

Департамент образования и науки Кемеровской области
Государственное образовательное учреждение
среднего профессионального образования
«Сибирский политехнический техникум»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ВЫПОЛНЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

**для специальности 151031
«Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования
(по отраслям)»**

2015 г.

Организация-разработчик:

Государственное образовательное учреждение среднего профессионального образования «Сибирский политехнический техникум»

Разработчик:

Преподаватель специальных дисциплин государственного образовательного учреждения среднего профессионального образования «Сибирский политехнический техникум» Высоковская Вера Владимировна.

Рассмотрен и одобрен
на заседании ЦМК механических дисциплин

Протокол № _____ от
«__» _____ 201__ г.

Председатель ЦМК:
_____/Н. В. Шумилова

Заместитель директора по УПР

_____/Е. В. Гусева /

«__» _____ 201__ г.

Рецензент:

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1 Содержание и объем дипломного проекта

2 Пояснительная записка

2.1 Оформление пояснительной записки

2.2 Содержание основных разделов пояснительной записки

3 Графическая часть

3.1 Основные надписи

3.2 Требования к содержанию и оформлению графической части проекта

4 Организация дипломного проектирования и защита дипломного проекта

Приложения

Литература

ВВЕДЕНИЕ

Дипломное проектирование – это заключительный и наиболее ответственный этап обучения студентов. Целями дипломного проектирования являются: выявление степени усвоения студентом дисциплин, предусмотренных учебным планом, проверка его подготовленности к самостоятельной деятельности, закрепление и углубление практических навыков работы по полученной специальности.

Данные методические указания по дипломному проектированию предназначены для студентов – выпускников очной и заочной формы обучения по специальности 151031 «Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям)» и составлены в соответствии с ФГОС по данной специальности и соответствующими профессиональными компетенциями.

В методических указаниях изложены состав и последовательность выполнения дипломного проекта, указания по выполнению основных разделов дипломного проекта, рекомендации по оформлению и порядок выполнения и защиты дипломного проекта в Государственной аттестационной комиссии.

1 СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Дипломный проект состоит из пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка выполняется на одной стороне форматов А4 писчей бумаги с размерами сторон 210x297 в соответствии с документом «Положение об оформлении текстовых документов». Объем пояснительной записки 50-70 листов компьютерного текста, включая схемы, таблицы, рисунки, графики.

Графическая часть проекта состоит из 3-5 листов формата А1 чертежной бумаги. Содержание графической части дипломного проекта определяется руководителем дипломного проекта.

Примерное содержание графической части:

- 1 технологическая схема стадии производства;
2. сборочный чертеж аппарата или машины;
- 3 монтажный чертеж.

Изображения выполняются в компьютерном варианте или карандаше с соблюдением всех требований по выполнению схем, сборочных, монтажных, ремонтных чертежей и рабочих чертежей деталей. Размеры сторон формата А1: 594x841. При необходимости формат А1 делят на форматы А3 или А4.

2 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

2.1 Требования к оформлению пояснительной записки

В состав пояснительной записки дипломного проекта включаются следующие разделы:

- введение ;
- общая часть;
- специальная часть;
- организация производства;
- экономика производства;
- охрана труда;
- заключение;
- литература.

Первым листом пояснительной записки является титульный. После титульного листа вшиваются и не нумеруются бланки: задание на дипломный проект, график выполнения проекта и лист нормоконтроля. Эти бланки оформляются в соответствии с принятыми в техникуме образцами. Вторым листом является лист «Содержание», который заверяется основной надписью формы 2 по ГОСТ 2.104-68 (приложение А1). В содержании приводятся разделы и подразделы проекта, указываются страницы, с которых начинается раздел.

Разделы нумеруются арабскими цифрами, номер раздела и подраздела разделяют точкой.

Каждый раздел начинают с нового листа. Все листы, кроме второго, заверяют основной надписью формы 2а по ГОСТ 2.104-68 (приложение А2). Расстояние от конца текста до основной надписи не должно быть меньше 10 мм. На каждом листе пояснительной записки слева внизу выполняют боковую надпись, которая примыкает к рамке чертежа, как показано на рисунке 3.1. Примеры заполнения основных надписей приведены на рисунках 3.1 – 3.4.

При необходимости ссылки на первоисточник в тексте указывают номер литературы из списка и страницу в квадратных скобках:

[2, с.20] или [2, т. 1, с 40]

Формулы в расчетной части выделяют как минимум одной пустой строкой и нумеруют в круглых скобках в пределах раздела:

$$P = m/V, \quad (2.1)$$

где m — масса вещества, кг; V - объем вещества, m^3 .

В записи (2.1), 2 - номер раздела, 1 - номер формулы в разделе. Номер формулы указывают даже если в разделе одна формула.

Если есть необходимость сослаться на первоисточник, из которого взята формула, следует это сделать в тексте перед формулой, например: расчет ведем по формуле 2.1 [6, с. 15]

Часто в тексте пояснительной записки встречаются таблицы. Размеры головки таблицы, ширина граф и строк могут быть выбраны произвольно. Допускается выполнять головку таблицы вдоль длинной стороны листа. Таблицы надписывают словом «Таблица» слева и нумеруют в пределах раздела:

Таблица 2.1 - Технические характеристики

При переносе таблицы на следующий лист ее не замыкают снизу, а над продолжением указывают «Продолжение таблицы 2.1», при этом головку таблицы повторяют, как показано на рисунке 2.3

Заголовки граф и строк пишут с прописной буквы, а подзаголовки - со строчной, если они составляют одно предложение с заголовком: «Толщина шайбы легкой». Если подзаголовок имеет самостоятельное значение, его пишут с прописной буквы. Если все параметры, сведены в таблицу, выдержаны в одной единице физической величины, ее записывают над таблицей справа, как это показано на рисунке 2.1.

Таблица 2.1 – Шайбы, размеры

В миллиметрах

Номинальный диаметр резьбы болта, винта, шпильки	Внутренний диаметр шайбы	Толщина шайбы					
		легкой		нормальной		тяжелой	
2,0	2,1	0,5	0,8	0,5	0,5	-	-
2,5	2,6	0,6	0,8	0,6	0,6	-	-

Продолжение таблицы 2.1

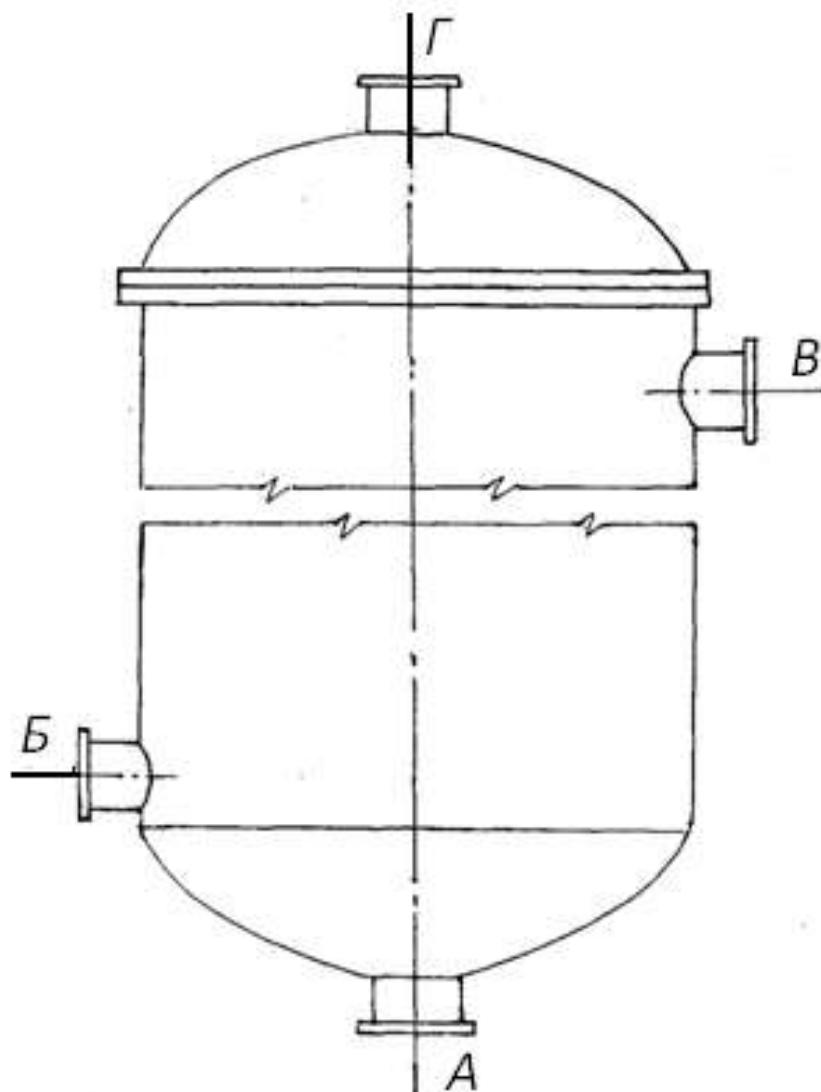
В миллиметрах

Номинальный диаметр резьбы болта, винта, шпильки	Внутренний диаметр шайбы	Толщина шайбы					
		легкой		нормальной		тяжелой	
3,0	3,1	0,8	1,0	1,2	1,2	1,2	1,6
...
42,0	42,5	-	-	9,0	9,0	-	-

Рисунок 2.1

Иллюстрации, помещаемые в тексте, также как формулы, отделяют от текста и под ними делают надпись «Рисунок» с указанием его номера в пределах данного раздела.

Если к иллюстрации требуется пояснение, сначала под рисунком дается пояснение, ниже которого надписывают «Рисунок». Название иллюстрации может быть указано через тире рядом с ее номером, как показано на рисунке 2.2.



- А - Вход продукта
- Б - Вход пара
- В - Выход пара
- Г - Выход продукта

Рисунок 2.2 — Эскиз аппарата

Приложения помещают в конце пояснительной записки и нумеруют русскими буквами:

ПРИЛОЖЕНИЕ А,

за исключением букв Е, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ъ.

Помещенные в приложениях таблицы, иллюстрации и формулы нумеруют в пределах данного приложения: Таблица А.1, Рисунок А.1, формула - (А.1).

Каждое приложение начинают с нового листа.

Все листы пояснительной записки, включая приложения, имеют сквозную нумерацию.

Листы спецификации, которые вкладывают в конце пояснительной записки, имеют собственную нумерацию листов и в содержании не указываются, т.к. спецификация является самостоятельным конструкторским документом.

В тексте пояснительной записки допускаются следующие сокращения слов в головках таблиц, основных надписях и т.д.:

кол. - количество, нар. - наружный, отв. - отверстие, поз. - позиция, примеч. - примечание, пров. - проверил, св. - свыше, с. - страница, р. - рубль, см. - смотри и др.

Для заголовков граф допускается применять буквенные обозначения по ГОСТ 2.321-84:

L, l — длина, В, b - ширина, Н, h - глубина, S - толщина, D, d - диаметр, α , β , γ и т. д. — углы.

Не допускается применять знаки $>$, $<$, $+$, $\%$ и т.п., их название записывают словом: «не более 20 процентов».

Единицы измерения приводятся в системе СИ.

2.2 Содержание основных разделов пояснительной записки

Раздел «Введение» должен содержать описание современного состояния и перспектив развития химической промышленности. Роль предприятия, на котором выпускник проходил преддипломную практику, в развитии отрасли. Роль цеха или производства в структуре предприятия; выпускаемая продукция, объем и назначение, пути реализации продукции, спрос на рынке товаров; основные направления совершенствования производства; применение перспективной техники и технологий.

В разделе «Введение» указываются документы, на основании которых разработан проект и отражаются цели и задачи дипломного проектирования.

Раздел «Общая часть» начинается с выбора технологической схемы стадии химического производства, в которой участвует проектируемое оборудование. При этом должны быть проанализированы различные существующие способы получения конечного продукта и обоснован выбор принятой технологической схемы как наиболее экономичной, или дающей большую производительность, или повышающей качество продукта и т.п.

Может быть приведен химизм процесса, характеристика сырья и готового продукта. Описание технологического процесса стадии должно соответствовать изображению схемы на листе 1 графической части проекта, с указанием принятых на нем цифровых обозначений направлений потоков в трубопроводах по ГОСТ 14202-68 и буквенных обозначений основного и вспомогательного оборудования по ГОСТ 2.704-76. При описании указываются температурные режимы и другие параметры процесса, которые подлежат контролю, сигнализации и регулированию. Принятые на технологической схеме средства контроля и управления процессом приводятся после описания схемы, в спецификации. Пример оформления спецификации приведен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Спецификация приборов и средств автоматизации

№ позиции	Наименование и характеристика приборов	Тип приборов	Кол.
1	2	3	4
TRCA 1.1	<p>Комплект приборов для измерения температуры, регистрирующий, автоматически регулирующий и сигнализирующий. В состав комплекта входит:</p> <p>1. Термопреобразователь сопротивления медный НСХ50М. Длина монтажной части 160 мм. Материал защитной арматуры - сталь 12Х18Н10Т</p> <p>2. Нормирующий преобразователь. Входной сигнал НСХ50М. Выходной сигнал 4 - 20мА</p> <p>3. Прибор аналоговый, показывающий, регистрирующий электронный. Входной сигнал 4-20мА. Шкала 0-100° С. Питание 220В, 50Гц</p> <p>4. Блок регулирующий, аналоговый, электронный, пропорционально – интегрально – дифференциальный В комплекте с ручным задатчиком РЗД – 22 и задающим устройством ЗУ – 0,5. Входной сигнал 4 – 20 мА. Выходной сигнал 4 – 20 мА Питание 220 В, 50 Гц.</p> <p>5. Преобразователь электропневматический аналоговый.</p>	<p>ТСМ Метран 253 (50М)</p> <p>Ш 9321</p> <p>А 100</p> <p>Р 17.2</p> <p>ЭП – 1211</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
1	2	3	4

	<p>Входной сигнал 0 - 4мА</p> <p>Выходной сигнал 0,02 - 0,1 МПа</p> <p>Питание 0,14Мпа.</p> <p>6. Клапан, регулирующий двухседельный из углеродистой стали с мембрано-пружинным исполнительным механизмом, позиционером и ручным тумблером $D_y = 50\text{мм}$, $P_y = 1,6\text{ МПа}$.</p>	25с50нж «НЗ»	1
PRA 2.3	<p>Комплект приборов для измерения давления регистрирующий и сигнализирующий. В комплект входит:</p> <p>1. Преобразователь избыточного давления, электрический. Выходной сигнал 4 – 20мА. Предел измерений 0 – 100МПа. Питание 36В от блока питания Метран 602 и задающим устройством ЗУ – 05.</p> <p>2. Блок питания ДС36В на два канала. Входной сигнал 4 – 20иА. Выходной сигнал 4 – 20мА Питание 220В, 50Гц.</p> <p>3. Прибор аналоговый показывающий, регистрирующий электронный. Входной сигнал 4 – 20. Питание 220В, 50Гц.Шкала 0 – 100МПа.</p>	Метран 100ДИ	3
		Метран 602	3
		А100	3
FRCA 3.1	<p>Комплект приборов для измерения расхода, регистрирующий, автоматически регулирующий и сигнализирующий. В состав комплекта входит:</p>		
1	2	3	4

	<p>1. Диафрагма бескамерная стандартная $D_y=50$ мм $P_y=1,6$ МПа. Материал - сталь 12X18H10T</p> <p>2. Преобразователь разности давления, электрический. Перепад давления 0,2 МПа Питание 36 В от блока питания Метран 602 и задающим устройством ЗУ - 05.</p> <p>3. Блок питания на два канала. Питание 220 В, 50Гц. Выходное напряжение ДС36В</p> <p>4. Прибор аналоговый показывающий, регистрирующий электронный. Питание 220 В.</p> <p>5. Блок регулирующий, аналоговый, электронный, пропорционально-интегрально- дифференциальный в комплекте с ручным задатчиком РЗД - 22 и задающим устройством ЗУ - 05. Входной сигнал 4 - 20 мА. Выходной сигнал 4-20 мА. Питание 220В. Питание 220В,50Гц.</p> <p>6. Преобразователь электропневматический аналоговый. Входной сигнал 0 – 4мА Выходной сигнал 0,02 – 0,1 МПа Питание 0,14 МПа.</p> <p>7. Клапан, регулирующий двухседельный из углеродистой стали с мембранно – пружинным исполнительным механизмом, позиционером и ручным тумблером $D_y = 50$ мм, $P_y = 1,6$ МПа</p>	<p>ДБС 1,6-50 ГОСТ 269669-86</p> <p>Метран 100ДД</p> <p>Метран 602</p> <p>А 100</p> <p>Р 17.2</p> <p>ЭП – 3211</p> <p>25 с50нж «НЗ</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
--	---	--	--

Второй подраздел общей части содержит технические характеристики основного и вспомогательного оборудования проектируемой стадии или участка цеха. Подраздел может быть оформлен в виде таблицы:

Таблица 2.3 – Технические характеристики оборудования стадии

Наименование оборудования	Рабочая вместимость $V, \text{ м}^3$	Рабочая температура $t, \text{ }^\circ\text{C}$	Рабочее давление p , МПа	Производительность $Q, \text{ кг/ч}$
Реактор	4	55	0,8	500
Скруббер	46	200	1,2	200

Можно излагать технические характеристики оборудования сплошным текстом, например:

Скруббер, АКЛ1.

