры

Условное обозначение	Название трубопроводной арматуры
	Труба диаметром до 100 мм с фланцевым соединением участков
	Труба диаметром более 100 мм со сварным соединением
	Трубопровод с теплоизоляцией
	Трубопровод с тепловым спутником и теплоизоляцией
	Вентиль с фланцевым соединением
	Кран
	Обратный клапан
	Задвижка
	Клапан регулирующий
	Диафрагма расходомера
	Конденсатоотводчики
	Клапан предохранительный
	

Кроме того, по типу материала, из которого они изготавливаются, **трубопроводы** делятся на металлические, металлические защищенные изнутри неметаллическими материалами и неметаллические.

Составными частями отдельного трубопровода являются цилиндрические трубы, детали для соединения труб между собой (фланцы, муфты), фасонные части для изменения направления и сечения (отводы, колена, переходные патрубки, тройники), трубопроводная арматура.

Трубопроводные детали рассчитывают на определенное «условное» давление, т.е. наибольшее рабочее давление, допускаемое в трубопроводе. Расчетное давление трубопроводов для агрессивных жидкостей принимают выше максимально возможного в трубопроводе по условиям технологического процесса.

Выбор труб и определение их диаметра проводится в такой последовательности.

Вначале анализируются исходные данные: температура и давление транспортируемой среды, расход, вязкость, сведения о коррозионных, токсических и пожароопасных свойствах, удельный вес, а также назначение рассчитываемого участка трубопровода и технологические требования, предъявляемые к материалу труб.

Затем выбирают материал труб. Выбор зависит от условного давления, химической агрессивности транспортируемой среды, требования к надежности и долговечности рассматриваемого участка трубопровода. Для защиты стальных труб от коррозии, а также для изготовления неметаллических труб применяют: винилпласт, бутилкаучук, полиэтилен, полиизобутилен, резину, бутадиен-стирольный каучук, стекло, текстолит, фаолит, фарфор, хлоропреновый каучук.

После выбора материала труб переходят к гидравлическому расчету. Основной целью такого расчета является определение диаметра трубопровода. Одновременно определяют потери напора на отдельных участках.

Чем выше выбранная скорость, тем меньше диаметр трубопровода, тем меньше затраты материала на его изготовление, а значит, его стоимость, а также стоимость монтажа и ремонта трубопровода.

Вместе с тем, при увеличении скорости растут потери напора в трубопроводе, т.е. увеличивается перепад давлений, требуемый для перемещения жидкости, и, следовательно, затраты энергии на ее перемещение возрастают. Оптимальное значение диаметра трубопровода выбирают из условия минимума суммарных годовых

расходов на эксплуатацию трубопровода.

Тщательно следует подбирать и трубопроводную арматуру. Под этим понятием объединены все механизмы и устройства, предназначенные для полного или частичного отключения отдельных участков трубопровода, предотвращения обратного тока жидкости или газа, а также опасного повышения давления.

По конструкции корпуса, и особенно запорного органа, а также по назначению арматура делится на несколько групп.

Вентили являются основными запорными устройствами трубопроводов для жидкостей и газов при любых давлениях и весьма высоких температурах. Они изготавливаются из чугуна, стали, пластмасс, цветных металлов. Вентили отличаются надежностью в работе, герметичностью, а также плавной регулировкой величины прохода, но имеют относительно высокое сопротивление (коэффициент сопротивления достигает семи) и большие габариты. Они непригодны для загрязненных и легко кристаллизующихся растворов. Следует помнить, что максимальный условный проход вентиля – 250 мм.

Задвижки служат запорными устройствами на трубопроводах среднего и большого диаметра (от 50 мм и выше). Основными преимуществами задвижек по сравнению с вентилями является малое сопротивление (коэффициент сопротивления не более двух) и небольшие габариты. Они могут применяться для загрязненных потоков. Однако герметичность задвижек ниже герметичности вентиляей соответственного диаметра.

Краны применяют в качестве запорной арматуры на трубопроводах диаметром до 200 мм, предназначенных для транспортирования жидкостей, легко застывающих продуктов и взвесей при температуре до 100 °С и давлении до 10 кгс/см².

Работа кранов в качестве запорной аппаратуры имеет некоторые особенности. Быстрое открывание проходного отверстия может привести к гидравлическому удару в трубопроводах, где протекают жидкости под давлением. В то же время, краны обладают определенными преимуществами: они дают возможность

пропускать жидкости, содержащие взвеси и кристаллы, создают небольшое гидравлическое сопротивление.

Корпус и пробка крана могут быть выполнены из чугуна, стали бронзы, латуни, а также из фарфора, стекла, фаянса.

Предохранительные клапаны предназначены для защиты трубопроводной системы от повышения давления выше предельно допустимого. Максимальный условный проход предохранительных клапанов 150 мм. Конструктивно предохранительные устройства делятся на пружинные, рычажные и на предохранительные пластины (мембраны).

Обратные клапаны устанавливаются на трубопроводах с целью предотвращения обратного хода жидкости или газа (например, при внезапной остановке насоса или компрессора). По конструкции запорного органа различают клапаны подъемные и поворотные.

К обратным клапанам можно также отнести и приемные клапаны, устанавливаемые на всасывающих трубах насосов для предотвращения опорожнения при кратковременной остановке. Приемные клапаны снабжаются фильтрами.

Редукционные клапаны применяются для понижения давления газа в трубопроводах, когда применение более точных и дорогих автоматических устройств нецелесообразно.

