

РЕЦЕНЗИЯ

на _____ дипломный проект _____
(наименование вида работы)

Нищеглов Алексей Владимирович
(Ф.И.О. обучающегося)

ОП 6B07105 – Индустриальная инженерия
(шифр и наименование ОП)

На тему: «Производство сосуда под давлением по
международному американскому стандарту ASME»

Выполнено:

- а) графическая часть на 3-х листах форматов A1, A2 и A3
б) пояснительная записка на _____ страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

- 1) Имеются замечания стилистического характера;
2) Надо было привести анализ данной технологии с указанием экономии,
повышения качества и пр.

Оценка работы

Дипломный проект имеет законченный вид, соответствует требованиям к
выпускным квалификационным работам бакалавров.

Считаю, работа дипломанта заслуживает оценки 82% (В), «хорошо».

Дипломант Нищеглов А.В. заслуживает присвоения академической степени
бакалавра техники и технологий по ОП 6B07105 – Индустриальная инженерия

Рецензент

Академия логистики и транспорта
Зав.каф. «Автотранспортные средства и
безопасность жизнедеятельности»

Доктор PhD

(должность, уч. степень, звание)

« 02 » 06

2023 г.




(подпись)

Шингисов Б.Т.

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ


Исмаилов И.С.

ОТЗЫВ

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на дипломный проект
(наименование вида работы)
Нищеглова Алексея Владимировича
(Ф.И.О. обучающегося)
ОП 6В07105 – Индустриальная инженерия
(шифр и наименование ОП)

Тема:

Производство сосуда под давлением по
международному американскому стандарту ASME

Дипломант Нищеглов А.В. выполнил дипломный проект в объеме по
требованиям Стандарта КазНITU 2023 года, имеющий расчетно-
пояснительную записку и графическую часть.

За период работы над дипломным проектом показал свою
трудоспособность, проявил самостоятельность и инициативность в решении
поставленных перед ним задач.

В пояснительной записке представлены обзор нормативно-технической
документации по применению сосудов под давлением, проектирование
корпуса, днища и фланцев сосуда, основные расчеты по выбору заготовки и
режимов обработки, нормирования технологических операций при
производстве фланца. Выполнен расчет на прочность конструкции фланца,
представлены требования к мероприятиям по обеспечению безопасности
жизнедеятельности производства.

Дипломант выполнил задание, представил пояснительную записку и
графическую часть проекта в полном объеме, работа прошла контроль на
антиплагиат.

Дипломный проект Нищеглова А.В. выполнен в полном объеме и
может быть допущен к защите.

Научный руководитель

Профессор, к.т.н. каф. Машиностроение

(должность, уч. степень, звание)

М.Ф. Керимжанова Керимжанова М.Ф.

(подпись)

«01» июня 2023 г.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Нищеглов Алексей Владимирович

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Производство сосуда под давлением по международному американскому стандарту ASME

Научный руководитель: Маншук Керимжанова

Коэффициент Подобия 1: 0.7

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 30

Знаки из других алфавитов: 12

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование: *Коэффициенты подобия находятся в пределах, работа не является плагиатом*

Дата

02.06.2021

проверяющий эксперт

А.С. Керимжанова
к.р. Керимжанова М.С.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Нищеглов Алексей Владимирович

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Производство сосуда под давлением по международному американскому стандарту ASME

Научный руководитель: Маншук Керимжанова

Коэффициент Подобия 1: 0.7

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 30

Знаки из других алфавитов: 12

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование: *по результатам проверки плагиат отсутствует, дипломный проект допускается к защите*

Дата

02.06.23 г.

Заведующий кафедрой

Мурман В.З.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева**

**Институт «Энергетика и машиностроение»
Кафедра «Машиностроение»**

Нищеглов Алексей Владимирович

**Производство сосуда под давлением по
международному американскому стандарту ASME**

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту**

Алматы 2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева

Институт «Энергетика и машиностроение»
Кафедра «Машиностроение»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

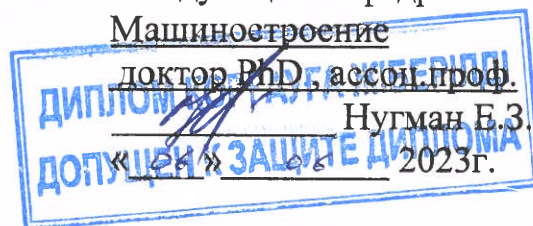
Заведующий кафедрой

Машиностроение

доктор PhD, ассон. проф.

Нугман Е.З.

« 02 » 06 2023г.



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломному проекту

На тему: «Производство сосуда под давлением по
международному американскому стандарту ASME»

ОП 6B07105 – Индустриальная инженерия

Выполнил

Нищеглов А.В.

Рецензент

Доктор PhD, зав.кафедры

«Автотранспортные средства

и безопасность жизнедеятельности»

Академия логистики и транспорта

Шингисов Б.Т.

« 02 » 06 2023г.



Научный руководитель

к.т.н., проф. кафедры

Керимжанова М.Ф.

« 02 » июня 2023г.

Алматы 2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева

Институт «Энергетика и машиностроение»
Кафедра «Машиностроение»

6B07105 – Индустриальная инженерия

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
Машиностроение

доктор PhD, ассоц.проф.

Нугман Е.З.

« 05 » 06 2023г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Обучающемуся Нищеглову Алексею Владимировичу
(Ф.И.О. обучающегося)

Тема: Производство сосуда под давлением по международному
американскому стандарту ASME
(тема дипломного проекта)

Утверждена приказом Проректора по АВ № 408– п от 23.11.2022 г.
Срок сдачи законченной работы " 06 " 06 2023 г.

Исходные данные к дипломному проекту:

Сборочный чертеж сосуда под давлением
Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

- анализ тех. документации
- изучение технологии изготовления фланца
- анализ опасных производственных факторов

Перечень графического материала: Сб. чертеж - 1 А1 ; раб. ч. фланца - 1 А4 ;
эскизы обработки фланца - 1 А3 ; раб. ч. обечайки и днища - 2 А3 ;
представлено слайдов презентации

Рекомендуемая основная литература: из 18 наименований

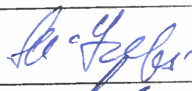
ГРАФИК

подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Изучение нормативно-технической документации	13.02.23 - 15.03.23	Выполнил
Проектирование технологии изготовления фланца	20.03.23 - 02.04.23	Выполнил
Технология производства и сборки компонентов сосудов давлением	03.04.23 - 16.04.23	Выполнил
Анализ раздела "Охрана труда при производстве и эксплуатации сосудов"	17.04.23 - 15.05.23	Выполнил

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченный дипломный проект
с указанием относящихся к ним разделов

Наименование разделов	консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Основные разделы дипломного проекта	к.т.н., профессор М.Ф.Керимжанова	02.06.23	
Нормоконтролер	доктор PhD, ст. преп. Абилкайыр Ж.Н.	02.06.23	

Научный руководитель

(подпись)



Керимжанова М.Ф.

(Ф.И.О.)

Задание принял к исполнению обучающийся

(подпись)



Нищеглов А.В.

(Ф.И.О.)

Дата

«05» декабря 2022г.

ВВЕДЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе бакалавра разработан технологический процесс производства сосуда под давлением, а именно резервуара нефти, используемого в технологической линии на нефтеперерабатывающем заводе. Предназначение резервуара нефти – накопление необходимого минимального объема нефти для последующих технологических операций по очистке нефти от примесей.

Дипломная работа выполнена по результатам преддипломной практики на предприятии ТОО БЕЛКАМИТ. Тема дипломной работы связана с разработкой технологии производства сосуда под давлением с локализацией производства фланца.