Вертикальный колонный аппарат насадочного типа

Предназначен для конденсации поступающих паров циклогексана из реакторов для подогрева циклогексана подаваемого в систему окисления.

Диаметр аппарата, $D, \text{ мм}$ 2600.

Высота аппарата, $H, \text{ мм}$ 21100.

Насадка - кольца Рашига; 50x50x5, засыпана в три слоя.

Высота первого слоя, $H_1, \text{ мм}$ 4000.

Высота второго слоя, $H_2, \text{ мм}$ 3025.

Высота третьего слоя, $H_3, \text{ мм}$ 2925.

Давление рабочее, $P_{\text{раб}}, \text{ МПа}$ 0,12.

Температура рабочая, $T_{\text{раб}}, \text{ }^\circ\text{C}$ 200.

Центробежный насос, НЦ1.

Тип NO-65-20. Электродвигатель во взрывозащищенном исполнении.

Предназначен для циркуляции циклогексана через скруббер АКЛ1. Детали насоса соприкасающиеся с перекачиваемой жидкостью выполнены из стали X2NM18.

Мощность двигателя, $N, \text{ кВт}$

15.

Число оборотов, n , об/мин	2940.
Производительность, Q , м ³ /ч	75.
Напор, H , м.вод.ст	46.

Специальная часть - основной раздел пояснительной записки, в которой студент должен показать знания, полученные при изучении дисциплин инженерная графика, техническая механика, материаловедение, детали машин, процессы формообразования и инструменты и др., а также ПМ01, ПМ02 и ПМ03.

В основе раздела – разработка вопросов выбора монтажа и технической эксплуатации основной единицы оборудования стадии или вспомогательного оборудования в зависимости от задания на проект.

Раздел начинается с обоснования выбора конструкции аппарата или машины, в подразделе 2.1 производится сравнение существующих видов проектируемого оборудования, объясняются преимущества выбранного вида.

Например, «Выбирается колонна тарельчатого типа, которая дает возможность ускорения массообменного процесса, применяется для непрерывных процессов, отличается надежностью в эксплуатации, простотой конструкции. При выборе тарелок учитывается высокий коэффициент полезного действия, т.к. необходимо обеспечить хороший контакт между жидкостью и паром; малое гидравлическое сопротивление; устойчивость работы при колебании расходов реагентов. Наиболее просты по конструкции, имеют меньший вес, удобны в эксплуатации ситчатые тарелки, они применимы для колонн диаметром менее 2,5 мм». Или, например, «выбираем тип насоса - центробежный, который конструктивно прост и компактен, имеет небольшую массу и сравнительно малые габаритные размеры при большой подаче. Центробежные насосы обеспечивают равномерную и непрерывную подачу жидкости, позволяют более точно регулировать количество подаваемой жидкости в широком диапазоне, быстро пускать в работу и останавливать насос. Преимущество центробежных насосов состоит также в надежности и долговечности в работе, в простоте ремонта и эксплуатации».

При выборе оборудования учитывается вид компоновки: закрытая или открытая: на закрытой или открытой площадке.

Подробно обосновывается также выбор материала корпуса аппарата и других элементов конструкции, способы защиты от агрессивных сред и высоких температур; пути компенсации температурных расширений, необходимость применения рубашки и т.п.

Далее приводятся технические характеристики выбранного типа оборудования и подробно описывается устройство и принцип действия аппарата или машины.

В следующем подразделе (2.2) студент должен показать знание специфики монтажных работ и передовых методов и приемов их проведения, знание такелажной оснастки, приспособлений, инструментов и видов грузоподъемных механизмов для установки оборудования в проектное положение, а также способов строповки.

Данный подраздел должен включать подробное описание технологии монтажа оборудования, начиная с входного контроля и заканчивая сдачей оборудования в эксплуатацию по акту. Студент на основании полученных знаний должен описать:

- в каком виде оборудование поставляется на монтажную платформу;
- проверку комплектности поставки и качества поставляемого оборудования;
- подготовку оборудования к монтажу;
- проверку фундаментов;
- способы перемещения оборудования в пределах места установки;
- способы подъема и установки оборудования в проектное положение;
- способы выверки и закрепления оборудования;
- способы испытания на прочность и плотность.

Например, «Способ подъема и установки оборудования в проектное положение определяется имеющимися грузоподъемными механизмами, а также формой, размером, массой и проектным расположением оборудования. Наиболее экономичным способом является монтаж оборудования в полностью собранном

виде. Полностью собранный аппарат устанавливают на фундамент различными способами. Наиболее простым является подъем с помощью одного или двух самоходных кранов. Для этого аппарат строят с помощью одного из известных способов строповки (рисунки 2.3 и 2.4).

Аппарат перед подъемом на нужную отметку приподнимают над землей на высоту до 0,3 м и выдерживают в таком положении в течение небольшого периода времени, чтобы проверить уравновешенность поднимаемого оборудования при уже выполненной строповке, натяжение стропов и канатов, а также исправность всех узлов, участвующих в подъеме. Приподнятое над землей оборудование не должно раскачиваться».

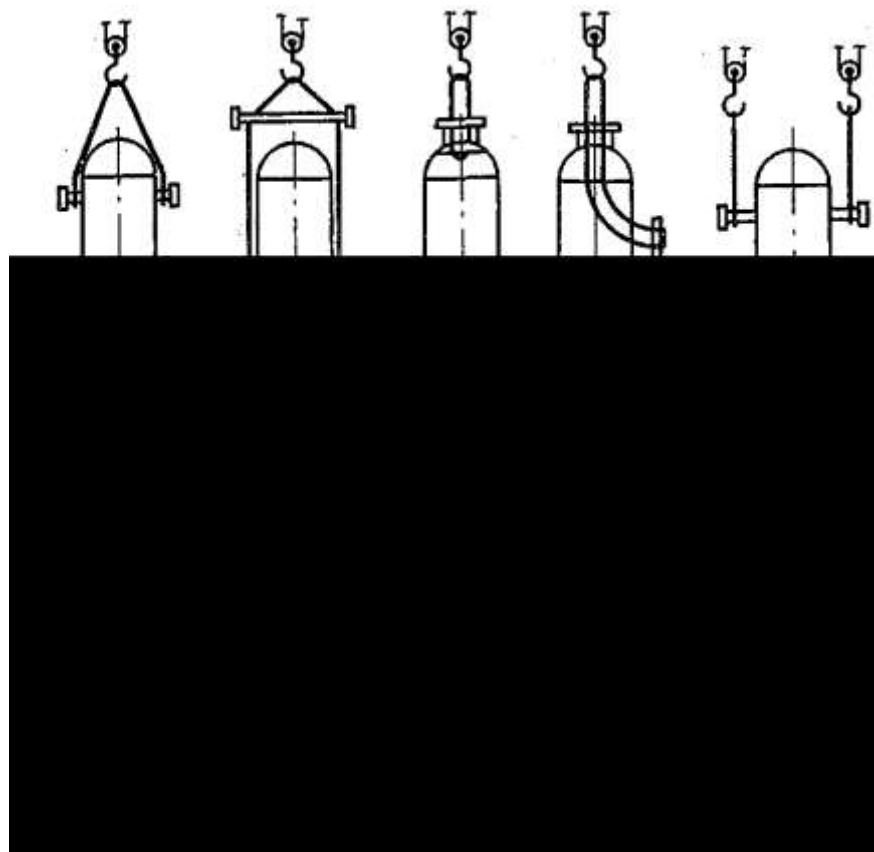


Рисунок 2.3 – Способы строповки колонных аппаратов

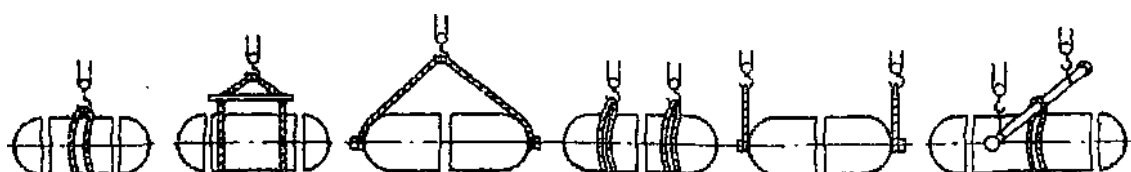


Рисунок 2.4 – Способы строповки горизонтальных аппаратов

На основании сделанного анализа методов и приемов проведения монтажных работ студент должен разработать схему монтажа проектируемого аппарата. Примерная схема монтажа приведена на рисунке 2.5:



Рисунок 2.5 - Примерная схема монтажа оборудования

После разработки схемы монтажа проектируемого оборудования необходимо разработать технологию проведения монтажных работ, где дать краткое описание операций, предусмотренных в схеме монтажа.

Например, «На отметку монтажа аппарат подается через монтажный проем кран-балкой. Строповка аппарата осуществляется за специально предусмотренные для этого крюки. Аппарат поднимается на высоту несколько большую монтажной отметки, подводится к месту монтажа и опускается. Аппарат устанавливается при помощи боковых опорных лап на межэтажные металлоконструкции».

Описание операций сопровождается изображением схемы строповки аппарата и пояснением выбора способа строповки.

При выборе способа строповки учитывают массу, габариты, конфигурацию, материал и расположение центра масс поднимаемого аппарата или машины. Выбранный способ должен быть наименее трудоемким, продолжительным и наиболее надежным.

Далее дипломник выбирает способ установки аппарата или машины в проектное положение: например для аппаратов колонного типа - способ скольжения и способ поворота, выбирает необходимые грузоподъемные механизмы: стреловые монтажные краны, кран-балки, грузовые полиспасты и т.п. Подробно описывается порядок выверки аппаратов или машин по высоте и на вертикальность; осей рамы с осями на фундаменте, горизонтальность или вертикальность вала электродвигателя, соосности, центрирования и т.п. в зависимости от вида проектируемого оборудования. Выверенный аппарат или машину фиксируют, осуществляют подливки, контрольную выверку и т.п., затем готовят к испытаниям и обкатке.

В этом подразделе приводятся типы строп, способы их соединения, зажимы, приспособления для расстроповки и другие виды применяемых дипломником при монтаже аппарата такелажных приспособлений и оснастки. На рисунках некоторые из приспособлений показаны.

