

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет
«Машиностроения и транспорта»

Кафедра
«Транспортные машины»

Специальность: **23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства**

Специализация: **Автомобили и тракторы**

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему:

**Повышение производительности снегоуборочного комбайна на базе «Урал-Next»,
путём модернизации устройств подбора и плавления снега.**

Студент _____ **Офтин Никита Андреевич**
(подпись, дата)

Руководитель _____ **Войнов А.А.**
(подпись, дата)

Нормоконтролёр _____ **Лебединский К.В.**
(подпись, дата)

Рецензент _____
(должность, место работы) (подпись, дата) (фамилия, инициалы)

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от _____ № _____)

Заведующий кафедрой _____ **Салмин В.В.**
(подпись, дата)

Работа защищена с оценкой _____ (протокол заседания ГЭК от _____ № _____)

Секретарь ГЭК _____ **Пименова О.В.**
(подпись, дата)

Пенза 2018 г.

ФГБОУ ВПО «ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ТРАНСПОРТА
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА «ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ»

«УТВЕРЖДАЮ»
Заведующий кафедрой «ТМ»
профессор _____ В.В. Салмин
подпись
«__» _____ 201_ г.

ЗАДАНИЕ
на дипломное проектирование

Студент *гр. 13МН1* специальность *23.05.01(190109)*

Офтин Никита Андреевич

Руководитель проекта: *к.т.н., доцент кафедры «ТМ», А.А. Войнов*

Время дипломного проектирования: *с 28.03.2017 г. по 09.06.2018 г.*

Место преддипломной практики: *ОАО «Пензадизельмаш» г. Пенза*

Тема проекта: *Повышение производительности снегоуборочного комбайна на базе «Урал Next», путём модернизации устройств подбора и плавления снега.*

Тема утверждена приказом ПГУ №

Техническое задание на проект (назначение устройства, условия применения, внешние воздействия, специальные требования и т.п.) *снегоуборочного комбайна.*

Объем и содержание основной части проекта

Пояснительная записка (перечень вопросов, подлежащих разработке, расчетов, обоснований, описаний):

- *проведение патентных исследований;*
- *проектировочный расчет снегоуборочного комбайна;*
- *расчет устройств подбора и плавления снега;*
- *расчет мощности нагревательной установки;*
- *расчет тепловых потерь бункера;*
- *разработка технологического процесса изготовления плавильного поддона;*
- *разработка инструкции по эксплуатации снегоуборочного комбайна;*
- *вопросы безопасности жизнедеятельности.*

Графическая часть (перечень и содержание чертежей, плакатов)

– структура дипломного проекта	1л А1
– патентно-информационное исследование	1л А1
– общий вид снегоуборочного комбайна на базе «Урал Next»	1л А1
– Сборочный чертёж цистерны	1л А1
– сборочный чертеж плавильной установки	1л А1
– сборочный чертеж секции нагревательной установки	1л А1
– рабочие чертежи деталей снегоуборочного комбайна	3л А1

Литература:

- патенты по тематике дипломного проекта;
- И.И. Артёмов, А.Б. Балакишин и др. «Транспортные машины и транспортно-технологические комплексы. Курсовое и дипломное проектирование: методика и общие требования». - Пенза: ПГУ, 2004 г.

Консультанты и содержание дополнительных разделов (указывается конкретное содержание задания)

По конструкции устройства: «снегоуборочного комбайна»

Консультант: к.т.н., доцент _____ А.А. Войнов
подпись

По технологии: «технологический процесс изготовления плавильного поддона»

Консультант: к.т.н., доцент _____ А.А. Войнов
подпись

По безопасность жизнедеятельности: «Влияние эксплуатации снегоуборочного комбайна на окружающую среду»

Консультант: к.т.н., доцент _____ А.А. Войнов
подпись

Дата выдачи задания « 28 » марта 2017 г.

Руководитель дипломного проекта: к.т.н., доцент _____ А.А. Войнов
подпись

Задание к исполнению принял студент гр. 13МН1 _____ Н.А. Офтин
подпись

« 28 » марта 2017 г.

Офтин Н.А. «Повышение производительности снегоуборочного комбайна на базе «Урал-Next» путём модернизации устройств подбора и плавления снега». Дипломный проект. – Пенза: 2018 - ПГУ, 99 страниц, 12 таблиц, 53 рисунка.

ШНЕКОРОТОРНАЯ УСТАНОВКА, ШНЕКОВЫЙ ПИТАТЕЛЬ, ПЛАВИЛЬНЫЙ БУНКЕР, ПЛАВЛЕНИЕ, УТИЛИЗАЦИЯ.

Настоящий дипломный проект представляет собой законченную расчетно-графическую работу, целью которой является модернизация устройств подбора и плавления снежных масс снегоуборочным комбайном.

Работа содержит: патентно-информационное исследование, произведены расчеты шнекороторной установки, шнекового питателя. Выполнен расчет мощности нагревательной установки.

В технологической части работы разработан технологический процесс изготовления плавильного поддона, а так же произведён анализ технологичности фланца и технических требований к нему, спроектирована заготовка - прокат, рассчитаны режимы резания.

В разделе «Безопасность жизнедеятельности» рассмотрены факторы, влияющие на загрязнение снежных масс. Рассмотрены методы утилизации снежных масс, а также влияние использования снегоуборочного комбайна на окружающую среду.

В разделе «Руководство по эксплуатации» представлена последовательность операций при работе снегоуборочного комбайна, а также периодичность выполняемых работ по техническому обслуживанию.

					<i>ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001 ПЗ</i>				
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>					
<i>Разраб.</i>		<i>Офтин</i>			<i>Повышение производительности снегоуборочного комбайна на базе «Урал-Next» путём модернизации устройств подбора и плавления </i>				

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Виды снегоуборочной техники.....	4
1.1 Выбор базового шасси для снегоуборочного комбайна.....	7
2. Патентно – информационный поиск.....	8
2.1Определение рубрик МПК и индексов УДК ИТР.....	8
2.2 Отобранные патентные документы.....	9
2.3 Информационный поиск.....	13
3 Конструкторская часть.....	17
3.1. Расчёт агрегатов подбора и подачи снега.....	17
3.1.1 Расчёт шнекового подборщика снега.....	17
3.1.2 Расчет шнекового транспортёра снега.....	19
3.1.3 Расчет шнека питателя плавильного бункера.....	19
3.1.4 Расчет выходного вала на прочность.....	22
3.2 Расчёт мощности нагревательной установки.....	26
3.2.1 Расчёт тепловых потерь бункера.....	27
3.3 Требуемая максимальная мощность двигателя.....	28
3.4 Расчёт коробки отбора мощности.....	30
3.4.2 Расчёт зубчатого зацепления.....	30
3.4.3 Расчет основных геометрических параметров.....	32
3.4.4 Определение сил, действующих на валы зубчатых колёс.....	34
3.4.5 Определение допускаемых контактных напряжений.....	35
3.4.6 Определение допускаемых напряжений изгиба зубьев.....	36
3.4.7 Проверочный расчёт на контактную выносливость.....	36
3.4.8 Проверочный расчёт на выносливость при изгибе.....	37
3.5 Принцип действия проектируемой конструкции.....	39
3.6 Расчёт на прочность бункера.....	48
4 Технологическая часть.....	54