Конденсатоотводчики – это устройства, предупреждающие прорыв водяного пара в линию сбора конденсата.

Трубопроводная арматура (вентили, задвижки, краны) может иметь различные приводы.

Пневмопривод обеспечивает надежность, плавную работу и полную взрывобезопасность, благодаря чему он широко распространен на химических предприятиях. Пневмоприводом в виде гибкой мембраны, прогибающейся под действием сжатого воздуха, оснащены регулирующие клапаны.

Электропривод состоит из асинхронного электродвигателя и редуктора. Устанавливается на задвижках, управление которыми требует больших усилий. Электродвигатели выпускаются

как в нормальном, так и во взрывобезопасном исполнении.

Другим видом электропривода является электромагнит, сердечник которого связан со шпинделем вентиля (соленоидный вентиль). Усилие, развиваемое такими электроприводами, относительно невелико, поэтому они устанавливаются на арматуре небольших размеров ($D_y = 80\text{--}100$ мм).

Преимуществом соленоидного электропривода является быстрое действие, благодаря которому такую арматуру можно применять в качестве отсекающего устройства, заблокировав ее электропитание с соответствующим датчиком.

Как отмечалось выше, монтажная проработка заключается в трассировке магистралей и обвязке каждого узла схемы. Магистральные трубопроводы условно можно разделить на межцеховые и внутрицеховые. Межцеховые трубопроводы, относящиеся к магистральным коммуникациям, проектируются в виде прямолинейных участков вдоль магистральных проездов, параллельно линиям застройки цехов.

Запрещается прокладывать магистральные трубопроводы для газов, легковоспламеняющихся и горючих веществ под зданиями, автомобильными и железными дорогами

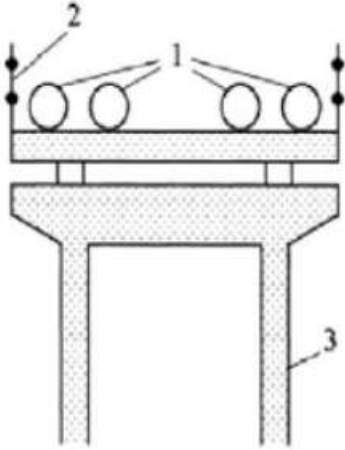
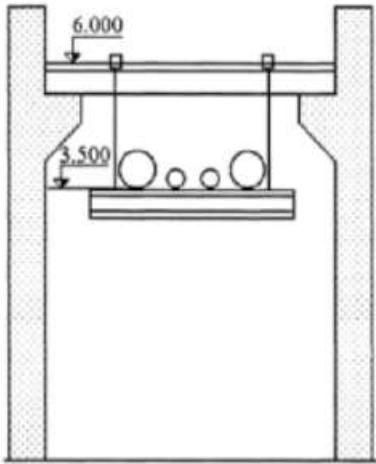
Для прокладки магистральных межцеховых трубопроводов используются эстакады (рисунок 7.1), основными элементами которых являются железобетонные или металлические стойки с настилом и ограждениями для безопасного обслуживания и ремонта трубопроводных схем.

Места вводов в цех межцеховых трубопроводов намечаются в процессе компоновки технологического оборудования. Но при большой протяженности цеха иногда приходится предусматривать два ввода и более.

Для прокладки внутрицеховых трубопроводов можно использовать междуэтажные перекрытия, металлические этажерки и стены производственных помещений. Если количество магистральных трубопроводов велико, строят внутрицеховые эстакады (рисунок 7.2).

Одновременно с уточнением мест ввода определяется характер прокладки магистральных трубопроводов. Трубопроводы большого диаметра (от 200 мм и выше) размещают как можно ближе к железобетонным колоннам с целью передачи нагрузки. Трубопроводы диаметром 150 мм и менее лучше располагать под перекрытиями.

На вводах и выводах трубопроводов с горючими газами устанавливается отключающая запорная арматура с дистанционным управлением на расстоянии от 3 до 50 м от стены здания или аппарата, расположенного на открытой площадке. На вводах пара, инертного газа, сжатого воздуха должны быть предусмотрены предохранительные клапаны и редукторы.

	
<p>1 – трубопровод; 2 – ограждение; 3 – железобетонная стойка Рисунок 7.1 – Межцеховая эстакада</p>	<p>Рисунок 7.2 – Внутрицеховая подвесная эстакада</p>

Внутрицеховые трубопроводы прокладывают параллельно строительным осям, что облегчает в дальнейшем крепление трубопроводов и придает производству организованный и стройный вид.

Прокладку труб прямыми участками между аппаратами от штуцера к штуцеру следует допускать только в исключительных случаях, когда появление поворотов вызывает вибрацию, выпадение твердой фазы из суспензий и т.п.

При трассировке магистральных трубопроводов как внутрицеховых, так и межцеховых, придерживаются следующих правил.

Трубопроводы располагают одним пучком, сечение которого должно иметь простую форму (обычно это горизонтальные или вертикальные ряды), на таком расстоянии друг от друга и строительных конструкций, а также аппаратов, чтобы имелась возможность обслуживания фланцевых соединений, устройства опор, нанесения изоляции и краски.

При использовании неметаллических трубопроводов необходимо учитывать их невысокую механическую прочность. Поэтому при совместной прокладке металлических и неметаллических труб последние необходимо располагать так, чтобы исключить повреждения их при эксплуатации и монтаже.