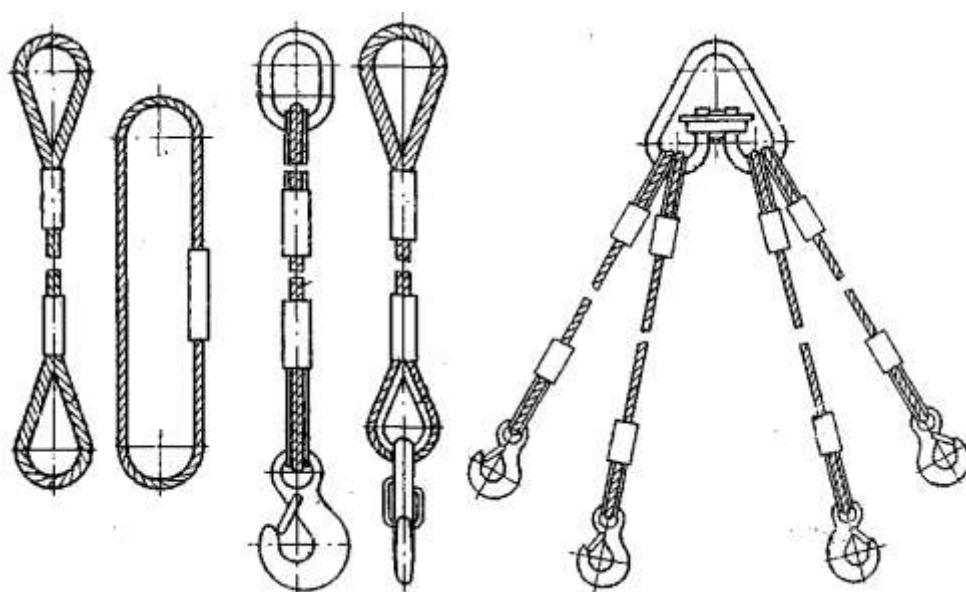


Рисунок 2.6 – Типы строп

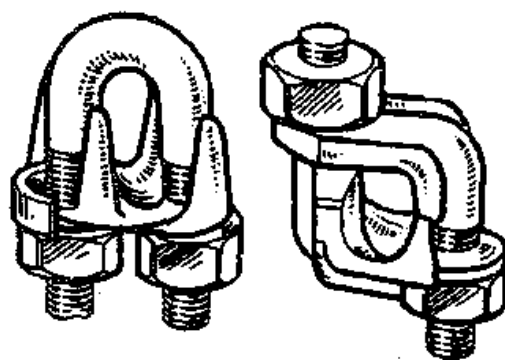


Рисунок 2.7 – Зажимы

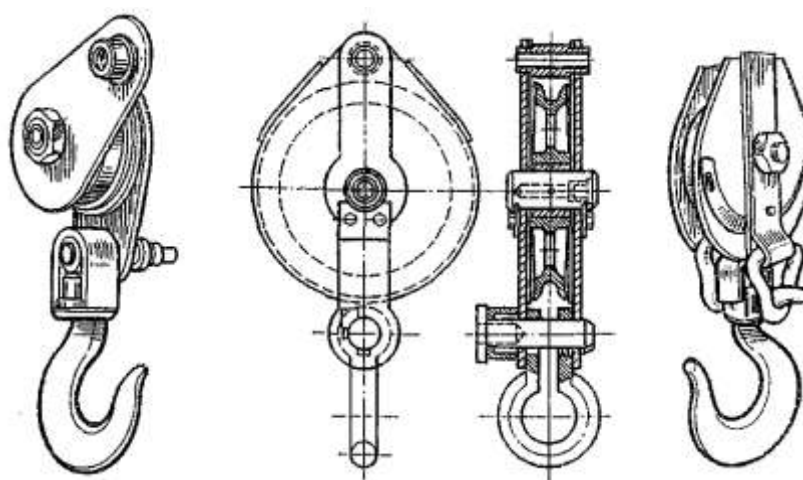


Рисунок 2.8 – Блоки отводные

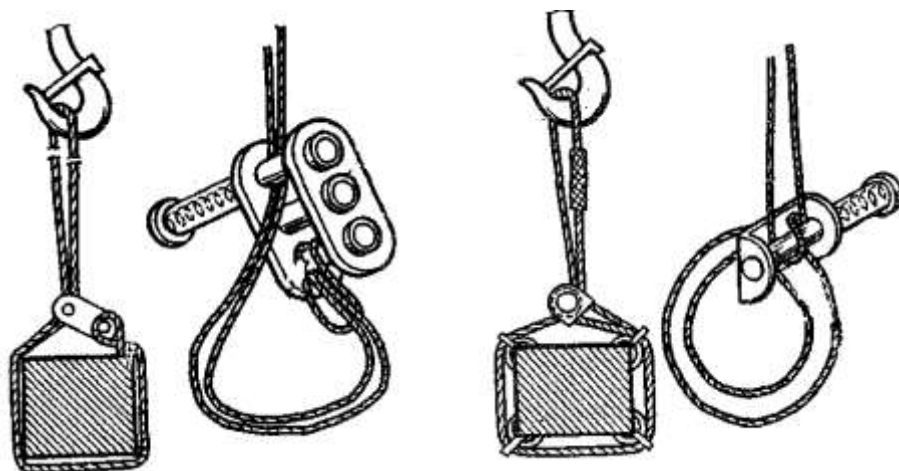


Рисунок 2.9 – Приспособления для расстропки

В подразделе 2.3 описывается техническая эксплуатация, ремонт, наладка проектируемого аппарата или устройства.

Данный раздел должен включать характеристику системы ППР в целом и рассмотрение составных ее частей, а именно технического обслуживания, ремонтов текущих и капитальных.

Раздел должен содержать:

- общую характеристику системы ППР;
- назначение, цель, объем проведения технического обслуживания;
- основные неисправности при эксплуатации аппарата или машины и методы их устранения;
- назначение, цель, объем проведения текущих ремонтов;
- назначение, цель, объем проведения капитальных ремонтов;
- методы и способы проведения ремонта оборудования;
- анализ рассматриваемого аппарата на предмет выявления быстроизнашиваемых деталей, предложение способов выявления дефектов этих деталей, способов ремонта, перечня инструментов, приспособлений и материалов для ремонта, описание последовательности операций разборки – сборки.

Расчетная часть проекта (подраздел 2.4) включает в себя конструктивные и прочностные расчеты элементов машин и аппаратов химического производства.

Эти расчеты проводятся как с целью определения конструктивных оптимальных элементов машин и аппаратов, так и с целью проверки их на прочность, надежность и долговечность.

Практически все рекомендации в области расчетов на прочность с достаточной полнотой приводятся в учебной и справочной литературе, в различных пособиях по проектированию и в нормативно-технической документации.

Необходимо помнить, что важнейшим этапом расчетов на прочность является составление расчетной схемы. Правильность составления ее определяет правильность результатов расчета, поэтому необходимо перед проведением

расчета получить необходимую консультацию у руководителя проекта по составленному варианту схемы.

Текстовый и расчетный материал рекомендуется, по возможности, снабжать иллюстрациями (эскизами, схемами, эпюрами и т.д.). Эскиз или схему допускается вычерчивать в произвольном масштабе, обеспечивающем четкое представление о рассчитываемом изделии.

В соответствии со стандартами порядок изложения расчетов определяется характером рассчитываемых величин. В общем случае расчеты должны содержать:

- 1 Название расчета;
- 2 Эскиз или схему рассчитываемого объекта;
- 3 Задачу расчета (указывается, что требуется определить при расчете);
- 4 Данные для расчета;
- 5 Расчет.

При прочностных расчетах задача сводится к отысканию таких размеров форм конструкций, при которых устранена вероятность разрушения конструкции.

При обозначении окончательных размеров элементов конструкции необходимо руководствоваться стандартами.

В приложении А приведены примеры некоторых видов расчетов на прочность для различных типов проектируемого оборудования.

Раздел «Организация производства» состоит из подразделов:

- годовой график ППР;
- расчет трудоемкости ремонтов оборудования.

Годовой график планово – периодического ремонта технологического оборудования на год составляется на основании нормативных данных, указанных в руководящих материалах, которые представляются в виде таблицы (таблица 2.4).

4.2 Расчет затрат на ремонт

Рассчитываются следующие статьи затрат на ремонт:

- основной фонд заработной платы;
- дополнительная заработная плата;
- материалы и запасные части;
- транспортно – заготовительные части;
- цеховые расходы;
- общезаводские расходы.

На основании расчетных данных составляется таблица 2.6.

Таблица 2.6 – Затраты на ремонт

Виды затрат	Сумма,руб.		Всего,руб.
	К	Т	
Основная заработная плата			
Дополнительная заработная плата			
Материалы и запасные части			
Транспортно – заготовительные расходы			
Цеховые расходы			
Общезаводские расходы			
Итого			

В разделе «Охрана труда» необходимо прежде всего дать оценку и проанализировать наличие потенциальных опасностей на проектируемом объекте с точки зрения охраны труда, а также оценку условий пожаро- и взрывоопасности.

Такого рода данные могут быть собраны студентами во время преддипломной практики, но они обязательно должны быть сверены с литературными и нормативными данными.

Далее следует привести конкретные правила охраны труда при обслуживании проектируемого оборудования, обратив особое внимание на мероприятия по их осуществлению, а также правила охраны труда при проведении монтажных и ремонтных работ.

Таким образом, в общем случае раздел «Охрана труда» должен содержать следующую информацию:

- условия эксплуатации оборудования и характеристика санитарно - гигиенических условий труда обслуживающего персонала;
- правила охраны труда при обслуживании проектируемого оборудования;
- правила охраны труда при проведении монтажных и ремонтных работ.

Изложение материала должно быть конкретным и четким (не следует переписывать материал общего характера из учебников или других книг приводить общие положения нормативных документов и т.д.).

Можно рекомендовать студентам сводить конкретный материал в таблицы форма которых должна быть согласована с руководителем проекта.

При определении категории помещений по взрывопожарной опасности руководствуются нормами пожарной безопасности НПБ 105-95, приведенными в таблице 2.7.

Таблица 2.7- Категории помещений по взрывопожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся в помещении
А Взрывопожароопасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28°С в таком количестве, что могут образовывать парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой,

	кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б Взрывопожароопасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28°C в таком количестве, что могут образовывать парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
В1-В4 Пожароопасные	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращении, не относятся к категориям А или Б
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процессе обработки которых сопровождается выделением лучистой теплоты, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

В зависимости от конкретных условий должны быть указаны способы защиты от возможного возгорания и взрыва (взрывозащищенное оборудование,

применение «не искрящих» инструментов и т.д.), а также названы конкретные средства пожаротушения: водой, пеной, порошком и т.д. (Марки огнетушителей должны быть указаны).

В проекте должны быть предусмотрены средства индивидуальной защиты (СИЗ) фильтрующие и изолирующие: респираторы, противогазы; спецодежда и др., которые применимы в конкретных условиях проектируемой стадии производства. При этом указываются тип и марка противогаза. Правила охраны труда для персонала при обслуживании проектируемого оборудования должны быть конкретными и относиться непосредственно к этому оборудованию.

Исходным материалом для написания этой части раздела могут служить инструкции по эксплуатации аналогичного оборудования и соответствующая литература

В этой же части особо следует выделить правила по электробезопасности.

При разработке правил охраны труда при проведении монтажных, ремонтных и наладочных работ исходным материалом могут служить инструкции по технике безопасности слесарей-монтажников, слесарей-ремонтников, а также справочная литература для указанных выше профессий.

3. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА

3.1 Основные надписи

Графическая часть дипломного проекта выполняется на листах формата А1.

Листы графической части оформляются внутренней рамкой (смотри рисунок 4.1). Основная надпись по ГОСТ 2.104-68, форма 1 (рисунки 3.1 - 3.4) располагается в правом нижнем углу. На каждом листе выполняется дополнительная графа размером 14x70 в верхнем углу формата и дополнительная боковая надпись, которую располагают в левом нижнем углу формата, в поле 20 мм, примыкая к рамке чертежа (рисунок 3.1).

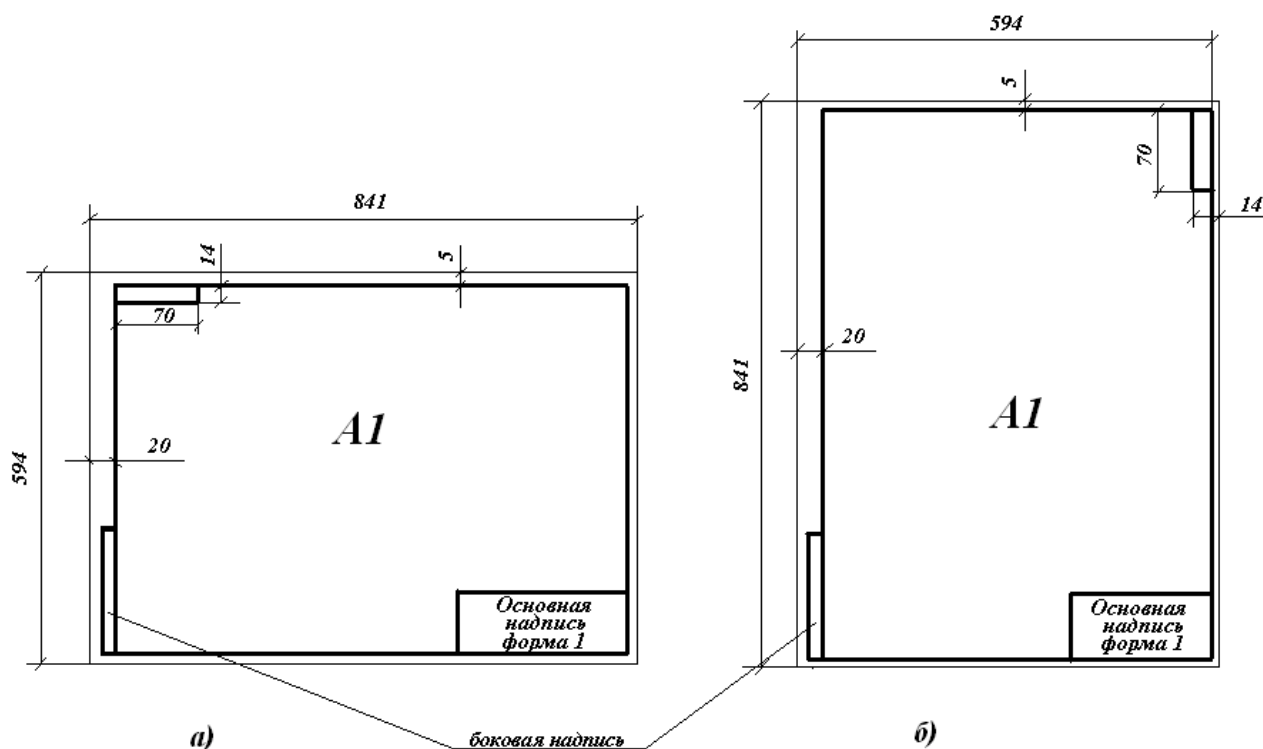


Рисунок 3.1

Код для чертежа схемы:

СПТ ДП 151031 00.00.00 ТЗ.

Код для сборочного чертежа:

СПТ ДП 151031 00.00.00 СБ.

Код для чертежа общего вида:

СПТ ДП 151031 00.00.00 ВО.

Код для монтажного чертежа:

СПТ ДП 151031 00.00.00 МЧ.

Размеры основной надписи и примеры ее заполнения приведены на рисунках

185																	
17		23		15		10		70			50						
7											15						
СПТ ДП 151031 00. 00. 00. СБ											5						
								Реактор синтеза			Лит.	Масса	Масштаб	5			
Изм.	Лист	№ Докум.		Подп.		Дата					у	5	5	15	20	15	
Разраб.		Иванов А.Е.						Сборочный чертеж			5	5	5	15	20	5	
Провер.		Петров Б. С.									5	5	5	15	20	5	
Н. контр.		Энгельман						Группа М - 13			5	5	5	15	20	5	
Реценз.		Тауберт									5	5	5	15	20	5	
Утв.		Гусева Е.В.									5	5	5	15	20	5	

Рисунок 3.2 - Основная надпись, форма 1, (ГОСТ 2.104 – 68) для сборочного чертежа

185																	
17		23		15		10		70			50						
7											15						
СПТ ДП 151031 00. 00. 00. ТЗ											5						
								Производство аммиака стадия синтеза			Лит.	Масса	Масштаб	5			
Изм.	Лист	№ Докум.		Подп.		Дата					у	5	5	15	20	15	
Разраб.		Иванов А.Е.						Схема технологич. принцип.			5	5	5	15	20	5	
Провер.		Петров Б. С.									5	5	5	15	20	5	
Н. контр.		Энгельман						Группа М - 13			5	5	5	15	20	5	
Реценз.		Тауберт									5	5	5	15	20	5	
Утв.		Гусева Е.В.									5	5	5	15	20	5	

Рисунок 3.3 – Основная надпись для чертежа схемы

185																	
17		23		15		10		70		50							
7																	
СПТ ДП 151031 00. 00. 00. МЧ										15							
Схема строповки										Лит.		Масса		Масштаб		5	
										у							
Изм.		Лист		№ Докум.		Подп.		Дата						5			
Разраб.		Иванов А.Е												15			
Провер.		Петров Б. С.												5			
Н. контр.		Энгельман												15			
Реценз.		Тауберт												15			
Утв.		Гусева Е.В.												15			
										Группа М - 13				15			

Рисунок 3.4 – Основная надпись для монтажного чертежа

3.2 Требования к содержанию и оформлению графической части проекта

Первым листом графической части является чертеж технологической схемы, содержащий проектируемое оборудование.