4.1	Разработка	технологии	изготовления	плавильного	
	поддона.....				54
4.2	Изготовление детали «Фланец».....				61
4.3	Выбор диаметра электрода для сварки деталей плавильного				
	поддона.....				74
5	Безопасность жизнедеятельности.....				78
5.1	Влияние использования снегоуборочного комбайна на окружающую				
	среду.....				78
6	Инструкция по эксплуатации.....				86
	Заключение.....				96
	Список используемой литературы.....				97
	Приложение А. (Патенты).....				98
	Приложение Б. (Чертежи).....				106
	Приложение В. (Спецификации).....				115

Введение

В настоящее время снег вывозят на специальные полигоны, где он в дальнейшем тает, и частицы горюче - смазочных материалов, реагентов, песка, находящихся в нём, попадают в почву и тем самым наносят непоправимый вред экологии. Выходом из сложившейся ситуации могут стать снегоплавильные заводы, но из-за высокой стоимости их могут позволить себе лишь города – миллионники. Поэтому проектирование мобильного снегоуборочного комбайна является актуальным.

В городе снежные валы должны убирать при высоте более 50 см. На магистралях и попутно вдоль пешеходных дорожек валы высотой более 90 см должны увозиться в течение одного дня. На перекрестках снежные массы должны быть как можно меньше, чтобы обеспечить хорошую обзорность для участников движения. На парковках снег убирается, когда снежные наносы и валы создают затруднения для движения транспортных средств.

В типовой технологический комплекс для снегоуборочных работ обычно входит четыре вида машин: роторные снегоуборщики, автогрейдеры, бульдозеры и погрузчики.

Климатические условия в нашей стране такие, что время, когда коммунальная техника трудится на снегоуборочных работах ежегодно длится около полугода. Так как и в остальное время года городские улицы нужно поддерживать в чистоте, необходимо использовать многоцелевые машины со сменным оборудованием. Обоснованность такого метода заключается в том, что он даёт определённую финансовую выгоду.

					<i>ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1. Виды снегоуборочной техники

Неспециализированная коммунальная техника, даже оборудованная снегоуборочными навесным оборудованием, не может качественно убирать снежные массы. Грузовые автомобили, выпущенные на автозаводах «ГАЗ» и «ЗИЛ», а также тракторная техника «Беларусь» с различным оборудованием может только сгрудить снег на обочину. При этом уменьшается ширина дорожного полотна, так как на ней располагаются сугробы. По этой причине для качественной уборки снега необходима специализированная коммунальная техника.

Роторно-плужные снегоуборщики

Такая снегоуборочной техника имеет простую конструкцию. Исполнительный механизм представляет собой плуг с парой установленных на нём роторов. Они расположены соосно так, чтобы лопатки направляли снег в противоположные стороны. Редко встречается тип с одним ротором. Такой конструкция имеет меньшие габариты и используется для уборки свежеснег выпавшего снега с пешеходных дорожек.

Стоит учитывать, что роторно-плужная техника малоэффективна для очистки улиц от слежавшегося снега. Поэтому коммунальные машины с таким навесным оборудованием редко встречаются в городе. Шире они применяются при очистке железных дорог от снежных заносов.

Фрезерно-плужная техника

Данная конструкция была спроектирована для уборки слежавшегося снега с городских улиц. Схема аналогична плужно-роторным машинам, только вместо ротора на плуг ставится фреза. При вращении фреза измельчает плотный снег и подаёт её в раструб на плуге.

Практика показывает, что недостатков в этой конструкции больше, чем достоинств. К основным минусам можно отнести высокую потребляемую

мощность, большой расход горючего и быстрый износ подшипников навесного механизма.

В наше время такие агрегаты изготавливали для повышения их эксплуатационных качеств. Различные компоновки дают возможность устанавливать такие механизмы на множество типов коммунальной техники. Существуют машины, где фрезер установлен в передней части шасси. Ось фрезы при этом расположена параллельно направлению движения. Ещё одна схема предполагает установку только на тракторную технику, когда фрезерное оборудование устанавливается на валу отбора мощности силовой установки. Такая компоновочная схема повышает безопасность работы техники, так как рабочее оборудование не мешает обзору из кабины. Техника такого вида эксплуатируется для уборки снега толщиной менее 40 см.

Коммунальная техника, оборудованная такими агрегатами, используется для уборки улиц от слежавшегося снега, сгруженного другими снегоуборщиками. Снег транспортируется в кузов грузового автомобиля или откидывается в сторону, если позволяет дорожная обстановка. Такое оборудование устанавливают на тракторы или грузовики. Конструкции меньших размеров устанавливают также на полноразмерные и мини-погрузчики.

Фрезерно-роторные механизмы

Принцип работы такой техники очень прост. Торцовая фреза перемалывает плотный снег, получившаяся снежная масса попадает на ротор и отбрасывается в бок на расстояние до 30 м. Выпускаются такие модели, когда фреза расположена внутри корпуса, имеющего форму плуга.

Эффективность снегоуборщиков такого типа очень высокая. За малое время такая коммунальная машина справляется со смерзшимися сугробами высотой не более 3 м.

Шнекороторные снегоуборщики

					<i>ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Так же как и машины предыдущей конструкции, шнекороторные снегоуборщики убирают улицы с помощью отбрасывания снега или загрузки в машину сопровождения по специальному трубопроводу. Также существуют конструкции, оборудованные скоростным плугом, что увеличивает функциональность машины.

Шнекороторные снегоуборщики разрабатываются на основе автомобилей и тракторов. В настоящее время чаще других используют платформу внедорожных грузовиков «КАМАЗ» и «Урал». При этом силовой агрегат грузового автомобиля снимается. Спереди устанавливается навесное оборудование, а за кабиной – силовая установка. Она приводит в движение как сам автомобиль, так и навесное оборудование для уборки снега. Для создания оптимальной частоты вращения коленчатого вала силовой установки, шнекороторное оборудование приводится во вращение через редуктор.

