

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИШНПТ
А.Н. Яковлев
« 14 » 09 2020 г.

ДИПЛОМНОЕ И КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Методические указания для студентов по направлениям
19.03.01 «Биотехнология», 19.04.01 «Биотехнология»,
18.04.01 «Химическая технология»

Оформление графической части курсовых и дипломных проектов

Издательство
Томского политехнического университета
Томск 2020

УДК 66.013.5

Дипломное и курсовое проектирование: Методические указания для студентов по направлениям 19.03.01 «Биотехнология», 19.04.01 «Биотехнология», 18.04.01 «Химическая технология». Оформление графической части курсовых и дипломных проектов /Сост. Ю.А. Лесина. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 74 с.

Рецензент доц., канд. хим. наук  Р.Я. Юсубова

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром НОЦ Н.М. Кижнера ИШНПТ «7» сентября 2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 СОСТАВ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА	4
2 ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА	5
2.1 Форматы	5
2.2 Линии	5
2.3 Основная надпись	6
2.4 Масштабы	8
2.5 Обозначения документов	9
2.6 Спецификация	10
3 ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ	14
3.1 Общие правила выполнения схем	14
3.1.1 Технологическая схема	14
3.1.2 Аппаратурная схема	17
3.1.3 Графическое оформление схем автоматизации	23
3.2 Чертеж общего вида аппарата	28
3.2.1 Основные требования к чертежам общего вида	28
3.2.2 Упрощения в чертежах общего вида	34
3.3 Схема расположения технологического оборудования (компоновочный чертеж)	34
3.3.1 Правила выполнения компоновочных чертежей	34
3.3.2 Факторы, влияющие на компоновку оборудования	38
3.3.3 Выбор типа конструкции цеха и влияние его на компоновку оборудования	40
3.3.4 Основные правила и требования, предъявляемые к компоновке оборудования	42
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	51
Приложение А Пример заполнения спецификации	55
Приложение Б Примеры оформления технологических схем	56
Приложение В Условные обозначения элементов и устройств в аппаратурных схемах	58
Приложение Г Условные обозначения трубопроводов	64
Приложение Д Примеры выполнения функциональных схем автоматизации	66
Приложение Е Условные обозначения средств автоматизации, их функций и параметров процесса	68
Приложение Ж Пример выполнения аппаратурной схемы, совмещенной с функциональной схемой автоматизации	71
Приложение И Пример выполнения чертежа общего вида аппарата	72
Приложение К Фрагмент компоновочного чертежа	73

1 СОСТАВ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

Графическая часть дипломного (курсового) проекта предназначена для демонстрации во время доклада основных результатов проекта.

Графическая часть состоит из конструкторской документации и иллюстраций.

Конструкторская документация должна быть выполнена в соответствии с требованиями Государственных стандартов, Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и «Положения о выпускных квалификационных работах бакалавра, специалиста и магистра в Томском политехнической университете» [1], а при необходимости – с учетом отраслевых стандартов. Все чертежи, представляемые к защите, должны иметь прямое отношение к теме проекта.

Графическая часть проекта определяется при составлении задания на проектирование. Перечень чертежей с указанием конкретных наименований и объема в листах приводится в задании на дипломный (курсовой) проект [2].

Как правило, графическая часть дипломного проекта содержит следующие чертежи:

- функциональную технологическую схему, соответствующую всему производству (шифр Т2) - 1-2 листа;
- аппаратную схему цеха (отделения) и функциональную схему автоматизации (допускается совмещать данные схемы на одном чертеже) (шифр С3) - 1-2 листа;
- схема расположения технологического оборудования (шифр Т7) – 1-2 листа;
- чертеж общего вида одного из основных технологических аппаратов с выносными элементами (шифр ВО) – 1-2 листа.

Таким образом, общий объем графической части дипломного проекта составляет 4-8 листов.

Графическая часть курсового проекта представляется аппаратной схемой отдельного технологического узла, чертежом общего вида основного аппарата и его деталей.

Графический материал может выполняться: неавтоматизированным методом - карандашом, пастой, чернилами или тушью, либо автоматизированным методом - с применением графических и печатающих устройств вывода ЭВМ (AutoCad, КОМПАС 3D, Microsoft Office Visio).

В соответствии с ЕСКД (ГОСТ 2.105-2019) графическая часть проекта рассматривается как приложение к пояснительной записке, поэтому на весь графический материал должны быть ссылки в тексте текстовой документации, и все входящие в графическую часть листы перечисляются в содержании пояснительной записки.

Дополнительные иллюстративные материалы, необходимые для доклада, выполняются в виде слайдов компьютерной презентации с использованием мультимедийного проектора [2].

2 ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

2.1 Форматы

Все чертежи следует выполнять с расчетом на рациональные способы организации их учета, брошюровки, архивного хранения и внесения в них изменений. Для этого каждый чертеж должен быть выполнен на отдельном листе бумаги формата, установленного ГОСТ 2.301-68. В качестве основного формата следует использовать формат А1 (594 × 841 мм). Допускается применение форматов А0 (841 × 1189 мм), А2 (420 × 594 мм), А3 (420 × 297 мм), А4 (210 × 297 мм) в случае необходимости. Форматы листов определяются размерами внешней рамки, которую выполняют сплошной основной линией толщиной от 0,5 до 1,4 мм. Линии рамки располагаются от левой кромки формата на расстоянии 20 мм, от остальных кромок – на 5 мм.

2.2. Линии

Для удобства чтения чертежа изображения изделий выполняют линиями различных начертаний, определяемых назначением (ГОСТ 2.303-68). В соответствии со стандартом на чертежах применяют сплошные, штриховые и штрихпунктирные линии.

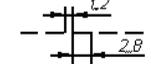
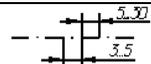
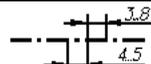
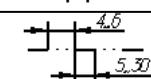
В таблице 1 дана классификация этих линий, показаны толщина относительно толщины S сплошной основной линии и начертание с указанием размеров элементов некоторых из них.

Толщину сплошной основной линии выбирают в пределах 0,5...1,4 мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также формата чертежа. Она должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже. Штрихи в линии должны быть равной длины, промежутки между ними – одинаковы.

Надписи на чертежах выполняют чертежным шрифтом, установленным ГОСТ 2.304-81. Стандартом установлены следующие размеры шрифтов: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

Наклон букв и цифр к основанию строки должен быть 75° .
Допускается применять шрифт без наклона.

Таблица 1 – Классификация линий и их размеров

Наименование		Толщина линии	Начертание
Сплошная	основная	$S=0,5 \dots 1,4$	
	тонкая	$S:3 \dots S:2$	
	тонкая с изломами	$S:3 \dots S:2$	
	волнистая	$S:3 \dots S:2$	
Штриховая	штриховая	$S:3 \dots S:2$	
	разомкнутая	$S \dots 1,5S$	
Штрихпунктирная	тонкая	$S:3 \dots S:2$	
	утолщенная	$S:2 \dots 2S:3$	
	с двумя точками тонкая	$S:3 \dots S:2$	

2.3 Основная надпись

Чертежи дипломного проекта имеют основную надпись, которую располагают в правом нижнем углу. На листах формата А4 основную надпись располагают только вдоль короткой стороны, на листах других форматов – как вдоль длинной, так и вдоль короткой стороны. Основные надписи, дополнительные графы к ним выполняют сплошными тонкими линиями.

Содержание, расположение и размеры граф основной надписи должны соответствовать ГОСТ 2.104-2006 (рисунки 1).

В графе (4) в крайней левой клетке проставляют литеру, присвоенную документу, соответствующую стадии разработки конструкторской документации: "Д" - дипломный проект, "К" - курсовой проект.

В графе (5) указывают расчетную массу изделия в килограммах без указания единицы измерения. Допускается указывать массу в других единицах измерения с указанием их размерности, например: 0,25 т.

В графе (6) указывают масштаб, в котором выполняются основные проекции чертежа.

В графе (7) штампа указывают порядковый номер листа, а в графе (8) – общее количество листов, имеющих одно обозначение (графа 2), а не количество листов чертежей данного проекта. Если чертеж, имеющий определенное обозначение, состоит из одного листа (количество листов определяется количеством штампов, в которых проставлено одно и то же обозначение), то графы (7) и (8) не заполняются.

В графе (9) проставляются сокращенное название университета, факультета и номер группы, в которой обучается студент. Например: *ТПУ, ИШНПТ, гр. 4Д71*.

В строках граф (10)-(13) указываются фамилии и подписи лиц, подписывающих документ, а также даты подписания документа. Разработчиком является студент-проектант, утверждающим – заведующий кафедрой, проверку и текущий контроль осуществляют руководитель и преподаватели-консультанты.

2.4 Масштабы

Масштабы изображений выбираются из следующего ряда в соответствии с ГОСТ 2.302-68 таким образом, чтобы поле чертежа было заполнено графическим изображением и текстом не менее, чем на 75%.

Натуральная величина	1:1
Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

При проектировании генеральных планов крупных объектов допускается применять масштабы 1:2000; 1:5000; 1:10000; 1:20000;

1:25000; 1:50000. Не рекомендуется применять масштабы уменьшения 1:25; 1:15; 1:75 и масштаб увеличения 2,5:1.

Масштаб, указанный в предназначенной для этого графе основной надписи чертежа, должен обозначаться по типу *1:1, 1:2, 2:1, 4:1* и т. д., а в остальных случаях по типу *M1:1, M1:2, M2:1*.

Если общий вид аппарата и чертежи сборочных единиц выполняются на нескольких листах, то на последующих листах должен быть указан такой же масштаб, какой указан на первом листе чертежа. Разрез или выноска узла, масштаб которого отличается от масштаба основной надписи, обозначается следующим образом: *A-A (1:2)*.

2.5 Обозначение документов

Обозначение чертежей и других конструкторских документов в соответствии ГОСТ 2.201-80, 2.104-2006 указывают в основной надписи и в дополнительной графе.

Конструкторским документам обозначение следует присваивать в указанной последовательности:

- четырехзначный буквенный код организации-разработчика, назначаемый по общероссийскому классификатору предприятий и организаций (ОКПО). Для ТПУ Госстандартом утвержден код *ФЮРА*;
- код классификационной характеристики разрабатываемого изделия, составленный в соответствии с "Общероссийским классификатором продукции по видам экономической деятельности" (ОК 034-2014) [3];
- порядковый регистрационный номер проекта соответствует порядковому номеру автора в приказе на дипломное проектирование, а при выполнении курсового проекта – порядковому номеру студента в списке группы (например, *012*). Чертежам деталей присваивают порядковые номера позиций по чертежам общего вида. Если деталь имеет позицию 15, то порядковый регистрационный номер ее – 015;
- шифр документа по ГОСТ 2.102-2013 или ГОСТ 2.701-2008.

Пример обозначения чертежа общего вида –

ФЮРА	XXXXXX	004	ВО
Код организации - документа разработчика	Характеристика по ОКПД 2	Порядковый номер	Шифр регистрац.

Первые две цифры в коде классификационной характеристики по ОКПД 2 обозначают общий характер продукции, например:

20 – Вещества химические и продукты химические;

21 – Средства лекарственные и материалы, применяемые в медицинских целях;

10 – Продукты пищевые.

Остальные значащие цифры в коде ОКПД 2 конкретизируют вид продукции, например код ОКПД 2 ацетилсалициловой кислоты – 21,10,10, пенициллина - 21,10,54,110, кислоты аскорбиновой – 21,10,51,126.

Если тема проекта не имеет кода классификационной характеристики по ОКПД 2, то на месте шестизначного кода в обозначении документа записывают «000000».

Вид документа записывают по следующим шифрам:

сборочный чертеж – СБ;

пояснительная записка – ПЗ;

данные о составе сборочной единицы (спецификация) – СП;

технологическая схема принципиальная – Т2;

схема расположения технологического оборудования – Т7,

чертеж общего вида – ВО,

схема аппаратурная и автоматизации принципиальная – СЗ и т.д.

В обозначении деталей буквенный шифр отсутствует.

2.7 Спецификация

Спецификация является основным конструкторским документом и определяет состав сборочной единицы, комплекса, комплекта (ГОСТ 2.106–96). Она необходима для его изготовления, комплектования конструкторских документов и планирования запуска в производство указанных изделий.

Таблица спецификации содержит следующие графы: формат, зона, позиция, обозначение, наименование, кол., примечание (рисунок 2).

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
6	6	8	70	63	10	22

Рисунок 2 Форма спецификации

Спецификация содержит перечень всех составных частей, входящих в данное специфицируемое изделие, а также конструкторские документы, относящиеся к этому изделию и его неспецифицируемым составным частям.

Спецификация выполняется на отдельных листах формата А4 по формам 1, 1а, приведенным в ГОСТ 2.106-96 (приложение А) на каждую сборочную единицу и подшивается к расчетно-пояснительной записке в виде приложения. В чертежах дипломных и курсовых проектов допускается размещать спецификацию на первом листе общего вида сборочных чертежей над основной надписью. Последняя строка спецификации должна располагаться от основной надписи на расстоянии до 10 мм.

Спецификацию заполняют сверху вниз по разделам в следующей последовательности:

- документация;
- комплексы;
- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия;
- прочие изделия;
- материалы;
- комплекты.

Наличие тех или иных разделов определяется составом самого изделия.

Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе "Наименование" и подчеркивают тонкой линией. Ниже каждого заголовка оставляют свободной строку, а в конце каждого раздела - не менее одной строки для возможных дополнительных записей. Заполнение разделов спецификации - по ГОСТ 2.106-96.

В разделы спецификации вносят изделия и материалы, непосредственно входящие в специфицируемое изделие:

- в раздел "Документация" вносят обозначение сборочного чертежа специфицируемого изделия (в графе "Наименование" – указывают "*Сборочный чертеж*"), в случае, если спецификация совмещается с чертежом, что этот раздел в ней отсутствует;
- в разделы "Комплексы", "Сборочные единицы" и "Детали" вносят сборочные единицы и детали, входящие в специфицируемое изделие. Запись указанных изделий производят сверху вниз по группам с однородными признаками (крышка, днище, корпусные детали и т.п.). Заголовки

наименований указанных групп не подписывают, а отделяют группы друг от друга одной или несколькими строчками, свободными от записей. В пределах каждой такой группы изделия располагают в алфавитном порядке, например в группе крепежных деталей: болты, винты, гайки, шайбы, шпильки. В пределах каждого наименования изделия – в порядке возрастания основных параметров или размеров, например, М3, М6, М12*8, М12*12 и т.д. Наименования сборочных единиц и деталей записывают в именительном падеже единственного числа независимо от их количества. При этом они должны быть по возможности краткими, желателен однословными. Если наименование состоит из двух слов, то на первом месте пишут имя существительное, например "*Тарелка колпачковая*". Для стандартных изделий записывают полное обозначение в соответствии со стандартом или документами на поставку, например, *Винт 8 М4-8g*11.58 ГОСТ 17473-80*.