Горячие трубопроводы размещают на расстоянии трех-пяти собственных диаметров от других труб.

Если трубопровод работает при температуре выше 20 °С и имеет большую длину, то необходимо предусматривать на нем П-образные участки для компенсации температурных удлинений.

Трубопроводы должны обязательно иметь уклон в сторону аппаратов, служащих сборником жидкости, сливаемой при остановке технологического процесса. Уклон для безнапорных трубопроводов должен быть больше, чем для напорных. Безнапорные трубопроводы должны иметь на поворотах люки для чистки.

Источниками вибраций трубопроводов являются:

- 1) неравномерная подача газа или жидкости с помощью поршневых компрессоров и насосов;
- 2) жидкостные и газовые пробки, возникающие из-за гидравлических мешков, заниженных диаметров трубопроводов;
- 3) неравномерная работа плохо смонтированной мешалки и барботера;

4) свободное истечение струи газа из «воздушки» от предохранительного клапана;

5) неуравновешенность масс движущихся частей машин (дробилок, грохотов и т.п.).

Перечисленные источники вибрации необходимо исключать на стадии разработки технологической схемы. Поэтому вместо поршневых компрессоров и насосов закладывают в схему центробежные. Гидравлический расчет трубопроводов делают тщательно с учетом возможного падения давления, которое может привести к вскипанию жидкости и образованию газовых пробок, а гидравлические «мешки», которые не удастся избежать, снабжают дренажными патрубками. Выхлопная труба от предохранительного клапана должна иметь наконечник (отрезок трубы, расположенный перпендикулярно к основной).

Для исключения влияния неуравновешенных масс движущихся частей дробилок, грохотов их располагают на нулевой отметке и на автономных фундаментах. При необходимости такое оборудование, как насосы и вентиляторы, может устанавливаться на железобетонных перекрытиях, но под таким оборудованием должны быть вибропоглощающие подкладки из толстой резины. Кроме того, патрубки вентиляторов и воздухопроводы соединяются рукавами из мягкого материала, например, бельтинга.

Источниками температурных деформаций труб являются их температурные расширения или сжатия. Возникающие при этом напряжения могут превысить прочность труб и опор под них. При большой длине трубопровода, и когда разность между рабочей температурой трубы и температурой при монтаже ее превышает 30–40 °С, в конструкции трубопровода необходимо предусмотреть компенсаторы температурных удлинений.

Если давление в трубопроводе до 6 атм. и температурные удлинения его небольшие, то применяют линзовые и волнообразные компенсаторы. Следует отметить, что их применение ограничено существенными недостатками: невысокая прочность и большие осевые усилия, передаваемые на неподвижные опоры труб.

Чаще всего для компенсации температурных удлинений используют включение в трубопровод изогнутых участков П-, Г- и Z-образной формы. При температурных удлинениях конфигурация такого изогнутого участка изменяется. Этот процесс называется самокомпенсацией.

Источниками гидравлических ударов являются:

- 1) гидравлические "мешки" без дренажных устройств;
- 2) разрывы потока жидкости в трубопроводах с заниженным диаметром при неправильном расчете его;
- 3) скопление инертных газов в тупиковых участках и вскипание жидкости в трубопроводе;
- 4) конденсация паров в трубопроводе;
- 5) отсутствие влагоотделителей на всасывающих линиях компрессоров;
- б) неправильный выбор запорной арматуры для трубопровода (вместо вентиля – кран).

Для предотвращения гидравлических ударов рекомендуются следующие мероприятия. Поскольку длинные трубопроводы трудно проложить без гидравлических «мешков», то необходимо обеспечить непрерывный отвод жидкости из этих «мешков». На газопроводах предусматривают дренажные трубки диаметром 20–40 мм для отвода скопившегося конденсата.

Трубопроводы при необходимости теплоизолируются и снабжаются тепловыми спутниками для предотвращения изменения агрегатного состояния транспортируемого вещества, так как это изменение может привести к скоплению газа или образованию жидкостной пробки. Для обеспечения нормальной работы компрессора следует устанавливать эффективные сепараторы, а цилиндры компрессора должны располагаться выше обвязывающих его трубопроводов.

Сами опоры для трубопроводов бывают подвижными и неподвижными. К подвижным относят скользящие и катковые, а к неподвижным – хомутовые и приварные. Подвижные опоры применяют для трубопроводов с большими температурными

удлинением.

Следует отметить, что для исключения рутинной работы при подготовке этой документации, как и в течение всего процесса проектирования, следует использовать современные программные комплексы.

Одним из таких комплексов является AutoPlant, предназначенный для автоматизированного выполнения проектных работ. Он учитывает стиль проектирования традиционно принятый в России.

Следующим этапом подготовки рабочей документации является разработка монтажно-технологической схемы. Основой для разработки этой схемы служит принципиальная технологическая схема, документы монтажной проработки и чертежи технологического оборудования. Монтажно-технологическая схема показывает через трубопроводную обвязку особенности проектируемого процесса и двухстороннюю связь всех технологических узлов со схемой контроля и автоматики. Кроме того, она указывает на возможности применения индивидуальных приемов монтажа оборудования и облегчает чтение монтажных чертежей.

При разработке монтажно-технологической схемы аппараты изображаются по высотным отметкам в масштабе и в строгом соответствии с их чертежами. На схеме показываются все штуцеры, люки и пунктиром внутренние устройства. Трубопроводы маркируют в соответствии с принятыми обозначениями и указывают их характеристики (диаметр, толщину стенки, материал).