Для городских служб оптимальным вариантом представляется наличие коммунальной техники, оборудованной съёмным шнекороторным снегоуборочным оборудованием. Навесное оборудование, установленное на автомобиле, можно снять и использовать машину в других целях. Например, для погрузки различных строительных материалов.

Снегопогрузчики

Во многих ситуациях уборка снега в городе из-за ограниченности пространства. Поэтому чтобы убрать снег с дороги, необходимы погрузчики, которые грузят снег в кузов грузового автомобиля. Проектирование этих машин началось ещё в первой половине прошлого века, а к его середине они применялись уже повсеместно. Сначала для их основы использовались серийные транспортные средства, но после появились специальные платформы.

Принцип их действия состоит в том, что широкий ковш захватывает снежные массы и грузит их на транспортёр, на котором расположены специальные лопатки для удержания снега. С ленты транспортёра снег попадает в кузов грузового

автомобиля, следующего за погрузчиком. Эффективность машины позволяет за рабочий день убирать до нескольких тысяч тонн снега.

Недостатком такой техники является то, что она дополнительно загружает городские улицы и уменьшает пропускную способность дорог.

1.1 Выбор базового шасси для снегоуборочного комбайна.

В качестве автомобиля - прототипа выбрана новая разработка отечественного автомобилестроения - УРАЛ *Next*. Он сочетает в себе великолепную надёжность своего предшественника УРАЛа 4320 и современные технологии автомобилестроения.

«Урал *Next*» создан на платформе своего предшественника. Рама, трансмиссия, ходовая часть практически остались такими же.



Рисунок 1 – Базовое шасси снегоуборочного комбайна

Капотная компоновка автомобиля «Урал *Next*» удобна для размещения шнекового транспортёра, а также сохраняется доступ к силовой установке, что не обеспечивается при бескапотной компоновке.

2. Патентно - информационный поиск

Наименование работы (темы): Снегоуборочный комбайн (задача – разработка устройств подбора снежных масс, их транспортировка и утилизация).

Цель: Поиск патентной информации, позволяющей исследовать технический уровень и тенденции утилизации снежных масс с дорожного покрытия.

Начало поиска: 18.09.2017 г.

Окончание поиска: по настоящее время.

Определение классов рубрик МПК: *E01H 5/00*, МПК *E01H 5/10*, МПК *E01H 5/10*, МПК *E01H 5/00*

Глубина поиска: Патентные документы, опубликованные с 1994 г. по 2017г.

По фонду: Федеральный институт промышленной собственности.

2.1 Определение рубрик МПК и индексов УДК ИТР

Для определения рубрики МПК используем ключевые слова «Снегоуборочный комбайн».

По алфавитно-предметному указателю 7 редакции находим: *E01H 5/00*.

Раздел *E* – строительство; горное дело;

E01 – дорожное строительство, строительство железных дорог и мостов;

E01H – очистка дорог, улиц; очистка железнодорожного полотна; очистка побережий; уборка территорий; рассеивание тумана вообще (косилки, преобразуемые в устройства для подметания или уборки газонов или других поверхностей, например для удаления снега, или приспособленные для подметания или уборки газонов или других поверхностей.

E01H 5/00 – удаление снега или льда с дорог или дорожных покрытий; выравнивание или придание шероховатости снежным или ледяным покровам (применением размораживающих агентов; устройства на транспортных средствах для удаления препятствий; устройства для распределения песка, гранулированных

					ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

материалов или соли.

Индекс УДК определяем по указателю к УДК: 625,768,5.

2.2 Глубина поиска.

Патентные документы, опубликованные с 1994 г. по 2018 г.

В качестве источника информации принимаем Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» www1.fips.ru

Таблица 1 – Отобранные патентные документы

№ п/п	Регистрационный охранного документа	Страна выдачи патента	Дата публикации
1	57296	Россия	10.10.2006
2	2195526	Россия	27.12.2002
3	2585064	Россия	27.05.2016
4	78813	Россия	10.12.2008
5	2016180264	Япония	13.10.2016

Патент № 57296. Снегоуборочный комбайн.

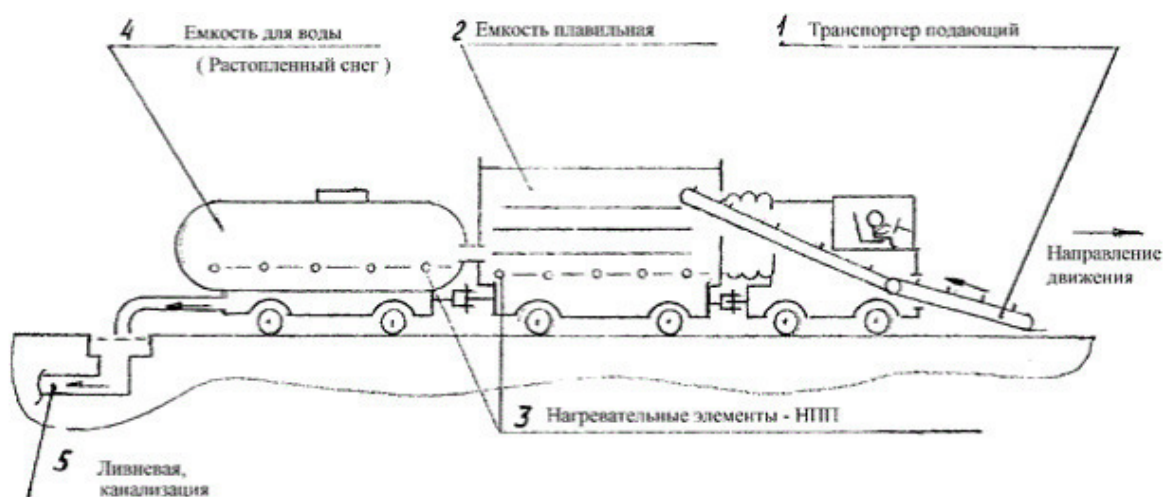


Рисунок 2 – Патент № 57296. Снегоуборочный комбайн

Цель: разработка устройства для уборки снега, содержащее самоходный погрузчик снега, транспортную плавильную емкость с загрузочным и выгрузочным

приспособлениями и нагревательными элементами, отличающееся тем, что в качестве нагревательных элементов использованы электрические низковольтные пластиковые трубчатые нагреватели на основе углеродных материалов.

Патент № 2195526. Снеготаялка.