- в раздел "Стандартные изделия" вносят изделия, изготавливаемые по межгосударственным, государственным, отраслевым стандартам и стандартам предприятий. В пределах каждой категории стандартов запись производят по группам изделий, объединяемых по функциональному признаку (подшипники качения, крепежные изделия и т.п.), в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований изделий, в пределах каждого наименования – в порядке возрастания обозначения стандартов, а в пределах каждого обозначения – в порядке возрастания основных параметров или размеров;
- в раздел "Прочие изделия" вносят изделия, применяемые по основным конструкторским документам (по техническим условиям, каталогам, прейскурантам и т.п.) за исключением стандартных изделий. Запись изделий проводят по однородным группам, а в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований изделий, в пределах каждого наименования – в порядке возрастания основных параметров или размеров;
- в раздел "Материалы" вносят все материалы, непосредственно входящие в специфицируемое изделие (т.е. не входящие в состав сборочных единиц изделия). Записывают их в следующей последовательности: металлы черные; металлы магнитоэлектрические и ферромагнитные; металлы цветные, благородные и редкие; кабели, провода, шнуры; пластмассы и пресс-материалы; бумажные и текстильные материалы; лесоматериалы; резиновые и кожаные материалы;

минеральные, керамические и стеклянные материалы; лаки, краски, нефтепродукты и химикаты; прочие материалы. В пределах каждого вида материалы записывают в алфавитном порядке, а в пределах каждого наименования – по возрастанию размеров или других параметров. Не записывают материалы, количество которых на изделие не может быть определено конструктором (например, лаки, краски, клеи, припои и т.п.). В этом случае указания об их применении дают в технических требованиях на поле чертежа. Если обозначение материала не вписывается в одну строку, то допускается занимать две строки;

- в раздел "Комплекты" вносят применяемые по конструкторским документам комплекты, которые непосредственно входят в специфицируемое изделие, и поставляются вместе с ним (комплект монтажных частей, комплект сменных и запасных частей, комплект инструмента и принадлежностей и прочих комплектов).

В остальные графы таблицы спецификации записывается следующее:

- в графе "Формат" указывают форматы документов, обозначения которых записаны в графе "Обозначения" (в данном случае предполагается формат, на котором выполнен чертеж сборочной единицы или детали). Если документ выполнен на нескольких листах, то в графе проставляют "звездочку", а в графе "Примечание" перечисляют все форматы в порядке их увеличения (если они различны). Также поступают в случае применения дополнительных форматов по ГОСТ 2.301-68, например, А4*2; для деталей или сборочных единиц (узлов), на которые не разработаны чертежи, в графе указывают "БЧ" (без чертежа); для изделий, записанных в разделы "Стандартные изделия", "Прочие изделия" и "Материалы", графа не заполняется;
- в графе "Зона" указывают обозначение зоны, в которой находится номер позиции составной части изделия (при разбивке поля чертежа на зоны по ГОСТ 2.104-2006);
- в графе "Позиции" указывают порядковые номера составных частей изделия в последовательности их записи в спецификации. Для разделов "Документация" и "Комплекты" графу не заполняют;
- в графе "Обозначение" указывают обозначение документов, разработанных в проекте для сборочных единиц или деталей. Для составных частей изделия (сборочные единицы, детали), на

которые в проекте не разработаны чертежи, а также для стандартных изделий и материалов графу "Обозначение" не заполняют.

- В графе "Количество" указывают количество составных частей на одно специфицируемое изделие, а для материалов – общую массу материалов на одно изделие;
- в графе "Примечание" указывается при необходимости материал деталей, способ термообработки. Так, для особо ответственных деталей некоторых сборочных узлов указывают, например, *сталь* $R_c=40\div 50$, что означает – деталь изготавливается из стали 45 и закаливается до твердости $40\div 50$ ед.

Порядок заполнения спецификации приведен в приложении А.

3 ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

3.1 Общие правила выполнения схем

Схема – это графический конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

Схемы выполняют без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей изделия (установки) не учитывают или учитывают приближенно.

При выполнении курсовых и дипломных проектов студентами разрабатываются следующие виды схем: технологическая, аппаратурная, а также схема автоматизации проектируемого технологического процесса.

3.1.1 Технологическая схема производства

Технологическая схема производства (стадии) представляет собой упрощенное графическое отображение последовательности выполнения работ в данном производстве с подразделением их по стадиям и операциям технологического процесса.

Технологические схемы производства биологически активных веществ графически изображают по ОСТ 64-02-003-2002 "Продукция медицинской промышленности. Технологические регламенты производства. Содержание, порядок разработки, согласования и утверждения" [4].

Различают технологические схемы двух видов:

- технологическая схема производства;
- технологическая схема отдельной стадии производства.

В технологической блок-схеме должны быть отображены функциональная связь и сущность производственных процессов и их последовательность. Блок-схема составляется по стадиям технологического процесса с указанием мест образования промежуточных и конечных продуктов, а также потерь целевого продукта. На схеме отображают места образования отходов, сточных вод, выбросов.

Графически стадии производства изображают в прямоугольниках с указанием наименования стадии, её условного обозначения, параметров контроля.

Каждая стадия и операция должна иметь индекс, наименование и порядковый номер.

В технологической схеме используются следующие условные обозначения стадий (индексы), характеризующие вид работ на данной стадии:

- "ВР" – стадии вспомогательных работ;
- "ТП" – стадии основного технологического процесса;
- "ПО" – стадии переработки используемых отходов;
- "ОБО" – стадии обезвреживания отходов;
- "ОБВ" – стадии обезвреживания технологических и вентиляционных выбросов в атмосферу;
- "УМО" – стадии упаковывания, маркирования и отгрузки готового продукта.

Нумерация стадий и операций осуществляется в порядке их выполнения по ходу технологического процесса, начиная с поступления и подготовки сырья и заканчивая отгрузкой готовой продукции. Стадии по ходу технологического процесса имеют сквозную нумерацию независимо от их индекса. Например, стадия *ТП.2.*; операции *ТП. 2.1.*; *ТП. 2.2.* ... *ТП.2.5.*

Стрелки, соединяющие элементы, демонстрируют последовательность выполнения и взаимосвязь стадий, а также направление движения материальных потоков. *Кт*, *Кх*, *Км* - соответственно технологический, химический и микробиологический контроль.

Если вспомогательные операции, например, приготовление растворов заданной концентрации и т.п., осуществляются в отдельном оборудовании для одной стадии основного технологического процесса, то такие вспомогательные работы включают в эту стадию основного технологического процесса. Вспомогательные операции, осуществляемые в отдельном оборудовании для нескольких стадий одного производства или

нескольких производств, выделяют в самостоятельные стадии вспомогательных работ (например, приготовление растворов кислот с заданной концентрацией для всего цеха и т.п.). Если переработка отходов или их обезвреживание осуществляются как самостоятельные работы, они могут не включаться в технологическую схему производства. В данном случае на технологической схеме указывается стрелкой, куда поступают отходы на переработку (обезвреживание).

Технологическая схема должна быть наглядной, легко читаться и содержать в себе все сведения для выполнения материальных и тепловых расчетов. В ней необходимо указывать содержание основного продукта в единицах активности, влажность осадков, миллиграммовую активность полупродуктов, плотность и концентрацию всех растворов и используемых в процессе растворителей.

Если в производстве готовых лекарственных форм используют, главным образом, типовые технологические схемы, разработанные применительно к определенным методам производства (производство таблеток методом сухого прессования и т.п.), то для химического и микробиологического синтеза биологически активных веществ технологическая схема индивидуальна для каждого продукта и достаточно сложна.

Кроме технологической блок-схемы производства составляются технологические схемы отдельных стадий процесса. Форма и условные изображения, используемые при оформлении технологической схемы приведены в таблице 2.

Таблица 2 Условные обозначения на технологических схемах

Технологический процесс (операция)		Отходы твердые	
Получаемый на стадии промежуточный продукт или готовая продукция		Отходы жидкие	
Сырье, используемое в процессе		Промежуточный продукт, загружаемый в технологический процесс	
Отходы газообразные (выбросы в атмосферу)			

При составлении технологических схем отдельных стадий, исходные вещества, полупродукты, отходы изображают в прямоугольниках с носиками с соответствующей штриховкой с указанием того, откуда поступают исходные вещества и полупродукты, а также с указанием путей утилизации отходов, а конечный продукт данной стадии изображают в овале с указанием передачи на следующую стадию.

Примеры оформления технологической схемы производства и технологической схемы отдельной стадии производства приведены в приложении Б.

3.1.2 Аппаратурная схема

Аппаратурная схема является графическим отображением рассматриваемого технологического процесса и представляет собой условное изображение машин и аппаратов, расположенных в строгой последовательности по ходу технологического процесса, и соединенных между собой соответствующими линиями связи (трубопроводами, транспортными средствами и т.п.).

ГОСТ 2.701-2008 устанавливает виды и типы схем изделий всех отраслей промышленности. Однако в них отсутствуют требования к выполнению схем химико-технологических процессов. Поэтому при составлении схем следует руководствоваться РТМ 26-79-72 "Применение стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). ОАО НИИхиммаш", ОСТ 64-043-87 [4].

В курсовом и дипломном проектировании выполняется принципиальная аппаратурная схема (ТЗ), которая может быть совмещена со схемой по автоматизации (СЗ) (в дипломных проектах). На аппаратурной схеме в дипломном проекте должен быть отражен весь технологический цикл от исходного сырья до конечной продукции. В курсовом проекте допускается ограничиваться схемой отдельного узла (отделения).

Чертеж аппаратурно-технологической схемы выполняется с примерным соблюдением масштаба 1:50. При очень малых габаритах аппаратуры (например, пилотная установка) допустим примерный масштаб 1:25. Допускается изображать элементы и устройства на схеме без масштаба, но с соблюдением соотношения габаритов. В технологических процессах с большим числом применяемого оборудования и приборов аппаратурные схемы допускается вычерчивать для каждой стадии отдельно, не разрывая индексацию.

Аппаратурная схема должна содержать:

- условные и буквенно-цифровые изображения основного и вспомогательного оборудования (хранилища-сборники, мерники, аварийные емкости, насосы и т.д.), основных и вспомогательных трубопроводов и трубопроводной арматуры, обеспечивающих технологический процесс;
- приборы, средства автоматизации и управления, изображаемые условными обозначениями, а также линии связи между ними;
- технические характеристики установки;
- экспликацию оборудования и таблицу с условными обозначениями трубопроводов;
- основную надпись.

Рекомендуется следующее зонирование поля чертежа сверху вниз (рисунок 3):

1. Зона магистральных трубопроводов, по которым осуществляется подвод потоков к установке, с их условными обозначениями (пар, вода и пр.).
2. Зона дозирующей аппаратуры, мерников (в случае поступления сырья из них самотеком) и теплообменников.
3. Зона основного оборудования. В свою очередь может подразделяться на несколько зон, если из аппарата в аппарат сырье поступает самотеком или аппарат заглублен. Аппараты, требующие постоянного наблюдения и обслуживания (реакторы, друк-фильтры и т. п.), устанавливаются на монтажных площадках. На полу устанавливают, как правило, сборники, центрифуги, нутч-фильтры и т. п. Зона занимает наибольшую часть чертежа, через нее проходит основная материальная линия.
4. Зона, где располагаются хранилища, сборники, насосы (может быть выполнена на одном уровне с основной зоной). В этой зоне также рекомендуется располагать основные магистральные трубопроводы, по которым осуществляется отвод потоков от установки.
5. Зона контрольно-измерительной аппаратуры. Аппаратурная схема должна приблизительно отражать действительное пространственное расположение аппаратов по вертикали. На схеме оборудование следует размещать слева направо по ходу технологического процесса.

На чертеже аппаратурной схемы не приводят оборудование, которое используют не только для проектируемого, но и для других производств (складские емкости, централизованные компрессоры и холодильные станции и т. п.). В этом случае на чертеже наносят

стрелку с надписью, указывающей, откуда поступает сырье, сжатый воздух, азот и т. п.



Рисунок 3 Рекомендуемое расположение элементов чертежа аппаратурной схемы

Все элементы и устройства изображаются в виде условных графических обозначений, установленных ОСТ 64-043-87 [5] – для технологического оборудования химико-фармацевтической промышленности и стандартами ЕСКД:

- ГОСТ 2.721-74 – обозначения общего применения;
- ГОСТ 2.722-68 – машины электрические;
- ГОСТ 2.780-96 – емкости гидравлические и пневматические;
- ГОСТ 2.782-96 – насосы и вентиляторы;
- ГОСТ 2.785-70 – арматура трубопроводная;
- ГОСТ 2.788-74 – аппараты выпарные;
- ГОСТ 2.789-74 – аппараты теплообменные;
- ГОСТ 2.790-74 – аппараты колонные;
- ГОСТ 2.791-74 – отстойники и фильтры;
- ГОСТ 2.792-74 – аппараты сушильные;
- ГОСТ 2.793-79 – элементы и устройства машин и аппаратов;
- ГОСТ 2.794-79 – устройства питающие и дозирующие;
- ГОСТ 2.795-80 – центрифуги;

- ГОСТ 2.796-95 – элементы вакуумных систем.

Условные графические обозначения наиболее широко используемого оборудования и устройств из вышеперечисленных стандартов приведены в приложении В.

При отсутствии стандарта на данное оборудование, его необходимо изображать схематически с основными технологическими штуцерами, загрузочными люками, входами и выходами основных продуктов. Хотя аппарат или машину показывают упрощённо, чертёж всё же должен отражать принципиальное устройство и основные его конструктивные особенности. Поэтому с целью более полной передачи информации о конструкции аппарата и его назначении допускается изображать отдельные элементы, находящиеся внутри его, например, змеевики, роботажные тарелки, мешалки и т. п.

Не допускается пересекать изображения аппаратов линиями трубопроводов.

Элементам и устройствам, показанным на схеме, как правило, присваивают буквенное обозначение, соответствующее начальной букве их наименований: аппарат – А; реактор – Р, компрессор – К; вентилятор – В; насос – Н; теплообменник – Т; вентиль регулирующийся – ВР; вентиль запорный – ВЗ и т. д.

Каждый аппарат, изображенный на схеме, должен иметь свой номер. Аппараты в схеме нумеруются слева направо, в порядке их упоминания в описании технологического процесса. Нумерация оборудования должна в точности соответствовать данной в описании аппаратурной схемы.

Для основных и вспомогательных аппаратов и машин в буквенно-цифровом обозначении высота цифры равна высоте букв, например: $A1, A2, B1, B2$. Для арматуры и приборов высота числового индекса равна половине высоты букв, например: BZ_1, BP_2 .

Буквенные обозначения элементов схемы следует проставлять для аппаратов, машин и механизмов непосредственно на их изображении, а при малом масштабе – в непосредственной близости от изображения (на полках линий-выносок, проводимых от изображения); для арматуры – рядом с её изображением.

Номера позиции на полках линий-выносок следует наносить параллельно основной надписи чертежа и группировать, по возможности, в строчку или колонку на одной линии по вертикали и горизонтали. Линии-выноски не должны пересекаться, а также пересекать контуры других аппаратов и линий, указывающих направление материальных потоков.

На чертеже не приводятся все позиции одного и того же назначения. Достаточно показать такой вид оборудования один раз, а в экспликации указать общее число единиц оборудования одного назначения, закрепленного за данным производством. Для непрерывных процессов при использовании каскада изображают все аппараты.

На чертеже аппаратурной схемы над основной надписью следует располагать перечень основного оборудования (экспликацию), которая заполняется сверху вниз и выполняется по следующей форме:

Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
8	8	35	90	10	

Dimensions: Total width 185, total height 15. Row heights: 8, 8, 15. Column widths: 8, 8, 35, 90, 10, 15.