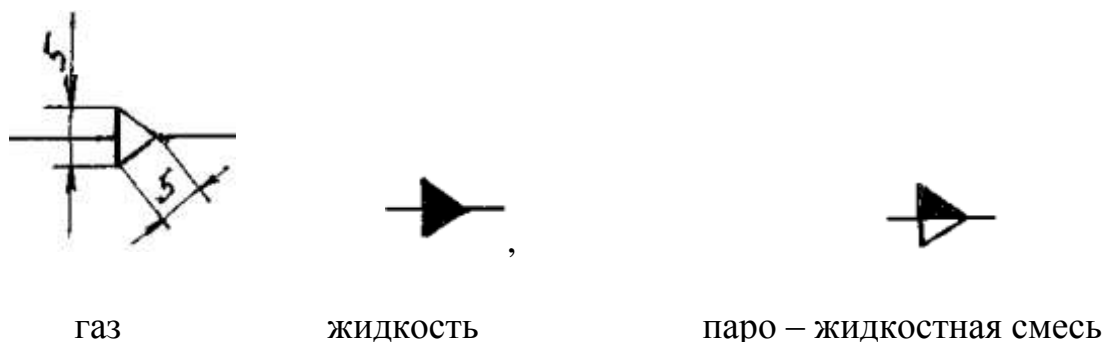
Основное и вспомогательное оборудование изображают на схемах в виде условных графических обозначений без применения масштаба, пропорционально изображениям в соответствующих стандартах. Расположение оборудования не учитывает его реальное положение в пространстве, но учитывает перемещение продукта по трубопроводам и оборудованию от исходного состояния до конечного слева - направо, сверху - вниз на горизонтально расположенном формате А1.

Приступая к компоновке листа, поле над основной надписью (форма 1 ГОСТ 2.104-68) оставляют свободным для последующего размещения таблицы линий связи и перечня элементов схемы.

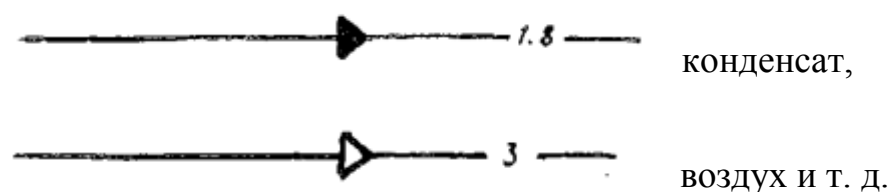
Расстояние между соседними линиями связи или условными графическими обозначениями (УГО) не должно быть менее 3 мм.

Обводка УГО и линий связи выполняется линиями одной толщины: (0,6... 1) мм. Изображение приборов и линий связи автоматизации выполняют сплошной тонкой линией: (0,2...0,5) мм.

На линиях связи указывают направление потока:



А также наименование среды в цифровом обозначении согласно ГОСТ14202-68 (приложение Б).



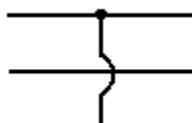
Цифры записывают в разрыве линии связи шрифтом №3,5 (по ГОСТ 2.304-81).

Принятые цифровые обозначения сред в трубопроводах расшифровывают в таблице линий связи (см. рисунок 3.4).

	<i>Условные обозначения</i>		<i>Наименование среды в трубопроводе</i>
	<i>Букв.</i>	<i>Графические</i>	
	<i>В</i>	— I —	<i>Вода</i>
	20	50	
	140		

Рисунок 3.4 – Таблица линий связи

Линии связи как правило горизонтальные и вертикальные (допускается наклон под углом 45°), при их пересечении указывают соединение точкой, наложение - скобкой:



Наиболее часто встречающиеся на схеме линии связи (вода, пар, конденсат и т.п.) выносят в верхнюю часть чертежа-схемы (в коллекторы) и от них производят отбор сред в аппараты схемы (или в них производят возврат отработанных сред). Допускается часть коллекторов разместить в нижней части листа.

Условным графическим обозначениям аппаратов и механизмов присваивают буквенно-цифровые обозначения согласно ГОСТ 2.704-76, которые указывают над или правее УГО шрифтом №5 или №7 (см. приложение В).

Буквенные обозначения могут быть назначены самостоятельно из первых букв названия аппарата, исключая совпадения с указанными в ГОСТ 2.704-76. Буквы и цифры обозначающие УГО имеют одинаковую высоту.

Все принятые на схеме буквенные обозначения расшифровывают в перечне элементов схемы в алфавитном порядке, как показано на рисунке 3.5.

Одинаковые буквенные обозначения располагают в порядке возрастания номеров: АТ1, АТ2.

20	110		10	
Поз. обознач.	Наименование		кол.	Примечание
АТ1	Холодильник		1	
Ф	Фильтр		1	

Основная надпись по ГОСТ 2.104-68

Рисунок 3.5 – Перечень элементов схемы

При заполнении таблицы линий связи и перечня элементов схемы следует учесть:

-- шрифт в головках таблиц и строках принимают одинаковый (например, №5 строчные);

- переносы слов не допускаются;

- допускается увеличение ширины строки для записи наименования аппарата в несколько строк;

- допустимы сокращения: примеч., кол., поз., обознач., и др. При необходимости продолжение перечня элементов схемы располагают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы.

Одинаковые аппараты и устройства записывают в перечне одной строкой:

- Ф1, Ф2 - фильтр

- Н1, Н4 - насос постоянной производительности.

Элементы и устройства в схемах показывают условными графическим

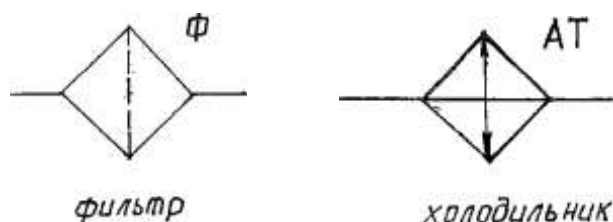
обозначениями (УГО) согласно действующих стандартов:

- ГОСТ 2.204-76 Кондиционеры рабочей среды, емкости гидравлические и пневматические;
- ГОСТ 2.780-96 Аппараты гидравлические и пневматические, устройства управления и приборы контрольно-измерительные;
- ГОСТ 2.782-96 Машины гидравлические и ' пневматические;
- ГОСТ 2.784096 Элементы трубопровода;
- ГОСТ 2.785-70 Арматура трубопроводная;
- ГОСТ 2.788-74 Выпараты 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 химических производств;
- ГОСТ 2.794-79 Устройства питающие и дозирующие;
- ГОСТ 2.795-80 Центрифуги;
- ГОСТ 2.796-95 Элементы вакуумных систем.

Некоторые УГО приведены в **приложении В**.

Вышеперечисленные стандарты предоставляются дипломнику для подбора УГО руководителем проекта.

- Допускается применять УГО, построенное по функциональным признакам, если отсутствует необходимость в пояснении специфических особенностей устройств:



Нестандартное оборудование показывают в виде не очень подробного эскиза.

Допускается поворот УГО на угол, кратный 45° . Не поворачивают УГО колонных аппаратов, сборников, центробежных насосов, вентиляторов и др.

Если схему совмещают со средствами контроля и управления технологическим процессом, то в нижней части листа оставляют полосу шириной 120-150 мм, на которую наносят условные изображения функциональной схемы автоматизации.

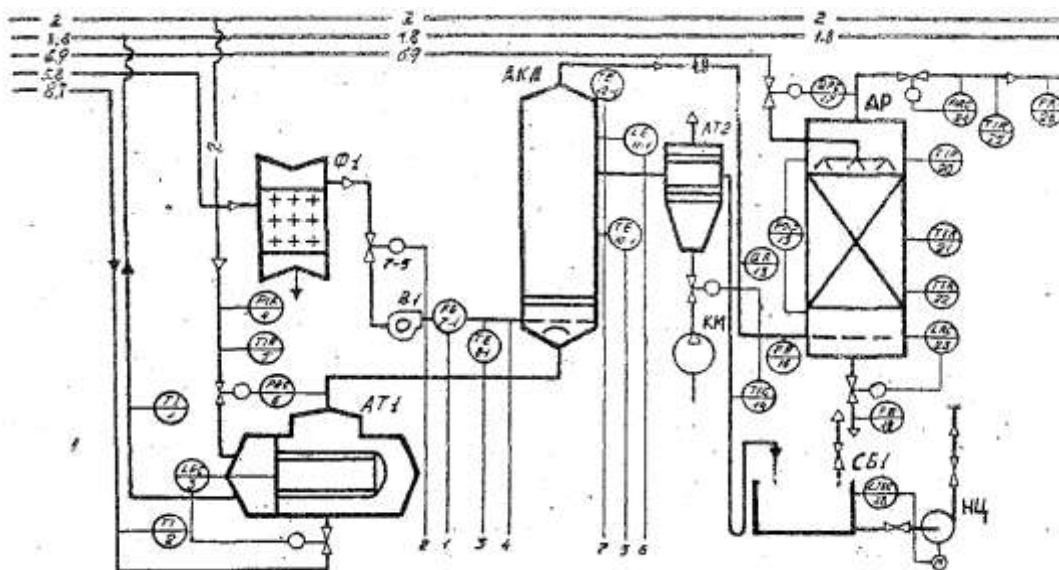


Рисунок 3.6 – Пример оформления технологической схемы

В соответствии с ГОСТ 21.404-85 размеры устройств автоматизации следующие (рисунки 3.7, 3.8)

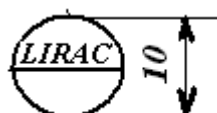


Рисунок 3.7 – первичный измерительный преобразователь,

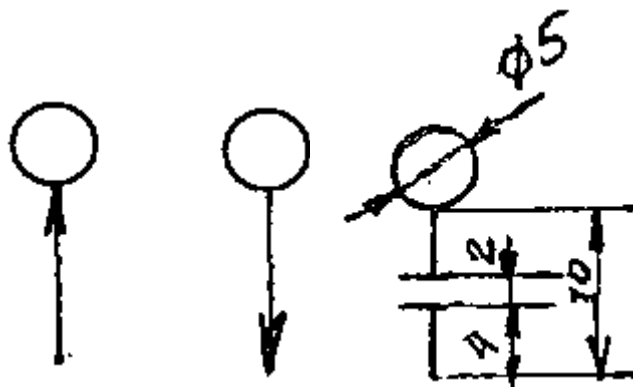


Рисунок 3.8 - исполнительный механизм: общее обозначение

Вторым листом графической части проекта является сборочный чертеж или чертеж общего вида. Чертеж общего вида и сборочный разрабатываются в соответствии с требованиями ГОСТ 2.120-73 ЕСКД. Аппарат или устройство располагают на листе 2 в рабочем положении, от этого зависит выбор положения формата А1. Масштабы изображений применяют в соответствии с ГОСТ 2.302-68.

Поле над основной надписью оставляют свободным от изображений для расположения в порядке сверху вниз: таблицы шуцеров, технических характеристик аппарата, технических требований.

При недостатке места таблицу шуцеров можно расположить левее основной надписи.

Изображения должны соответствовать ГОСТ 2.305-68 ЕСКД: виды, разрезы, сечения, выносные элементы. Их располагают в проекционной связи. Допускается изображение видов и разрезов, в уменьшенном по сравнению с главным изображением, масштабе.

Спецификация на составные части проектируемого устройства выполняется на отдельных листах формата А4 в соответствии с ГОСТ 2.108-68, форма. 1 и 1а и вкладывается в пояснительную записку. Образец выполнения спецификации' приведен в **приложении Ж**, содержание спецификации должно соответствовать ГОСТ 2.306-96 ЕСКД.

На изображении главного вида устройства или аппарата допускается показывать условно смещенными шуцера, люки, бобышки и т.п. Истинное

расположение штуцеров показывают на виде сверху, упоминая об этом в технических требованиях (см. пункт 7 приложения К) или приводят на чертеже схему их расположения с надписью над ней: «Схема расположения штуцеров».

Буквенные обозначения штуцеров надписывают над или правее оси штуцера или с помощью выноски над горизонтальной полкой шрифтом №7 русскими буквами.

Следует помнить, что в первую очередь дают буквенные обозначения: видам А, разрезам Б-Б, сечениям и т.д., а для обозначения штуцеров - следующие буквы (совпадения не допускаются) за исключением З, Й, О, Х, Ъ, Ы, Ь. При недостатке букв применяют цифровую индексацию А₁ Б₁ и т.д. Обозначения штуцеров поясняют в таблице, как показано на рисунке 3.9.

<i>Обозн.</i>	<i>Назначение</i>	<i>Кол.</i>	<i>Проход условный Ду, мм</i>	<i>Давление условное Ру, МПа</i>
<i>В</i>	<i>Вид продукта</i>	<i>1</i>	<i>500</i>	<i>1,0</i>
<i>Г</i>				

Рисунок 3.9 – Таблица штуцеров

В технической характеристике, как правило, указывают назначение аппарата, вместимость, производительность, площадь поверхности теплообмена, рабочее давление, температуру, потребляемую мощность, скорость вращения и т.д. в зависимости от вида оборудования.

Техническую характеристику озаглавливают и записывают, перечисляя характеристики по пунктам, обозначая их арабскими цифрами без точки.

Допускается оформление технической характеристики аппарата в виде таблицы.

Далее под заголовком «Технические требования» записывают требования к изготовлению, сборке, контролю качества сборки и т.д. В **приложении К** приведены наиболее часто встречающиеся требования к изготовлению, поставке, сварке, изоляции и защите от коррозии аппаратов и сосудов работающих под давлением. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц изложены в ГОСТ 2.316-68. На рисунке 3.10 представлена последовательность расположения текстовой части на поле сборочного чертежа.