Были выполнены анализы служебного назначения и соответствия нормам технических требований; выбор метода получения заготовки с экономическим обоснованием; разработан технологический процесс производства фланца с выбором оснастки и оборудования

Для обеспечения высокого качества изделия, иностранным Заказчиком-недропользователем был выбран производственный американский стандарт «ASME Секция VIII Раздел 1: 2021 – Производство сосудов под давлением». Данный стандарт является мировым лидером в производстве сосудов под давлением и признан в более чем 115 странах по всему миру. Американское Сообщество Инженеров Механиков (ASME) было основано в 1880 году и с тех пор является мировым лидером в данной сфере. Все иностранные заказчики, работающие в Казахстане, обязательно требуют использование данного стандарта при производстве сосудов под давлением, так как при этом получают максимальные гарантии качества и страхования ответственности производителя, что значительно сокращает расходы по банковскому страхованию всего комплекса при его проектировании, строительстве и эксплуатации. Если оборудование произведено по стандартам ASME, то страховой взнос в этом случае самый минимальный, при сравнении с сосудами, произведенными по местным стандартам или техническим регламентам Таможенного Союза.

Основные материалы компонентов сосуда из углеродистой стали (аналоги стали 09Г2С): корпус (обечайки, днища) – Лист, спецификация SA-516, патрубки – спецификация SA-333, Фланцы из поковок по спецификации SA-350.

Цель дипломного проекта: разработать технологию локализации в Республике Казахстан производства компонентов сосуда под давлением – обечайки, днища и фланцев из вышеуказанных сталей.

1 Обзор нормативно-технической документации

Сосуд под давлением это высокотехнологическое и чрезвычайно опасное изделие, к которому предъявляются очень жесткие требования по проектированию, изготовлению, испытаниям и сертификации.

В Республике Казахстан действуют следующие правила и стандарты, применимые к производству сосудов под давлением:

- Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 30 декабря 2014 года № 358. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 20 февраля 2015 года № 10303. Об утверждении Правил обеспечения промышленной безопасности при эксплуатации оборудования, работающего под давлением
- Технический регламент Таможенного союза "О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением" (ТР ТС 032/2013)
- ГОСТ 34347-2017 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия. (ISO 16528-1:2007; ISO 16528-2:2007)

Вышеуказанные стандарты являются основополагающими и разрешают так же использовать любые другие международные стандарты, при условии выполнения всех требований, изложенных в вышеуказанных документах. Среди прочих такими стандартами являются стандарты Американского Сообщества Инженеров Механиков:

- АСМЕ Секция VIII Раздел 1 - 2021: Правила производства сосудов под давлением.
- АСМЕ Секция VIII Раздел 2 - 2021: Альтернативные правила производства сосудов под давлением.
- АСМЕ Секция IX-2021: Квалификация сварки.
- АСМЕ Секция V-2021 Неразрушающий контроль.
- АСМЕ Секция II-2021: Материалы, Часть А, Спецификации железосодержащих материалов.
- АСМЕ Секция II-2021: Материалы, Часть В, Спецификации цветных материалов.
- АСМЕ Секция II - 2021: Материалы, Часть С, Спецификации сварочных прутков, электродов и присадочных материалов.
- АСМЕ Секция II -2021: Материалы, Часть D, Механические свойства (Метрические).
- NB23-2021 Инспекционный стандарт Национального Комитета по сосудам под давлением и котлам: Установка оборудования под давлением, Инспектирование, Ремонт и Изменение, Предохранительные устройства.

Все вышеуказанные стандарты активно применяются на территории Республики Казахстан при строительстве и эксплуатации таких крупнейших месторождений как: ТенгизШевроил, Норт Каспиан Оперейтинг Компани (NCOC), Карачаганак Петролиум Оперейтинг Б.В. и тд.

Данные международные консорциумы подписали соглашение с Республикой Казахстан о свободном использовании самого передового мирового опыта и стандартов для производства и эксплуатации своего оборудования. Поэтому основными стандартами при производстве оборудования являются стандарты ASME, а не местные стандарты. При проведении тендеров на закупку или производство оборудования для этих месторождений предпочтение отдается тем заводам, которые могут производить оборудование по международным стандартам. К сожалению, в 2023 году в Казахстане всего 7 таких заводов, имеющих лицензию на производство сосудов ASME (из них всего 3 реально и активно производят такие сосуды и только один, который имеет 25 летний опыт работы и качество не уступающее мировым конкурентам), показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Предприятия, имеющие лицензию на производство сосудов ASME

Название завода	Адрес	Клеймо ASME
ТОО Белкамит	Г. Алматы, ул. Райымбека 348/8	U, U2
Sewon-Vertex Heavy Industry LLP	Г. Актау, Промзона	U, S, PP
ТОО АтырауНефтеМаш	Г. Атырау, Куттыгай Батыр 44	U, U2, S, R
АО АксайГазСервис	Г. Аксай, промзона 152 Н	U, R
ТОО Алматинский Вентиляторный Завод	Г. Алматы, село Коянкус, ул. Момышулы 8А.	U
SICIM Kazakhstan LLP	Г. Атырау, Карабатан, индустриальная база 12	U, U2
Denholm Zholdas LLP	Г. Атырау, Тенгиз	U

Клеймо ASME бывает следующих типов:

U – Сосуды с давлением до 200 атмосфер, расчет по стандартным формулам

U2 – Сосуды под давлением с более высокими требованиями по качеству и расчетам на прочность для любого давления свыше 200 атмосфер

S – Котлы (энерго и водогрейные)

R - Инспектирование, Ремонт и Изменение сосудов в процессе эксплуатации.

По этой причине огромное количество сосудов закупается за рубежом и огромные финансовые средства не осваиваются Казахстанской промышленностью. Правительство Республики Казахстан уже давно осознало

эту проблему и всячески поддерживает местные заводы по их развитию и достижению международного уровня производства, включая так же получения необходимых лицензий и сертификатов от ASME. Благодаря этим усилиям постоянно увеличиваются требования по казахстанскому содержанию оборудования и услуг и крупные недропользователи проводят программы по спонсированию местных заводов с целью поднятия их уровня до международно-принятых требований. Но даже при достаточном финансировании возникает одна из самых сложных проблем – местные специалисты и инженеры не имеют навыков и знаний работы по международным стандартам, которые могут быть использованы только на языке оригинала – английском. Подавляющее большинство инженеров на заводах не владеют английским языком на уровне, достаточном для чтения и понимания технических текстов. Помощь переводчиков гуманитариев так же не дает возможности точно переводить технические тексты и исключать неверную трактовку текстов стандартов. Так же система американских стандартов и их подход к производству кардинально отличается от местной системы или системы таможенного союза.

С учетом всех сложностей, единственным решением является постепенное обучение персонала заводов новым требованиям и правилам, изучение стандартов на английском языке и осваивание производства сначала простых и несложных сосудов и оборудования. Республике Казахстан необходимо перенимать передовой мировой опыт и внедрять международные системы качества и международные стандарты. Так же необходимо налаживать производство стандартных частей для сосудов – таких как фланцы, днища и обечайки, что не требует больших капитальных вложений в технологическое оборудование, так как при этом используются обычные станки для механической обработки, вальцовки и штамповки.

1.1 Область применения сосудов под давлением

Сосуды под давлением, применяемые в Республики Казахстан имеют огромную номенклатуру и предназначение. В основном сосуды бывают следующих типов [1]:

- сосуд – это емкость для проведения физико-химических реакций, различных процессов при переработке нефти, газа и других веществ, а так же для транспортировки веществ под давлением.
- баллон – сосуд, обычно небольшого размера для транспортирования жидких газов.
- котел – это сосуд, в котором давление поддерживается внешним приложением энергии – сжиганием топлива, электроподогревом и тд.
- резервуар – большой сосуд, предназначенный для сбора и хранения в больших объемах различных веществ (нефть, химические реактивы и тп.) Давление обычно определяется столбом жидкости.