В экспликации следует указывать: в графе "Поз." – позиционное обозначение элементов схемы, "Обозначение" – обозначение разрабатываемого оборудования, "Наименование" – наименование оборудования согласно чертежу или каталогу, "Кол." – количество оборудования, имеющего одинаковую размерность, конструкцию и назначение, "Примечание" – основные технические характеристики оборудования, материал.

На аппаратурных схемах можно помещать различные технические данные. Их записывают либо около графических обозначений элементов, по возможности справа или сверху, либо на свободном поле схемы. Например, около изображений аппаратов указывают номинальные значения параметров процесса (давление, температуру), состав участвующих в процессе масс и др.

На чертеже аппаратурной схемы должны быть изображены материальные трубопроводы (сырья, продуктов), а также другие виды трубопроводов (подвод и отвод теплоносителей, сжатого воздуха, азота, вакуумная линия), арматура и предохранительные устройства ("воздушка"), которые имеют существенное значение для правильного и безопасного ведения процесса. Остальные виды трубопроводов на чертеже не приводят.

Передачу материальных потоков из одного аппарата в другой изображают в виде линии связи, которые должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее количество изломов и взаимных пересечений. Расстояние между смежными параллельными линиями должно быть не менее 5 мм.

Допускается обрывать линии связи, если они затрудняют чтение схемы. Обрывы линий связи заканчивают стрелками, у которых указывают места подключения.

Направление материального потока обозначают стрелками. На каждом трубопроводе у места его отвода от магистрального трубопровода или места подключения или отвода от машины или аппарата необходимо проставлять стрелки, указывающие направление движения среды в трубопроводе. Стрелки указываются также в начале и в конце любого трубопровода, проведённого на схеме, в том числе и магистрального. Стрелки указывают одновременно и вид среды: светлые (незаштрихованные) – газообразные среды, тёмные (заштрихованные) – жидкие среды. Форма стрелки должна представлять собой равносторонний треугольник, а его размеры должны быть соизмеримы с размером условных изображений элементов и устройств на схеме. Максимальный размер сторон стрелки – 5 мм.

На линиях материальных потоков указывают размещение основной арматуры, определяющей направление движения потоков (вентили, краны), а также контрольно-измерительные приборы. Арматуру и приборы изображают на схемах стандартными условными обозначениями (раздел 3.1.3) и нумеруют в соответствии с описанием аппаратурной схемы.

В том случае, если аппаратурная схема отражает лишь часть технологического процесса, то целесообразно в начале и конце основных трубопроводов (исключая магистральные) делать надписи, например, "Исходная смесь", "На сушку" и т. д.

Условное обозначение трубопроводов состоит из графического и цифрового обозначения трубопровода по ГОСТ 2.784-96, ГОСТ 21.206-2012, ГОСТ 14202-69, проставляемого в разрыве линий связи (приложение Г). Число проставленных цифровых обозначений на линиях трубопроводов должно быть минимальным, но обеспечивающим понимание чертежа и удобство пользования им. При значительной длине линий связи цифровые обозначения (номера) проставляют через каждые 250-300 мм.

Условные изображения и обозначения трубопроводов, принятые на схеме, должны быть расшифрованы в таблице условных обозначений по форме:

20	Условное обозначение		Наименование среды в трубопроводе
	цифр.	графическое	
8	20	50	140

Все оборудование (аппараты, насосы, вентиляторы и др.) на схеме необходимо изображать сплошными тонкими линиями, а трубопроводы и арматуру – сплошными основными линиями.

3.1.3 Графическое оформление схем автоматизации

Автоматизация технологического процесса должна обеспечить контроль, регулирование и сигнализацию предельных значений параметров процесса и состояния технологического оборудования, блокировку и остановку технологических машин и аппаратов в аварийных ситуациях. Задачи автоматизации решаются наиболее эффективно тогда, когда они прорабатываются в процессе разработки технологии.

Объектами управления в системах автоматизации технологических процессов являются совокупность основного и вспомогательного оборудования, а также потоки энергии, сырья и материалов, определяемые особенностями конкретной технологии.

Функциональные задачи автоматизации реализуются с помощью технических средств, включающих: отборные устройства, средства получения первичной информации, средства преобразования и переработки информации, средства представления и выдачи информации обслуживающему персоналу, комбинированные, комплектные и вспомогательные устройства.

Основным техническим документом, показывающим связь между технологическим процессом и средствами контроля и управления, является функциональная схема автоматизации, на которой с помощью условных изображений схематически показывают технологическое оборудование, трубопроводы и средства автоматизации.

Как правило, вместо аппаратурной схемы целесообразно выполнять комбинированную аппаратурную схему, включающую функциональную схему автоматизации технологического процесса, которая наряду с перечисленными выше требованиями к аппаратурной схеме (раздел 3.1.2) дополнительно должна содержать:

- схему автоматизации с привязкой к аппаратурной схеме, разъясняющую принципы измерения, регистрации и автоматического регулирования параметров технологической схемы, а также блокировки и сигнализации, с условными изображениями приборов, средств автоматизации и линий связи, обеспечивающих нормальное ведение технологического процесса;
- буквенные обозначения функций, выполняемых приборами, и измеряемых (регулируемых) параметров технологической схемы с указанием предельных значений этих параметров, а также позиционные обозначения приборов и линий связи.

При специальном задании или оригинальном решении может быть представлен дополнительный лист.

Схема автоматизации составляется в точном соответствии с индивидуальным заданием на дипломное проектирование и иллюстрирует принятое автором проекта решение по автоматизации соответствующего аппарата, узла или части технологической схемы.

Общие принципы, которыми следует руководствоваться при разработке функциональных средств автоматизации, следующие:

- уровень автоматизации технологического процесса должен определяться не только целесообразностью внедрения определенного комплекса технических средств, но и перспективой модернизации и наращивания функций управления;
- при выборе технических средств и разработке средств автоматизации учитываются: вид и характер технологического процесса, условия, пожаро- и взрывоопасность, параметры и физико-химические свойства измеряемой среды, требуемая точность и быстродействие средств автоматизации;
- необходимо стремиться к применению однотипных средств автоматизации и предпочтительно унифицированных систем, как правило, серийно выпускаемых промышленностью;
- количество приборов, аппаратуры управления и сигнализации на щитах должно быть ограничено.

Функциональные схемы автоматизации могут разрабатываться с большей или меньшей степенью детализации. Существует два способа выполнения схем:

1. развернутым способом: с условным изображением щитов и пультов управления в виде прямоугольников в нижней части чертежа (рисунок 3, приложение Д), в которых показываются установленные на них средства автоматизации;

2. упрощенным способом: с изображением средств автоматизации непосредственно на аппаратурной схеме вблизи отборных и приемных устройств, без построения прямоугольников, условно изображающих щиты, пульты, пункты контроля и управления.

При выполнении схем по первому способу на них показывают все приборы и средства автоматизации, входящие в состав функционального блока или группы (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.), и место их установки.

Приборы и средства автоматизации, встраиваемые в технологическое оборудование и коммуникации и механически связанные с ними, изображают на чертеже в непосредственной близости от них. К таким средствам автоматизации относятся: отборные устройства давления, уровня, состава вещества, датчики, воспринимающие воздействие измеряемых и регулируемых величин (измерительные сужающие устройства, ротаметры, счетчики, термометры расширения и т.п.), исполнительные механизмы, регулирующие и запорные органы.

Приборы и средства автоматизации, которые расположены вне щитов и не связаны непосредственно с технологическим оборудованием и трубопроводами, условно показывают в прямоугольнике "Приборы местные", располагаемом в нижней части схемы.

Прямоугольники щитов и пультов следует располагать в такой последовательности, чтобы при размещении в них приборов и средств автоматизации обеспечивалась наибольшая простота и ясность схемы и минимум пересечений линий связи.

Преимуществом этого способа является большая наглядность, облегчающая чтение схемы.

При построении схем по второму способу дается только общее представление о принятых решениях по автоматизации объекта. При упрощенном изображении на схеме показывают: отборные устройства, измерительные и регулирующие приборы, исполнительные механизмы и регулирующие органы.

Функциональные схемы, выполненные по такому способу, не отображают организацию пунктов контроля и управления объектом.

При выполнении функциональных схем обоими способами с изображением приборов по ГОСТ 21.208-2013 отборное устройство

для всех постоянно подключенных приборов не имеет специального обозначения, и представляет собой тонкую сплошную линию, соединяющую технологический трубопровод или аппарат с первичным измерительным преобразователем или прибором.

При необходимости указания точного места расположения отборного устройства или точки измерения (внутри контура технологического аппарата) в конце тонкой линии изображается окружность диаметром 2 мм (см. прибор 8-1 приложение Д).

Функциональные связи между технологическим оборудованием и установленными на нем первичными преобразователями, а также со средствами автоматизации, установленными на щитах и пультах, на схемах показывают тонкими сплошными линиями 0,2...0,3 мм. Подвод линий связи к символу прибора допускается изображать в любой точке окружности (сверху, снизу, сбоку, под углом). Линии связи должны наноситься на чертежи по кратчайшему расстоянию и проводится с минимальным числом пресечений. Допускается пересечение линиями связей изображений технологического оборудования и коммуникаций. Пересечение линиями связи условных обозначений приборов и средств автоматизации не допускается.

Условное графическое обозначение приборов, средств автоматизации, электрических, вычислительных и микропроцессорных устройств на аппаратурной схеме необходимо выполнять по ГОСТ 21.208-2013 линиями, толщиной 0,5...0,6 мм (приложение Е), горизонтальная разделительная черта внутри обозначения – линиями толщиной 0,2...0,3 мм, прямоугольники, изображающие щиты и пульта, – 0,6...1,5 мм.

Принцип построения буквенного обозначения функций, выполняемых приборами, а также их позиционных обозначений изображены на рисунке 4.

В верхнюю половину окружности, обозначающей элемент измерительной цепи или регулятор, сначала записывают обозначения измеряемых или регулируемых параметров и, если это необходимо, их уточнение, затем - обозначения основных функций, выполняемых этим устройством (приложение Е).

В приложении Е также приведены некоторые дополнительные обозначения, применяемые для конкретизации основных обозначений. Эти обозначения приводят на функциональной схеме справа от обозначения устройства.

В нижней части окружности наносится цифровое позиционное обозначение, служащее для нумерации комплекта измерения или

регулирования (при упрощенном способе) или отдельных элементов комплекта (при развернутом способе) (см. приложение Д). Позиционные обозначения выполняются арабскими цифрами в соответствии с описанием аппаратурной схемы. Они должны присваиваться всем элементам функциональных групп, за исключением отборных устройств, приборов и средств автоматизации, поставляемых комплектно с технологическим оборудованием.

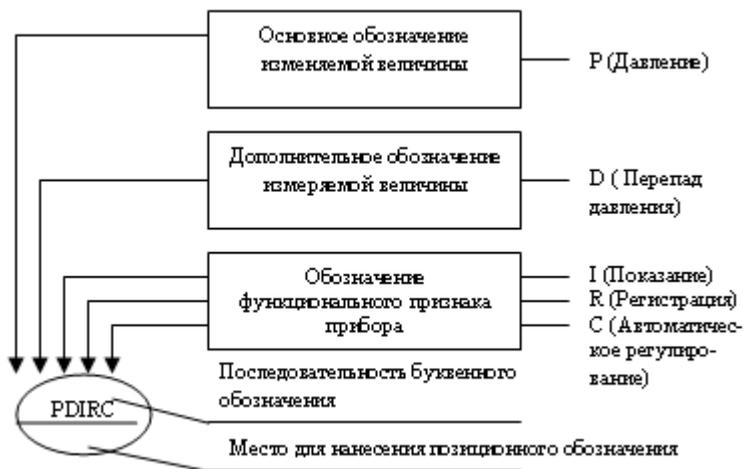


Рисунок 4 Принцип построения условного обозначения прибора для измерения, регистрации и автоматического регулирования перепада давления

Результатом составления функциональной схемы автоматизации являются:

- выбор методов измерения технологических параметров;
- выбор основных технических средств автоматизации, наиболее полно отвечающих предъявляемым требованиям и условиям работы автоматизируемого объекта;
- определение приводов исполнительных механизмов регулирующих и запорных органов технологического оборудования, управляемого автоматически или дистанционно;
- размещение средств автоматизации на щитах, пультах, технологическом оборудовании, трубопроводах.

Пример оформления аппаратурной схемы, совмещенной с функциональной схемой автоматизации, приведен в приложении Ж.

3.2 Чертеж общего вида аппарата

3.2.1 Основные требования к чертежам общего вида

Чертежи основного аппарата должны быть представлены чертежом общего вида аппарата и чертежами наиболее ответственных деталей и/ или узлов.

Требования к чертежу общего вида регламентированы ГОСТ 2.120-73. Чертеж общего вида, выполненный в масштабе 1:5–1:25, должен давать полное представление об устройстве аппарата и о форме каждой детали (за исключением покупных и стандартных), т. е. давать возможность выполнения по нему рабочих чертежей деталей и сборочных единиц.

Чертеж общего вида должен содержать:

- изображение аппарата (ГОСТ 2.305-2008);
- указания о расположении опор изделия, вид или схему с действительным расположением и обозначением штуцеров, патрубков, люков и т.д.;
- спецификацию составных частей;
- текстовую часть (технические требования, технические характеристики, таблицу штуцеров и пр.) (ГОСТ 2.316-2008);
- размеры габаритные, присоединительные, посадочные, установочные и справочные (ГОСТ 2.307-2011);
- указания о способах соединений неразъемных частей (сварных, паяных и др.) (ГОСТ 2.312-72 и ГОСТ 2.313-82);
- в случае необходимости, указания о твердости, шероховатости поверхности (ГОСТ 2.309-73), виде покрытий (ГОСТ 2.310-68) и другие технические данные для ответственных деталей;
- основную надпись (ГОСТ 2.104-2006).

Количество видов, разрезов и сечений должно быть минимальным, но достаточным для понимания конструкции, устройства аппарата, взаимодействия его отдельных частей, принципа работы, выполнения рабочей документации.

При обозначении разрезов на изображении аппарата положение секущей плоскости показывают разомкнутой основной линией. При сложном разрезе штрихи, обозначающие секущие плоскости, проводятся также в местах пересечения этих плоскостей. Перпендикулярно к начальному и конечному штрихам на расстоянии 2-3 мм от их концов ставятся стрелки, указывающие направление взгляда, и прописные буквы русского алфавита, проставляемые с внешней стороны образованного угла.

Видам, разрезам, сечениям и выносным элементам присваивают буквенные обозначения в алфавитном порядке без повторения и пропусков, за исключением букв: Й, О, Х, Ъ, Ы, Ь, независимо от количества листов чертежа. В случае недостатка букв применяют цифровую индексацию, например: *A1*. Если чертеж выполнен на нескольких листах, то в указаниях о дополнительном виде, разрезе приводится номер листа, где выполнено изображение. Над самим изображением указывается рядом с буквенным обозначением номер листа, где отмечен этот дополнительный вид или разрез. Например: *B (2)*, *A - A (1)*. Для буквенных обозначений необходимо применять шрифт размером в два раза больше размера цифр размерных чисел, применяемых на том же чертеже.

Виды, разрезы и сечения допускается поворачивать. В этом случае обозначение соответствующего изображения должно быть дополнено условным графическим обозначением, которое читается словом "Повернуто". Направление поворота (по часовой или против часовой стрелки) указывается направлением стрелки. При необходимости указывают угол поворота, например, 135° .