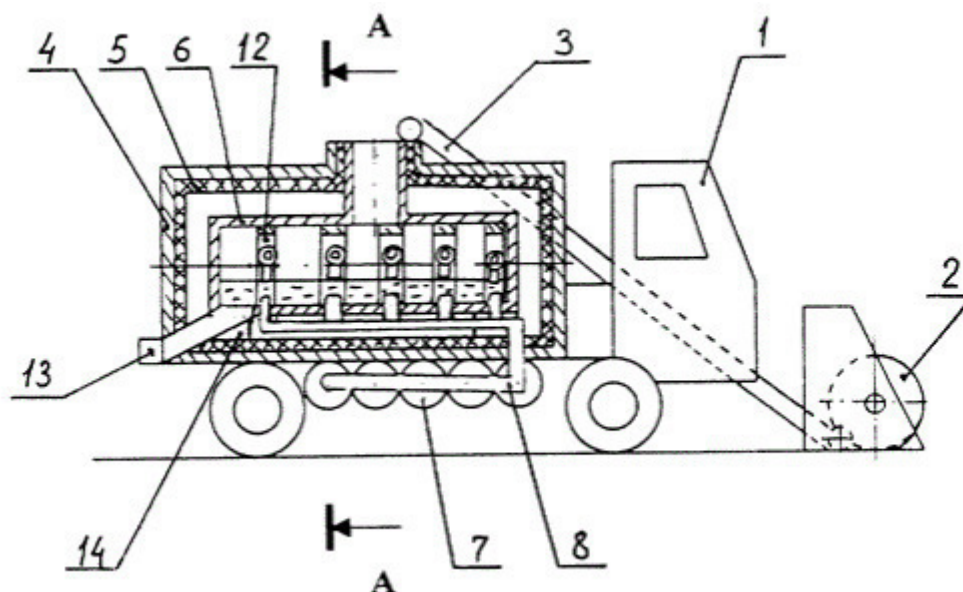


Рисунок 3 – Снеготаялка

Цель: очистка дорожных покрытий от снега.

Техническое решение: снеготаялка содержит самоходное шасси, на котором размещены шнековый питатель, транспортер, баллоны с топливом, кузов. В кузове установлен водосборник со сливным патрубком. Внутри водосборника размещены горелки, соединенные гибкими шлангами с топливной магистралью и жестко соединенные с поплавками. На внутренней поверхности водосборника смонтированы направляющие, по которым перемещаются горелки. При этом кузов, водосборник и направляющие выполнены в виде коаксиальных цилиндров. Технический результат – повышение надежности работы снеготаялки.

Патент № 2585064. Снегоплавильная машина.

Цель: очистки улиц и дорог от снежной массы.

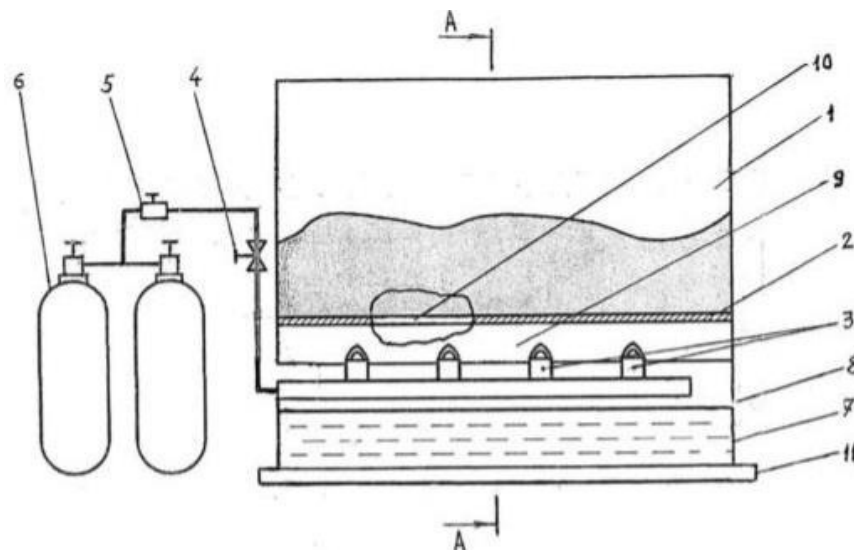


Рисунок 4 – Снегоплавильная машина

Техническое решение: Снегоплавильная машина содержит ванну (1) с решеткой в верхней части для приема и плавления снежной массы, отверстие (8) для слива талой воды, горелки (3) и газовые баллоны (6) с регулятором давления (5), газопроводом и запальником. На дне ванны (1) снизу по его длине параллельно его горизонтальной продольной оси симметрии установлены вертикально перегородки (9). Через один проем между перегородками (9) установлены газовые горелки (3) с электрическим запальником. В проемах между указанными перегородками (9) без газовых горелок (3) в дне ванны (1) по его длине имеются прорези. Под дном ванны (1), ниже газовых горелок (3) расположена камера для талой воды (7) со сливным отверстием (8).

Патент № 78813. Мобильная снеготаялка.

Цель: плавление снежной массы.

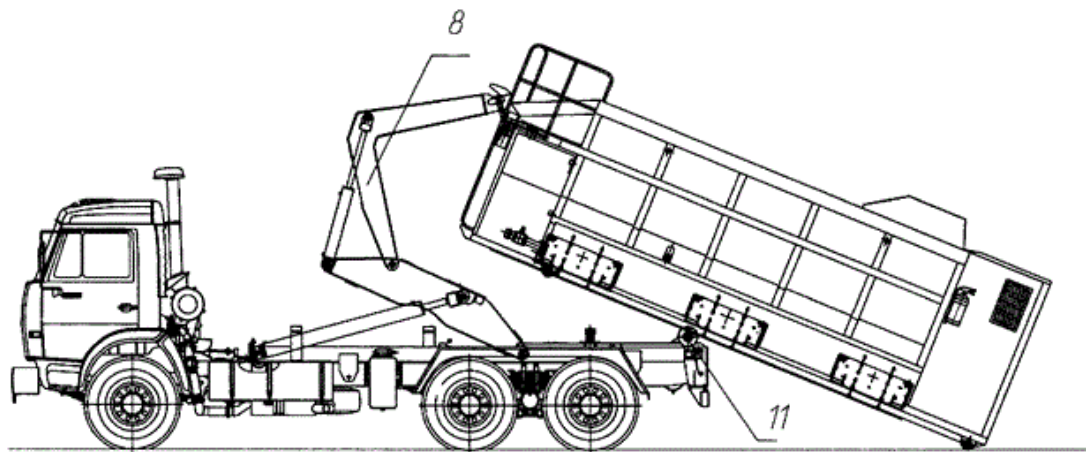


Рисунок 5 – Мобильная снеготаялка.