- теплообменник – это сосуд предназначенный для передачи тепла от одного носителя к другому.

1.2 Анализ технических параметров

Технические параметры сосуда под давлением задаются пользователем сосуда [2,3]. Пользователь документирует свои технические требования и предоставляет заводу изготовителю на согласование. В случае если завод имеет все возможности для выполнения требований заказчика (пользователя), подписывается договор и начинается производство сосуда. Для данного дипломного проекта выбран сосуд под давлением - резервуар нефти, используемый в технологической линии на нефтеперерабатывающем заводе.

Технические требования к данному сосуду, установленные заказчиком показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Технические требования к сосудам под давлением

Стандарт и сертификация			
Стандарт производства	ASME VIII, DIV. 1, Издание 2021[4], Единицы измерения - СИ		
Категория сосуда	1		
Кислотное содержание	Нет		
Сертификат на сосуд с клеймом асме	Да		
Проектирование			
Рабочее давление МИН/МАКС	0.7	0.9	МПа
Раб. температура МИН/МАКС	-45	+45	С
Расчетное давление ВНУТР/НАРУЖ	0.85	FV	МПа
Проектная температура ВНУТР/НАРУЖ	+50	+50	С
Гидростатическое испытание	По стандарту если требуется МПа		
Содержание	Нефть, газ		
Плотность жидкости внутри сосуда при испытаниях	800 кг/м ³		
коррозия за весь срок службы	2 мм		
Снеговая Нагрузка	Нет Н/м ²		
Нагрузка при землетрясении	Нет Н/м ²		
Вибрации	Нет		
Термообработка после формовки	По стандарту если требуется		
Термообработка после сварки	По стандарту если требуется		
Эффективность сварного шва днищ и обечаек	1 (100%)		

Продолжение таблицы 2

Ударная вязкость всех материалов сосуда		27 Джоулей при температуре -45 С ⁰
Материалы ASME BPVC.II.A-2021 [5, 6]		
ОБЕЧАЙКА		SA 516M GR70 (09Г2С)
ДНИЩЕ		SA 516M GR 70(09Г2С)
ОПОРЫ		SA 516M GR 70(09Г2С)
ТРУБЫ		SA 333M GR 6 (09Г2С)
УСИЛЕНИЯ ТРУБ		НЕТ
ФЛАНЦЫ ИЗ ПОКОВОК.Отливки и листы:нет		SA 350M GR LF2 (09Г2С)
КРЫШКИ ФЛАНЦЕВ		SA 350M GR LF2 (09Г2С)
ТРУБНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ		SA 333M GR 6 (09Г2С)
ПЛАСТИНЫ УСИЛЕНИЯ		SA 516M GR 70 (09Г2С)
ОПОРЫ ИЗОЛЯЦИИ		НЕТ
ВНУТРЕННИЕ ОПОРЫ		НЕТ
НАРУЖНЫЕ ОПОРЫ		SA516 GR70 (09Г2С)
ШПИЛЬКИ		SA 320 GR L7M
ГАЙКИ ДЛЯ ШПИЛЕК		SA194 GR 7M (S4)
БОЛТЫ		НЕТ
ГАЙКИ ДЛЯ БОЛТОВ		НЕТ
ПРОКЛАДКИ		СТАЛЬ SS 316. СПИРАЛЬНО НАВИТАЯ НЕРЖАВЕЮЩАЯ СТАЛЬ
ДЕМИСТР - ОПОРЫ		НЕТ
ДЕМИСТР - ФИЛЬТР		НЕТ
ВНУТРЕННЯЯ НАПЛАВКА		НЕТ
Требования к инспектированию		
УПОЛНОМОЧЕННЫЙ ОРГАН ПО ИНСПЕКЦИИ		АСМЕ УПОЛНОМОЧЕННЫЙ ИНСПЕКТОР И ГОСГОРТЕХНАДЗОР КЗ
ОБЪЕМ РАДИОГРАФИИ СВАРНЫХ ШВОВ		100%
МАТЕРИАЛЫ – ТЕСТИРОВАНИЕ		ПО ТРЕБОВАНИЯМ СТАНДАРТА
СЕРТИФИКАТЫ НА МАТЕРИАЛЫ ПО ISO 10474/ EN 10204.3.1.B		ДА – тип 3.1.B (содержит все испытания, свойства и сертифицирован производителем)
Покраска и изоляция		
ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ	НАР.	ДА, ПО СПЕЦИФИКАЦИИ
	ВНУТР	НЕТ
НАРУЖНАЯ ПОКРАСКА		ДА, ПО СПЕЦИФИКАЦИИ
ПОЖАРНАЯ ИЗОЛЯЦИЯ		НЕТ
ТЕПЛО ИЗОЛЯЦИЯ		НЕТ

Продолжение таблицы 2

Размеры патрубков и фланцев по стандарту ASME B16.5. [7]						
Номер	колич	Ном диаметр, мм	толщина	Тип фланца	Класс фланца	Назначение
N1	1	50	По расчету на прочность	WNRF	CL150	СЛИВ
N2	1	50		WNRF	CL300	ВЕНТИЛЯЦИЯ
N3	1	200		WNRF	CL150	ВЫХОД НЕФТИ
N4	1	200		WNRF	CL150	ВХОД НЕФТИ
M1	1	450		WNRF	CL150	ЛЮК ДЛЯ ОСМОТРА
P1	1	50		WNRF	CL300	МАНОМЕТР

WNRF – Фланец со сварной шейкой и плоским зеркалом фланца в месте контакта с прокладкой.

Эскиз сосуда представлен на рисунке 1.

На основании данных технических параметров сосуда, заданных пользователем, завод может разработать комплект конструкторской документации, который будет окончательно одобрен пользователем сосуда до начала изготовления. Оценка типа производства для комплектующих к сосуду под давлением определяется следующим образом: [8]. Тип производства определяется с помощью цифр в таблице 3.

Таблица 3 – Виды типа производства

Тип производства	Годовой объем выпуска деталей при массе				
	до 1,0 кг	1,0–2,5 кг	2,5–5,0 кг	5–10 кг	свыше 10 кг
Единичное	до 10	до 10	до 10	до 10	до 10
Мелкосерийное	10-2000	10-1000	10-500	10-300	10-200
Среднесерийное	1500-100000	1000-50000	500-35000	300-25000	200-10000
Крупносерийное	75000-200000	50000-100000	35000-75000	25000-50000	10000-25000
Массовое	свыше 200000	свыше 100000	свыше 75000	свыше 50000	свыше 25000