В нижней части чертежа вычерчивают условно приборы контроля и автоматики, которые связывают тонкими линиями с аппаратами, отображая таким способом весь комплекс взаимосвязанных процессов проектируемого производства.

Необходимо помнить, что на монтажных чертежах в начале должны изображаться все строительные конструкции (колонны, ригели, балки, фундаменты, плиты) и все другие конструкции, которые будут определять места прокладки трубопроводов.

**Вопросы для самостоятельной работы студентов
к лабораторной работе № 7**

1. Монтажная проработка – это ...?
2. Основой для проведения монтажной проработки служат?
3. Какой процесс называется самокомпенсацией?

Лабораторная работа № 8

**РАЗРАБОТКА ПЛАНА ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ
ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ**

Цель работы: разработать план локализации и ликвидации последствий аварий.

Задание

1. Изучить теоретический материал.
2. Определить готовность организации к локализации и ликвидации аварийных ситуаций на опасном производственном объекте.
3. Спланировать действия производственного персонала и аварийно-спасательных служб (формирований) по локализации и ликвидации аварийных ситуаций на объекте.
4. Разработать мероприятия, направленные на повышение противоаварийной защиты и снижение масштабов последствий аварий.
5. Выявить достаточность принятых мер по предупреждению аварийных ситуаций на объекте.
6. Оформить пункт 15 отчета «Разработка плана локализации и ликвидации последствий аварий».

Теоретическая часть

Основными *причинами возникновения аварийных ситуаций* на объектах различного назначения являются нарушения технологических процессов на промышленных предприятиях, технические ошибки обслуживающего персонала, нарушения противопожарных правил и условий техники безопасности, отключение систем энергоснабжения, водоснабжения и водоотведения, стихийные бедствия, террористические акты и т. п. Различают проектные и запроектные аварии.

Проектные аварии подразделяются на три класса:

- максимальная экологическая авария – авария с

катастрофическими, необратимыми последствиями значительного масштаба, наносящими большой ущерб населенным пунктам и природной среде (например, разрушение плотин гидроэнергетического узла, авария реактора на АЭС с выбросом радиоактивных веществ и т. п.);

- крупная экологическая авария – авария с серьезными последствиями для природной среды и населения, причиной которой, как правило, является разрушение элементов производства (оборудования), неправильные действия обслуживающего персонала (например, авария систем очистки сточных вод промышленного объекта с большой утечкой стоков);

- технологическая экологическая авария – авария элементов технологической схемы, характеризующаяся кратковременностью воздействия и отсутствием необратимых последствий для среды (например, авария электрофильтра на ТЭС, приводящая к выбросу загрязняющих веществ в атмосферу).

Запроектные аварии отличаются от проектных только исходным событием, как правило, исключительным, которое не может быть учтено без специально поставленных в техническом задании на проектирование условий. Запроектные аварии характеризуются разрушением тех же объектов и теми же экологическими последствиями, что и проектные аварии. Вероятность возникновения запроектных аварий определяется величинами, связанными с воздействием внешних сил и событий (землетрясения, смерчи, ураганы, террористические акты бомбардировка объектов в результате военных действий и т. п.).

Определение класса аварий следует выполнять по результатам анализа причин аварийности на конкретных объектах – аналогах примерно равной мощности с близкими характеристиками технологических процессов на основных производствах. Для этого на объекте-аналоге проводят:

- отбор наблюдавшихся аварийных ситуаций, имеющих экологические последствия;
- классификацию аварийных ситуаций в соответствии с

вышеприведенными признаками;

- описание сценариев выбранных аварийных ситуаций, а также наблюдаемых негативных последствий от них для окружающей среды;

- определение размеров зон аварийных ситуаций и интенсивность их воздействия на окружающую среду;

- оценку вероятности возникновения каждой аварийной ситуации.

Аварийность на объектах-аналогах следует оценивать по показателям риска их неблагоприятного воздействия на окружающую среду или инфраструктуру – население. Снижение аварийности и повышение уровня надежности предприятий и производств повышенной опасности должны обеспечиваться сейсмостойкостью, взрыво- и пожаробезопасностью проектируемых установок, агрегатов и сооружений. Системы регулирования опасных технологических процессов на таких предприятиях должны отличаться постоянством параметров работы технологических установок – оборудования (температура, давление, скорость процесса и т. д.) – более жесткими требованиями к качеству и составу исходного сырья. Принципиальные технологические схемы опасных производств должны обеспечивать плавное регулирование технологических режимов, автоматическое отключение оборудования при авариях и пожарах.

Федеральный закон № 116-ФЗ обязывает организацию, эксплуатирующую опасный производственный объект, осуществлять мероприятия в соответствии с планом локализации и ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС) на химических предприятиях, поскольку они практически все являются опасными производственными объектами. Руководящим документом при разработке этого плана для химико-технологических объектов являются методические указания РД 09-536–03 [19], в которых отмечается, что главными целями разработки ПЛАС являются:

- определение возможных сценариев возникновения аварийной ситуации и ее развития;

- определение готовности организации к локализации и

ликвидации аварийных ситуаций на опасном производственном объекте;

- планирование действий производственного персонала и аварийно-спасательных служб (формирований) по локализации и ликвидации аварийных ситуаций на объекте;

- разработка мероприятий, направленных на повышение противоаварийной защиты и снижение масштабов последствий аварий;

- выявление достаточности принятых мер по предупреждению аварийных ситуаций на объекте.