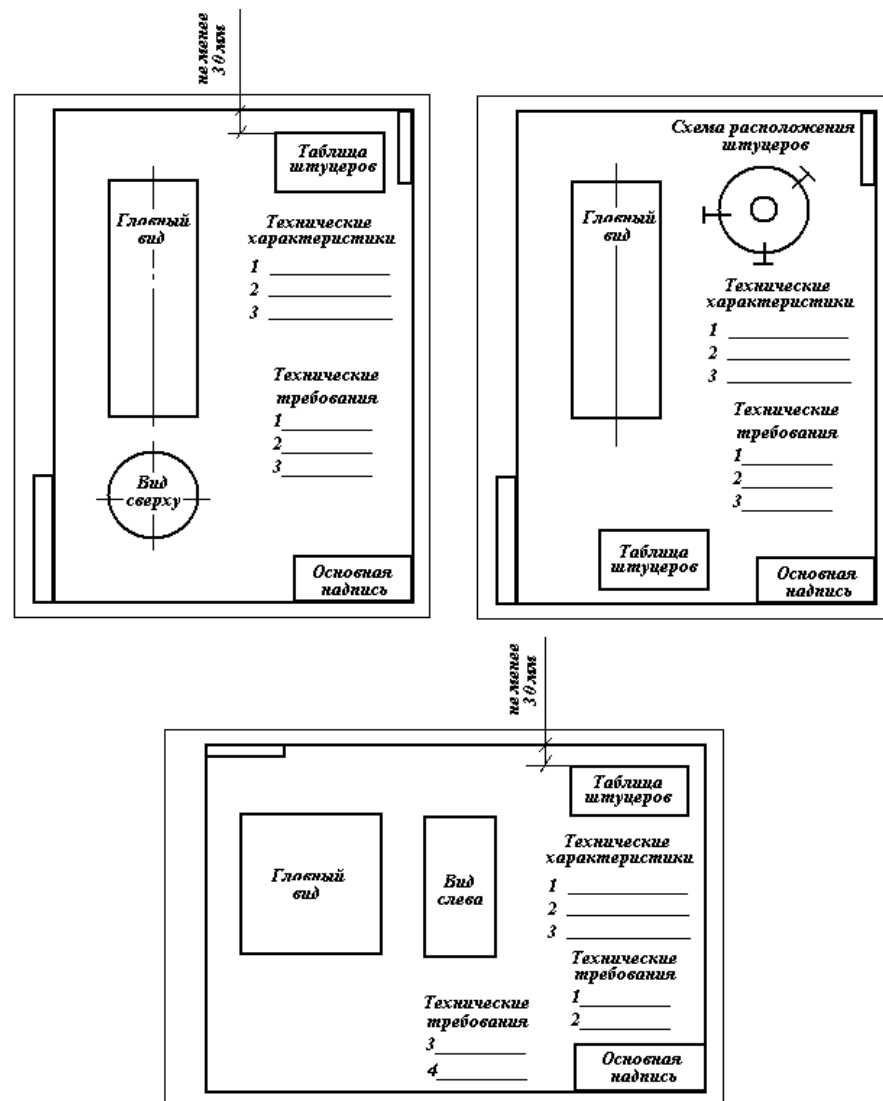


Рисунок 3.10

На чертеже общего вида или сборочном изображаются устройства для ремонта и осмотра в период технической эксплуатации: смотровые окна, люки, а

также устройства для контроля и регулирования процесса: термокарманы, штуцера для уровнемера и т.д. По чертежу должен быть ясен способ монтажа аппарата или машины благодаря изображению рым-болтов, ушек, цапф и т.д.

При переносе изображения вида сверху или слева вне проекционной связи, их подписывают русскими буквами А, Б шрифтом №7 и стрелкой обозначают направление взгляда. Слово «Вид» не добавляется. Разрезы надписывают двумя буквами: В-В, не подчеркивая. Выносным элементам присваивают следующую по порядку букву и указывают масштаб увеличения (рисунок 3.11).

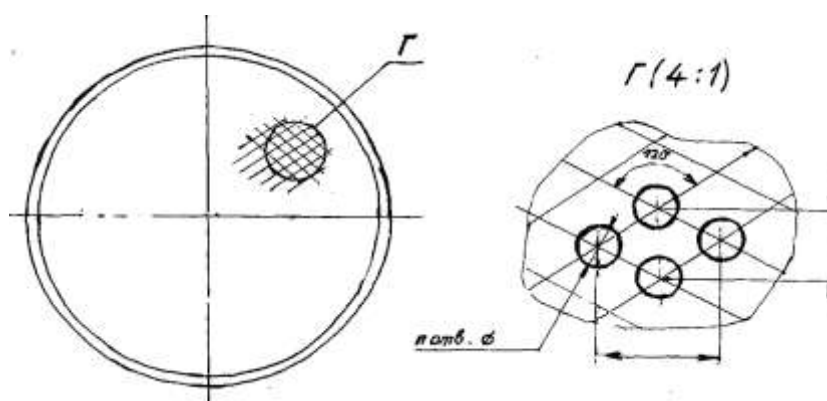


Рисунок 3.11

На сборочных чертежах и чертежах общего вида применяют разрывы длинных или высоких аппаратов, применяя линию с изломами.

Это следует учесть при выборе масштаба уменьшения для высоких аппаратов. Обрыв можно сделать при условии, что «выброшенная» часть устройства не имела снаружи или внутри деталей, отличных от изображенных до и после обрыва. Если до обрыва устройство было показано в разрезе, то и после обрыва изображают разрез (рисунок 3.12).

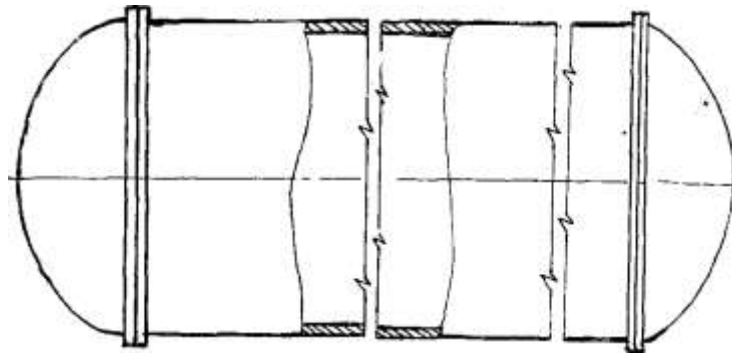


Рисунок 3.12

На сборочных чертежах действуют условности и упрощения, оговоренные в ГОСТ 2.109-73 ЕСКД:

- мелкие углубления, фаски, проточки, зазоры, скругления опускаются;
- цельнометаллические изделия, попавшие в продольное рассечение, условно не режут (это относится ко всем видам крепежных деталей: болты, шпильки, гайки);
- при изображении сетки, насечки, рельефа допускается изображать их частично и с возможным упрощением;
- крепеж: болтовые, шпилечные соединения изображают упрощенно, условное изображение возможно, если, применяя масштаб уменьшения, получили номинальный диаметр равный 2 мм или менее;
- при изображении конусности, уклона, пластин, стенок, отверстий и т.п. размерами менее 2 мм рекомендуется вычерчивать их с увеличением, отступая от масштаба;
- тонкие стенки, прокладки и т.д. штрихуют фрагментарно или зачерняют;
- упрощенно изображают подшипники, пружины, уплотнительные устройства.

После составления спецификации, на главный вид и вид сверху (слева) наносят над полками линий выноски арабскими цифрами шрифтом №5 обозначения позиций порядковых номеров деталей. Линии выноски заканчивают точками. Позиции выстраивают в одну вертикаль и горизонталь для удобства поиска детали. Пересечение выносками размерных линий не допускается.

На сборочных чертежах наносят размеры: эксплуатационные (условный проход, диаметр смотровых люков и т.п.), габаритные (ширина, высота, диаметр изделия), установочные (расстояние между осями штуцеров, привязка к основанию и т.п.), присоединительные (для соединения с упругим изделием: диаметр выходного вала, размер резьбы для термопары и т.п.), монтажные (болтовая окружность, расстояние между отверстиями для крепления в опорах и т.п.) и справочные (шаг между тарелками, размер царги и т.п.). Размеры наносятся над размерными линиями шрифтом №3,5; справочные отмечают звездочкой: 42*.

Поскольку сварка наиболее распространена в химическом машиностроении как вид неразъемных соединений, то сварных швов на чертежах сборки и общего вида встречается много. Каждый сварочный шов должен быть обозначен в соответствии с ГОСТ 2.312-72 ЕСКД. Порядок обозначения сварных швов приводится в приложении В.

На поле сборочного чертежа допускается выполнять отдельные изображения деталей, на которые не выполняется рабочий чертеж. Над изображением в этом случае указывают номер позиции детали и масштаб изображения.

Третьим листом графической части является монтажный чертеж.

На монтажном чертеже в зависимости от задания на проект могут быть показаны: схема строповки основного аппарата, структурная схема монтажа оборудования. В связи с тем, что студент в подразделе 2.3 разрабатывает вопросы ремонта оборудования на листе 2 приводят ремонтные чертежи отдельных деталей, выполняют технологическую карту восстановления и др. При этом формат А1 делится на форматы от А2 до А4 (рисунок 3.13).

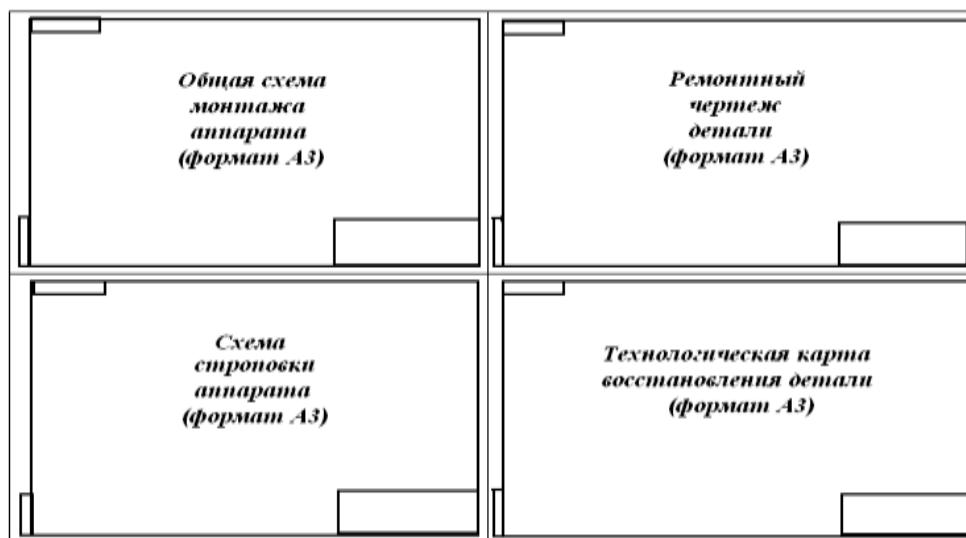


Рисунок 3.13

Примерное выполнение структурной схемы монтажа аппарата приведено на рисунке 3.14

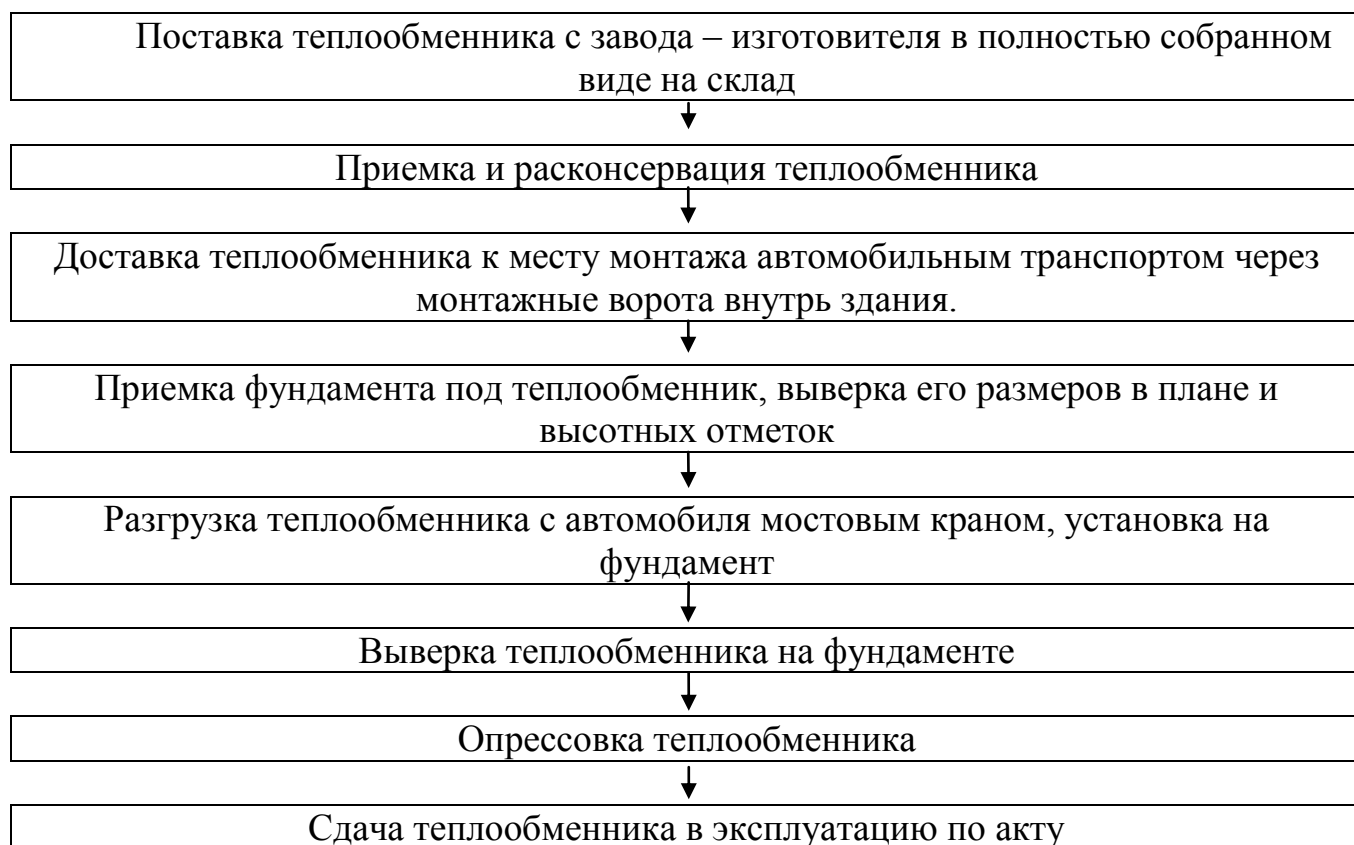


Рисунок 3.14 – Примерная схема монтажа теплообменника.

Примерное выполнение карты восстановления корпуса аппарата приведено в [таблице 4.1.](#)

Таблица 4.1 – Карта восстановления

Дефект	Способ выявления дефекта. Инструмент	Способ восстановления детали	Технология восстановления	Оборудование и приспособления	Обрабатывающий инструмент	Метод контроля. Инструмент
Износ штуцера	Визуально	Замена штуцера	Штуцер вырезать, на его место врезать новый с укрепляющим кольцом	Сварочный аппарат	Электроды	Опрессовка
Выпучина	Визуально	Выпрямление	Выпрямить ударами кувалды по медной подкладке	Кувалда, медный лист	-	Визуально

Ремонтные чертежи выполняют по ГОСТ 2.604 – 68 ЕСКД. На ремонтных чертежах вычерчивают только те изображения, которые необходимы для ремонта детали или сборочной единицы. Места, подлежащие ремонту, вычерчивают сплошной основной линией, остальное – сплошной тонкой (рисунок 3.15).

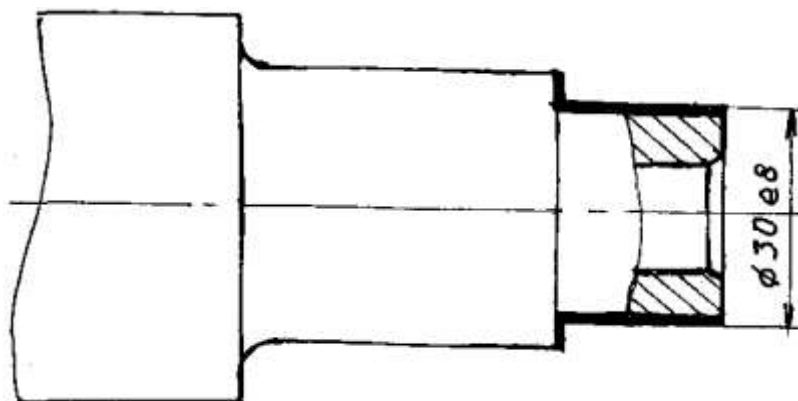


Рисунок 3.15

Таким образом, содержание листа 3, который условно называется «монтажный чертеж», может быть разным, оно оговаривается в задании на дипломное проектирование.

4 ОРГАНИЗАЦИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЗАЩИТА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Задание для дипломного проекта на специальном бланке выдается руководителем проекта, тема проекта устанавливается приказом по техникуму и увязывается с местом прохождения производственной преддипломной практики.

Проект выполняется в соответствии с установленным графиком, его соблюдение периодически проверяется членами администрации техникума. Для студентов-дипломников устанавливается график консультаций руководителя проекта и консультанта по экономической части.

Готовый дипломный проект после подписи руководителя проекта направляется на нормоконтроль. Нормоконтролер на специальном бланке дает

отзыв о соблюдении стандартов при выполнении текстовой и графической части проекта.

После нормоконтроля дипломник может внести в проект исправления, если это возможно, и получает окончательный письменный отзыв руководителя на свой проект. Отзыв и проект в полном объеме передаются заместителю директора по учебно-производственной работе, который направляет проект на внешнюю рецензию.

После заключения рецензента в проект не могут быть внесены никакие изменения. При положительном отзыве и рецензии заместитель директора по УПР утверждает проект и включает его в график защиты дипломных проектов.

Защиту дипломных проектов принимает Государственная аттестационная комиссия на открытом заседании.

Дипломнику предоставляется право доложить о проделанной работе и ее результатах, затем члены комиссии задают вопросы, которые выявляют глубину знаний выпускника. Оценка проекта учитывает качество проекта, ответов выпускника, отзыв и рецензию. При разногласиях между членами комиссии проводится голосование.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

А1. Пример расчета обечайки на прочность

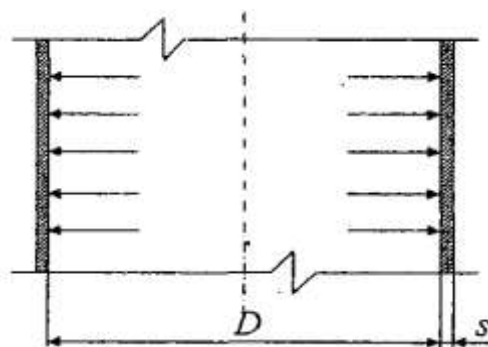


Рисунок А1 - Обечайка, нагруженная внутренним избыточным давлением

Данные для расчета:

давление избыточное внутреннее расчетное, МПа

$p = 1;$

температура расчетная, °С

$t = 100;$

диаметр внутренний аппарата, мм

$D = 1400;$

материал обечайки

сталь 09Г2С.

Расчетную толщину стенки обечайки S_p , мм, вычисляют по формуле

$$S_p = p \cdot D / (2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi - p), \quad (1)$$

где $[\sigma]$ - допускаемое напряжение материала обечайки при расчетной температуре, МПа;

$$[\sigma] = 177 \text{ МПа} \quad [4]$$

φ - коэффициент прочности продольного сварного шва; $\varphi = 0,8$, так как сварной шов стыковой, доступный сварке только с одной стороны, имеет в процессе

сварке металлическую подкладку со стороны корня шва, длина контролируемых швов от общей длины составляет 50 %;

$$S_p = 1 \cdot 1400 / (2 \cdot 177 \cdot 0,8 - 1) = 4,96 \text{ мм}$$

Исполнительную толщину стенки обечайки S , мм, вычисляют по формуле

$$S \geq S_p + c, \quad (2)$$

где c – сумма прибавок к расчетной толщине стенки обечайки, мм;

$$c = c_1 + c_2 + c_3 \quad (3)$$

c_1 – прибавка для компенсации коррозии и эрозии, мм; так как срок службы аппарата 10 лет и скорость коррозии составляет 0.1мм/год, то $c_1 = 1$ мм;

c_2 – прибавка для компенсации минусового допуска, мм;

$$c_2 = 0,8 \text{ мм}; \quad [4]$$

c_2 определяется по ГОСТ 19903 – 74 для исполнительной толщины стенки обечайки, которую необходимо определить предварительно исходя из уже известных данных;

c_3 – прибавка технологическая, мм;

$$c_3 = 0$$

так как при изготовлении обечайки не происходит утонения ее стенки;

$$c = 1 + 0,8 + 0 = 1,8 \text{ мм}$$

$$S \geq 4,96 + 1,8 = 6,76 \text{ мм}$$

принимаем $S = 8\text{мм}$.

Условие применения расчетных формул

Расчетные формулы применимы при отношении толщины стенки к диаметру

$$(S - c)/D \leq 0,1 \text{ для обечаек и труб при } D \geq 200\text{мм} \quad (4)$$

$$(S - c)/D \leq 0,3 \text{ для труб при } D < 200\text{мм};$$

$$(8 - 1,8)/1400 \leq 0,1$$

$$0,004 < 0,1$$

Условие выполнено.

Проверка прочности при гидроиспытании

Если давление гидроиспытания

$$P_r < p \cdot 1,35 \cdot [\sigma]_{20} / [\sigma], \quad (5)$$

то расчет на прочность при гидроиспытании не производится, где p_r – давление гидроиспытания, МПа;

$$p_r = p \cdot 1,25 \cdot [\sigma]_{20} / [\sigma] \quad (6)$$

$[\sigma]_{20}$ – допускаемое напряжение материала обечайки при температуре 20°C, МПа;

$$[\sigma]_{20} = 196 \text{ МПа} \quad [4]$$

$$P_r = 1 \cdot 1,25 \cdot 196 / 177 = 1,38 \text{ МПа}$$

$$1,38 < 1 \cdot 1,35 \cdot 196 / 177$$

$$1,38 < 1,49$$

Условие выполнено, поэтому дальнейшей проверки на прочность при гидроиспытании производить не требуется.

А2. Пример расчета на прочность эллиптических днищ

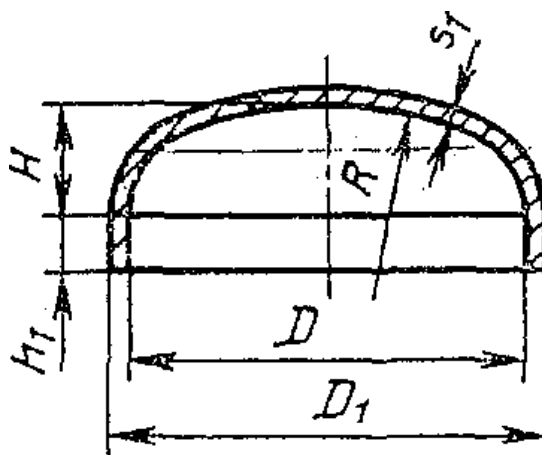


Рисунок А2 - Днище эллиптическое, нагруженное избыточным внутренним давлением

Данные для расчета:

давление избыточное внутреннее расчетное, МПа

$p = 0,8;$

температура расчетная, °С

$t = 120;$

диаметр внутренний аппарата, мм

$D = 1400;$

материал днища

ВСтЗсп.

Расчетную толщину стенки эллиптического днища S_{1p} , мм, вычисляют по формуле

$$S_{1p} = p \cdot R / (2\phi \cdot [\sigma] - 0,5p), \quad (7)$$

где R - радиус кривизны в вершине днища по внутренней поверхности, мм; для стандартных эллиптических днищ с $H = 0,25$ [2]

$$R = D = 1400 \text{ мм.}$$

$$H = 0,25 \cdot 1400 = 350 \text{ мм};$$

φ - коэффициент прочности сварных швов; для днища, изготовленного из целой заготовки, $\varphi = 1,0$; для днища, изготовленного из нескольких заготовок;
[σ] - допускаемое напряжение материала днища при расчетной температуре, МПа

$$[\sigma] = 141 \text{ МПа.} \quad [4]$$

$$S_{1p} = 0,8 \cdot 1400 / (2 \cdot 1 \cdot 147 - 0,5 \cdot 0,8) = 3,8 \text{ мм}$$

Исполнительную толщину стенки днища S_1 , мм, вычисляют по формуле

$$S_1 > S_{1p} + c, \quad (8)$$

где c - сумма прибавок к расчетной толщине стенки днища, мм;

$$c = c_1 + c_2 + c_3 \quad (9)$$

c_1 - прибавка для компенсации коррозии и эрозии, мм; $c_1 = 1$ мм, так как срок службы аппарата 10 лет и скорость коррозии составляет 0,1 мм/год;

c_2 - прибавка для компенсации минусового допуска, мм;

$$c_2 = 0,8 \text{ мм} \quad [4]$$

c_3 - прибавка технологическая, учитывающая 15 % - ное утонение толщины днища при штамповке, мм;

$$c_3 = 0,15 \cdot 4 = 0,6 \text{ мм}$$

Прибавка c_3 не учитывается, если ее значение не превышает 15 % расчетной толщины листа, то есть принимают $c_3 = 0$.

$$c = 1 + 0,8 + 0,6 = 2,4 \text{ мм,}$$

$$S_{1p} \geq 3,8 + 2,4$$

$$S_{1p} = 6,2 \text{ мм}$$

Принимаем $S_1 = 8 \text{ мм}$ [4]

Условия применения расчетных формул

$$\begin{aligned} 0,002 \leq (S_1 - c) / D \leq 0,1 & \quad \text{и} \quad 0,2 \leq H/D \leq 0,5 \\ 0,002 \leq (8 - 2,4)/1400 \leq 0,1 & \quad 0,2 \leq 350/1400 \leq 0,5 \\ 0,002 < 0,004 < 0,1 & \quad 0,2 < 0,25 < 0,5 \end{aligned}$$

Условие выполнено

Проверка прочности при гидроиспытании

Если давление гидроиспытания

$$P_r < p \cdot 1,35 \cdot [\sigma]_{20} / [\sigma], \quad (10)$$

то расчет на прочность при гидроиспытании не производится, где p_r – давление гидроиспытания, МПа;

$$p_r = p \cdot 1,25 \cdot [\sigma]_{20} / [\sigma] \quad (12)$$

$[\sigma]_{20}$ – допускаемое напряжение материала днища при температуре 20°C, МПа;

$$[\sigma]_{20} = 154 \text{ МПа} \quad [4]$$

$$P_r = 1 \cdot 1,25 \cdot 154/141 = 1,38 \text{ МПа}$$

$$1,38 \leq 1 \cdot 1,35 \cdot 154/141$$

$$1,38 < 1,49$$

Условие выполнено, поэтому дальнейшей проверки на прочность при гидроиспытании производить не требуется.

А3. Пример гидравлического расчета рабочего колеса центробежного насоса.

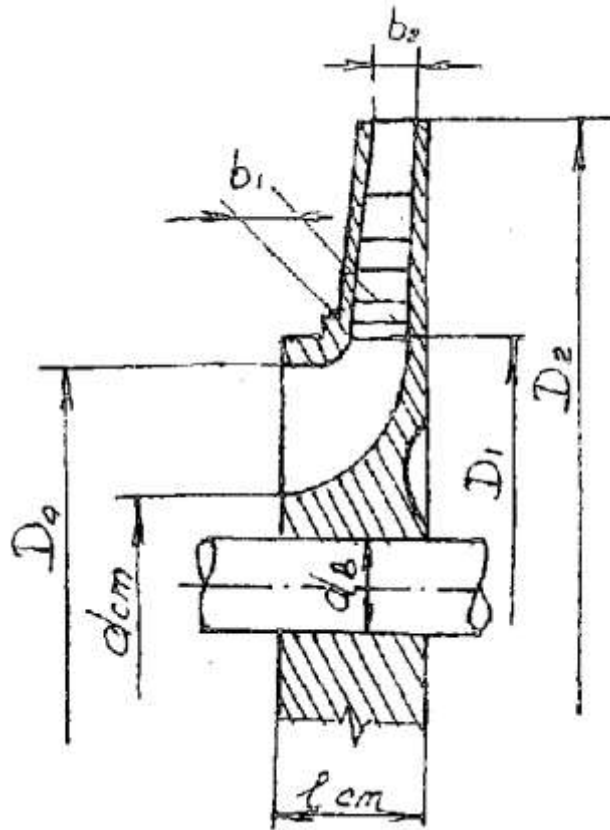


Рисунок А3 - Рабочее колесо центробежного насоса.

Данные для расчета:

подача насоса

$$Q = 180 \text{ м}^3/\text{ч}$$

избыточное давление

$$P_2 = 200 \text{ кПа}$$

давление на входе

$$P_1 = 10 \text{ кПа}$$

плотность воды

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

частота вращения вала электродвигателя

$$n = 1430 \text{ об/мин}$$

Напор насоса определяется по формуле

$$H = \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} = \frac{200000 \cdot 10000}{1000 \cdot 9,81} = 19,38 \text{ м.} \quad (13)$$

Определяем коэффициент быстроходности насоса. Это величина, при помощи которой можно определить тип машины для работы с заданными подачей, напором и частотой вращения вала. Значения коэффициента быстроходности для центробежных насосов: $n_s = 40-300$

$$n_s = 3,65 \cdot \frac{n \cdot \sqrt{Q}}{H^{3/4}} = 3,65 \cdot \frac{1430 \cdot \sqrt{\frac{180}{3600}}}{19,38^{3/4}} = 125 \quad (14)$$

Колесо имеет нормальный коэффициент быстроходности для центробежных насосов.

Определяем объемный КПД по формуле

$$\eta_0 = \frac{1}{1 + 0,68 \cdot n_s^{-0,66}} = \frac{1}{1 + 0,68 \cdot 125^{-0,66}} = 0,97. \quad (15)$$

Объемный КПД отражает объемные потери в центробежных насосах, которые обусловлены перетеканием жидкости через уплотнения.

Определяем приведенный диаметр – это условный диаметр живого сечения входа в рабочее колесо.

$$D_{п1} = 4,25^3 \cdot \sqrt{\frac{Q}{n}} = 4,25^3 \cdot \sqrt{\frac{180}{3600 \cdot 1}} = 0,14 \text{ м.} \quad (16)$$

Определяем гидравлический КПД по формуле

$$\eta_{\Gamma} = 1 - \frac{0,42}{(n \cdot D_{п1} - 0,172)^2} = 1 - \frac{0,42}{(n \cdot 0,14 - 0,172)^2} = 0,91. \quad (17)$$

Гидравлический КПД определяет гидравлические потери на трение, удары и вихреобразование в проточной части насоса.