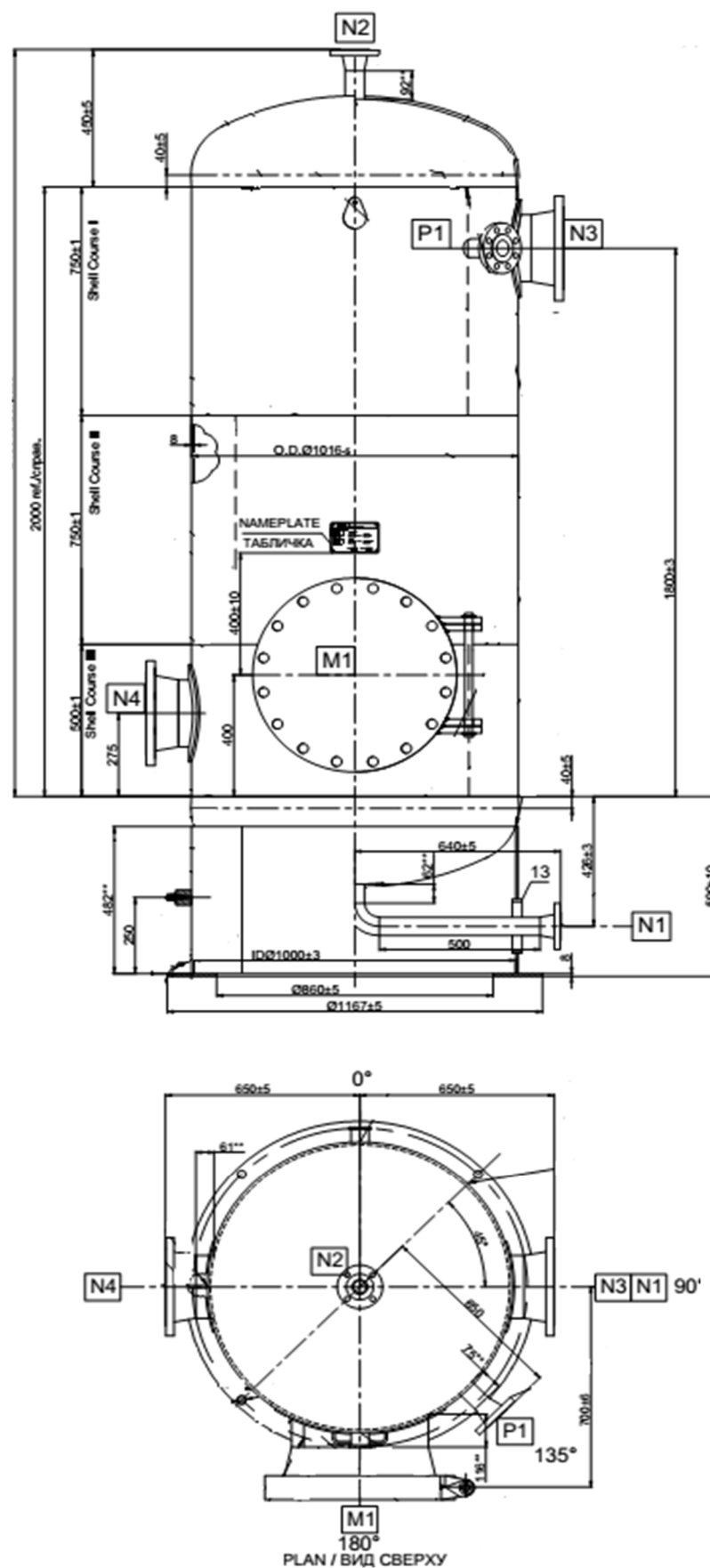


Рисунок 1 - Эскиз сосуда

Для проектируемого сосуда годовой выпуск – единичный экземпляр, количество комплектующих (фланцы, днища, патрубки, обечайки) – менее 10 штук каждого типа.

Вышеуказанные данные показывают, что годовой объём выпуска деталей / судов в год соответствует единичному типу производства.

1.3 Цель проекта

Целью проекта является демонстрация возможности изготовления на Казахстанских предприятиях сосуда под давлением по американскому стандарту «ASME Секция VIII Раздел 1: 2021 – Производство сосудов под давлением.»[4] и локализацией изготовления таких основных частей любого сосуда как обечайка, днище и фланец. Необходимость локализации изготовления данных частей сосуда обусловлена необходимостью развития местного содержания, увеличения доходов местных компаний и инженерно-технических работников, а так же развития местных возможностей по импорто-замещению и уменьшению себестоимости окончательного изделия.

В данной работе показана разработка технологического процесса изготовления фланца (диаметр 8 дюйма или 200 мм условный проход).

Всё это будет способствовать развитию Казахстанского машиностроения, выход его на международный уровень как по качеству и безопасности производства, так и по уровню технических знаний и опыта местного инженерно-технического персонала. Это позволит в ближайшем будущем заместить значительную часть иностранного персонала, используемого сейчас как безальтернативный источник технических знаний и международного опыта в машиностроении и нефтепереработке.

2 Проектирование технологии изготовления фланца

2.1 Материал и инженерные характеристики

Фланцы производятся из поковок, используя только следующие одобренные марки стали [5]:

SA-336 – спецификация на поковки из углеродистой стали высокотемпературные.

SA-350 - спецификация для углеродистой и низколегированной стали поковки, требующие испытаний на ударную вязкость.

SA-351 - спецификация на отливки аустенитные, аустенитно-ферритовый

SA-352 спецификация на стальные отливки, ферритовые и мартенситовый, для деталей, находящихся под давлением.

В соответствии с техническими требованиями к сосуду, сталь должна иметь значение ударной вязкости 27 Джоулей при температуре -45 C^0 . Из всех вышеперечисленных сталей только сталь SA-350 группа LF2 соответствует этим требованиям.

Свойства стали указаны в стандарте ASME Section IIА: Железосодержащие материалы [5] (табл. 4).

Таблица 4 - Требования к химическому составу и механическим свойствам

Наименование параметра	Состав, %
Углерод, макс.	0.30
Марганец	0.60-1.35
Фосфор, макс.	0.035
Сера, макс.	0.040
Кремний ^А	0.15-0.30
Никель	0.40 max
Хром	0.30 max
Молибден	0.12 max
Медь	0.40 max
Ниобий	0.02 max
Ванадий	0.08 max
Азот	...
Ударная вязкость	27 Джоулей при температуре -45 C^0

Для фланцев [4, параграф UG-44 (a)(10)(-a)], используемых в сосудах под давлением, запрещено использовать заготовки из листа и методом отливки. Наиболее приемлемым способом для штучного изготовления 8 дюймовых

фланцев является использование поковки методом свободной ковки с прошивкой центрального отверстия – смотри рисунок 2.



Рисунок 2 – образец поковки с прошивкой центрального отверстия

Расчет поковки производится следующим образом:

1. Определение объёма и массы поковки.

Объем поковки определяется геометрическими размерами фланца плюс припуски для механической обработки [8, 9]. По ГОСТ 7829-70 ПОКОВКИ ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ И ЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ, ИЗГОТОВЛЯЕМЫЕ КОВКОЙ НА МОЛОТАХ. Припуски и допуски. Выбираем размер кругового припуска 10 мм. (14+/-4) из [9, табл.2].

Таблица 5 – припуски

Длина детали L, мм	Диаметр детали D или размер сечения B, H, мм								
	до 50	св 50 до 70	св 70 до 70	св 50 до 90	св 90 до 120	св 120 до 160	св 160 до 200	св 200 до 250	св 250 до 300
	Припуски (d, d1, d2, d3) и предельные отклонения ($\pm v/2$), мм								
до 250	5 $\pm$ 2	6 $\pm$ 2	6 $\pm$ 2	8 $\pm$ 3	9 $\pm$ 3	—	—	—	—
св 250 до 500	6 $\pm$ 2	7 $\pm$ 2	8 $\pm$ 2	9 $\pm$ 3	10 $\pm$ 3	11 $\pm$ 3	12 $\pm$ 3	13 $\pm$ 4	14 $\pm$ 4

В этом случае объем поковки будет:

$$V_{\text{поковки}} = \text{Площадь поковки} * \text{длину поковки} \quad (1)$$

$$V_{\text{поковки}} = 3.14 * ((34,6+1)/2)^2 * (10,2+1) - 3,14 * ((19,8-1)/2)^2 * (10,2+1)$$

$$V_{\text{поковки}} = 11143 - 3107 = 8036 \text{ см}^3$$

$$\text{Масса поковки} = V_{\text{поковки}} * P, \text{ г} \quad (2)$$

Где P – плотность металла поковки = 7,86 г/см³

$$\text{Масса поковки} = 8036 * 7,86 = 63162 \text{ г.} = 63,162 \text{ кг.}$$

2. Определение объёма и массы исходной поковки.

Для компенсации потерь в следствие нагрева до температурковки, объем поковки считается по следующей формуле:

$$V_{\text{исх}} = V_{\text{пок}} + \beta V_{\text{пок}} = V_{\text{пок}} (1 + \beta). \quad (3)$$

Значения параметров указаны в таблице 6 [9, табл.3].