Наименования и обозначения составных частей изделия на чертежах общего вида указывают в таблице (спецификации) (см. раздел 2.7), размещаемой на чертеже общего вида над основной надписью.

На полках линий-выносок указывают номера позиций составных частей, включенных в спецификацию. Полки линий-выносок с номерами позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии (ГОСТ 2.109-73).

Линии выноски не должны пересекаться между собой, быть параллельны линиям штриховки (при прохождении линии-выноски по заштрихованному полю) и по возможности не должны пересекать размерные линии и элементы изображения, к которым не относится помещенный на полке номер позиции.

Допускается общая линия-выноска с вертикальным расположением номеров позиций для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления, а также для группы деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью, исключаяющей различное понимание, когда условия чертежа не позволяют подвести линию-выноску к каждой детали чертежа. В таких случаях полки линий-выносок должны размещаться колонкой и соединяться тонкой линией.

Номера позиций следует наносить шрифтом, размером на 1-2 номера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже.

Текстовая часть – технические требования и техническая характеристика – должна располагаться над спецификацией. Между текстовой частью и спецификацией не допускается помещать изображения, другие таблицы. В случаях, если над спецификацией недостаточно места, текст технических требований следует размещать рядом со спецификацией в виде колонки шириной 185 мм. При выполнении чертежа на двух или более листах текстовую часть следует помещать только на первом листе.

Техническая характеристика обычно содержит:

- характеристику показателей назначения (производительность, объем аппарата (номинальный и рабочий), площадь поверхности теплообмена и т.д.);
- параметры, характеризующие функционирование аппарата (максимальное давление, максимальная температура среды, вид и температура теплоносителя, частота вращения мешалки, токсичность и взрывоопасность среды и т.д.)
- мощность установленных приводов;
- габаритные размеры аппарата;
- массу аппарата.

Пункты технической характеристики должны иметь сквозную нумерацию. Каждый пункт технической характеристики записывают с новой строки.

Если параметр, приводимый в технической характеристике, имеет размерность, то после наименования параметра через запятую проставляется размерность параметра, а затем после тире ставится величина этого параметра. Например,

1 Мощность электродвигателя привода, кВт – 0,4.

2 Давление горячей воды в рубашке, МПа – 0,3 и т.д.

Технические требования, размещаемые после технической характеристики, в общем случае могут предъявляться:

- к материалам, заготовке, термической обработке, указаниям на возможность использования материалов-заменителей;
- к разрезам, предельным отклонениям размеров, формам и расположению поверхностей, массам отдельных деталей;
- к качеству поверхностей, отделке, покрытиям;
- к зазорам, расположению отдельных элементов конструкции;
- к настройке, регулировке;
- к бесшумности, виброустойчивости и т.д.;

- к маркировке и клеймению;
- к правилам транспортировки и хранения;
- к контролю и испытанию;
- к особым условиям эксплуатации.

В технических требованиях указывают обозначения ГОСТ, согласно которым должен быть изготовлен и испытан аппарат, обозначения ГОСТ на основные материалы и т.п.

Техническую характеристику и технические требования помещают под заголовками "Техническая характеристика" и "Технические требования", которые не подчеркивают. Если на чертеже приводятся только технические требования, то заголовок "Технические требования" не пишут.

На первом листе чертежа общего вида располагается таблица назначения штуцеров, гильз, люков и др., которая должна выполняться по следующей форме:

Обозначение	Наименование	Кол.	Проход условный Ду, мм	Давление условное Ру, МПа	20
					8

Dimensions: 12, 90, 10, 18, 148, 20, 8

Таблица штуцеров для аппаратного оборудования должна включать в себя назначение штуцеров, люков, патрубков для контрольно-измерительных приборов, их буквенное обозначение, количество, условный диаметр и условное давление. Обозначение штуцера в виде прописной буквы русского алфавита представляется в таблице и на чертеже. На чертежах обозначение штуцера показывается на полках линий-выносок, проводимых от штуцера. При этом не допускается повторения буквенных обозначений с видами, разрезами и сечениями. Таблицу штуцеров располагают на свободном поле чертежа, над таблицей помещают заголовок "Таблица штуцеров".

На чертежах общего вида изделия необходимо изображать временные защитные детали (ответные фланцы, заглушки и т.д.)

При нанесении штриховки и обозначении материалов в разрезах и сечениях необходимо руководствоваться ГОСТ 2.306-68.

Размеры и предельные отклонения на чертежах следует проставлять по ГОСТ 2.307-2011.

Все размеры делятся на исполнительные и справочные. Исполнительными размерами называются размеры, подлежащие выполнению по данному чертежу, т.е. необходимые для изготовления и контроля изделия. Справочными называются размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу. Справочные размеры указываются для большего удобства пользования чертежом. На чертеже их отмечают знаком *, а в технических требованиях записывают: * Размеры для справок. Если все размеры на чертеже справочные, их знаком * не отмечают, а в технических требованиях записывают: Размеры для справок.

На чертежах общего вида проставляются следующие виды справочных размеров:

- габаритные - размеры, определяющие предельные внешние (или внутренние) очертания аппарата;
- установочные и присоединительные размеры определяют величины элементов, по которым данное изделие устанавливают на месте монтажа или присоединяют к другому изделию;
- посадочные – размеры, определяющие номинальную величину и предельные отклонения сопрягаемых деталей.

На чертежах узлов кроме вышперечисленных справочных размеров проставляются исполнительные размеры. Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях.

Размеры на чертежах не допускается наносить в виде замкнутой цепи, за исключением случаев, когда один из размеров указан как справочный. При нанесении размерных линий минимальные расстояния между параллельными размерными линиями должны быть 7 мм, а между размерной линией и линией контура – 10 мм.

Условное обозначение шва сварного соединения следует наносить по ГОСТ 2.312-72 на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны, и под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с оборотной стороны. При этом линия-выноска имеет одностороннюю стрелку по месту касания линии шва. Структура условного обозначения стандартного шва, в общем случае, складывается из вспомогательных знаков шва, стандарта на тип шва, буквенно-цифрового обозначения шва по стандарту, способа сварки (можно не указывать), катета шва. Сварочные материалы можно указывать на чертеже в технических требованиях или таблице швов. Допускается сварочные материалы не указывать.

Всем одинаковым швам следует присвоить один порядковый номер и наносить его на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением шва; на полке или под полкой линии-выноски, не имеющей обозначения шва. Допускается одинаковым швам на чертеже не присваивать порядковые номера, а отмечать их линиями-выносками без полок.

Рекомендуемое расположение основных элементов чертежа общего вида показано на рисунке 5.

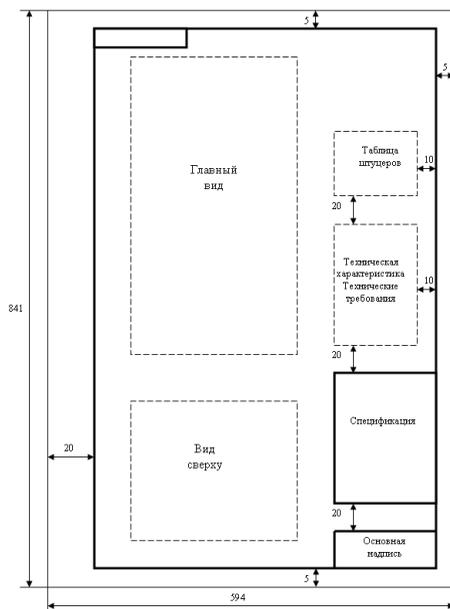


Рисунок 5 Рекомендуемое расположение элементов чертежа общего вида

При наличии на чертеже какого-либо слишком мелкого фрагмента конструкции и потому плохо читаемого, его целесообразно изображать отдельно в увеличенном масштабе в виде "выносного элемента". Соответствующее место выносного элемента на виде, разрезе или сечении отмечают замкнутой сплошной тонкой линией – окружностью, овалом, прямоугольником и т.д. Обозначают выносной элемент прописной буквой на полке линии-выноски. Над изображением выносного элемента указывают обозначение и масштаб, в котором он выполнен: $A(2:1)$.

Пример оформления чертежа общего вида аппарата с мешалкой приведен в приложении И.

3.2.2 Упрощения в чертежах общего вида

Чертежи общего вида и сборочные чертежи в дипломных и курсовых проектах выполняются, как правило, с упрощениями согласно требованиям стандартов ЕСКД: ГОСТ 2.109-73, ГОСТ 2.119-73, ГОСТ 2.120-2013.

Допускается не показывать: фаски, скругления, проточки, углубления, рифления и другие мелкие элементы.

Если имеются одинаковые по размерам и форме составные части, например, винты, шпильки и т.п., то вычерчивается только один элемент, а остальные изображаются упрощенно или в виде осевых линий.

На изображении чертежа общего вида допускается показывать условно смещенными штуцера, бобышки, люки и т.п., не изменяя их расположения по высоте или длине аппарата. На виде аппарата сверху необходимо показать действительное расположение штуцеров, бобышек, люков и т.п..

3.3 Схема расположения технологического оборудования (компоновочный чертеж)

3.3.1 Правила выполнения компоновочных чертежей

Основное назначение чертежа компоновки оборудования стоит в следующем:

1. определение конфигурации здания, его размеров, этажности, состава производственных помещений и их рациональное взаимное расположение;
2. выбор оптимального варианта взаимного расположения оборудования.

Понятие оптимального варианта размещения должно учитывать решение комплексных задач:

- организацию технологического процесса путем обеспечения материальных и энергетических потоков для получения целевого и побочного продуктов с минимальными потерями;
- организацию монтажа оборудования, его обслуживания и ремонта промышленными методами;
- обеспечение безопасных условий труда и экологически чистых условий производства;
- достижение минимальной стоимости строительства и эксплуатации сооружений и оборудования.

Для решения задач компоновки технологического оборудования исходными данными являются результаты разработки технологической схемы и расчета аппаратурного оформления, гидравлического, теплового расчетов, полученные на предшествующих этапах. Выходными данными являются габаритные размеры цехов, координаты расположения оборудования, конфигурация площадок обслуживания и этажерок.

Компоновочный чертеж – это масштабное изображение архитектурно-строительных конструкций и расположение в плане всех аппаратов. Масштаб исполнения 1:50, 1:100, 1:200 или 1:400.

Компоновочный чертеж должен содержать чертежи поэтажных планов и разрезы помещений.

План дает расположение оборудования на горизонтальных поверхностях (фундамент, пол, междуэтажные перекрытия и т.п.). План всегда имеет отметку уровня, на котором он дается. Базовым уровнем считается 0.00 - обычно, это уровень фундамента или пола первого этажа. План может быть комбинированным, в этом случае дается несколько отметок.

Для характеристики изображенного здания даются разбивочные оси, проходящие по основным несущим конструкциям (колоннам) (таблица 3). Колонны обозначают пересечением двух взаимно перпендикулярных продольных и поперечных разбивочных осевых линий.

На планах необходимо наносить сетку колонн и наружные контуры аппаратов. Все помещения, изображенные на поэтажных планах, должны иметь размеры (длина, ширина) и площадь в м².

Продольные (вертикальные) разбивочные оси обозначаются прописными буквами русского алфавита: А, Б, В и т.д., за исключением букв З, И, Х, О, Ц, Ч, Ы, Ь, Ъ. Продольные оси следует обозначать снизу вверх.

Поперечные (горизонтальные) разбивочные оси обозначают слева направо арабскими цифрами: 1, 2, 3 и т.д.

Буквенные и цифровые обозначения осей следует помещать в кружках диаметром 10 мм. Между осями дается размер, характеризующий принятый шаг основных конструкций. Все размеры даются в мм (рисунок 6).

Таблица 3 Объемно-планировочные параметры зданий в соответствии с укрупненными модулями по ГОСТ 23839-89

Элементы зданий	Размеры элементов	Примечание
Пролеты, м:		
одноэтажных зданий	6; 9; 12; 18; 24 30; 36	
многоэтажных зданий	6; 9;	
	12; 18; 24	для пролетов верхних этажей с укрупненной сеткой колонн
Шаг колонн, м:		
одноэтажных зданий	6; 12	
многоэтажных зданий	6	
Высота, м:		
одноэтажных зданий	3,6; 4,2; 4,8; 5,4; 6,0	только для пролетов до 12 м
	6,0; 7,2; 8,4; 9,6; 10,8; 12,0; 13,2; 14,4; 15,6; 16,8; 18,0	
многоэтажных зданий	3,3	только для бытовых помещений
	3,6	только для цокольных или подвальных помещений
	4,8; 6,0	высота основных производственных этажей
	7,2; 8,4; 9,6; 10,8	для последнего этажа с укрупненной сеткой колонн
	7,2	только для первого этажа



Рисунок 6 Объемно-планировочные и конструктивные элементы здания

Кроме изображения оборудования в плане по этажам необходимо выполнить поперечные и продольные разрезы цеха, на которых целесообразно показать все аппараты.

Разрез представляет собой вертикальное сечение производственного помещения. Место сечения выбивается на плане и

указывается тем же способом, что и любое сечение на чертеже ("Разрез А-А" и т.п.). Цель разреза - указать расположение оборудования по высоте помещения. Разрез, как и план, может быть при необходимости сложным (ступенчатым). Секущие плоскости по возможности должны проходить через дверные и оконные проемы. Аппараты, попадающие в секущую плоскость, не режут. Лучше вообще не проводить секущую плоскость через аппараты, а применять ступенчатые разрезы.

Разрезы цеха рекомендуется выполнять в масштабе 1:50. Как и на планах этажей, в разрезах оборудование изображается наружными контурами. При этом необходимо показывать способ установки оборудования (на фундаменте, постаменте и т.д.), высоту его установки и высоты расположения всех междуэтажных перекрытий и площадок. На разрезах следует указывать оконные и дверные проемы, выставлять высотные отметки (в метрах) и основные размеры наиболее характерных элементов, изображенных на разрезе.

Планы и разрезы должны быть сделаны таким образом, чтобы полностью выявить как основные конструктивные особенности проектируемого здания, так и расположение аппаратуры в нем. Каждый аппарат должен быть виден, как минимум, в двух проекциях. На чертеже должны быть проставлены привязочные размеры (от оси аппарата до ближайшей стены, колонны, края монтажной площадки и т. п.) для основной аппаратуры. Аппараты следует ориентировать и привязывать по двум направлениям к осям колонн или к уже нанесенным на план аппаратам. Размеры необходимо указывать в метрах.

В дополнение к основным разрезам и планам с расположением оборудования, в отдельных случаях можно давать частные разрезы и планы с соответствующей привязкой к осям здания.

Конструкция кровли иллюстрируется соответственной выноской с указанием наименований материалов, входящих в ее состав. Аналогичная выноска дается по конструкциям полов в производственных и бытовых помещениях.

Компоновочный чертеж должен содержать перечень оборудования – экспликацию. Номера аппаратов в экспликации обязательно должны совпадать с их номерами на технологической схеме. В экспликации следует указывать наименование аппарата, количество таких аппаратов и их массу (в графе "Примечание").

Необходимо помнить о том, что цех должен иметь четкую планировку, обеспечивающую удобство монтажа, эксплуатации и ремонта оборудования. Поэтому оборудование должно располагаться

правильными рядами, а расстояния между аппаратами, ширина проходов и другие размеры должны соответствовать действующим нормам. Установка аппаратов должна исключать возможность их опрокидывания; должен быть обеспечен доступ ко всем частям аппарата; для удобства обслуживания, осмотра и ремонта должны быть установлены площадки и лестниц, которые не должны нарушать устойчивость аппарата.