Принимаем механический КПД

$$\eta_M = 0,93.$$

Определяем полный КПД насоса по формуле

$$\eta = \eta_0 \cdot \eta_{\Gamma} \cdot \eta_M = 0,97 \cdot 0,91 \cdot 0,93 = 0,82. \quad (18)$$

Определяем мощность на валу по формуле

$$N = \frac{\rho \cdot Q \cdot g \cdot H}{1000 \cdot \eta} = \frac{1000 \cdot 180 \cdot 9,81 \cdot 19,38}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,82} = 12 \text{ кВт}. \quad (19)$$

Определяем крутящий момент по формуле

$$M = 9600 \cdot \frac{N}{n} = 81 \text{ н} \cdot \text{м} = 8100 \text{ н} \cdot \text{см}. \quad (20)$$

Определяем диаметр вала по формуле

$$d_B = \sqrt[3]{\frac{0,102 \cdot N}{0,2 \cdot \tau}}, \quad (21)$$

где $[\tau]$ – допускаемое напряжение кручения, принимаем $[\tau] = 150 \text{ кг/см}^2$, тогда

$$d_B = \sqrt[3]{\frac{0,102 \cdot 8100}{0,2 \cdot 150}} = 3 \text{ см} = 30 \text{ мм}.$$

Определяем диаметр ступицы колеса по формуле

$$d_{CT} = 1,4 \cdot d_B = 1,4 \cdot 30 = 42 \text{ мм}. \quad (22)$$

Определяем диаметр входа на рабочие лопасти колеса по формуле

$$D_1 = D_0 + 20 \text{ мм}, \quad (23)$$

где D_0 – диаметр входа в рабочее колесо, принимаем равным приведенному диаметру, тогда

$$D_1 = 140 + 20 = 160 \text{ мм}.$$

Определяем длину ступицы рабочего колеса по формуле

$$l_{CT} = 1,4 \cdot d_{CT} = 1,4 \cdot 42 = 58,8 \text{ мм}. \quad (24)$$

Определяем окружную скорость на входе в каналы рабочего колеса по формуле

$$U_1 = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,16 \cdot 1430}{60} = 12 \text{ м/с}. \quad (25)$$

Определяем скорость входа в рабочее колесо по формуле

$$C_0 = \frac{4 \cdot Q}{\eta_0 \cdot \pi \cdot (D_0^2 - d_{CT}^2)} = \frac{4 \cdot 180}{3600 \cdot 0,97 \cdot 3,14 \cdot (0,16^2 - 0,042^2)} = 2,7 \text{ м/с}. \quad (26)$$

Принимаем $C_0 = C_1 = C_{1z} = C_{2z}$,

где C_1 – абсолютная средняя скорость потока на входе; C_{1z} – радиальная составляющая абсолютной средней скорости потока на входе; C_{2z} – радиальная составляющая абсолютной средней скорости потока на выходе.

Определяем угол потока на входе в лопасть по формуле

$$\operatorname{tg}\beta_1 = \frac{C_1}{U_1} = \frac{2,7}{12} = 0,225; \beta_1 = 12^\circ. \quad (27)$$

Определяем лопастной угол из формулы

$$i = \beta_{1л} - \beta_1, \quad (28)$$

где $\beta_{1л}$ – лопастной угол; i – угол атаки, принимаем $i = 4^\circ$, тогда

$$\beta_{1л} = \beta_1 + i = 12 + 4 = 16^\circ. \quad (29)$$

Принимаем коэффициент стеснения входного сечения межлопаточных каналов $\mu_1 = 0,9$.

Определяем ширину лопасти на входе в рабочее колесо по формуле

$$b_1 = \frac{Q}{\pi \cdot D_1 \cdot C_1 \cdot \mu \cdot \eta_0} = \frac{180}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,16 \cdot 2,7 \cdot 0,9 \cdot 0,97} = 0,042 \text{ м} = 42 \text{ мм}. \quad (30)$$

Принимаем угол потока на выходе из лопасти

$$\beta_2 = 17^\circ$$

Определяем окружную скорость на выходе из рабочего колеса по формуле

$$U_2 = \frac{1}{2} \cdot C_0 \cdot \operatorname{ctg}\beta_2 \cdot \sqrt{\left(\frac{C_{2z} \cdot \operatorname{ctg}\beta_2}{2}\right)^2 + \frac{g \cdot H}{\eta_r}} = \quad (31)$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2,7 \cdot \operatorname{ctg}17^\circ \cdot \sqrt{\left(\frac{2,7 \cdot \operatorname{ctg}\beta_2}{2}\right)^2 + \frac{9,81 \cdot 19,38}{0,91}} = 19,5 \text{ м/с}$$

Определяем диаметр выхода с рабочих лопастей по формуле

$$D_2 = \frac{60 \cdot U_2}{\pi \cdot n} = \frac{60 \cdot 19,5}{3,14 \cdot 1430} = 0,26 \text{ м.} \quad (32)$$

Определяем отношение диаметров выхода и входа по формуле

$$m = \frac{D_2}{D_1} = \frac{0,26}{0,16} = 1,62. \quad (33)$$

Определяем ширину лопасти рабочего колеса на выходе по формуле

$$b_2 = b_1 \cdot \frac{D_1}{D_2} = 42 \cdot \frac{0,16}{0,26} = 26 \text{ мм.} \quad (34)$$

Определяем количество лопаток рабочего колеса по формуле

$$Z = 6,5 \cdot \frac{m+1}{m-1} \cdot \sin \cdot \frac{\beta_{1л} + \beta_{2л}}{2}. \quad (35)$$

где $\beta_{2л}$ – лопастной угол на выходе, $\beta_{2л} > \beta_2$ на 2-3°, принимаем $\beta_{2л} = 19^\circ$, тогда

$$Z = 6,5 \cdot \frac{1,62+1}{1,62-1} \cdot \sin \cdot \frac{16+19}{2} \approx 8 \text{ шт.} \quad (36)$$

А4. Пример расчета фундамента под оборудование

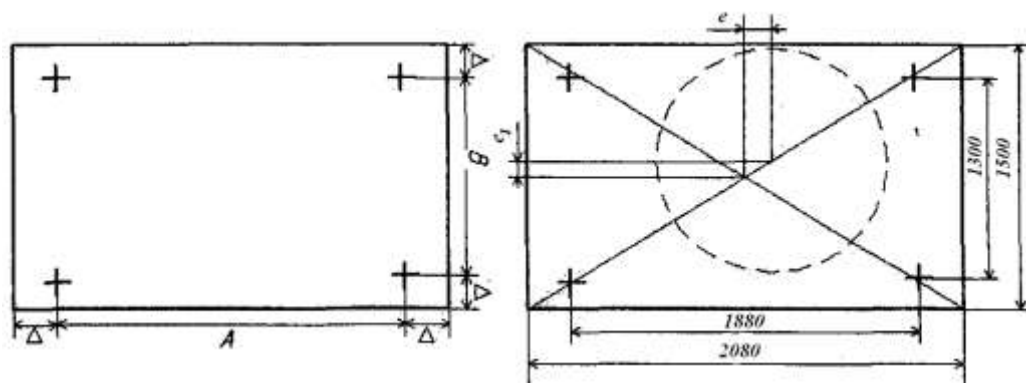


Рисунок А4 – Площадь подошвы фундамента

Данные для расчета.

Вес аппарата, кН	$G_M = 14,7;$
Расстояние между осями фундаментных болтов, мм	$A = 1880;$
	$B = 1300;$
Высота наземной части фундамента, мм	$H_1 = 100;$
Глубина заложения фундамента, мм	$H_2 = 500;$
Нормативное давление на грунт, кПа	$R_H = 200;$
Коэффициент уменьшения	$\alpha = 0,5;$
Удельный вес бетона, кН/м ³	$\gamma = 20.$

1. Фундамент не должен давать значительной осадки, что достигается, если фактическое давление на грунт P , кПа, основания системы «аппарат + фундамент» будет меньше нормативного

$$P = (G_M + G_\phi) / (\alpha F) \leq R_H, \quad (37)$$

где G_M – вес фундамента

$$G_M = V \gamma \quad (38)$$

V – объем фундамента, м³

$$V = FH \quad (39)$$

H – общая высота фундамента, м

$$H = H_1 + H_2$$

(40)

$$H = 100 + 500 = 600 \text{ мм} = 0,6 \text{ м}$$

F – площадь фундамента, м²

$$F = (A + 2\Delta)(B + 2\Delta) \quad (41)$$

Δ - припуск на каждую сторону, $\Delta = 0,1$ м

$$F = (1880 + 2 \cdot 0,1)(1300 + 2 \cdot 0,1) = 6,36 \text{ м}^2$$

$$V = 6,36 \cdot 0,6 = 3,8 \text{ м}^3$$

$$G_{\phi} = 3,8 \cdot 20 = 76 \text{ кН}$$

$$P = (14,7 + 76) / 0,5 \cdot 6,36 = 28,5 \text{ кН}$$

$$28,5 \leq 200$$

Условие выполняется.

2. Определяем возможное отклонение оси аппарата от оси фундамента – эксцентриситеты e и e_1 , которые не должны превышать 5% от от соответствующей стороны фундамента

Из пропорций находим предельные эксцентриситеты e и e_1 , мм

$$100 \text{ мм} - 5 \text{ мм}$$

$$2080 - e$$

$$1500 - e_1$$

$$e = 2080 \cdot 5 / 100 = 104 \text{ мм}$$

$$e_1 = 1500 \cdot 5 / 100 = 75 \text{ мм}$$

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

Таблица Б1 – ГОСТ 14202 - 69

Цифровые обозначения	Транспортируемое вещество. Наименование	Цифровые обозначения	Транспортируемое вещество. Наименование
1	Вода	4.6	углеводороды и их производные окись углерода и газы ее содержащие резерв прочие виды горючих газов отработанные горючие газы
1.1	питьевая	4.7	
1.2	техническая		
1.3	горячая (водоснабжение)	4.8	
1.4	горячая (отопление)		
1.5	питательная	4.9	
1.6	резерв	4.0	
1.7	Резерв		
1.8	конденсат		
1.9	прочие виды воды	5	
1.0	отработанная, сточная	5.1	азот и газы его содержащие резерв хлор и газы его содержащие углекислый газ и газы его содержащие инертные газы сернистый газ и газы его содержащие резерв резерв прочие виды негорючих газов отработанные негорючие газы
2	Пар	5.2	
2.1	низкого давления (до 2 кг/см ²)	5.3	
2.2	насыщенный	5.4	
2.3	перегретый		
2.4	отопление	5.5	
2.5	влажный (соковый)	5.6	
2.6	отборный	5.7	
2.7	резерв		
2.8	вакуумный	5.8	
2.9	прочие виды пара	5.9	
2.0	отработанный	5.10	
3	Воздух		
3.1	атмосферный		
3.2	кондиционированный		
3.3	циркуляционный		
3.4	горячий		
3.5	сжатый		
3.6	пневмотранспорта		
3.7	кислород		
3.8	вакуум		
3.9	прочие виды воздуха		
3.0	отработанный	6	Кислоты
4	Газы горючие	6.1	серная соляная азотная резерв неорганические кислоты и их растворы растворы кислых солей резерв прочие жидкости кислой реакции отработанные кислоты и кислые стоки
4.1	Светильный	6.2	
4.2	Генераторный	6.3	
4.3	Ацетилен	6.4	
4.4	Аммиак	6.5	
4.5	Водород и газы его содержащие	6.7	
		6.8	
		6.9	
		6.0	

Продолжение таблицы Б1

Цифровые обозначения	Транспортируемое вещество. Наименование	Цифровые обозначения	Транспортируемое вещество. Наименование
7	Щелочи	9	Жидкости негорючие
7.1	натриевые	9.1	жидкие пищевкусовые продукты
7.2	калийные	9.2	водные растворы (нейтральные)
7.3	известковые	9.3	прочие растворы (нейтральные)
7.4	известковая вода	9.4	водные суспензии
7.5	неорганические щелочи и их растворы	9.5	прочие суспензии
7.6	органические щелочи и их растворы	9.6	эмульсии
7.7	резерв	9.7	резерв
7.8	резерв	9.8	резерв
7.9	прочие жидкости щелочной реакции	9.9	прочие негорючие жидкости
7.0	отработанные щелочи и щелочные стоки	9.0	негорючие стоки (нейтральные)
8	Жидкости горючие	0	Прочие вещества
8.1	жидкости категории А ($t_{в.п.} < 28^{\circ}\text{C}$)	0.1	порошкообразные материалы
8.2	жидкости категории Б ($120^{\circ}\text{C} < t_{в.п.} < 28^{\circ}\text{C}$)	0.2	сыпучие материалы зернистые
8.3	жидкости категории В ($t_{в.п.} > 120^{\circ}\text{C}$)	0.3	смеси твердых материалов с воздухом
8.4	смазочные масла	0.4	гели
8.5	прочие горючие органические жидкости	0.5	пульпы водные
8.6	взрывоопасные жидкости	0.6	пульпы прочих жидкостей
8.7	резерв	0.7	резерв
8.8	резерв	0.8	резерв
8.9	прочие горючие жидкости	0.9	резерв
8.0	горючие стоки	0.0	отработанные твердые материалы

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Буквенные позиции обозначения основных элементов по ГОСТ 2.704 – 76 и
принятые в СПТ

Устройство (общее обозначение)	А
Гидроаккумулятор (пневмоаккумулятор)	АК
Аппарат теплообменный	АТ
Гидробак	Б
Влагоотделитель	ВД
Вентиль	ВН
Гидровытеснитель	ВТ
Пневмоглушитель	Г
Гидродвигатель (пневмодвигатель) поворотный	Д
Делитель потока	ДП
Гидродроссель (пневмодроссель)	ДР
Гидрозамок (пневмозамок)	ЗМ
Гидроклапан (пневмоклапан)	К
Гидроклапан (пневмоклапан) выдержки времени	КВ
Гидроклапан (пневмоклапан) давления	КД
Гидроклапан (пневмоклапан) обратный	КО
Гидроклапан (пневмоклапан) предохранительный	КП
Гидроклапан (пневмоклапан) редуционный	КР
Компрессор	КМ
Гидромотор (пневмомотор)	М
Манометр	МН
Гидродинамическая передача	МП
Маслораспылитель	МР
Масленка	МС
Гидродинамическая муфта	МФ
Насос	Н
Насос аксиально-поршневой	НА

Насос-мотор	НМ
Насос пластинчатый	НП
Насос радиально-поршневой	НР
Насос центробежный	НЦ
Пнеumoгидропреобразователь	ПГ
Гидропреобразователь	ПР
Гидросаспределитель (пневмораспределитель)	Р
Ресивер	РС
Сепаратор	С
Сумматор потока	СП
Термометр	Т
Гидродинамический трансформатор	ТР
Устройство воздухопускное	УВ
Фильтр	Ф
Гидроцилиндр	Ц
Вакуум-насос	Н
Клапан	В
Насос эжекторный	НН
Сборник (емкость)	СБ
Аппарат колонный	АКЛ
Реактор	АР
Аппарат выпарной	АВ
Центрифуга	ЦФ
Циклон	ЦК
Смеситель	СМ
Печь	П
Вентилятор (дымосос)	В
Котел	КЛ
Сушилка	СШ
Грануляционная башня	ГБ
Гранулятор	ГР

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Технические требования

1. Технические требования к аппарату согласно «Правилам устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» (Ростехнадзор, 2003г.). Изготовление, испытания, приемку и поставку аппарата следует выполнять в соответствии с требованиями ОСТ 26 291-94, ГОСТ 24444-87. (Для аппаратов, на которые распространяются Правила).

Или

1. Изготовление, испытание, приемку и поставку аппарата следует выполнять в соответствии с требованиями ОСТ 26 291-94 (для стали); ОСТ 26-01-1183-74 (для алюминия); ОСТ 26-01-17-76 (для титана). (Для аппаратов, на которые не распространяются Правила).

2. Сварку производить по ОСТ 26-01-82-77.

3. Аппарат поставляется полностью в собранном виде и не требует разборки при монтаже.