Таблица 6 – Параметр β

№ п/п	Конфигурация поковок	β
1.	Глухие фланцы, пластины, кубики, бруски	0,015–0,025
2.	Фланцы с отверстием, хомуты, подвески, гайки	0,02

$$V_{\text{исх}} = 8036(1+0,02) = 8197 \text{ см}^3$$

Масса исходной поковки $M_{\text{исх}}$ определяется по формуле:

$$M_{\text{исх}} = V_{\text{исх}} P, \text{ г} \quad (4)$$

Где P – плотность металла поковки = $7,86 \text{ г/см}^3$

$$M_{\text{исх}} = 8197 \cdot 7,86 = 64428 \text{ г.} = 64,428 \text{ кг.}$$

3. Определение размеров исходной заготовки.

В соответствии с припусками на механическую обработку, размеры поковки рассчитываются добавлением припуска на каждый размер фланца [8].

$$\text{Наружный диаметр поковки} = 346 + 10 = 356 \text{ мм.}$$

$$\text{Внутренний диаметр поковки} = 198 - 10 = 188 \text{ мм.}$$

$$\text{Высота поковки} = 102 + 10 = 112 \text{ мм.}$$

Механические свойства материала показаны в табл.7 [6]

Таблица 7 - Механические свойства на растяжение при комнатной температуре

Механические свойства стали SA-350 LF2 Класс 1 и 2	Значение, МПа
Нагрузка на растяжение, предел прочности	485-655
Предел текучести, мин.	250

2.2 Маршрут обработки фланца

Эскиз фланца представлен на рисунке 3.

Базовыми поверхностями фланца служат размеры 219 и 345 мм, которыми фланец соединен с другими частями сосуда.

Данный фланец имеет 8 отверстий под болты $\varnothing M22$ которыми он соединяется с внешним трубопроводом а так же с другой стороны сварную шейку для приварки к патрубку или штуцеру сосуда.

По наружной поверхности фланца расположено зеркало фланца для паронитовой или спирально-металлической прокладки.

Предлагается стандартный маршрутный технологический процесс обработки фланца (табл.7) [11]

Продолжение таблицы 8

015	Сверлить 8 отв. Ø22,2 мм	Фрезерно-сверлильный, Модель Hermle 630u
020	Нанести маркировку, клеймо изготовителя:	Молоток, набор клейм, чертеж с маркировкой
025	Контроль размеров и качества поверхностей	Калиброванный штангенциркуль, угломер.

2.3 Режимы резания, нормы времени и трудоемкость изготовления фланца

Режимы резания на 010 операцию выбираются стандартные в соответствии с рекомендациями для фрезерных станков с ЧПУ [11, 12]:

Глубина резания – по чертежу, Подача резания 0,8 мм максимум,

Скорость резания = 130 м/мин максимум, Сила резания = 95 Н максимум,

Мощность резания = 1,08 кВт максимум.

Частота вращения шпинделя 550 об./мин. максимум

Время на обработку фланца = 320 минут.

2.4 Расчет на прочность фланца

Расчет на прочность проверяет согласованность технических требований заказчика между собой и подтверждает правильность конструкции сосуда в соответствии с применимым стандартом. Главным образом проверяется соответствие максимального рабочего давления и толщин материалов (обечаек, днищ, штуцеров, фланцев, труб) критериям прочности и безопасности. В стандарте ASME Section VIII Div.1 заложен двух-кратный предел прочности, то есть сосуд должен выдержать как минимум давление, в 2 раза превышающее максимально допустимое расчетное давление сосуда. Так же проверяются все элементы сосуда на применимые нагрузки – ветровые, весовые, от землетрясения, снеговые, вибрации, моменты изгиба от присоединенных трубопроводов и т.п. Расчет на прочность может быть выполнен вручную либо в программе расчета на компьютере. Машинный расчет можно сделать в следующих программах:

- Compress,
- PV Elite,

- Sant'Ambrogio NextGen

Входные данные для расчета на прочность следующие:

Внутреннее расчетное давление

$P = 1,00 \text{ МПа}$

Наружное расчетное давление

$P_{\text{ext}} = 0,1 \text{ МПа}$

Внутренняя расчетная температура

$T = 70^{\circ}\text{C}$

Наружная расчетная температура

$T_{\text{ext}} = 70^{\circ}\text{C}$

Прибавка для компенсации внутренней коррозии

$c = 2 \text{ мм}$

Наружная прибавка для компенсации коррозии

$c_e = 0 \text{ мм}$

Коэффициент прочности сварного соединения

$z = 1$

Минимальная расчетная температура металла

$T_c = -45^{\circ}\text{C}$

После этого закладываются все размеры для получения 3Д модели сосуда для визуализации расчета см. рисунок 4:

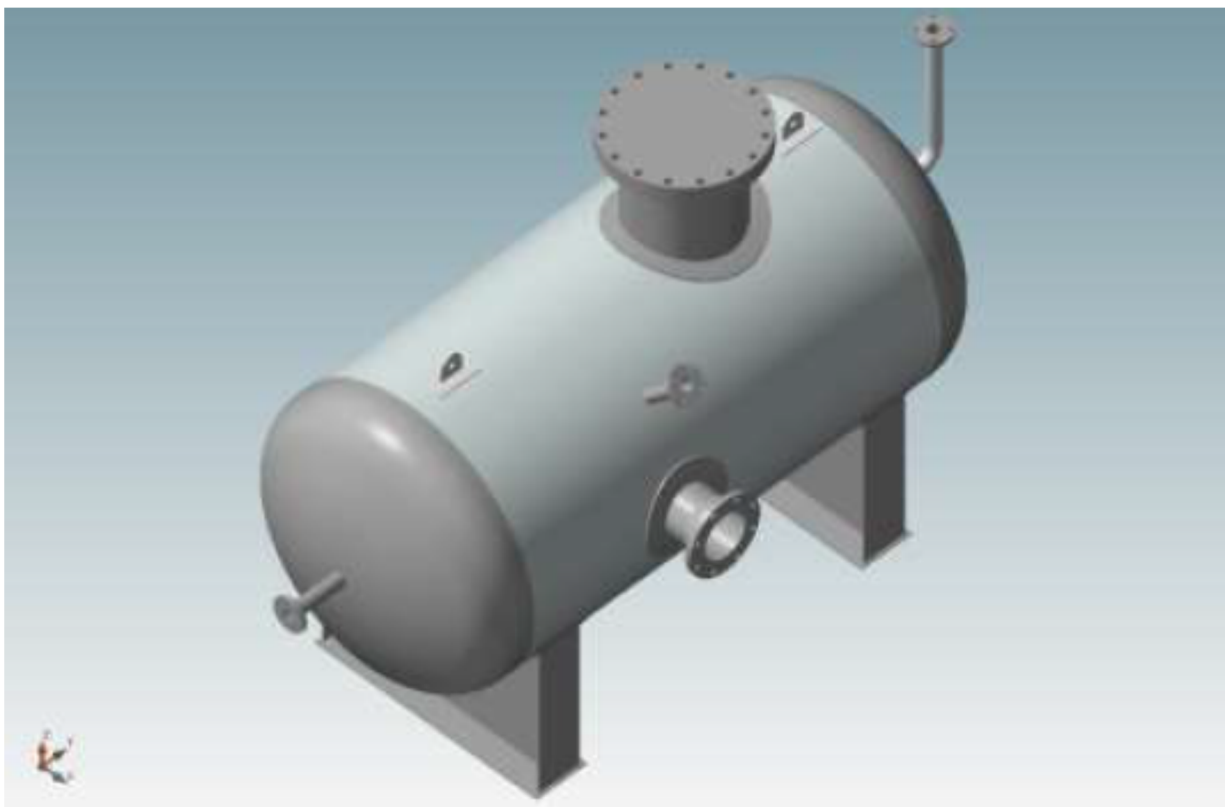


Рисунок 4 – 3Д модель сосуда

Размер фланца и материал выбирается по стандарту В16.5:2017 в зависимости от давления [7]:

Table 2-1.1 Pressure-Temperature Ratings for Group 1.1 Materials

Nominal Designation		Forgings		Castings		
	C-Si	A105 (1)		A216 Gr. WCB (1)	A51	
	C-Mn-Si	A350 Gr. LF2 (1)		...	A51	
	C-Mn-Si-V	A350 Gr. LF6 Cl. 1 (3)		...	A5E	
Working Pressures by Classes, bar						
		Class				
Temp., °C	150	300	400	600	900	1
-29 to 38	19.6	51.1	68.1	102.1	153.2	2
50	19.2	50.1	66.8	100.2	150.4	2
100	17.7	46.6	62.1	93.2	139.8	2

Рисунок 5 – параметры фланца

Как указано в стандарте B16.5:2017, для фланца диаметром 8 дюймов из поковки материала сталь A350 Gr LF2 подходит фланец класса 150 со сварной шейкой (WN), который выдерживает давление 17.7 Бар при температуре до 100 градусов Цельсия, что выполняет так же требования расчета и параметры заказчика.

Размеры фланцев указаны в таблице 9 стандарта B16.5

Минимальная толщина сварной шейки фланца будет:

$t = (A_h - B) / 2 = (60.3 - 52.5) / 2 = 3.9$ мм, что меньше, чем заложенный фланец толщиной 8,74 мм, как указано в чертеже и входных данных для расчета.

Размеры приварной трубы к фланцу соответствуют размерам сварной шейки фланца: A_h и B (Внутренний и наружный диаметр).

Проверка прочности фланца и его соединения с трубой и обечайкой анализируется используя Метод Конечных Элементов [4]. Данный метод представляет собой расчетный компьютерный метод анализа воздействия нагрузок, прикладываемых к физическим элементам. Нагрузки могут быть механическими, тепловыми, электромагнитными или их комбинациями. Расчет выполнен в программе COMPRESS 2023 Build 8300.

Исходные данные - применимые нагрузки:

Внутреннее Давление = 0.85 МПа (приблизительно 8.5 атмосфер)

Осевая нагрузка на фланец = 6580 Н

Момент кручения на фланце = 2900Н/м

Максимальное допустимое напряжение не более 80% от предела текучести материала: $(250 * 0.8 = 200)$ МПа

Результат расчета показан на рисунке 6.

Как видно на диаграмме, весь объем фланца находится в синей-зеленой зоне с минимальными напряжениями менее 26.901 МПа. Это намного меньше, чем заданный максимум в 200 МПа. Вывод - выбор размеров фланца соответствует всем требованиям проекта.

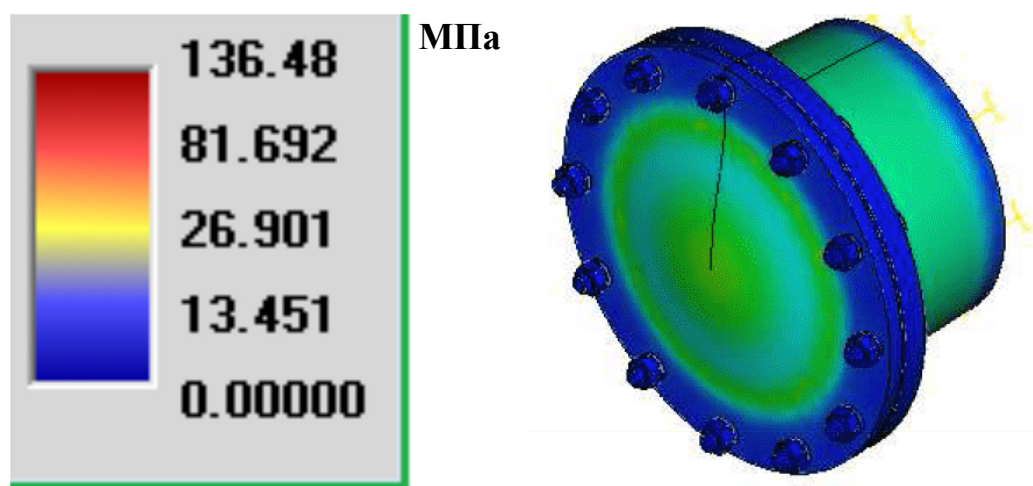


Рисунок 6 – Результаты расчета на прочность

По результатам производства фланца выполняются следующие финальные операции [5]:

- Наносится маркировка и сертификационное клеймо изготовителя (ASME B16.5, 8" WN RF № плавки, клеймо завода, класс прочности 150)
- Выпускается сертификат производителя, содержащий следующую минимально требуемую информацию:

Отчет об испытании требуется и должен сертифицировать, что все требования данной спецификации выполнены, а указанные поковки прослеживаться к данным в отчете.

- Номер спецификации, указанный в отчете об испытании, должен включать в себя год издания и номер изменения, если применимо. Так же дополнительно, завод-изготовитель должен предоставить следующие данные в отчете:
- Год стандарта ASME B 16.5: 2017,
- Тип термообработки - нет,
- Результат химического анализа плавки,
- Результаты механических испытаний на предел прочности,
- Предел текучести и предел прочности,
- Удлинение и уменьшение сечения образца,
- Результаты испытаний на ударную вязкость, включая размер образца для испытаний, если использовался образец нестандартной меньшей толщины,
- Результаты замеров твердости и количество испытанных поковок,
- дополнительные испытания, указанные в заявке на закупку,
- при ремонте сваркой, буква W должна стоять сразу за номером спецификации ASME.

3 Технология производства и сборка компонентов сосуда под давлением

3.1 Производство корпуса сосуда

Обечайка и днище производятся из низкоуглеродистой стали, используя только следующие одобренные марки стали [5] и [4, таблица UCS-23]:

SA-515 - спецификация листов из углеродистой стали, высокотемпературные условия работы.

SA-516 - спецификация листов из углеродистой стали, низкотемпературные условия работы, требующие испытаний на ударную вязкость.

SA-517 - спецификация листов из легированной, высокопрочной и закаленной стали.

В соответствии с техническими требованиями к сосуду, сталь должна иметь значение ударной вязкости 27 Джоулей при температуре -45°C . Из всех вышеперечисленных сталей только сталь SA-516 группа 70 соответствует этим требованиям.

Свойства стали указаны в стандарте ASME Section IIА: Железосодержащие материалы (табл. 10) [5].

Расчет минимальной толщины стенки сосуда (для обечайки и днища) [4, параграф UG-27(c)(1)]:

$$t = P \cdot R / (S \cdot E - 0,6 \cdot P) + c \quad (5)$$

где, t – толщина стенки сосуда, мм.

P – внутреннее давление сосуда, Бар

R – Радиус сосуда внутренний, мм.

S – предел прочности материала сосуда, кПа

E – коэффициент прочности,

c – коррозия, мм.

$$t = 1000 \cdot 602 / (138000 \cdot 1 - 0,6 \cdot 1000) + 2 = 6,38 \text{ мм.}$$

Толщина выбранного материала по чертежу составляет 8 мм, что больше чем рассчитанный минимум.

Расчет максимального утонения волокна при вальцовке обечайки и днища: максимальное утонение 5% максимум [4, параграф UCS-79(d)]:

$$E = (50 \cdot t / RF) \cdot (1 - RF / R0) \quad (6)$$

где, E – максимальное утонение волокна, %

t – толщина стенки обечайки или днища, мм.

RF – радиус изгиба максимальный, мм

$R0$ – радиус до изгиба, мм.

$$E=(50*8/605)*(1-605/\text{бесконечность})=0,82\%.$$

Результат расчета – максимальное утонение в допуске, металл не получил критических напряжений и такая форма днища и обечайки может использоваться.