В методических указаниях отмечается, что разработка ПЛАС может также выполняться сотрудниками промышленного предприятия (цеха) или с привлечением специалистов, имеющих опыт разработки деклараций промышленной безопасности опасных производственных объектов. По нашему мнению, ПЛАС должны разрабатывать проектные организации (технологи) при подготовке проектной документации.

План локализации и ликвидации аварийной ситуации должен содержать:

- титульный лист;

- оперативная часть, в которой даются краткая характеристика опасности объекта (технологического блока, установки и т.д.), мероприятия по защите персонала и действиям по локализации и ликвидации аварийных ситуаций;

- расчетно-пояснительную записку, в которой содержится подробный анализ опасности возможных аварийных ситуаций на объекте.

В методических указаниях отмечается, что ПЛАС основывается на:

- прогнозировании сценариев возникновения аварийных ситуаций;

- постадийном анализе сценариев развития аварийных ситуаций;

- оценке достаточности принятых или планируемых мер, препятствующих возникновению и развитию аварийных ситуаций;

– анализе действий производственного персонала и аварийно-спасательных служб (формирований) по локализации и ликвидации аварийных ситуаций на соответствующих стадиях их развития. ПЛАС не реже чем один раз в пять лет пересматривается и уточняется в случаях изменения в технологии, аппаратурном оформлении, аварий, метрологического обеспечения технологических процессов. ПЛАС предусматривает обучение производственного персонала и проведение учебных тревог в соответствии с графиком и уровнем аварийной ситуации: «А», «Б» или «В».

На уровне «А» аварийная ситуация характеризуется развитием в пределах одного объекта (цеха, установки, производственного участка), являющегося структурным подразделением организации.

На уровне «Б» аварийная ситуация характеризуется переходом за пределы одного объекта и развитием ее в пределах организации.

На уровне «В» аварийная ситуация характеризуется развитием и выходом за пределы территории организации, возможностью воздействия поражающих факторов на население близлежащих населенных пунктов и других организаций, а также окружающую среду.

В зависимости от уровня аварийной ситуации ПЛАС разрабатывается для руководства действиями:

– производственного персонала технологического блока, членов нештатных аварийно-спасательных формирований и привлекаемых, в случае необходимости, профессиональных аварийно-спасательных формирований (уровень «А»);

– производственного персонала цеха (установки, производства и т.д.), членов аварийно-спасательных формирований, пожарных и медицинских подразделений, а также для персонала смежных или технологически связанных цехов (уровень «Б»).

Для аварийных ситуаций «А» и «Б» ПЛАС предусматривает согласованность действий персонала организации и аварийно-спасательных служб и устанавливает перечень должностных лиц, ответственных за выполнение конкретных действий и т.д.

Для обеспечения согласованности действий персонала организации и соответствующих служб должны быть предусмотрены на

базе ЭВМ тренажеры для обучения и приобретения навыков выполнения работ по локализации и ликвидации аварийных ситуаций, также проводятся учебные тревоги по ПЛАС.

Для допуска к самостоятельной работе обслуживающего персонала технологического оборудования и руководящих работников проводятся квалификационные экзамены.

Перед разработкой ПЛАС проводится анализ опасности объекта, который включает: характеристику перерабатываемых опасных веществ; анализ известных аварий на аналогичных производствах; оценку количества опасного вещества, участвующего в аварии; расчет вероятных зон действия поражающих факторов; план возможных аварийных ситуаций; оценку уровня опасности технологического блока; предложения по реализации мер, направленных на уменьшение риска аварий.

Состав расчетно-пояснительной записки ПЛАС, примеры расчетов к нему приведены в приложениях к [20] и методиках оценки последствий аварий на опасных производственных объектах [20].

ПЛАС состоит из следующих разделов:

Раздел 1. Технология и аппаратурное оформление блока.

Раздел 2. Анализ опасности технологического блока.

Раздел 3. Выводы и предложения.

Раздел 4. Список использованных методических материалов и справочной литературы.

Исходными данными для разработки ПЛАС служат: характеристика объекта (цеха, установки и т.п.) принципиальные технологические схемы блоков; компоновки оборудования цехов и производства в целом.

В краткой характеристике опасности технологического блока должны быть представлены:

- наименование опасных веществ, их молекулярные формулы и физико-химические параметры;
- данные о взрывопожароопасности;
- реакционная способность;
- коррозионная активность;

- токсичная опасность;
- характер воздействия опасных веществ на организм человека и индивидуальные средства защиты;
- поражающие факторы аварийной ситуации (ударная волна, тепловое излучение, токсическое поражение и т.д.);
- меры первой помощи пострадавшим и методы нейтрализации опасных веществ.

Возникновение и развитие возможных сценариев аварийных ситуаций проводится с помощью типовой схемы, приведенной в приложении к [19]. Анализируя условия возникновения и пути развития аварий, необходимо установить возможность перехода аварийной ситуации с уровня «А» на уровень «Б».