Техническое решение: Мобильная снеготаялка производительностью не менее 60 м³/ч, включающая ванну для плавления снежной массы со смонтированным на ней оборудованием в виде горелки, топливного насоса и вентилятора, которая размещена в плавильном корпусе, отличающаяся тем, что корпус с возможностью установки и снятия помещен на серийно выпускаемом автомобильном шасси повышенной грузоподъемности и мощности типа МАЗ, КАМАЗ и др., оборудованном платформой с подъемным устройством типа «мультилифт», при этом корпус снабжен присоединительными элементами в виде монтажной петли, смонтированной на передней торцевой части корпуса, и катками, установленными на днище корпуса.

Патент № 2016180264. Передвижная снегоплавильная машина.

Цель: эффективное снеготаяние большого количества снега.

Техническое решение: Подвижная машина для снеготаяния, способная эффективно выполнять снеготаяние большого количества снега, в городе и дорогах. Решение: Подвижная машина для снеготаяния. Изобретение состоит из: буксируемого грузовика 3, который включает задние колеса 1, которые могут поворачиваться и передние колеса 2, которые фиксированы; часть 4 поставки снежного покрова, установленная на передвижном грузовике 3, и для подачи и загрузки снежной массы; часть 5 для таяния снега для таяния снежной массы из части 4 подачи снежной массы; и блок 6 питания для подачи электроэнергии и

топлива в каждую часть. Снеготаятельная машина при необходимости может быть перемещена на место снежной массы с помощью тягового транспортного средства, она может растопить снежную массу, сложенную в районе города и на перекрёстках дорог. Кроме того, обработка снеготаянием большого количества снега может быть эффективно выполнена с помощью камеры 11 снеготаяния, нагреваемой горячим воздухом камеры котла 14 и керосиновой горелки 15, горячей воды из горячего водяного душа 16, струйной горячей воды форсунка 17 для горячей воды и нагрев дренажной сетки из проволоочной сетки.

Заключение по результатам патентного поиска

Исходя из патентно-информационного исследования систем сбора и плавления снежных масс с использованием различных видов техники, можно сделать вывод, что использование их перспективно и для конкретной задачи возможен выбор технического решения при более глубокой конкретизации с учётом внешних условий:

- обеспечение плавления снежных масс (патент № 2585064);
- увеличение мобильности снегоплавильных установок, путём их установки на самоходное шасси (патент № 2195526, № 78813, № 57296).

2.3 Информационный поиск

Серийные снегоплавильные установки ОСА могут быть транспортабельными (перевозимыми), мобильными (на колёсах), стационарными (бетонными), кровельными. Они могут работать от сетевой воды, от пара, от водогрейных котлов на любом виде топлива, от электронагревательных элементов. Возможно использование тепла от канализационных стоков и обратной воды ТЭЦ. Производительность, способ загрузки, автономность, степень автоматизации снегоплавильных установок определяет заказчик [1]



Рисунок 6 – Снегоплавильная установка ОСА 20.01

Установка снегоплавильная мобильная УМС-М1000 предназначена для экстренной утилизации снега непосредственно на месте его уборки, позволяя исключить из технологии уборки улиц операцию доставки снега на снегосплавные пункты.

Установка также может быть использована для теплоснабжения зданий при авариях на тепловых сетях для исключения угрозы замораживания зданий.

Производительность установки по утилизируемому снегу до 40 м³/час. Тепловая мощность установки 1000 кВт. [1]



Рисунок 7 – Установка снегоплавильная мобильная УМС-М1000

Снегоплавильные машины *TRECAN* являются наиболее испытанными, доведенными и надежными на мировом рынке за счет многолетнего опыта

разработки, изготовления и практического применения в крупнейших мегаполисах и аэропортах Северной Америки.

Технология расплавления снега *TRECAN* обеспечивает наиболее эффективный термический процесс сгорания топлива (95-98% КПД) благодаря использованию погружных горелок с непосредственным контактом продуктов сгорания с водой и снегом в плавильном котле.

TRECAN является единственным в мире производителем, который выпускает 8 моделей мобильных снегоплавильных машин и ряд одно - и мультигорелочных устройств для стационарных и мобильных машин производительностью от 20 до 500 тонн снега в час. [1]

Многие из крупнейших и наиболее населенных городов и муниципалитетов в Северной Америке применяют снегоплавильные машины *TRECAN*. Например, город Нью-Йорк использует 20 мобильных снегоплавильных машин, город Торонто использует не только стационарные снегоплавильные машины *TRECAN*, но и 5 самоходных снегоплавильных машин производительностью 150 тонн снега в час со встроенным снегопогрузчиком. Управление морского порта Бостона использует зимой снегоплавильные машины *TRECAN* производительностью 135 тонн снега в час [1].



Рисунок 8 – Снегоплавильная машина *TRECAN*

Выводы:

В результате патентного поиска найдено несколько вариантов конструкций. В качестве основного патента выбран патент «Снеготаялка» (патент № 2195526). Его преимуществом является высокая производительность погрузчика снега, а также возможность осуществления сбора снежных масс, их плавления и дальнейшей утилизации талой воды одной единицей техники.

Доработкой конструкции, предложенной в рассматриваемом патенте, будет иная схема снегоплавильного бункера, а также дополнительный подогрев снежных масс с помощью выхлопных газов от силового агрегата автомобиля.

По сравнению с техническим решением, предложенным в патенте «Снегоуборочный комбайн» (Патент № 57296), разрабатываемая в дипломном проекте конструкция, будет более мобильна за счёт отсутствия отдельной ёмкости для талой воды.

					<i>ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

3. Конструкторская часть.

3.1 Расчёт агрегатов подбора и подачи снега.

3.1.1 Расчёт шнекового подборщика снега.

Исходные данные:

- ширина рабочей части шнекороторного подборщика – $B=2400$ мм;
- высота рабочей части шнекороторного подборщика – $H= 500$ мм;
- рабочая скорость снегоочистителя – $V_m = 1,4$ м/с;
- диаметр ленточной фрезы – $D = 420$ мм;
- длина рабочей зоны фрезы – $L = 2$ м;

Шаг винта принимаем – $t = D = 420$ мм.