Таблица 9 – Свойства стали SA-516 группа 70(485)

Наименование параметра	Состав, %
Элементы	
Углерод, макс.,	0.27
Марганец	0.85–1.20
Фосфор, макс.,	0.025
Сера, макс.,	0.025
Кремний	0.15–0.40
Медь, макс. %,	0.40
Никель, макс.%,	0.40
Хром, макс. %, ^A	0.30
Молибден, макс %,	0.12
Ванадий, макс %,	0.03
Ниобий, макс %,	0.02
Титан, макс. %,	0.03
Бор, макс. %,	0.0010
Требования к механическим свойствам	
Нагрузка на растяжение, [МПа]	485–620
Предел текучести, мин [МПа]	260
Удлинение в 8 " [200 мм], мин., %	17
Удлинение в 2 " [50 мм], мин., %	21

Для производства корпуса сосуда - обечайки – цилиндрической части сосуда требуется следующее оборудование: плазменная резка листа, фаскосъемник плазменный или механический, вальцовочная машина для сворачивания плоского листа в цилиндр, сварочный аппарат для фиксации продольного шва после вальцовки и дальнейшей сварки.

После сварки обечайки ее заново вальцуют для получения идеальной формы круга по сечению.

Применяется лист из материала SA-516 gr 70. Размеры 2000 мм на 6000 мм. и толщина 8 мм. Размеры заготовки обечайки из листа: 2000 мм на 3795 мм. (рис.7).

После раскроя остается прямоугольный лист размерами 2000 мм на 2205 мм, который используют для вырезки остальных компонентов сосуда

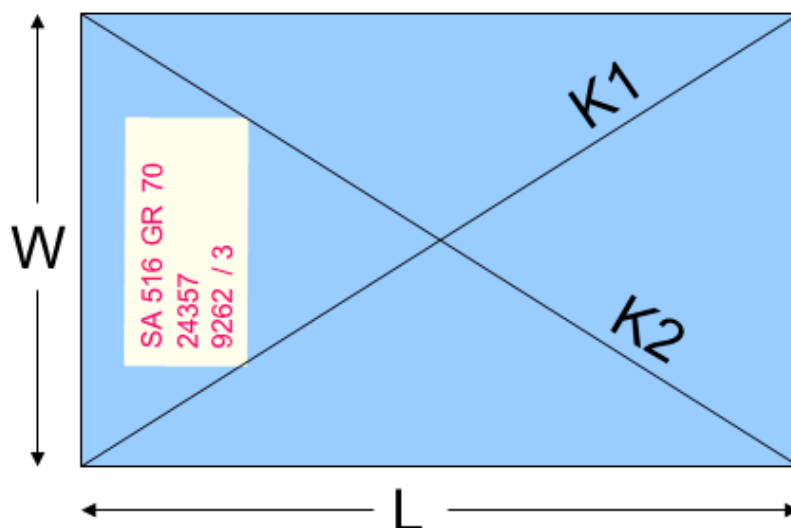


Рисунок 7 - Размеры листа для вальцовки обечайки

Диагонали K1 и K2 должны быть равны (допуск +/- 3 мм.) для получения правильного прямоугольника вместо ромба или трапеции.

Вальцовка обечайки на трёх-валковых вальцах.

На рисунках 8-10 представлены виды изгибочной вальцовочной машины, которая производит из плоского листа идеальную круглую форму обечайки.

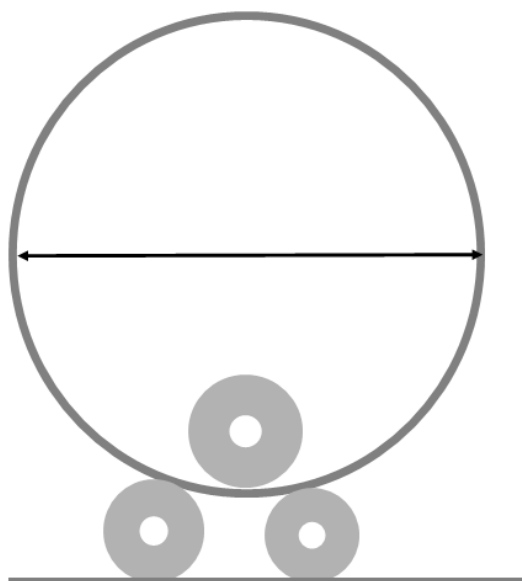


Рисунок 8- Схема вальцовки обечайки на трех-валковых вальцах



Рисунок 9 - Трех-валковые вальцы ИБ2216 и вальцовка обечайки



Рисунок 10 - Трех-валковые вальцы ЗНЕЛ и вальцовка обечайки

3.2 Производство днища

Для производства днища требуется следующее оборудование: плазменная резка листа, штамповочный пресс с матрицей и пуансоном для штамповки большого радиуса днища посегментно, вальцовочная машина накатки малого радиуса днища в месте перехода от большого радиуса днища к цилиндрической части, фаскосъемник плазменный или механический.

Технологические операции производства днища:

- Вырезка листа круглой формы диаметром 1488 мм.
- Штамповка большого радиуса днищ проводится без нагрева, в холодном состоянии. Большой радиус получается местным изменением формы листа при вдавливании пуансона в матрицу (рис. 11). После формовки одного сегмента днища, заготовку сдвигают или поворачивают по оси и формируют соседний сегмент днища, и так множество раз до достижения необходимых геометрических размеров, которые контролируются специальным шаблоном



Рисунок 11 - Штамповка большого радиуса днища на прессе BSPM 400-5000



Рисунок 12 - Штамповка большого радиуса днища на прессе BSPM 400-5000

После штамповки большого радиуса днища начинают формировать малый радиус в месте перехода от большого радиуса к цилиндрической части. Эта операция выполняется на специальной вальцовочной радиусо-накатной машине (рис. 13-15).

Последней операцией является механическая обработка края днища для вытачивания фаски под сварку (рис.16).



Рисунок 13 - Накатка малого радиуса днища на машине SBFM 5000



Рисунок 14 - Накатка малого радиуса днища на машине SBFM 5000



Рисунок 15- Накатка малого радиуса днища на машине SBFM 5000



Рисунок 16 - Фаскосъемная машина FCRM 4900

Выгоды данного процесса формовки следующие:

- не требуется дорогостоящая штамповая оснастка для каждого размера днища, а можно пользоваться простыми съемными пуансонами и матрицами которые намного проще и дешевле изготавливать.
- можно получать большие размеры днищ – до 8 метров в диаметре и более ;
- дешевизна изготовления;

3.3 Техничко-экономические показатели производства сосуда в РК

Расчет экономических показателей производства сосуда состоит в сравнении стоимости зарубежных аналогов и местного производства. Целью расчета является оценка стоимости производства сосуда по стандарту ASME в Республике Казахстан и сравнение со стоимостью импортируемого сосуда.

Стоимость ввозимого в Казахстан оборудования составляет от 10 000 тенге до 50 000 тенге за килограмм массы изделия.

Масса проектируемого сосуда 1110 кг.

Стоимость ввозимого оборудования в этом случае составляет 11 100 000 – 55 500 000 тенге. Проведем расчет проектируемого сосуда в соответствии со внутризаводской методикой в таблице 10.

Таблица 10 - Расчет стоимости изготовления сосуда

ОПИСАНИЕ	Масса, кг	Стоимость, тенге	Цена за 1 кг, тенге
Листы	900	4 500 000	5000
Трубы	56	392 000	7000
фланцы 2"; 3"; 24"	120	2 400 000	20000
Остальные материалы: болты, гайки	24	132 000	5500
Прокладки	10	211 200	21000
Покраска Наружная	36	556 364	17000
Термообработка		0	0
Трудозатраты и оборудование	Кол-во операц.	Общая стоимость, тенге	Цена 1 единицы, тенге
Производство сосуда - сварка и все операции	600	6 000 000	10000
Мех обработка фланцев и остальных деталей	120	1 200 000	10000
Испытания и сертификация	50	500 000	10000
D) всего трудозатрат и оборудования	770	7 700 000	10000
Цена сосуда финальная:		15 891 564	

В соответствии с вышеуказанным расчетом цена производства данного сосуда ближе к минимальным значениям рыночных аналогов зарубежных поставщиков и является высоко-конкурентной и рентабельной.