3.3.2 Факторы, влияющие на компоновку оборудования

При монтажно-техническом проектировании производств необходимо учитывать комплекс факторов, которые в итоге формируют окончательный вариант компоновки оборудования и объемно-планировочных решений.

К таким факторам в первую очередь относятся условия функционирования схемы. Такими условиями могут быть требования перепада высот между отдельными единицами оборудования, особенности транспортировки материальных потоков, необходимые уклоны трубопроводов и самотеков для транспортировки жидких и сыпучих материалов.

Условия функционирования технологической схемы формируются, прежде всего, на основе технологического регламента производства и норм технологического проектирования для данного производства.

Следующая группа факторов, влияющих на компоновочные решения, – это комплекс нормативной документации, которая разрабатывается головными институтами данной отрасли промышленности.

Потребительские свойства лекарственных препаратов – эффективность, безопасность и фармацевтические аспекты качества – обеспечиваются благодаря соблюдению важнейшего международного стандарта GMP - надлежащей производственной практики (Good Manufacturing Practice) (российский стандарт ГОСТ Р 52249-2009). Они обязательны для всех предприятий, выпускающих как готовые лекарственные формы, так и субстанции – биологически активные вещества, предназначенные для изготовления готовых лекарственных средств, в том числе и биотехнологическими методами.

Раздел 3 ГОСТ Р 52249-2009 касается особых требований зданиям и помещениям, а также технологическому оборудованию, их изоляции, размещению, конструкции и эксплуатации.

Важной составляющей организации производства активных субстанций, лекарственных средств и медицинских продуктов в соответствии с GMP является концепция гигиенических зон ("чистых" помещений).

"Чистое" помещение – производственное помещение и/или зона для изготовления лекарственных средств с чистотой воздуха, нормируемой по содержанию механических частиц определенного размера и жизнеспособных микроорганизмов, сконструированное и используемое таким образом, чтобы свести к минимуму проникновение, распространение, образование и сохранение механических частиц и микроорганизмов внутри этих помещений.

Эта концепция включает в себя следующие аспекты:

- Определение гигиенических зон.
- Потоки материалов и персонала, повышающие риск переноса загрязнений, и концепция переходных шлюзов.
- Базовые требования к вентиляционной технике.

Вышеуказанные аспекты должны быть обязательно учтены при разработке планировки производства в соответствии с GMP. Гигиенические требования и структура помещений для производства лекарственных средств изложены в национальном стандарте РФ ГОСТ Р ИСО 14644-4-2002 и МУ 64-02-005-2002 [6].

В них определены гигиенические зоны для конкретных технологических операций в производстве стерильных лекарственных средств (лекарственных форм для парентерального применения в виде растворов, суспензий, эмульсий; твердых лекарственных веществ (порошков, таблеток, пористых масс), которые растворяют в стерильном растворителе непосредственно перед введением, глазных капель и мазей, лекарственных средств для местного применения на открытые раны). Они делятся по классам чистоты на зоны А, В, С и D и отличаются друг от друга допустимым содержанием аэрозольных частиц и микробиологической нагрузкой для воздуха и поверхностей. Методические указания [6] устанавливают гигиеническую зону К для нестерильных лекарственных средств (всех, не относящихся к стерильным), определение которой основывается только на микробиологических показателях воздуха.

Таким образом, можно сказать, что за исключением активных субстанций, задекларированных как стерильные, определение гигиенических зон по параметрам допустимого содержания аэрозольных частиц и микробиологической нагрузки, на основании

вышеуказанных нормативных требований лежит в ответственности производителя активных субстанций.

В случае активных субстанций, получаемых биотехнологическими методами, необходимо учитывать особые требования, касающиеся вирусной безопасности конечного продукта, а также риска контаминации инородными организмами или инородными веществами (например, инородными белками).

3.3.3 Выбор типа конструкции цеха и влияние его на компоновку оборудования

При проектировании производств существенную роль играет выбор типа конструкции производственных помещений, который определяется спецификой размещаемых производств, их производительностью и экономической целесообразностью.

Размещение производств может осуществляться на открытых площадках, в многоэтажных зданиях и в зданиях ангарного типа.

Проектирование производств на открытых площадках применяют в особых случаях, так как повышается износ оборудования, что вызвано систематическим попаданием на технологическое оборудование осадков, перепадами температур и т.п. Ремонт и обслуживание технологического оборудования и трубопроводов также усложняются. Но такой способ иногда необходим, например, в случаях, когда невозможно обеспечить требования по безопасности производств в закрытом помещении.

При компоновке оборудования в многоэтажных производственных зданиях к строительной конструкции предъявляются следующие требования:

- иметь в плане форму прямоугольника;
- монтироваться из унифицированных железобетонных конструкций с шагом сетки колонн 6×6 или 9×9 м ;
- высота этажей должна быть кратной 0,6 м, но не менее 3 м;
- ширина многоэтажного здания должна быть не менее 18 м;
- количество этажей определяется характером производства, а также зависит от плана застройки и может меняться;
- для монтажа и демонтажа оборудования в строительной конструкции должны быть предусмотрены постоянные или временные монтажные проемы.

Одним из недостатков применения многоэтажных цехов является экономическая неэффективность при проектировании производств малой мощности. Часто при проектировании приходится сталкиваться с проблемой размещения производств в существующих

помещениях, в том числе, изначально использовавшихся в других целях.

При проектировании производств в ангарных цехах отсутствует дискретность при размещении технологического оборудования, что с одной стороны, увеличивает число возможных вариантов компоновки, а, следовательно, дает возможность найти более оптимальное решение при проектировании, но с другой стороны – требует использования новых, более сложных методов и алгоритмов нахождения оптимального решения задачи. Появляются такие подзадачи как определение конфигураций этажеров, лестниц.

Общая последовательность размещения оборудования в закрытом варианте следующая:

- в начале определяют этажность здания (решающие факторы – условия застройки и технология производства);
- затем в масштабе 1:100 изображаются планы этажей, наиболее интересных с точки зрения технологии, наносится сетка колонн и наружные контуры аппаратов. При этом в процессе компоновки обсуждаются различные варианты планов и определяется оптимальный вариант размещения;
- размещение оборудования начинается с выделения групп аппаратов, объединенных определенными признаками. Установив группу, переходят к расстановке отдельных аппаратов;
- сгруппированное и размещенное оборудование вместе со строительными конструкциями образуют производственные отделения.

В общем случае различают три вида производственных помещений и отделений:

- основные производственные (аппаратурное отделение, компрессорное и насосное отделения, тепловый пункт, водо- и парокolleкторные отделения);
- вспомогательные производственные отделения (вентиляционные камеры, прицеховые электрические подстанции, распределительные пункты);
- обслуживающие отделения (прицеховые ремонтные мастерские, кладовые, бытовки, административные помещения).

С точки зрения пожаровзрывоопасности в зависимости от перерабатываемых веществ производственные помещения подразделяются на пять категорий: А, Б, В, Г, Д, Е. В зависимости от категории строительные конструкции цехов также имеют те или иные особенности. Например, на случай аварии для уменьшения

разрушений, в помещениях А и Б перекрытия этажей должны иметь взрывные проемы. Помещения этих категорий лучше размещать у наружных стен.

3.3.4 Основные правила и требования, предъявляемые к компоновке оборудования

Приведенные ниже правила размещения оборудования отражают неформальный характер требований к размещению оборудования, вытекающих из особенностей технологии, правил техники безопасности, обслуживания оборудования и др. Для удобства они объединены в отдельные блоки правил.

Группировка оборудования по отделениям

- Однотипные аппараты одинакового производственного назначения (например, реакторы, выпарные и другие аппараты), выполняющие сходные технологические функции целесообразно объединить в специализированные агрегаты. Это обеспечивает взаимозаменяемость аппаратов и удобство их обслуживания (загрузка из одних мерников, однотипность контроля и обслуживания аппаратов работниками одинаковой квалификации).
- В одном помещении не следует объединять оборудование с различными по категориям выделениями. В противном случае приходится, например, насос, перекачивающий воду, но расположенный рядом с углеводородным насосом, снабжать более дорогим взрывобезопасным электродвигателем.
- Вибрирующее оборудование (компрессоры (особенно поршневые), центрифуги, насосы, дробилки и другие машины, а также аппараты, в которые подается острый пар или большие потоки газа) объединяют и размещают на массивных фундаментах, тщательно изолируемых от соседних строительных конструкций. Мелкое вибрирующее оборудование (центробежные насосы, вентиляторы) может располагаться на железобетонных перекрытиях с обязательным использованием вибропоглощающих элементов (резиновых полос, войлочных или пенопластовых ковров, пружинных амортизаторов).
- В отдельную группу выделяются сильно пылящие машины, аппараты, работа которых связана с выбросами (выделениями) вредных паров и газов. Такое оборудование необходимо устанавливать в отдельных изолированных помещениях с использованием тамбуров для входа-выхода и обеспеченных

вентиляцией с системами улавливания и очистки вредных выбросов.

- Особое внимание уделяют потенциально опасному оборудованию, т. е. такому, которое связано с возможностью образования в нем пожаро- и взрывоопасных концентраций веществ. При компоновке такого оборудования требуются специальные решения.

Общие требования к размещению оборудования

- Обеспечение возможности монтажа и демонтажа оборудования в монтажные проемы или временные монтажные проемы в окнах.
- Аппараты должны быть снабжены обслуживающими площадками с тех сторон, откуда ведется обслуживание аппарата, в том числе для обслуживания штуцеров КиП и другой трубопроводной арматуры.
- Аппараты с высоко расположенными люками, штуцерами, перемешивающими устройствами, крышками, обслуживание которых ведется со специальных площадок, должны размещаться так, чтобы их можно было использовать в качестве опор для этих площадок. Лестницы на площадки обслуживания должны устанавливаться под углом 45° .

Требования к помещениям в соответствии с правилами GMP

- Помещения должны быть по возможности расположены таким образом, чтобы производство протекало по логически упорядоченным шагам в соответствии с порядком технологических операций и классами чистоты.
- Перекрестная контаминация должна предотвращаться с помощью подходящих технических или организационных мероприятий. Например, производство в пространственно отделенных зонах, устройство подходящих шлюзов и вытяжных устройств (рисунок 7,8).
- Помещения должны иметь гладкие, не пористые внутренние поверхности (стены, полы, потолки, двери) с минимальным количеством выступающих частей, легкодоступные для обработки дезинфицирующими растворами. Сопряжения между стенами, полами и потолками должны быть скругленными.
- Размеры чистого помещения должны быть, по возможности, минимальными. Большую площадь, как правило, следует разделить на несколько зон или помещений с физическими барьерами или без них.

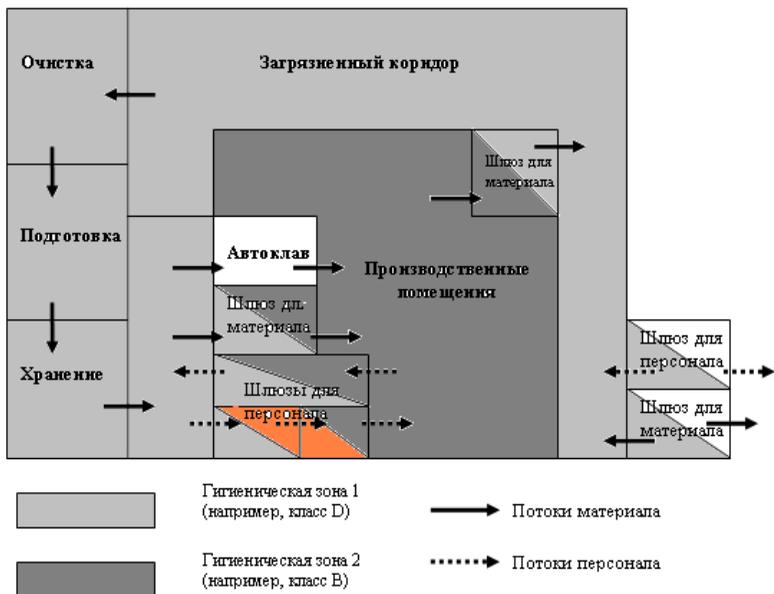


Рисунок 7 Пример организации производства лекарственных средств

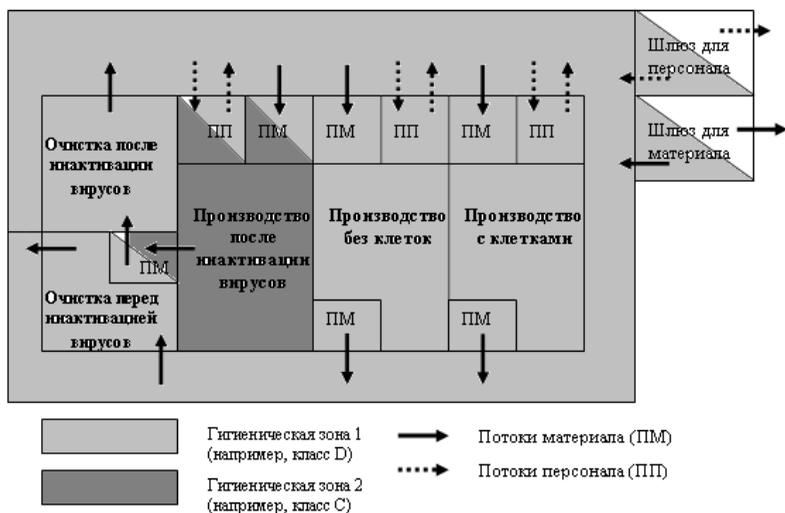


Рисунок 8 Пример организации биотехнологического производства

- Критические рабочие места или зоны риска в чистых помещениях следует располагать на достаточном расстоянии от входов и выходов, основных маршрутов передвижения или других факторов, которые могут вызвать нарушение потока воздуха и повысить уровень загрязнения.
- Вспомогательные зоны (зоны технического обслуживания, удаления отходов, хранения уборочного инвентаря, туалеты, комнаты приема пищи и т.п.) располагают так, чтобы не повредить критическим условиям внутри "чистого" помещения. Перепады давления или потоки воздуха, порядок доступа и связи (воздушные шлюзы, переговорные устройства и средства внутренней связи), герметизация ограждающих конструкций (места соединения, контуры технологического оборудования и устройств удаления отходов, сопрягаемые с ограждающими конструкциями) должны быть предусмотрены и выполнены так, чтобы исключить перекрестные загрязнения.
- Окна в стенах "чистых" помещений должны быть герметичными и обеспечивать обзор действий внутри помещения, не входя в него. Окна не должны открываться. Может использоваться двойное остекление для того, чтобы поверхности стены и стекла были в одной плоскости. Внутри такого остекления могут быть жалюзи или шторы. Установка жалюзи и штор внутри чистого помещения не допускается.
- Число проемов, соединяющих чистое помещение с наружной средой или примыкающими помещениями, должно быть минимальным.
- Материалы для отделки должны быть не пылящими, легко моющимися, негорючими и устойчивыми к воздействию дезрастворов, ультрафиолетового излучения, не генерирующими и не удерживающими существенный электростатический заряд. Типовыми материалами для стен и потолков являются листы из нержавеющей стали, анодированный алюминий, другие материалы с полимерными покрытиями (листовыми, рулонными или лакокрасочными), устанавливаемые или наносимые на соответствующие основания или конструкцию; для полов - полимерные наливные или рулонные (листовые) материалы, плиточные материалы с герметизацией швов.
- Помещения должны иметь освещение, температуру и влажность воздуха, соответствующие санитарным нормам.