Техническая производительность роторного снегоочистителя, м³/с [2]:

$$\Pi = B \cdot H \cdot V_m; \quad (3.1)$$

$$\Pi = 2,4 \cdot 0,5 \cdot 1,4 = 1,68 \text{ м}^3/\text{с}$$

Теоретическая объёмная производительность по массе одной роторной фрезы, состоящей из одного шнека, м³/с:

$$\Pi_{\text{ор}} = n_{\text{ш}} \cdot V_{\text{я}} \cdot \psi \cdot \alpha \cdot a \cdot w_{\text{ф}}, \quad (3.2)$$

где $n_{\text{ш}}$ – число шнеков, $n_{\text{ш}} = 1$;

$V_{\text{я}}$ – объём одной ячейки шнека, м³;

ψ – коэффициент заполнения ячеек, $\psi = 0,1 - 0,25$;

α – число ячеек шнека, равное числу заходов шнека, $\alpha = 6$;

a – коэффициент разрыхления снега при его срезании из предельно уплотнённого массива в забое, $a = 0,7 - 1,0$ (учитывая последующее прессование под действием центробежных сил;

$w_{\text{ф}}$ – угловая скорость вращения шнека, рад/с.

Расчётный объём ячейки шнека фрезы $V_{\text{я}}$, определяется исходя из того, что объём в зоне расположения лопастей не может использоваться для переноса масс снега [2]:

$$V_{\text{я}} = \pi(R_{\text{н}}^2 - R_{\text{в}}^2)B_{\text{ш}}\epsilon / \alpha, \quad (3.3)$$

					ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

где $B_{ш}$ – ширина одного шнека фрезы, м;

ϵ – коэффициент, учитывающий объём, заполненный лопастями шнека, $\epsilon = 0,92-0,95$;

$$V_{я} = 3,14(0,42^2 - 0,1^2)0,4 \cdot 0,95 / 6 = 0,03,$$

При работе нижней фрезы мощность привода затрачивается на срезание и транспортирование масс снега (полезная мощность) и на преодоление сил трения в механизмах ротора и силовой передачи, которую можно учесть через коэффициент полезного действия. Полезную мощность можно определить, проанализировав суммарную работу, совершаемую лопастью за один полный оборот фрезы.

Полезная работа резания снега шнеком в забое, Дж [2]:

$$A = 4 \kappa \kappa'_1 \frac{V_M R_H B_{ш}}{w_{\phi} \alpha}, \quad (3.4)$$

где κ – коэффициент, учитывающий угол резания ($\kappa = 1,0-2,5$);

κ'_1 – удельное сопротивление резанию снега, $\kappa'_1 = 40000-50000$ Па

$$A = 4 \cdot 2 \cdot 45000 \cdot \frac{1,4 \cdot 0,42 \cdot 0,4}{10,47 \cdot 6} = 1348 \text{ Дж}.$$

Частота вращения винта назначается в пределах:

$$n = 0 - 120 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n = 100 \text{ мин}^{-1}$.

Производительность винтового транспортера:

$$Q = 60 \cdot (\pi D^2 / 4) \cdot n \cdot t \cdot \phi \cdot C = 47,1 \cdot D^2 \cdot n \cdot t \cdot \phi \cdot C, \quad (3.5)$$

где ϕ – коэффициент заполнения транспортёра, $\phi = 0,2$;

C – поправочный коэффициент, зависящий от угла наклона транспортёра. В данном случае угол равен нулю, а $C = 1$.

Производительность винтового транспортера достигает:

$$Q = 47,1 \cdot 0,320^2 \cdot 100 \cdot 0,320 \cdot 0,2 \cdot 1 = 31 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Мощность привода горизонтального винтового шнека рассчитывается по формуле [2]:

$$P = (Q \cdot g \cdot \gamma \cdot L \cdot w) / (3,6 \cdot 10^6 \cdot \eta), \quad (3.6)$$

где Q – производительность транспортера, $\text{м}^3/\text{ч}$;

g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

γ - плотность снежной массы, кг/м^3 ;

w – коэффициент сопротивления снежной массы, $w = 1,3$;

η - КПД привода, $\eta = 0,25$.

$$P = (31 \cdot 9,81 \cdot 350 \cdot 2 \cdot 1,3) / (3,6 \cdot 10^6 \cdot 0,25) = 0,3 \text{ кВт.}$$

3.1.2 Расчёт шнекового транспортёра снега [2]

Диаметр ленточной фрезы – $D = 220 \text{ мм}$.

Длина рабочей зоны фрезы – $L = 2 \text{ м}$.

Шаг винта принимаем – $t = D = 220 \text{ мм}$.

Частота вращения винта назначается в пределах:

$$n = 50 - 150 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n = 150 \text{ мин}^{-1}$.

Производительность винтового транспортера [2]:

$$Q = 60 \cdot (\pi \cdot D^2 / 4) \cdot n \cdot t \cdot \varphi \cdot C = 47,1 \cdot D^2 \cdot n \cdot t \cdot \varphi \cdot C, \quad (3.7)$$

где φ – коэффициент заполнения транспортёра, $\varphi = 0,2$;

C – поправочный коэффициент, зависящий от угла наклона транспортёра. В данном случае угол равен 35° , а $C = 0,3$.

Производительность винтового транспортера достигает:

$$Q = 47,1 \cdot 0,420^2 \cdot 150 \cdot 0,420 \cdot 0,2 \cdot 0,3 = 31,4 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Мощность привода наклонного винтового шнека рассчитывается по формуле:

$$P = (Q \cdot g \cdot \gamma \cdot L \cdot w) / (3,6 \cdot 10^6 \cdot \eta); \quad (3.8)$$

где Q – производительность транспортера, $\text{м}^3/\text{ч}$;

g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

γ – плотность снежной массы, кг/м^3 ;

w – коэффициент сопротивления снежной массы, $w = 1,3$;

η – КПД привода, $\eta = 0,25$.

$$P = (31,4 \cdot 9,81 \cdot 350 \cdot 2 \cdot 1,3) / (3,6 \cdot 10^6 \cdot 0,25) = 0,31 \text{ кВт.}$$

3.1.3 Расчёт шнека питателя плавильного бункера.

Внутренний радиус кольца [3]:

$$r_1 = \frac{ac}{(c-c)}, \quad (3.9)$$

где a – ширина геликоидальной поверхности лопасти:

$$a = \frac{D-d}{2} \quad (3.10)$$

$$a = (220-70)/2 = 75 \text{ мм}$$

C – длина участка винтовой линии по наружному диаметру [3]:

$$C = \sqrt{\pi^2 D^2 + h^2}, \quad (3.11)$$

где h – шаг винтовой поверхности.

$$C = \sqrt{3,14^2 220^2 + 220^2} = 724 \text{ мм}$$

$$r_1 = \frac{75 \cdot 70}{(220-70)} = 35 \text{ мм}$$

Наружный радиус кольца:

$$R_1 = 35 + 75 = 110 \text{ мм}$$

Угол выреза сектора:

$$\alpha = \frac{(2 \cdot 3,14 \cdot 110 - 724) 360^\circ}{2 \cdot 3,14 \cdot 110} = 16^\circ$$

К основным параметрам геликоидальной поверхности относят:

- наружный диаметр;
- направление навивки;
- шаг.