4 Охрана труда при производстве и эксплуатации сосудов

Производство и эксплуатация сосудов под давлением классифицируется как опасное для жизни персонала. В соответствии с законодательством Республики Казахстан весь персонал, участвующий в производстве сосудов должен пройти обучение по технике безопасности в авторизированном независимом обучающем центре. После прохождения обучения и сдачи экзамена выдается удостоверение по промышленной безопасности.

Для сварочного и механического производства охрана труда, техника безопасности и пожарная безопасность регламентируются следующими источниками [14,15].

4.1 Анализ опасных производственных факторов

Опасными факторами являются:

- движущиеся части оборудования;
- оборудование под давлением
- ионизирующее оборудование – для проверки неразрушающими методами контроля, такими как рентген дефектоскопия,
- загрязнение воздуха отходами производства;
- жара;
- шумы;
- плохое освещение,
- частые повторяющиеся операции длительное время – монотонность работы,
- опасность удара электрическим током, статическим электричеством,
- отравление в закрытых непрветриваемых помещениях,
- опрокидывания неустойчивых конструкций,
- работа без страховки на высоте,
- падение тяжестей на ноги,
- попадание предметов в глаза и тп.

Для комфортной работы в цехе установлены следующие параметры окружающей среды: Температура 20-25 С⁰, влажность 50-63%, движение воздуха максимум 0,3 м/с, шум 30дБ максимум, количество взвешенных частиц в воздухе (пыль) максимум 0, 25 г/м³, освещенность 1000-3000 Люкс.

4.2 Основные задачи системы управления охраной труда

Для уменьшения всех вышеуказанных опасных факторов а так же других производственных рисков необходимо проводить еженедельные оценки рисков

в соответствии со стандартами по охране труда и техники безопасности, такими как OHSAS 18001: 2015.

В соответствии с этой системой проводится анализ всех опасных и потенциально опасных факторов, каждый из которых регистрируется, анализируется на опасность и частоту появления, вырабатываются методики и мероприятия для снижения или удаления такого риска. Минимально анализируются следующие риски:

- контроль работы вентиляции – ответственное лицо и частота проверок, минимальный отказ не более 30 минут;
- выдача требуемых для каждой деятельности средств индивидуальной защиты (СИЗ);
- контроль необходимого освещения рабочих мест (1000-3000 Люкс)
- оборудование рабочих мест средствами предотвращения повреждений – экраны, ограждения, таблички и тп.; Токарные станки оборудованы деревянными подножками, эпоксидными экранами от попадания стружки в глаза, зацепами для убирания стружки, корзинами для стружки, перчатки брезентовые, очки, каска, беруши, ботинки с металлическим носком, комбинезон.
- изолирование электрооборудования – только авторизованный специалист имеет возможность и средства для работы с электро установками и их ремонтом. Во время ремонта все рубильники закрываются на замки, ключ от которых имеет только тот работник, которые проводит ремонт. Все электрооборудование должно быть заземлено в соответствии с техническим требованиями производителя.

Персонал допускается до работ, только после полной оценки всех рисков, ознакомления с ними сотрудников, а так же со всеми мероприятиями по предотвращению таких рисков. Дополнительно перед началом работы на производстве, ответственное лицо завода по охране труда и технике безопасности проводит вводный инструктаж с указанием специфических условий производства и требований по ТБ данного завода. После росписи в журнале и выдачи необходимых средств индивидуальной защиты, таких как каски, очки, обувь с металлическими вкладками, комбинезон, беруши и тд, работник может приступить к работе. В процессе выполнения работ, проводится постоянный мониторинг всех условий работы и выполнения правил техники безопасности ответственным лицом за технику безопасности завода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения дипломной выпускной работы по теме: «производство сосуда под давлением» был разработан процесс производства основных компонентов сосуда и локализация производства фланца.

Была рассчитана заготовка и техпроцесс для производства 8 дюймового фланца.

В дипломной работе проанализированы конструкции и технологии изготовления сосудов по различным стандартам. Выполнен сравнительный анализ выбора метода получения заготовки фланца.

Выбран метод изготовления заготовки ковкой, приведен экономический эффект по затратам на производства сосуда под давлением включая производство фланцев для него.

Разработан маршрут обработки фланца. Проанализирован выбор заготовки фланца, днища и обечайки. Выполнены расчеты на прочность фланца, обечайки и днища. Представлены мероприятия по охране труда и безопасности жизнедеятельности на машиностроительном производстве.

Разработанный технологический процесс изготовления сосуда и фланца полностью соответствует требованиям рабочего чертежа.

При этом достигнуты следующие технологические показатели: Производство сосуда по требованию стандарта ASME Section VIII Div 1 и фланца по стандарту ASME B16.5 и получена конкурентная рыночная цена готового изделия, сравнивая с мировыми ценами.

Дипломный проект выполнен с соблюдением требований нормоконтроля.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 30 декабря 2014 года № 358. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 20 февраля 2015 года № 10303. Об утверждении Правил обеспечения промышленной безопасности при эксплуатации оборудования, работающего под давлением.
- 2 Технический регламент Таможенного союза "О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением" (ТР ТС 032/2013)
- 3 ГОСТ 34347-2017 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия. (ISO 16528-1:2007; ISO 16528-2:2007)
- 4 ASME Section VIII Division 1 (ASME BPVC.VIII.1-2021): Правила производства сосудов под давлением.
- 5 ASME Section II (ASME BPVC.II.A-2021): Спецификации железосодержащих материалов.
- 6 ASME Section II (ASME BPVC.II.D.M-2021): Материалы, Часть D, Механические свойства (Метрические).
- 7 ASME B16.5:2017. Размеры фланцев и фиттингов.
- 8 Е.П. Круглов, Э.Р. Галимов, А.Г. Аблясова, Н.Я. Галимова, С.Ю. Юрасов, М.М. Ганиев, А.Г. Схиртладзе, Е.А. Рябов. «Выбор и способы изготовления заготовок для деталей машиностроения», Казань. – 2015.
- 9 ГОСТ 7829-70 Поковки из углеродистой и легированной стали, изготавливаемые ковкой на молотах. Припуски и допуски.
- 10 Солоненко В. Г. Резание металлов и режущие инструменты. Изд. 2-е, стер..-М.:Высш. шк. - 2008. - 414 с.
- 11 Панов А.А. Обработка металлов резанием: справочник технолога. М.:Машиностроение-1.-2004.-784с.
- 12 Григорьев С. Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ: справочник. М.:Машиностроение, 2006. -544 с.
- 13 Укрупненные нормативы времени на работы, выполняемые на фрезерных, строгальных и долбежных станках в условиях серийного производства, 1994.
- 14 Безопасность жизнедеятельности в машиностроении/ Под ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Высшая школа, 2002.
- 15 Кукин П.П. Безопасность технологических процессов и производств. М.: Высшая школа, 2001.
- 16 Справочник технолога-машиностроителя /под ред. Дальского А. М. М.: Машиностроение. Т. 1, 2003.-912 с.
- 17 Справочник технолога-машиностроителя /под ред. Дальского А. М. 5-е изд., испр.-М.: Машиностроение. Т. 2, 2003. - 943 с.
- 18 Батова Т.Н., Васюхин О.В., Павлова Е.А., Сажнева Л.П. Экономика промышленного предприятия.- СПб.: ИТМО, 2010. -249 с.