- В помещениях "А"–"С" классов чистоты должны отсутствовать открытые коммуникации, воздуховоды, раковины, нежелательны они и в "Д" классе.
- Вход персонала в "чистые" помещения и передача сырья в них – через воздушные шлюзы или передаточные камеры, в которых следует предусмотреть барьерные (разделительные) скамьи или другие средства разделения с необходимыми устройствами и процедурами. Проходы для материалов и персонала должны быть разделены.
- Перед входом в "чистые" помещения предусматриваются санпропускники для подготовки персонала (со шкафчиками для переодевания, с умывальниками).

Правила компоновки, вытекающие из требований ремонта оборудования

Чистка составляет основную часть ремонтных работ. Теплопередающие поверхности чистят от накипи, шлака, смол; реакционные котлы от остатков переработанных веществ; ректификационные колонны, сборники, отстойники также подлежат периодической чистке. В процессе чистки приходится разбирать оборудование, открывать люки, извлекать трубы, что требует соответствующей производственной площади. Поэтому при компоновке необходимо предусмотреть достаточную рабочую площадь вокруг аппаратов.

Восстановление изоляционных и антикоррозионных покрытий (гуммирование, футеровка, окраска, термоизоляция) требует зачастую подвоза большого количества материалов, что заставляет выносить такие аппараты на край цеха и обеспечивать их удобными подъездными путями для автокранов и машин.

Влияние агрессивности среды на размещение оборудования

- Емкостная аппаратура с агрессивными, токсичными и горючими жидкостями, расположенная в цехе, должна иметь устройство для слива этих жидкостей в аварийную емкость (независимо от возможности откачки их насосом).
- Для аппаратов, из которых в процессе работы выделяются вредные пары, газы и пыль необходимо предусматривать изолированные помещения, со своим выходом наружу или выходом через тамбуры-шлюзы.
- Емкости и аппаратура с горючими или едкими жидкостями должна располагаться на поддонах или на глухой части перекрытия, ограниченной бортом высотой не менее 150 мм.

Условия, определяющие размещение оборудования по этажам цеха

- На первом этаже обычно устанавливают сырьевые емкости, аппараты для растворения и подготовки сырья, здесь же располагается отделение упаковки готовых продуктов. Сырьевые емкости, как правило, тяжелые аппараты, должны устанавливаться на фундаментах. Размещение таких аппаратов на верхних этажах требует увеличения прочности строительной конструкции и следовательно, ведет к ее удорожанию.
- На верхних этажах устанавливают, как правило, реакционную аппаратуру, размещая ее на междуэтажных перекрытиях или с провисанием через перекрытие.
- Часть аппаратов размещается непосредственно друг под другом, что вызвано характером транспортировки веществ между этими аппаратами (транспортировка твердых и пастообразных веществ).
- Кожухотрубчатые теплообменники длиной до 2 метров нельзя провешивать в перекрытии, так как штуцеры теплообменника попадают в перекрытие и доступ к ним затруднен.
- Оборудование, нуждающееся в частом ремонте, чистке, регулировке также желательно размещать на 1-2 этаже.

Требования безопасной эксплуатации и охраны труда к размещению оборудования

- Размещаемые аппараты должны образовывать вертикальные и горизонтальные ряды с одним или несколькими проходами.
- Не рекомендуется выдвигать аппараты из общего ряда, так как это может помешать прокладке пучков труб, подвешиваемых под перекрытием.
- Если аппараты располагаются в две или более ниток вдоль цеха, то их не следует располагать один напротив другого, а расположить в "шахматном порядке".
- Основные проходы в местах постоянного пребывания работающих должны быть шириной не менее 2 м. В больших цехах центральные или основные проходы должны быть, как правило, прямолинейными и свободными от оборудования.
- Реакторы, центрифуги, фильтры, ионообменные колонны и другие основные аппараты следует устанавливать по возможности в первом ряду от световой стены на расстоянии от нее 1,5-2 м, а вспомогательное оборудование (мерники, холодильники, приемники, сборники, теплообменники и др.) во втором ряду от световой стены.

- Расстояния между аппаратами должны быть не менее 1,5 м по фронту обслуживания; не менее 1 м между выступающими частями оборудования (с учетом лап, теплоизоляции и ограждающих бортиков), не менее 0,8 м от стен цеха (если нет обслуживания). Исключение составляют агрегаты: два насоса на одном фундаменте; аппарат и мерники; аппарат и теплообменник; колонна и куб.
- Расстояние между двумя любыми смежными аппаратами, каждый из которых выделяет избыточное тепло, увеличивается до 1,5-2 м с целью уменьшения скрещивающихся тепловых потоков на рабочих местах.
- Проходы у оконных проемов, доступных с уровня пола или площадок должны быть не менее 1 м.
- Необходимо предусматривать свободные площадки для узлов контрольно-измерительных приборов. Проходы для осмотра и периодической проверки и регулировки аппаратов и приборов - шириной не менее 0,8 м.
- Проходы между компрессорами - шириной не менее 1,6 м., за исключением малогабаритных машин (шириной и высотой до 0,8 м), для которых разрешается уменьшить ширину прохода до 1 м.
- Проходы между насосами - шириной не менее 0,8 м.
- Расстояние от бортового фланца крышки аппарата до обслуживающего уровня (пола, площадки) должно быть порядка 1 м по вертикали.
- Если это расстояние превышает 1,3 м, должна быть установлена обслуживающая площадка, или аппарат должен быть установлен в прямке с соблюдением вышеуказанного расстояния.
- Полуоткрытый приямок должен быть облицован метлахской плиткой и канализирован. После установки аппарата приямок перекрывается на диаметр аппарата. Открытая часть должна быть ограждена (как площадки) и иметь лестницу в приямок для осмотра и обслуживания трубопроводов арматуры, рубашки аппарата с соблюдением проходов.
- Площадки обслуживания могут быть индивидуальными к отдельным аппаратам. Площадка должна иметь ограждения высотой 1 м со сплошной обшивкой внизу не менее 15 см и толщиной не менее 3 мм, а также нормальную маршевую лестницу. Если площадка обслуживает 3 аппарата и больше, должны быть установлены 2 лестницы.
- Ширина обслуживающей площадки должна быть не менее 1 м, считая от обвязки аппарата до перил. В связи с этим ширина

основного прохода (на полу) по фронту реакторов при одностороннем их размещении должна быть не менее 2 м, а при двустороннем размещении - не менее 3 м. Ширина площадки к оборудованию, не требующему систематического обслуживания, должна быть не менее 0,6 м.

- Высота площадок, не обслуживаемых внизу, не лимитируется. Высота площадок должна быть не менее 2 м, если под ними установлено оборудование, требующее кратковременного обслуживания, и не менее 2,5 м, если оборудование внизу требует систематического обслуживания.
- Лестницы для площадок до 1,5 м высотой должны иметь уклон не более 45°, а выше 1,5 м – не менее 50°. Допускается устройство лестниц с углом наклона более 50° для обслуживания оборудования, не требующего систематического присмотра.
- Ширина лестниц должна быть не менее 0,7 м без ношения тяжестей, а при ношении тяжестей - не менее 1 м.
- Необходимо следить, чтобы эвакуационные проходы были бы прямолинейными и не загромождались оборудованием.
- Машины, расположенные против дверей, должны находиться от них на расстоянии не менее 2 м.
- Через каждые 40...50 м (в длинном цехе) рекомендуется предусматривать монтажные площадки длиной 6...12 м, на которых впоследствии можно будет установить дополнительное оборудование.
- При установлении ширины проходов необходимо, с учетом действующих норм, создать возможность свободного маневрирования напольного и подвесного транспорта в цехе. Например, необходимо предусматривать проезды электропогрузчиков к аппаратам (ширина проезда – 2,1 м, высота 2,5...3 м, разворот 360°).
- Необходимо предусмотреть площади для хранения сырья и промежуточных продуктов, деталей аппаратов (на время ремонта). Резервные площади предусматриваются при необходимости последующего увеличения мощности производства.
- Следует учитывать обвязку аппаратуры трубопроводами и установки КИП и средств автоматики. При большом числе реализующих клапанов и запорной арматуры с механическими приводами площадь, занимаемая обвязкой, иногда составляет 40...50 % общей площади производственного помещения.

- Аппараты, в которых осуществляется визуальный контроль качества продукции, предпочтительно устанавливать в зонах с естественной освещенностью достаточной для произведения такого контроля.
- Закрытые монтажные проемы необходимо предусматривать во всех отделениях с размерами по максимальным габаритам аппаратов.
- При установке аппарата необходимо ориентировать его по расположению люка для осмотра.
- При установке колонной аппаратуры необходимо следить чтобы фланцы, люки осмотра, штуцеры не попадали в перекрытия. Если люки не обслуживаются с этажа, то надо предусматривать площадки для их обслуживания.
- Над барабанно-вакуумными фильтрами необходимо давать два монорельса по цапфам фильтра и предусматривать место для ремонта барабана.
- При установке аппаратов, работающих под давлением следует руководствоваться "Правилами устройства и безопасности эксплуатации сосудов, работающих под давлением" [7].
Пример компоновочного чертежа приведен в приложении К.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Список использованных источников

1. Положения о выпускных квалификационных работах бакалавра, специалиста и магистра в Томском политехническом университете», утв. приказом ректора ТПУ от 10.02.2014 г. № 6/од.
2. Дипломное проектирование: методические указания для студентов по направлениям 19.03.01 «Биотехнология», 19.04.01 «Биотехнология», 18.04.01 «Химическая технология». Общие требования, организация, состав и объем выпускной квалификационной работы / сост. Ю.А. Лесина; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2020. – 88 с.
3. «Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности" (ОК 034-2014 (КПЕС 2008) (утв. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31.01.2014 № 14-ст) (дата введения 01.02.2014).
4. ОСТ 64–02–003–2002. Продукция медицинской промышленности. Технологические регламенты производства. Содержание, порядок разработки, согласования и утверждения. Введ. 15.04.2003 г. – М.: Изд-во Министерства промышленности, науки и технологии РФ, 2002. – 84 с.
5. ОСТ 64-043-87 Технологическое оборудование, используемое в химико-фармацевтической промышленности. Обозначения условные графические. Утв. указанием Министерства медицинской и микробиологической промышленности от 19.11.1987 г. № 02-31/273. Введ. 01.07.1988 г.
6. МУ 64-02-005-2002 Классификация и организация помещений для производства нестерильных лекарственных средств. Приняты и введены в действие Распоряжением Министерства промышленности, науки и технологий Российской Федерации от 15.04.2003 г. N P-15.
7. ПБ 10-115-96 Правила устройства и безопасности эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Утв. постановлением Госгортехнадзора от 18.04.1995 г. № 20.
8. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии: Учебное пособие. – М.: КолосС, 2004. – 295 с.
9. Основы проектирования химических производств: учебник для вузов / В.И. Косинцев, А.И. Михайличенко, Н.С.

- Крашенинникова и др. под ред. А.И. Михайличенко. – М.: Академкнига, 2006. – 332 с.
10. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию / Г.С. Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский и др. под ред. Ю.И. Дытнерского. – М.: Химия, 1991. – 496 с.
 11. Альперт Л.З. Основы проектирования химических установок: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1989. – 304 с.

**ГОСТы, рекомендуемы для выполнения
курсовых и дипломных проектов**

Информационно-правовая система "Кодекс" [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru>, доступ по общеуниверситетской сети. – Загл. с экрана. –содержит доступ к полным текстам стандартов.

Приложение А
Пример заполнения спецификации

Листов планшет		Формат	Этаж	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
						<u>Документация</u>		
		A1			ФЮРА 934441004 СБ	Сборочный чертёж		
						<u>Комплексы</u>		
Склад №		Б4				Редуктор с электродвигателем МПО-10ВК-29,6 ВА0-12-4	1	
						<u>Сборочные единицы</u>		
Лист в деталях		Б4	2			Крышка люка	1	Сталь 0,8ст
		A1	3		ФЮРА 934441004 СБ	Уплотнение торцевое	1	
		Б4	4			Трубопровод Ду 125	1	Сталь 10
Лист № 01						<u>Детали</u>		
Лист № 02		Б4	9			Корпус	1	С4-18-36
Лист № 03		Б4	10			Опора	3	Сталь 10
Лист в деталях								
Лист № 04								
Лист № 05								
Лист № 06								
Лист № 07								
Лист № 08								
Лист № 09								
Лист № 10								
Лист № 11								
Лист № 12								
Лист № 13								
Лист № 14								
Лист № 15								
Лист № 16								
Лист № 17								
Лист № 18								
Лист № 19								
Лист № 20								
Лист № 21								
Лист № 22								
Лист № 23								
Лист № 24								
Лист № 25								
Лист № 26								
Лист № 27								
Лист № 28								
Лист № 29								
Лист № 30								
Лист № 31								
Лист № 32								
Лист № 33								
Лист № 34								
Лист № 35								
Лист № 36								
Лист № 37								
Лист № 38								
Лист № 39								
Лист № 40								
Лист № 41								
Лист № 42								
Лист № 43								
Лист № 44								
Лист № 45								
Лист № 46								
Лист № 47								
Лист № 48								
Лист № 49								
Лист № 50								
Лист № 51								
Лист № 52								
Лист № 53								
Лист № 54								
Лист № 55								
Лист № 56								
Лист № 57								
Лист № 58								
Лист № 59								
Лист № 60								
Лист № 61								
Лист № 62								
Лист № 63								
Лист № 64								
Лист № 65								
Лист № 66								
Лист № 67								
Лист № 68								
Лист № 69								
Лист № 70								
Лист № 71								
Лист № 72								
Лист № 73								
Лист № 74								
Лист № 75								
Лист № 76								
Лист № 77								
Лист № 78								
Лист № 79								
Лист № 80								
Лист № 81								
Лист № 82								
Лист № 83								
Лист № 84								
Лист № 85								
Лист № 86								
Лист № 87								
Лист № 88								
Лист № 89								
Лист № 90								
Лист № 91								
Лист № 92								
Лист № 93								
Лист № 94								
Лист № 95								
Лист № 96								
Лист № 97								
Лист № 98								
Лист № 99								
Лист № 100								
Лист № 101								
Лист № 102								
Лист № 103								
Лист № 104								
Лист № 105								
Лист № 106								
Лист № 107								
Лист № 108								
Лист № 109								
Лист № 110								
Лист № 111								
Лист № 112								
Лист № 113								
Лист № 114								
Лист № 115								
Лист № 116								
Лист № 117								
Лист № 118								
Лист № 119								
Лист № 120								
Лист № 121								
Лист № 122								
Лист № 123								
Лист № 124								
Лист № 125								
Лист № 126								
Лист № 127								
Лист № 128								
Лист № 129								
Лист № 130								
Лист № 131								
Лист № 132								
Лист № 133								
Лист № 134								
Лист № 135								
Лист № 136								
Лист № 137								
Лист № 138								
Лист № 139								
Лист № 140								
Лист № 141								
Лист № 142								
Лист № 143								
Лист № 144								
Лист № 145								
Лист № 146								
Лист № 147								
Лист № 148								
Лист № 149								