Геометрия геликоида описывается параметрическими уравнениями:

$$\begin{aligned} x &= U \cos V; \\ y &= U \sin V; \\ z &= HV, \end{aligned} \quad (3.12)$$

где U , V , H – параметры поверхности в полярной системе координат.

$$H = \frac{h}{2\pi}$$

Параметрическое уравнение (3.12) полностью описывает геликоидальную поверхность в трёхмерном пространстве.

Для геликоидальной поверхности одной лопасти с $D=480$ мм, $h=320$ мм уравнения (3.12) примут следующий вид:

$$x=R_B \cos \varphi$$

$$y=R_B \sin \varphi$$

$$z=\frac{\varphi}{\pi} 230,$$

где R_B – радиус винтовой линии, образующей геликоида, находящийся в пределах

$$0 \leq R_B \leq 240;$$

φ – угол поворота радиус вектора вокруг оси ($0 \leq \varphi \leq 2\pi$)

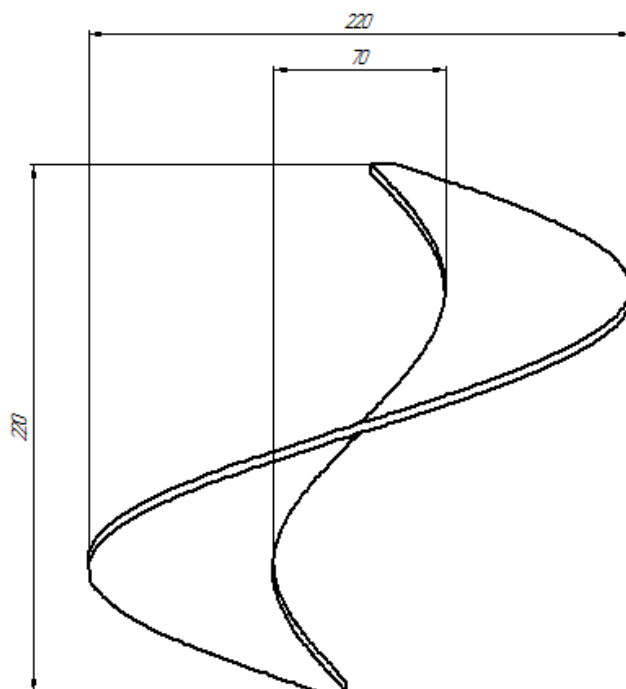


Рисунок 9 – Лопасть шнека

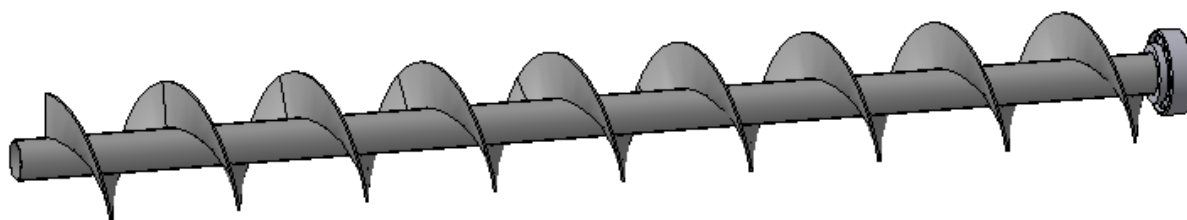


Рисунок 10 – Шнек питателя бункера

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001ПЗ

Лист

25

Диаметр жёлоба шнекового питателя выбирают, чтобы зазор между ним и лопастями шнека был минимальным, также необходимо обеспечить условие бесперебойной работы шнекового питателя, а также не допускать его заклинивания.

В шнековых транспортёрах с малым наклоном, жёлоб изготавливают открытым, либо устанавливают съёмные крышки, чтобы обеспечить доступ к шнеку и протолкнуть застрявший материал.

Жёлоб шнекового питателя изготавливается из листовой марки Ст.3. Толщина листа составляет 4 мм.

Геометрические размеры жёлоба питателя бункера определяем из выражений [3]:

Высота боковых стенок:

$$h = \frac{D}{2} + 20, \quad (3.13)$$

где D – диаметр винта лопасти шнека.

$$h = 220/2 + 20 = 130 \text{ мм.}$$

Размер приёмного люка шнекового питателя обычно принимаю равным диаметру жёлоба.

Площадь сечения потока материала:

$$F_{\text{пот.}} = \frac{\pi D^2}{4} = \psi, \text{ м}^2 \quad (3.14)$$

где D – диаметр лопасти шнека, ψ – коэффициент заполнения жёлоба шнекового питателя.

$$F_{\text{пот.}} = \frac{3,14 \cdot 0,22^2}{4} = 0,037 \text{ м}^2$$

Скорость перемещения материала на конвейере, м/с:

$$V = \frac{S \cdot n_{\text{в}}}{60}, \quad (3.15)$$

где S – шаг винта, м;

$n_{\text{в}}$ – частота вращения винта, об/мин.

$$V = \frac{0,22 \cdot 150}{60} = 0,55 \text{ м/с.}$$

3.1.4 Определение необходимой мощности привода шнекового питателя.

Мощность на валу шнекового транспортёра расходуется на подъём материала, преодоление трения между снежными массами и внутренними стенками жёлоба, а также на трение в подшипниковых опорах [3].

Сопротивление подъёму материала, равное продольной составляющей его массы [3]:

$$W_1 = q \cdot L \cdot \sin \beta = q \cdot H, \quad (3.16)$$

где $q = \frac{\Pi}{3,6 \cdot V} = \frac{60 \cdot \Pi}{3,6 \cdot S \cdot n_B}$ – погонная масса материала;

V – осевая скорость перемещения снежных масс по жёлобу, м/с;

Π – производительность конвейера, м³/ч;

L – длина конвейера, м; β – угол наклона конвейера;

H – высота подъёма, м.

$$q = \frac{60 \cdot 31,4}{3,6 \cdot 0,22 \cdot 105} = 226$$

$$W_1 = 226 \cdot 2 \cdot \sin 35 = 259 \text{ Н}$$

Мощность на преодоление сопротивления подъёму материала:

$$P_1 = \frac{W_1 \cdot V}{1000}, \text{ кВт}; \quad (3.17)$$

$$P_1 = \frac{259 \cdot 0,55}{1000} = 0,14 \text{ кВт}$$

Сопротивление трения материала о жёлоб, Н:

$$W_2 = q \cdot l_{\text{ж}} \cdot \cos \beta = q \cdot L_r \cdot f_{\text{ж}}, \quad (3.18)$$