На принципиальной технологической схеме, прилагаемой к ПЛАС, должны быть указаны направления потоков веществ, границы технологических блоков с необходимой характеристикой. На компоновочных чертежах, также прилагаемых к ПЛАС, должны быть указаны места расположения: – технологического оборудования и отдельных цехов предприятия;

- границы технологических блоков (автоматические отсекатели, запорная арматура, герметизирующие устройства на пылящем оборудовании);
- маршруты эвакуации и эвакуационные выходы;
- пути подъезда, места установки и маневрирования спецтехники;
- убежища и места укрытия;
- места скопления опасных продуктов с указанием наименования и их массы;
- места установки межпроизводственной отсекающей арматуры;
- места расположения средств противаварийной защиты, пунктов оповещения и связи;
- зоны возможного поражения обслуживающего персонала.

Кроме технической стороны в ПЛАС указываются обязанности ответственного руководителя работ, исполнителей и других

должностных лиц по локализации и ликвидации аварийных ситуаций.

Приложения к ПЛАС содержат:

- список и схему оповещения должностных лиц, аварийно-спасательных формирований, организаций и служб, ответственных за выполнение мероприятий по локализации и ликвидации аварийной ситуации, с указанием адресов и телефонов;

- перечень инструментов, материалов, допустимых к применению в конкретных условиях, средств индивидуальной защиты с указанием количества и места их хранения;

- обязанности ответственного руководителя и других должностных лиц по организации работ по локализации ликвидации аварийных ситуаций;

- инструкцию по безопасной остановке входящих в состав объекта.

В указаниях для персонала следует особо подчеркнуть те действия, которые не допускают промедления и требуют немедленного исполнения, а при описании действий аварийно-спасательных формирований следует указать время их прибытия и развертывания.

Работники цеха (мастера, аппаратчики, операторы), в котором сложилась аварийная ситуация, должны:

- немедленно сообщить об аварии непосредственному руководителю, а при его отсутствии – диспетчеру организации;

- принять меры по выводу людей из опасной зоны в соответствии с ПЛАС;

- при необходимости в соответствии с ПЛАС или по указанию ответственного руководителя отключить аппараты, установки, коммуникации и т.д.

Ответственным руководителем на уровне «А» развития аварийной ситуации является начальник цеха (установки), а до его прибытия на место аварии – начальник смены или сменный мастер. На уровне «Б» ответственным руководителем является технический руководитель организации, а до его прибытия на место аварии – диспетчер организации (начальник производства).

Ответственный руководитель создает командный пункт, функциями которого являются:

- сбор и регистрация информации о ходе развития аварийной ситуации и принятых мерах по ее локализации и ликвидации;
- текущая оценка информации и принятие решений по оперативным действиям в зоне аварии и за ее пределами;
- координация действий персонала объекта и всех привлеченных подразделений, участвующих в локализации и ликвидации аварийной ситуации.

Ответственный руководитель должен на уровне «А» развития аварийной ситуации:

- принять меры по оповещению работников организации и населения об аварийной ситуации;
- выявить количество и место нахождения людей, застигнутых аварией;
- принять меры по оцеплению района аварии и опасной зоны;
- принять неотложные меры по спасению людей;
- обеспечить вывод из опасной зоны людей, которые не принимают непосредственного участия в локализации и ликвидации аварийной ситуации;
- ограничить допуск людей и транспортных средств в опасную зону.

На уровне «Б» развития аварийной ситуации ответственный руководитель дополнительно должен:

- в случае изменения места расположения командного пункта оповестить об этом всех привлекаемых к работам по ПЛАС лиц;
- контролировать выполнение своих распоряжений.

Диспетчер организации при получении сообщения об аварийной ситуации должен немедленно прекратить переговоры, не имеющие отношения к аварии и известить о ней должностных лиц и соответствующие организации. Руководители пожарной части организации и медицинского пункта должны организовать работу с учетом конкретной обстановки.

Вопросы для самостоятельной работы студентов к лабораторной работе № 8

1. Каковы основные причины возникновения аварийных ситуаций на объектах различного назначения?
2. На какие классы подразделяются проектные аварии?
3. Дайте определение понятию «максимальная экологическая авария»?
4. Дайте определение понятию «крупная экологическая авария»?
5. Дайте определение понятию «технологическая экологическая авария»?
6. План локализации и ликвидации аварийной ситуации должен содержать..?

Лабораторная работа № 9

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

Цель работы: рассчитать экономическую эффективность варианта разрабатываемого производства.

Задание

1. Определить показатели экономической эффективности, объем годового экономического эффекта от осуществления какого-либо усовершенствования или мероприятия и ряда других показателей.

Общий перечень показателей сравнительной эффективности представим в двух группах: базовые показатели, характеризующие каждый вариант по разным видам затрат, и критерии принятия решения.

Базовые показатели

В данные показатели включают следующие.

1) Себестоимость (C) рассчитывается, в отличие от принятого порядка расчета себестоимости, только по тем видам затрат, которые различаются в рассматриваемых вариантах, расчет ведется или сразу в годовом исчислении, или сначала на единицу продукции, а затем полученный итог себестоимости в расчете на единицу умножается на заданную годовую программу выпуска продукции.

2) Условно-годовая экономия ($\mathcal{E}_{\text{уг}}$) показывает, сколько мы сэкономим на текущих затратах (себестоимости) в год, если предпочтем вариант с меньшей себестоимостью.

3) Капитальные вложения (единовременные затраты, реальные инвестиции) (K) те, которые необходимы для осуществления рассматриваемого варианта.

4) дополнительные капитальные вложения ($K_{\text{доп}}$) определяются при сравнении капитальных вложений по вариантам.