4. Аппарат устанавливается на жесткий фундамент с выровненной поверхностью, выведенной на проектную отметку. (Для аппаратов без фундаментных болтов, устанавливаемых на фундамент).

5. Ушки поз. ... Предназначены только для подъема крышки.

6. Аппарат снаружи изолируется и должен поставляться с приваренными втулками или скобами по ГОСТ 17314-81.

7. Действительное расположение штуцеров, бобышек, люка, лап ... смотри по виду сверху (по виду А и т.д.).

8. Аппарат поставляется блоками. Поставляемые блоки и узлы должны иметь контрольные сварочные риски, обработанные под сварку кромки и приваренные приспособления для сборки, центровки и стяжки с необходимыми деталями. (Для аппаратов, поставляемых блоками).

9. Кран – укосину поз. ... грузоподъемностью ... кг, высотой ... м изготовить по действующей документации завода – изготовителя.

10. Заводу – изготовителю обратить особое внимание на вварку штуцеров заподлицо, зачистку швов и скруглений острых кромок радиусом не менее 11 мм, так как внутренняя поверхность аппарата подвергается антикоррозийной защите. Антикоррозийная защита выполняется по отдельному проекту на месте монтажа. (Если внутренняя поверхность аппарата подвергается антикоррозийной защите).

11. Наружная поверхность аппарата подвергается антикоррозийной защите, которая выполняется на месте монтажа (установки) по отдельному проекту (Для аппаратов, устанавливаемых в земле).

12. Разбивка отверстий в трубных решетках и перегородках согласно ОСТ 26 291-94.

13. Отбойник поз. ... выполнить аналогично конструкции, принятой в серийной аппаратуре. (Для теплообменных аппаратов).

14. Крепление труб в трубных решетках выполнить с обваркой труб по ОСТ 26-02-1015-74 с последующей подвальцовкой.

15. Сварка теплообменных труб по длине не допускается.

16. Аппарат устанавливается в здании в районе Российской Федерации, с сейсмичностью не более 7 баллов.

17. Аппарат рассчитан из условия установки вне здания в 3-ем географическом районе Российской Федерации с сейсмичностью не более 7 баллов.

18. Аппарат должен быть изготовлен с минимальным количеством сварных соединений.

19. Материал листов, поковок, труб и все сварные швы должны быть устойчивы против межкристаллитной коррозии при испытании по методу «АМУ» ГОСТ 6032-89. Испытание сварных швов на межкристаллитную коррозию производить на образцах с перекрещивающимися швами. (При сварке аппаратов из стали типа 12X18H10T, 08X22H6T, 08X2H16M2T, 08X18Г8H2T, 03X13AG19 и т.д.; То же самое для стали 03X18H11, только по методу «ДУ»).

20. Материал листов, поковок, труб и все сварные швы должны быть устойчивы против межкристаллитной коррозии при испытании по методу

«АМУ» ГОСТ 6032-89. В наплавленном металле сварного шва на глубину не менее 4 мм (со стороны, обращенной к коррозионной среде) должно быть ограничение (не превышающее 7%) содержания ферритной фазы. Испытание сварных швов на межкристаллитную коррозию производить на образцах с перекрещивающимися швами. (При сварке аппаратов из стали марок 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т).

21. Аппарат подлежит термообработке согласно ОСТ 26 291-94.

22. *Размеры для справок.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

ГОСТ 2.312-72 Изображение и обозначение сварных швов.

Настоящие указания предназначены для использования в качестве справочных материалов при выполнении курсовых проектов.

Виды и методы сварки обозначают следующими буквами: Г - газовая, Э - электросварка дуговая, Ф - электросварка дуговая под флюсом, З - электросварка дуговая в защитных газах, Ш - электрошлаковая, Кт - контактная, Уз - ультразвуковая, Тр - трением, Х - холодная, Эл - электронно-лучевая, Дф - диффузионная, Лз - лазером, Вз — взрывом, И — индукционная, Гп - газопрессовая, Тм - термитная.

Стандарты на сварку приведены в таблице В1

Таблица Д1 – Виды сварки

Номер ГОСТ	Основные типы и конструктивные элементы
5264-80	Ручная дуговая
8713-79	Автоматическая и полуавтоматическая под флюсом. Способы: А, Аф, Ам, Ас, Апш, Апк, П, Пс, Ппш, Ппк
31533-75	Автоматическая и полуавтоматическая под флюсом (с острым в тупым углами)
11534-75	Ручная дуговая (с острым и тупым углами)
14771-76	Дуговая в защитных газах. Способы: ИН, ИНц, ИД УТ1
14776-79	Дуговая сварка. Способы: ЭФЗ, ЭУЗ, ЭПиЗ, ЭНнЗ
14806-80	Дуговая алюминия и алюминиевых сплавов. Способы: Ан-З, Ав-Зтф, А-З, П-З, Аф.
15164-78	Электрошлаковая. Способы: ШЭ, ШМ, 1Ш
15878-79	Контактная. Способы: Кт, Кра, Кв, Кс, Ксо, Ксс
16037-80	Соединения сварные стальных трубопроводов. Способы: П-З, Ан-З, А-З, Ан-З/А-З, Ан-З/П-З, Ан-З/Р, Рн-З, Рн-З/П-З, Пн-З/Р, П-Ф, А-Ф, Ксо, И, Г _____ -
16038-80	Дуговая. Соединения трубопроводов из меди и медно-никелевого сплава. Способы: П-З, Ал-З
16310-80	Соединения сварные из винипласта, полипропилена и полиэтилена. Способы: ЭП, НГП

Указанные в таблице В1 способы сварки расшифровываются следующим образом:

Автоматическая: А - под флюсом без применения подкладок, подушек и подварочного шва; Аф — на флюсовой подушке; Ам - на медно-флюсовой подкладке; Ас — на стальной подкладке; Апш - с предварительным наложением подварочного шва; Апк - с предварительной подваркой корня шва; Ар - с ручной подваркой с одной стороны; Ан-З - в защитных газах неплавящимся электродом - однофазная; Ан-Зтф - то же - трехфазная; А-З - плавящимся электродом в защитных газах; Ан-З/А-З — первый проход неплавящимся электродом в защитных газах, последующие — плавящимся электродом в защитных газах.

Полуавтоматическая: П — под флюсом без применения подкладок, подушек и подварочного шва; Пс — на стальной подкладке; Пр - с ручной подваркой; П-З — в защитных газах плавящимся электродом; Пф - под флюсом; Ппш - с предварительным наложением подварочного шва; Ппк — с предварительной подваркой корня шва.

Ручная электродуговая: Рн-3 — неплавящимся электродом в защитных газах, Рн-3/П-3 — первый проход неплавящимся электродом в защитных газах, последующая полуавтоматическая — плавящимся в защитных газах.

Контактная электросварка: Кт — точечная, Кр — роликовая, Кв - рельефная, Кс - стыковая, Ксо - стыковая сплавленная, Ксс - стыковая сопротивлением.

Электрошлаковая сварка: Шэ - проволочным электродом, Шм - плавящимся мунштуком, Шп - электродом большого сечения, соответствующим форме сечения сварочного пространства..

Электрозаклепочная сварка: ЭФЗ - под флюсом, ЭУФ - в углекислом газе, ЭПлЗ - в аргоне плавящимся электродом, ЭНн - в аргоне неплавящимся электродом.

Электросварка: ИН - в инертных газах неплавящимся вольфрамовым электродом без присадочного материала; ИНп — та же, с присадочным материалом; ИП - в инертных газах и смесях с активными плавящимся электродом; УП — в углекислом газе плавящимся электродом; НН 11 - нагретым газом с присадкой; ЭП - с экструдированной присадкой.

В. в зависимости от расположения кромок свариваемых деталей, способа их обработки под сварку, сварки с одной или двух сторон, швам присваивают буквенно-цифровое обозначение, как показано в таблице В2.

Таблица В2 – Буквенно-цифровые обозначения

C1	1...3	C2	1..6	C3	1..6	C4	2..8	C5	4...26
C6	4...26	C7	6..34	C8	4...26	C9	15...60	C10	15...60
C11	12...60	C12	30..100	C13	12...60	C14	8...40	C15	3...50
C16	6...100	C17	6...34	C18	3...50	C19	15...100	C20	15...100
C21	12...60	C22	30...100	C23	30...100	C24	12...60	C25	8...40
Y1	1..4	Y2	1..6	Y3	2..8	Y4	1...30	Y5	2...30
Y6	4...26	Y7	4...26	Y8	12...60	Y9	12...50	Y10	12...50
T1	2...30	T2	2...30	T3	2...30	T4	2...30	T5	2...30
T6	4...26	T7	4...26	T8	15...60	T9	12...60	T10	12...100
T11	30...100	H1	2...60	H2	2...60	H3	не менее 2		

Читают буквенно-цифровые обозначения следующим образом:

Стыковые соединения: С1 — шов с отбортовкой двух кромок, односторонний; С2 - без скоса кромок, односторонний; С3 - то же, на остающейся или съемной подкладке; С4 - без скоса кромок, двусторонний; С5 - со скосом одной кромки, односторонний; С6 - то же, на остающейся или съемной подкладке; С7 со скосом одной кромки, односторонний замковый; С 8 - со скосом одной кромкой, двусторонний; С9 - с криволинейным скосом одной кромки, двусторонний; СЮ — с

ломаным скосом одной кромки, двусторонний; С11 с двумя симметричными скосами одной кромки, двусторонний; С12 – с двумя симметричными криволинейными скосами одной кромки, двусторонний, С13 — с двумя несимметричными скосами одной кромки, двусторонний; С14 - со скосом одной кромки с последующей строжкой, двусторонний; С15 — со скосом двух кромок, односторонний; С16 - то же, на остающейся или съемной подкладке; С17 — то же, замковый; С18 — со скосом двух кромок, двусторонний; С19 - с криволинейным скосом двух кромок, двусторонний; С20 - с ломаным скосом двух кромок, двусторонний; С21 - с двумя симметричными скосами двух кромок, двусторонний; С22 - с двумя симметричными криволинейными скосами двух кромок, двусторонний; С23 - с двумя симметричными ломаными скосами двух кромок, двусторонний; С24 - с двумя несимметричными скосами двух кромок, двусторонний; С 25 - со скосом двух кромок с последующей строжкой, двусторонний.

Угловые соединения: У1 - шов с отбортовкой одной кромки, односторонний; У2 - без скоса кромок, односторонний, впритык; У3 - без скоса кромок, двусторонний, впритык; У4 - без скоса кромок, односторонний; У5 - то же, двусторонний; У6 - со скосом одной кромки, односторонний; У7 - то же, двусторонний; У8 - с двумя скосами одной кромки, двусторонний; У9 - со скосом двух кромок, односторонний; У10 - то же, двусторонний.

Тавровые соединения: Т1 - шов без скоса кромок, односторонний; Т2 - то же, односторонний прерывистый; Т3 — то же, двусторонний; Т4 - то же, двусторонний шахматный; Т5 - то же, двусторонний прерывистый; Т6 - со скосом одной кромки, односторонний; Т[^] - то же, двусторонний; Т8 - с криволинейным . скосом одной кромки, двусторонний; Т9 - с двумя симметричными скосами одной кромки, двусторонний; Т10 - то же; Т11 - с двумя симметричными криволинейными скосами одной кромки, двусторонний.

Соединения внахлест: Н1 - шов без скоса кромок, односторонний прерывистый; Н2 — то же, двусторонний; Н3 - с удлиненным отверстием, односторонний с несплошной заваркой,

Сварные швы не выделяют по толщине, их выполняют линиями видимого контура (сплошная основная линия) толщиной от 0,6 до 1 мм.

Структура обозначения сварного шва обозначена на рисунке В1.

Примеры нанесения обозначения сварных швов приведены на рисунке В2.

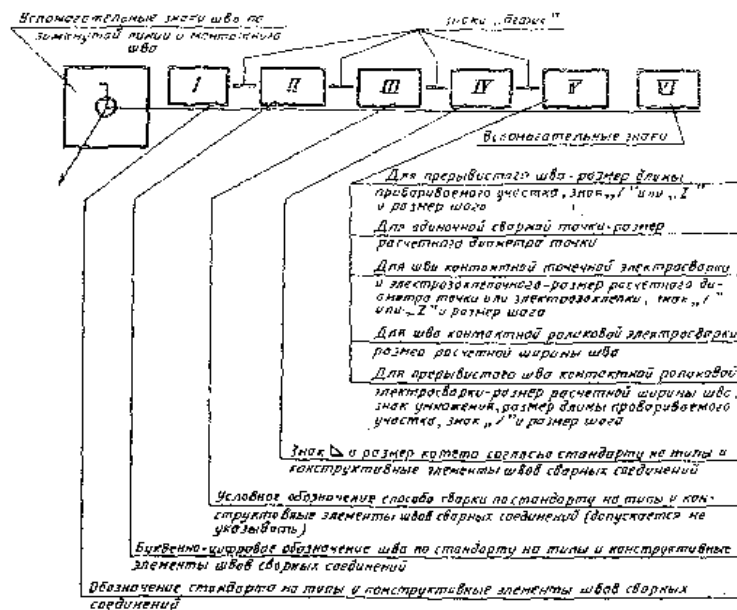


Рисунок В1 – Структура обозначения сварного шва

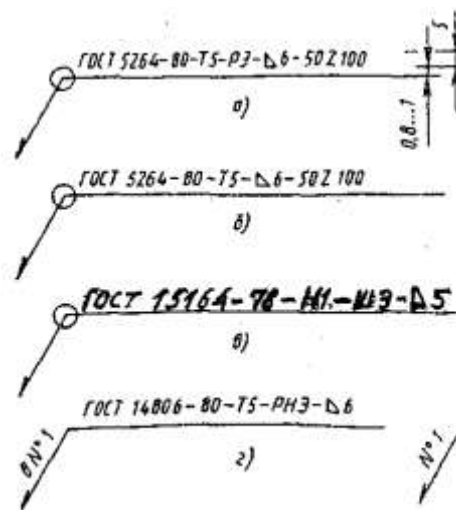


Рисунок В2 – Примеры обозначения сварных швов

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронкин, Ю. Н. , Поздняков, Н. В. Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования: Учебник.-М: Академия, 2010.-240с. ISBN 5-94231-092-0
2. Ящура А. И. Система технического обслуживания и ремонта общепромышленного оборудования: Справочник.-М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2009.-360 с.: ил. ISBN5-93196-617-X
3. ГОСТ Р52857.2-2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических и конических обечаек, выпуклых и плоских днищ и крышек.
4. Методические рекомендации по выполнению практических работ по дисциплине «Технологическое оборудование» для специальности 151031 «Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования». 2014 г.
5. Ремонт, монтаж, эксплуатация химического оборудования [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.gaps.tstu.ru/win-1251/lab/sreda/rmeho/rem_9/R9.html, свободный.
6. Система технического обслуживания и ремонта оборудования предприятий химической промышленности [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.prostoev.net/modules/myarticles/print.php?storyid=13>, свободный.
7. Монтаж, эксплуатация и ремонт оборудования отрасли [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://kurs.ido.tpu.ru/courses/mounting_exploitation_epair_tooling/, свободный.