Приложение Б

Примеры оформления технологических схем

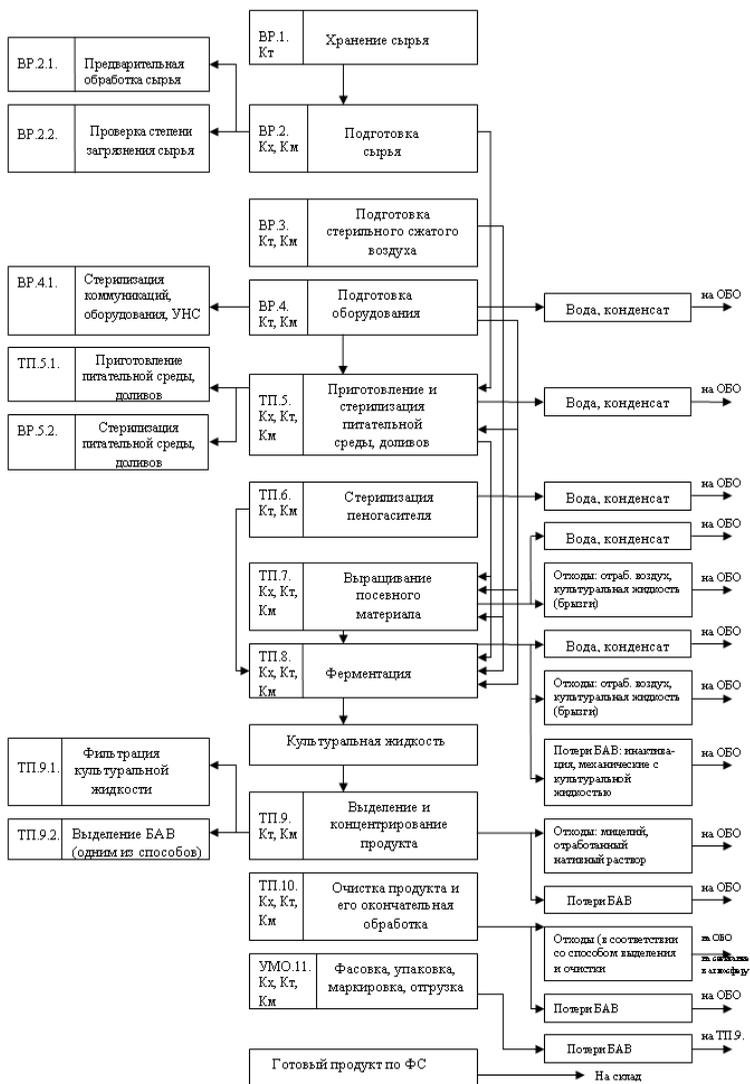


Рисунок Б.1 Пример изображения технологической схемы
микробиологического производства

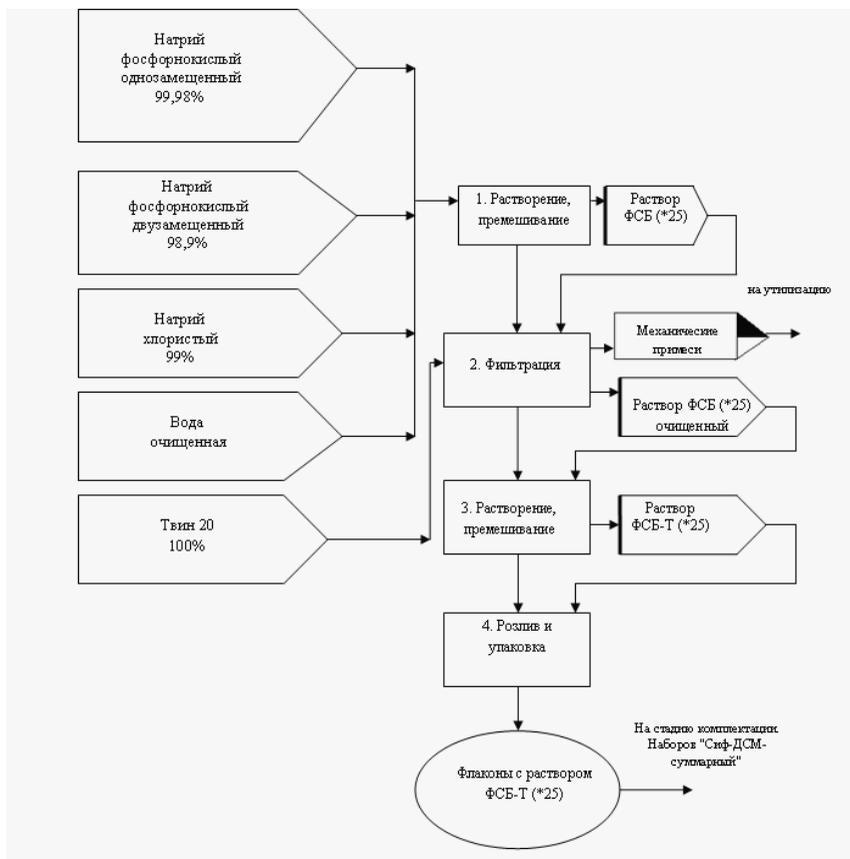


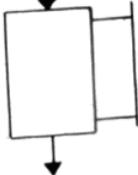
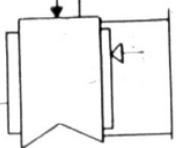
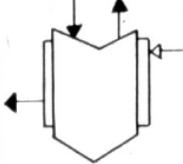
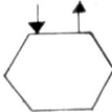
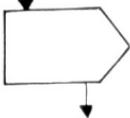
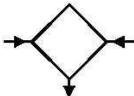
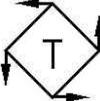
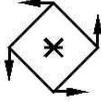
Рисунок Б.2 Пример изображения технологической схемы стадии производства

Приложение В

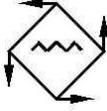
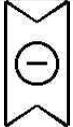
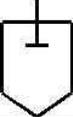
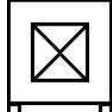
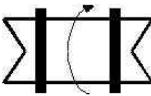
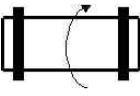
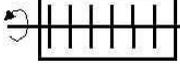
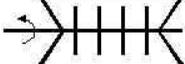
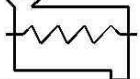
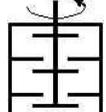
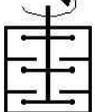
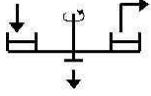
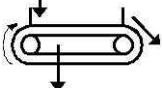
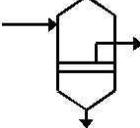
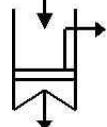
Условные обозначения элементов и устройств в аппаратурных схемах

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
1	2	3	4
Днища: а) с внутренним давлением выше атмосферного б) с внутренним давлением ниже атмосферного		Реактор с перемешивающим устройством под атмосферном давлением, с нижним спуском продукта	
Реактор с перемешивающим устройством, рубашкой, нижним спуском продукта, с внутренним давлением выше атмосферного		Реактор с перемешивающим устройством, рубашкой, нижним спуском продукта, с внутренним давлением ниже атмосферного	
Перколятор с рубашкой, с внутренним выше атмосферного		Реактор с перемешивающим устройством, рубашкой, трубой передавливания, с внутренним атмосферным давлением и ниже атмосферного	
Жидкостный экстрактор		Суспензионный экстрактор	
Оборудование для прессования таблеток с одинарной загрузкой		Котел дражировочный	
Делительная воронка без рубашки и перемешивающего устройства		Делительная воронка с рубашкой и перемешивающим устройством	

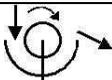
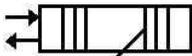
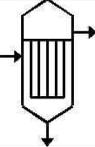
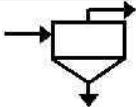
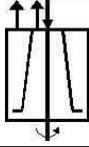
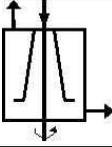
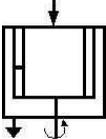
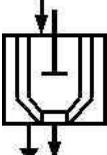
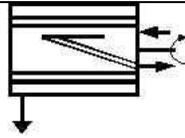
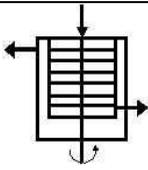
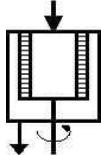
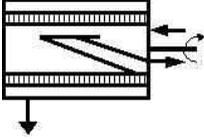
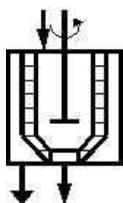
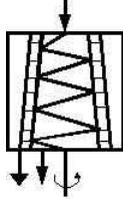
Продолжение приложения В

1	2	3	4
<p>Мерник без рубашки, с нижним спуском продукта, под атмосферным давлением</p>		<p>Мерник с рубашкой, трубой передавливания, работающий под атмосферным давлением и под вакуумом</p>	
<p>Сборник вертикальный с трубой передавливания, под давлением выше и ниже атмосферного</p>		<p>Сборник вертикальный с нижним спуском продукта, под атмосферным давлением и давлением выше атмосферного</p>	
<p>Сборник горизонтальный с трубой передавливания под давлением выше атмосферного</p>		<p>Сборник горизонтальный с нижним спуском, под атмосферным давлением и давлением выше атмосферного</p>	
<p>Аппарат для измельчения твердых материалов</p>		<p>Аппарат для сортировки твердых материалов</p>	
<p>Гранулятор</p>		<p>Смеситель жидкостный</p>	
<p>Смеситель жидкости и газа</p>		<p>Вентиль запорный проходной</p>	
<p>Вентиль регулирующий проходной</p>		<p>Задвижка</p>	
<p>Питатель без тяговых элементов вращающийся тарельчатый (дисковый)</p>		<p>Питатель без тяговых элементов вращающийся лопастной (секторный)</p>	

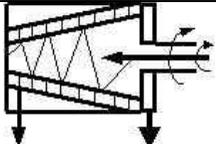
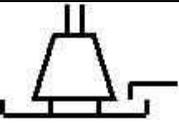
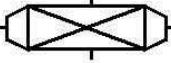
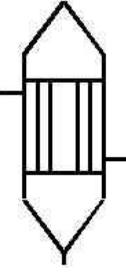
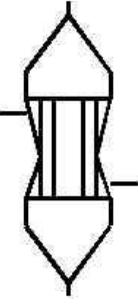
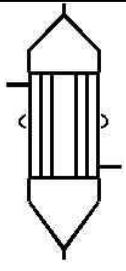
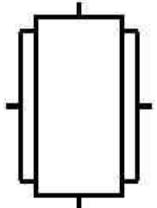
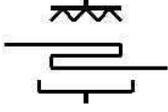
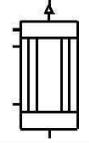
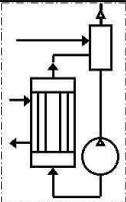
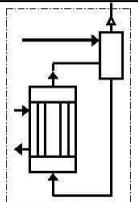
Продолжение приложения В

1	2	3	4
Питатель без тяговых элементов вращающийся винтовой (шнековый)		Сушилка сублимационная	
Сушилка с кипящим слоем		Сушилка распылительная с центробежным распылением	
Сушилка распылительная с форсуночным распылением		Сушилка камерная	
Сушилка одновальцовая под атмосферным давлением		Сушилка двухвальцовая под давлением ниже атмосферного	
Сушилка с вращающимся барабаном под давлением ниже атмосферного		Сушилка с вращающимся барабаном под атмосферным давлением	
Сушилка роторная под атмосферным давлением		Сушилка роторная под давлением ниже атмосферного	
Сушилка одноленточная		Сушилка одношнековая	
Сушилка полочно-дисковая		Сушилка полочная с опрокидывающимися полками	
Фильтр тарельчатый		Фильтр ленточный	
Друк - фильтр		Нутч - фильтр (фильтр вакуумный)	

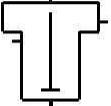
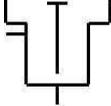
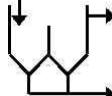
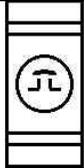
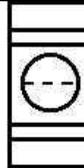
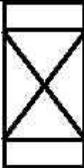
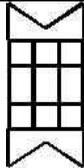
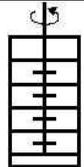
Продолжение приложения В

1	2	3	4
Фильтр барабанный		Фильтр пресс с вертикальными плитами	
Фильтр патронный под давлением выше атмосферного		Гидроциклон	
Сепаратор периодического действия с ручной выгрузкой осадка		Сепаратор непрерывного действия с гидравлической выгрузкой осадка	
Центрифуга отстойная периодического действия с ручной выгрузкой осадка		Центрифуга отстойная периодического действия с гравитационной выгрузкой осадка (под действием сил тяжести)	
Центрифуга отстойная периодического действия с ножевой выгрузкой осадка (автоматически)		Сверхцентрифуга трубчатая периодического действия с ручной выгрузкой осадка	
Центрифуга фильтрующая периодического действия с ручной выгрузкой осадка		Центрифуга фильтрующая периодического действия с ножевой выгрузкой осадка (автоматически)	
Центрифуга фильтрующая периодического действия с гравитационной выгрузкой осадка (под действием сил тяжести)		Центрифуга фильтрующая непрерывного действия с инерционной выгрузкой осадка	

Продолжение приложения В

1	2	3	4
<p>Центрифуга фильтрующая непрерывного действия со шнековой выгрузкой осадка</p>		<p>Градири</p>	
<p>Калорифер</p>		<p>Аппарат теплообменный спиральный</p>	
<p>Аппарат теплообменный кожухотрубчатый с неподвижными трубными решетками при давлении в трубах и межтрубном пространстве выше атмосферного</p>		<p>Аппарат теплообменный кожухотрубчатый с неподвижными трубными решетками при давлении в трубах выше, а в межтрубном пространстве ниже атмосферного</p>	
<p>Аппарат теплообменный кожухотрубчатый с температурным компенсатором на кожухе при давлении в трубах и межтрубном пространстве выше атмосферного</p>		<p>Аппарат теплообменный с наружным обогревом</p>	
<p>Аппарат теплообменный оросительный</p>		<p>Аппарат выпарной с естественной циркуляцией с соосной греющей камерой</p>	
<p>Аппарат выпарной с принудительной циркуляцией с выносной греющей камерой</p>		<p>Аппарат выпарной с естественной циркуляцией с выносной греющей камерой</p>	

Продолжение приложения В

1	2	3	4
Аппарат выпарной пленочный с восходящей пленкой		Аппарат выпарной пленочный со свободно падающей пленкой	
Отстойник однокамерный		Отстойник многокамерный	
Аппарат колонный тарельчатый с колпачковыми тарелками		Аппарат колонный тарельчатый с ситчатыми тарелками под атмосферным давлением	
Аппарат колонный насадочный с насыпной насадкой		Аппарат колонный насадочный с регулярной насадкой под давл. ниже атм.	
Аппарат колонный роторный		Аппарат колонный тарельчатый с вихревыми тарелками	