Целесообразно различать две возможные ситуации:

– когда сравниваются между собой только новые варианты, тогда $K_{\text{доп}}$ определяется как разность капитальных вложений, необходимых для каждого из предлагаемых вариантов, $K_{\text{доп}} = K_1 - K_2$;

– если в качестве одного из вариантов рассматривается тот, который используется в настоящее время (базовый вариант), то для него в расчет капитальных вложений включаются только те затраты, которые необходимо произвести для обеспечения результатов и условий, соответствующих возможностям другого варианта. Если базовый вариант сопоставим с внедряемым по всем существенным факторам (объем производства, условия труда, качественные параметры продукции), то $K_b = 0$.

Критерии для принятия решения

Рассмотрим критерии для принятия решений.

1) Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений ($T_{\text{ок}}$):

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{доп}}}{\Delta_{\text{уг}}} \leq T_{\text{н}}$$

где, $T_{\text{н}}$ – нормативный срок окупаемости, определяется по усмотрению инвестора или руководства предприятия, в частности, зависит от масштабности инвестиций.

2) Приведенные затраты по вариантам ($Z_{\text{пр}}$) – приведенные к одному году и текущие, и единовременные затраты:

$$Z_{\text{пр}} = C + E_{\text{н}}K,$$

где, $E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности, показывает, какая часть капитальных вложений должна окупаться за один год, следовательно, $E_{\text{н}} = 1/T_{\text{н}}$; если $T_{\text{н}} = 2$ г., то $E_{\text{н}} = 0,5$.

Для внедрения выбирается вариант с минимальным значением $Z_{\text{пр}}$.

3) Годовой экономический эффект ($\Delta_{\text{г}}$) рассчитывается для определения величины преимущества наилучшего варианта в

сравнении с альтернативным по всем видам затрат (как текущего, так и единовременного характера:

$$\Theta_r = Z_{\text{пр1}} - Z_{\text{пр2}} = \underbrace{(C_1 - C_2)}_{\Theta_{\text{уг}}} + E_n \underbrace{(K_1 - K_2)}_{K_{\text{доп}}}.$$

Алгоритм принятия решения с использованием показателей сравнительной эффективности приведен на рис. 9.1.

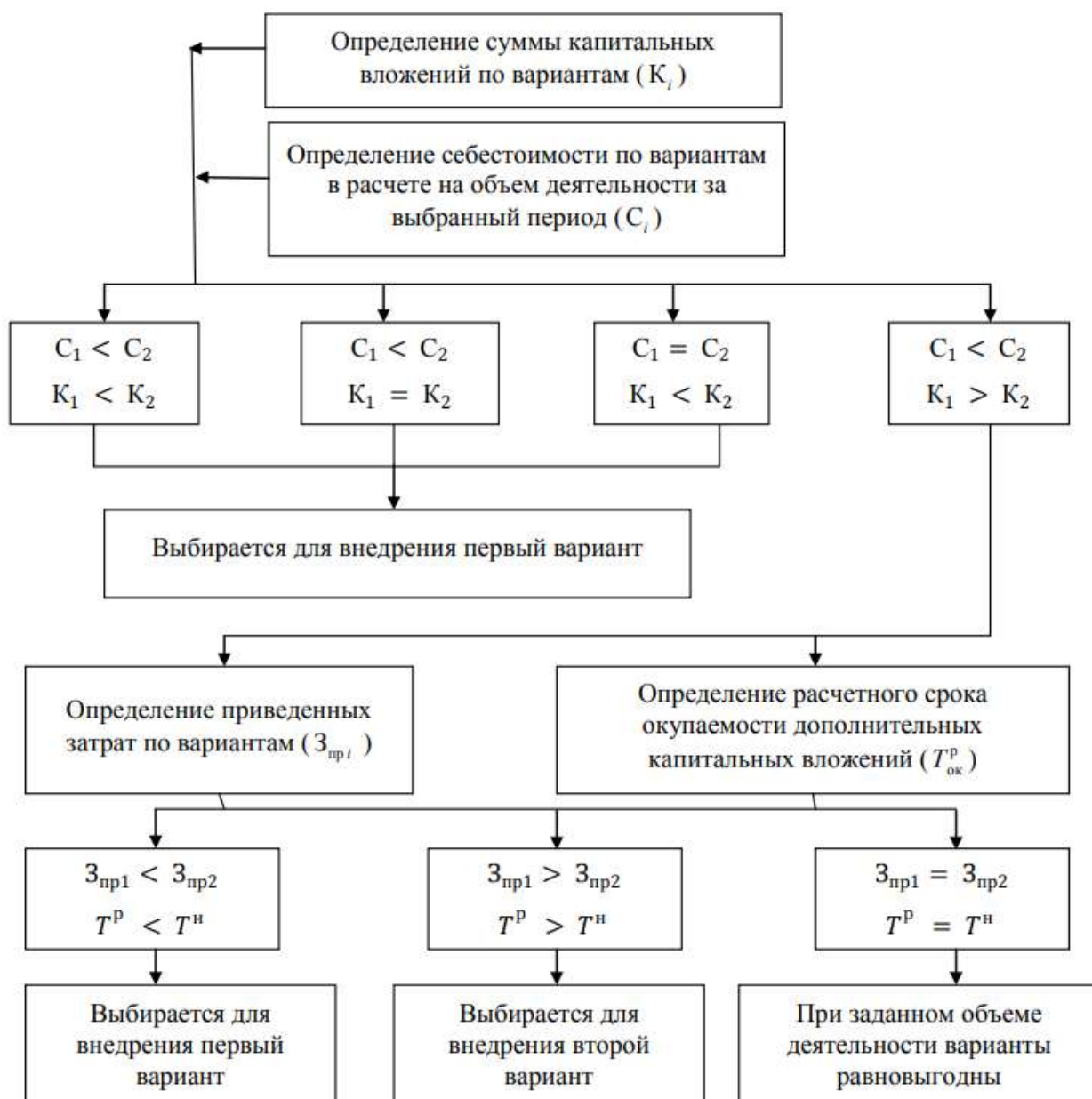


Рисунок 9.1 – Алгоритм выбора экономически целесообразного варианта по показателям сравнительной эффективности