Приложение Г

Условные обозначения трубопроводов по ГОСТ 14202-69

Цифровые обозначения	Транспортируемое вещество Наименование	Цифровые обозначения	Транспортируемое вещество Наименование
1	Вода	6	Кислоты
1.1	питьевая	6.1	серная
1.2	техническая	6.2	соляная
1.3	горячая (водоснабжение)	6.3	азотная
1.4	горячая (отопление)	6.4	резерв
1.5	питательная	6.5	неорганические кислоты и их растворы
1.6	резерв	6.6	органические растворы и их растворы
1.7	резерв	6.7	растворы кислых солей
1.8	конденсат	6.8	резерв
1.9	прочие виды воды	6.9	прочие жидкости кислотной реакции
1.0	отработанная, сточная	6.0	отработанные кислоты и кислые стоки (при pH<6,5)
2	Пар	7	Щелочи
2.1	низкого давления (до 0,2 МПа)	7.1	натриевые
2.2	насыщенный	7.2	калийные
2.3	перегретый	7.3	известковые
2.4	отопление	7.4	известковая вода
2.5	влажный (соковый)	7.5	неорганические щелочи и их растворы
2.6	отборный	7.6	органические щелочи и их растворы
2.7	резерв	7.7	резерв
2.8	вакуумный	7.8	резерв
2.9	прочие виды пара	7.9	прочие жидкости щелочной реакции
2.0	отработанный	7.0	отработанные щелочи и щелочные стоки (при pH>8,5)
3	воздух	8	Жидкости горючие
3.1	атмосферный	8.1	жидкости категории А (температура вспышки <28 °С)
3.2	кондиционированный	8.2	жидкости категории Б (температура вспышки от 28 °С до 120 °С)
3.3	циркуляционный	8.3	жидкости категории В (температура вспышки > 120 °С)
3.4	горячий	8.4	смазочные масла
3.5	сжатый	8.5	прочие органические горючие жидкости

3.6	пневмотранспорта	8.6	взрывоопасные жидкости
3.7	кислород	8.7	резерв
3.8	вакуум	8.8	резерв
3.9	прочие виды воздуха	8.9	прочие горючие жидкости
3.0	отработанный	8.0	горючие стоки
4	газы горючие	9	Жидкости негорючие
4.1	светильный	9.1	жидкие пищевкусные продукты
4.2	генераторный	9.2	водные растворы (нейтральные)
4.3	ацетилен	9.3	прочие растворы (нейтральные)
4.4	аммиак	9.4	водные суспензии
4.5	водород и газы его содержащие	9.5	прочие суспензии
4.6	углеводороды и их производные	9.6	эмульсии
4.7	окись углерода и газы ее содержащие	9.7	резерв
4.8	резерв	9.8	резерв
4.9	прочие виды горючих газов	9.9	прочие негорючие жидкости
4.0	отработанные горючие газы	9.0	негорючие стоки (нейтральные)
5	Газы негорючие	0	Прочие вещества
5.1	азот и газы его содержащие	0.1	порошкообразные материалы
5.2	резерв	0.2	сыпучие материалы зернистые
5.3	хлор и газы его содержащие	0.3	смеси твердых материалов с воздухом
5.4	углекислый газ и газы его содержащие	0.4	гели
5.5	инертные газы	0.5	пульпы водяные
5.6	сернистый газ и газы его содержащие	0.6	пульпы прочих жидкостей
5.7	резерв	0.7	резерв
5.8	резерв	0.8	резерв
5.9	прочие виды негорючих газов	0.9	резерв
5.0	отработанные негорючие газы	0.0	отработанные твердые материалы

Примечание. В случае необходимости, каждая из подгрупп может быть распределена на десять более мелких подразделений, обозначаемых третьим знаком цифрового обозначения (например, в укрупнённой группе 4 “Газы горючие” в составе подгруппы 6 “Углеводороды и их производные” этилен может быть выделен третьим знаком – 4.61).

Приложение Д
Примеры выполнения функциональных схем автоматизации

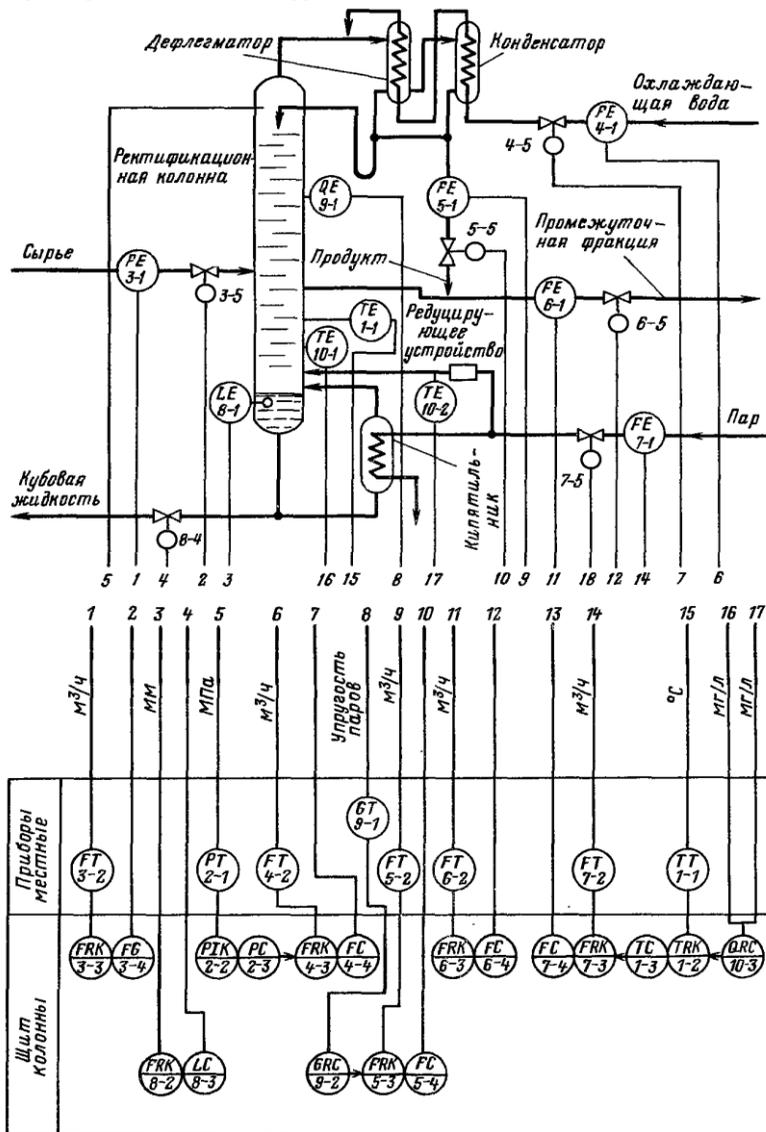


Рисунок Д.1 Пример выполнения функциональной схемы автоматизации развернутым способом

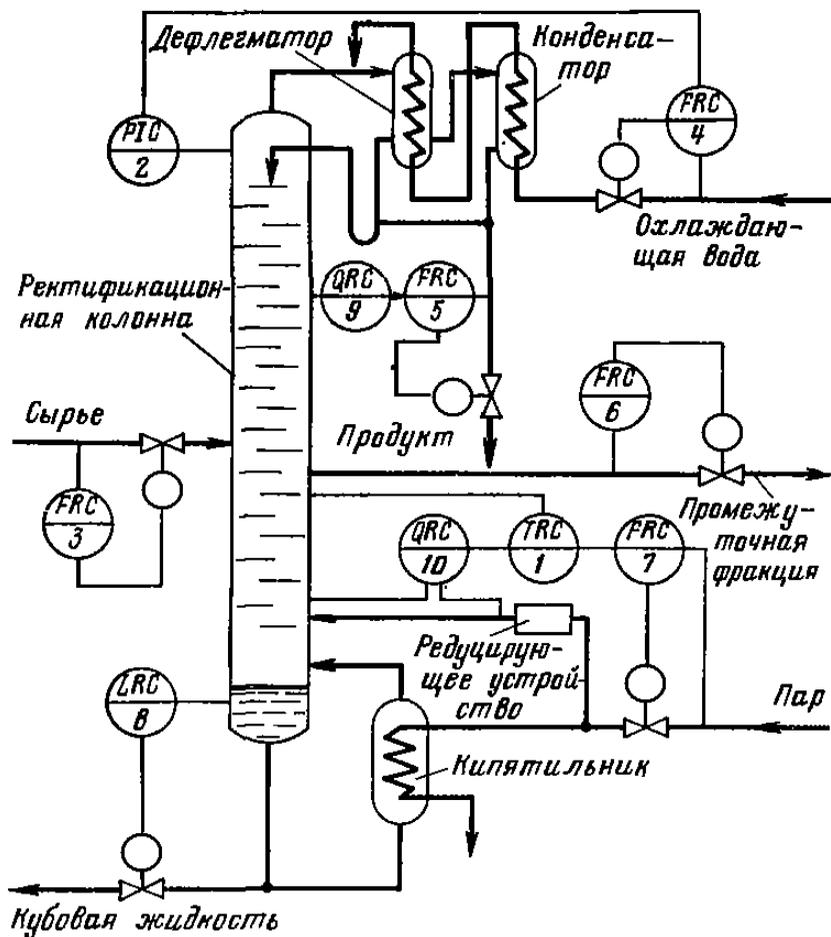


Рисунок Д.1 Пример выполнения функциональной схемы автоматизации упрощенным способом

Приложение Е
Условные обозначения средств автоматизации, их функций и параметров процесса

Таблица Е.1 Условное обозначение средств автоматизации

Название	Обозначение
Датчик, промежуточный преобразователь, измерительный прибор, регулятор, магнитный или тиристорный пускатель и другие устройства, установленные на аппарате, трубопроводе или около них	
Промежуточный преобразователь, измерительный прибор, регулятор, кнопка, переключатель и другие устройства, установленные на щите управления	
Исполнительный механизм (пневматический, электрический и пр.). Общее обозначение	
Исполнительный механизм, который при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала: а) открывает регулирующий орган б) закрывает регулирующий орган в) оставляет регулирующий орган в неизменном положении	
Исполнительный механизм с дополнительным ручным приводом	
Пересечение линий связи без соединения друг с другом	
Пересечение линий связи с соединением между собой	
Регулирующий орган	

Таблица Е.2 Условное обозначение параметров

Название	Обозначение	Название	Обозначение
Давление, разрежение	P	Влажность	M
Уровень	L	Состав, концентрация	Q
Расход	F	Радиоактивность	R
Температура	T	Электрическая величина	E
Плотность	D	Время	K
Вязкость	V	Положение, перемещение	G
Масса	W	Скорость, частота	S

Таблица Е.3 Условное обозначение уточнений параметров

Название	Обозначение	Название	Обозначение
Разность, перепад	D,d	Интегрирование	Q,q
Соотношение	F,f	Автомат. переключение, обегание	J

Таблица Е.4 Условное обозначение основных функций средств автоматизации

Название	Обозначение
1	2
Показание	I
Регистрация	R
Автоматическое регулирование, управление	C
Дистанционное управление с помощью устройства, встроенного в измерительный прибор (например, станции управления)	K
Дистанционное управление с помощью отдельного (не встроенного в прибор или регулятор) устройства (например, кнопкой, ключом управления, задатчиком)	H

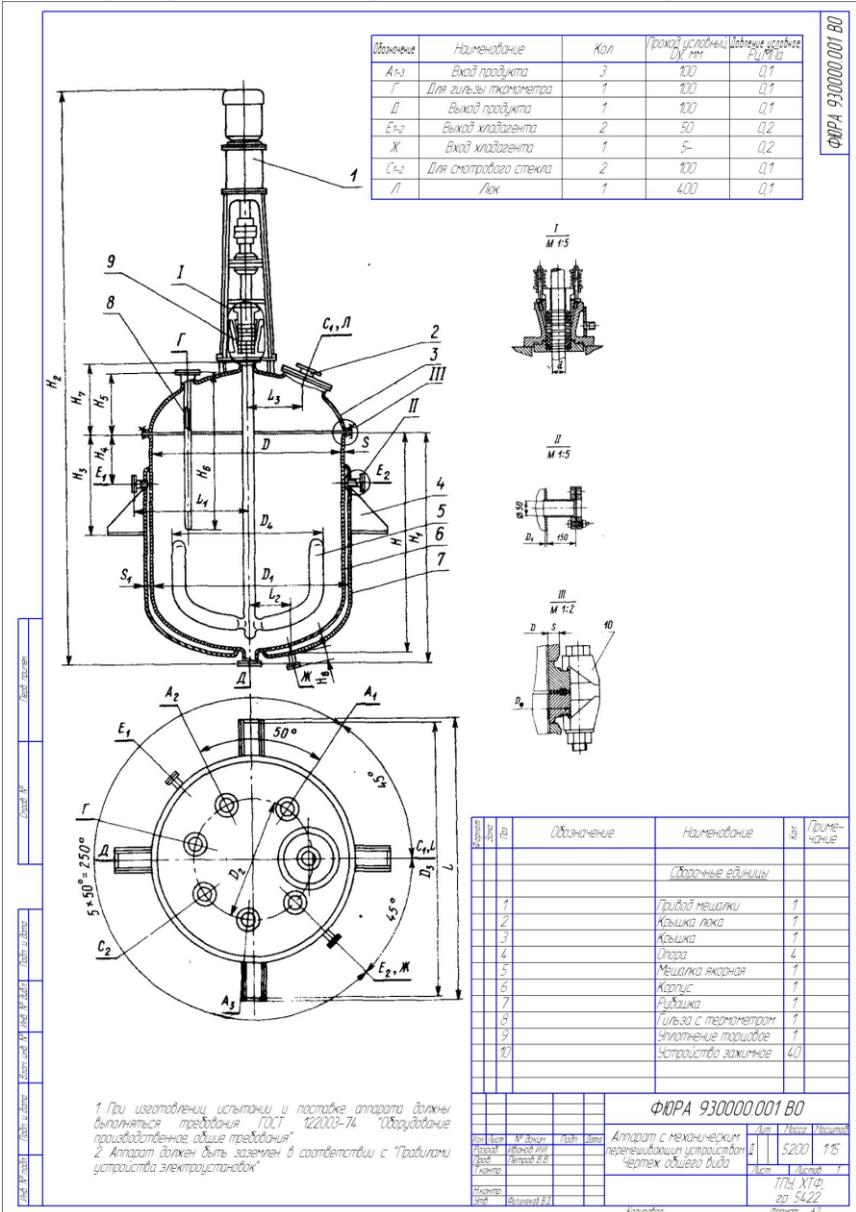
Продолжение таблицы Е.4

1	2
Преобразование измеряемого параметра (выходной сигнал датчика)	E
Дистанционная передача показаний	T
Преобразование сигнала (например, пневматического в электрический), выполнение вычислительных функций (например, извлечение корня)	Y
Сигнализация	A
Включение, отключение, переключение	S

Таблица Е.5 Условные обозначения дополнительных функций средств автоматизации

Название	Обозначение	Название	Обозначение
Верхнее предельное значение параметра	H	Пневматический сигнал	P
Нижнее предельное значение параметра	L	Извлечение корня	$\sqrt{\quad}$
Электрический сигнал	E	Передача сигнала на ЭВМ	V_i
Гидравлический сигнал	G	Вывод информации с ЭВМ	V_0

Приложение И Пример выполнения чертежа общего вида аппарата



ДИПЛОМНОЕ И КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Методические указания для студентов по направлениям
19.03.01 «Биотехнология», 19.04.01 «Биотехнология»,
18.04.01 «Химическая технология»

Оформление графической части курсовых и дипломных проектов

Составитель Лесина Юлия Александровна

Подписано к печати рег № 138 от 26.09.20 г.
Формат 60x84/16. Бумага «Классика».
Печать RISO. Усл.печ.л.2,38, Уч.-изд.л. 2,16.,
Заказ . Тираж 20 экз.

Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Томского политехнического университета
сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту ISO
9001:2000



ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.