Вопросы для самостоятельной работы студентов к лабораторной работе № 9

1. Приведите примеры технических решений, для которых может использоваться Методика сравнительной экономической эффективности.

2. В чем преимущество Методики сравнительной эффективности при оценке альтернативных технических решений по сравнению с полным расчетом по Методике оценки эффективности инвестиционных проектов?

3. Какие показатели обязательно рассчитываются при оценке сравнительной эффективности?

4. Какие показатели должны быть использованы в качестве критерия принятия решений по выбору наиболее целесообразного варианта из нескольких альтернативных?

5. Есть ли необходимость включать в расчет все виды затрат при определении себестоимости сравниваемых вариантов? Чем это объясняется?

ВЫВОДЫ

Выводы должны быть сделаны на основе сравнительного анализа технико-экономических показателей действующего производства и проектируемого.

Обязательно указывают, за счет каких технических решений достигнуто улучшение технико-экономических показателей проектируемого объекта. Необходимо также отметить преимущества, связанные с реализацией проектных предложений, и охарактеризовать перспективы развития работ в этой области.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

Список использованных источников должен содержать сведения об источниках, использованных при выполнении. Размещается на отдельном листе. Нумерация ссылок ведется арабскими цифрами в порядке приведения ссылок в тексте независимо от деления на разделы без точки после цифры.

Список использованных источников должен содержать не менее 30 источников.

Сведения об источниках приводятся в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32 [3]. Ниже приведены примеры оформления.

Статья в периодических изданиях и сборниках статей:

1 Агеева Е.В. Состав, структура и свойства медного электроэрозионного порошка, полученного в среде керосина / Е.В. Агеева, Н.М. Хорьякова, С.В. Пикалов, Е.В. Агеев // Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. – 2015. – № 4. – С. 4-8.

Книги, монографии:

2 Нифталиев С.И. Химическая технология неорганических кислот, солей и щелочей: учебное пособие / С.И. Нифталиев, С.Е. Плотникова, Е.М. Горбунова, Ю. С. Перегудов. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2021. – 81 с.

3 Ярославцев А.Б. Мембраны и мембранные технологии: монография. – М.: Научный мир, 2013. – 611 с.

Тезисы докладов, материалы конференций:

4 Леготин Е.Ю. Организация метаданных в хранилище данных // Научный поиск. Технические науки: Материалы 3-й науч. конф. аспирантов и докторантов / Юж.-Урал. гос. ун-т. Т. 2. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – С. 128-132.

5 Агеева Е.В. Форма и морфология частиц порошка, полученного электродиспергированием сплава ЖС6У в воде / Е.В. Агеева, В.О. Поданов, Н.М. Хорьякова, С.В. Пикалов, Е.П. Новиков, Б.Н. Сабельников, М.С. Королев, А.В. Бридский // Сб. науч. статей 12-й Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием «Современные инновации в науке и технике». – Курск: Изд-во Юго-Зап. гос. ун-т, 2022. – С. 29-33.

Электронные ресурсы:

6 Анализ рынка цветных металлов в России. [Электронный ресурс]. – 2006. – URL: <https://businessstat.ru/russia/metallurgy/non-ferrousmetals/?yclid=17894956003523035135> (дата обращения 12.03.2023).

7 Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года. – URL: <http://government.ru/media/files/41d4b737638891da2184/pdf> (дата обращения 15.05.2023).

8 Web of Science. – URL: <http://apps.webofknowledge.com/> (дата обращения 15.11.2016).

Нормативные документы:

9 ГОСТ 7.0.96–2016. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Электронные библиотеки. Основные виды. Структура. Технология формирования. – М.: Стандартинформ, 2016. – 16 с.

10 Приказ Минобрнауки РФ от 19 декабря 2013 г. № 1367 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры». – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_159671/ (дата обращения: 04.04.2023).

11 Пат. 2612119 Российская Федерация, МПК51 С 25 D 15/00, В82 В 3/00. Способ получения медных гальванических покрытий, модифицированных наночастицами электроэрозионной меди [Текст] / Агеев Е.В., Хорьякова Н.М Агеева Е.В.; заявитель и патентообладатель Юго-Западный гос. ун-т. – № 2015131035/02; заяв. 27.07.15; опубл. 02.03.17, Бюл. № 7. – 14 с.: ил.

Компьютерные файлы

12 Химическая технология органических веществ: учебное пособие / Т. Н. Собачкина, Е. С. Петрова, Ю. Б. Баранова, Г. В. Андреева, Н. В. Кудрина. - Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2018. - 80 с.: ил. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500955> (дата обращения: 26.03.2023). - Режим доступа: по подписке. - Библиогр.: с. 78.