где $f_{\text{ж}}$ – коэффициент трения материала о жёлоб питателя, $f_{\text{ж}} = 0,3 \dots 0,6$;

L_r – длина горизонтального перемещения материала, м.

$$W_2 = 31,4 \cdot 2 \cdot 0,4 = 25,12 \text{ Н}.$$

Мощность на преодоление сопротивления трения материала о жёлоб:

$$P_2 = \frac{W_2 \cdot V}{1000}, \text{ кВт}; \quad (3.19)$$

$$P_2 = \frac{25,12 \cdot 0,55}{1000} = 0,01 \text{ кВт}$$

Сопротивление трения материала о винт:

$$W_3 = (W_1 + W_2) \cdot f_B \cdot \frac{\pi D^2}{S}, \text{ Н}, \quad (3.20)$$

где f_B – коэффициент трения материала о винт, $f_B = 0,5 \dots 0,8$.

$$W_3 = (259 + 25,12) \cdot 0,6 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,22^2}{0,22} = 117,76 \text{ Н}$$

Окружная скорость перемещения винта относительно материала:

$$V_0 = \frac{\pi \cdot z_0 \cdot n_B}{30}, \text{ м/с}, \quad (3.21)$$

где z_0 – радиус приложения усилия W_3 , м.

Среднее значение радиуса z_0 :

$$z_0 = K_o \cdot \frac{D}{2}, \quad (3.22)$$

где $K_o = 0,7 \dots 0,9$.

$$z_0 = 0,8 \cdot \frac{0,22}{2} = 0,88 \text{ м}$$

$$V_0 = \frac{3,14 \cdot 0,88 \cdot 150}{30} = 13,86 \text{ м/с}$$

Мощность на преодоление сопротивления материала о винт:

$$P_3 = \frac{W_3 \cdot V_0}{1000}, \text{ кВт} \quad (3.23)$$

$$P_3 = \frac{117,76 \cdot 13,86}{1000} = 1,63 \text{ кВт}$$

Сопротивление трению в подвесных подшипниках, Н:

$$W_4 = R_4 \cdot L \cdot \frac{D^3}{S}, \quad (3.24)$$

где $R_4 = 1200 - 1500 \text{ Н/м}^3$ – удельное сопротивление передвижению.

$$W_4 = 1400 \cdot 2 \cdot \frac{0,22^3}{0,22} = 135 \text{ Н}$$

Мощность на преодоление сопротивления трения в подвесных подшипниках:

$$P_4 = \frac{W_4 \cdot V}{1000}, \text{ кВт}; \quad (3.25)$$

$$P_4 = \frac{135 \cdot 0,55}{1000} = 0,07 \text{ кВт}$$

Сопротивление трения в упорных подшипниках:

$$W_5 = \frac{(W_1 + W_2)}{S} \cdot D \cdot f_o, \quad (3.26)$$

где f_o – коэффициент трения груза о подшипник.

$$W_5 = \frac{259 + 25,12}{0,22} \cdot 0,22 \cdot 0,03 = 8,52 \text{ Н}$$

Мощность на преодоление трения в упорных подшипниках:

$$P_5 = \frac{W_5 \cdot V_B}{1000}, \text{ кВт}; \quad (3.27)$$

$$P_5 = \frac{8,52 \cdot 0,55}{1000} = 0,004 \text{ кВт}.$$

Сопротивление внутреннего трения в снежных массах:

$$W_6 = \frac{(1 - R_2) \cdot q \cdot L \cdot \pi \cdot D \cdot f_B}{S}, \text{ Н} \quad (3.28)$$

где R_2 – скоростной коэффициент производительности. $R_2 = 0,6 - 0,7$. (По опытным данным).

$$W_6 = \frac{(1 - 0,65) \cdot 31,4 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 0,22 \cdot 0,6}{0,22} = 41 \text{ Н}$$

Мощность на преодоление сопротивления внутреннего трения в снежных массах, кВт:

$$P_6 = \frac{W_6 \cdot V_o}{1000}; \quad (3.29)$$

$$P_6 = \frac{41 \cdot 13,86}{1000} = 0,56 \text{ кВт}$$

Общая мощность на валу винта:

$$P_B = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6; \quad (3.30)$$

$$P_B = 0,14 + 0,01 + 1,63 + 0,07 + 0,004 + 0,56 = 2,41 \text{ кВт}$$

Исходя из необходимой мощности на валу шнекового питателя выбираем гидромотор аксиально-поршневой Г15-23Н (Номинальная мощность – 3,2 кВт, номинальный расход – 38,4 л/мин).



Рисунок 11 – Гидромотор аскиально - поршневой

3.2 Расчёт мощности нагревательной установки.

Исходные данные:

$m = 10000$ кг – масса снега

$c_{\text{снега}} = 2,1$ кДж/(кг · К) – удельная теплоёмкость снега;

$\lambda_{\text{снега}} = 335$ кДж/кг – удельная теплота плавления снега;

$c_{\text{снега}} = 4,2$ кДж/(кг · К) – удельная теплоёмкость воды;

$q = 45200$ кДж/кг – удельная теплота сгорания сжиженного газа.

Суммарное количество теплоты [4]:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3, \quad (3.31)$$

где Q_1 – количество теплоты, необходимое для нагрева снежных масс от минус 15 °С до 0 °С;

Q_2 – количество теплоты, необходимое для плавления снежных масс;

Q_3 – количество теплоты, необходимое для нагрева воды от 0 °С до +5 °С.

$$Q_1 = m \cdot c_{\text{снега}} \Delta T = 10000 \cdot 2,1 \cdot (0 + 15) = 315000 \text{ кДж} = 87,5 \text{ кВт}. \quad (3.32)$$

$$Q_2 = \lambda m = 335 \cdot 10000 = 3517500 \text{ кДж} = 977 \text{ кВт}. \quad (3.33)$$

$$Q_1 = m \cdot c_{\text{воды}} \Delta T = 10000 \cdot 4,2 \cdot (5 - 0) = 219817,5 \text{ кДж} = 61 \text{ кВт}.$$

$$Q = 315000 + 3517500 + 219817 = 4052317 \text{ кДж} = 1125 \text{ кВт}.$$

Теплота, получаемая при сгорании топлива [4]:

$$Q=qm_1, \quad (3.34)$$

где m_1 – масса сжиженного газа.

$$m_1 = Q/q; \quad (3.35)$$

$$m_1 = 4052317/45200 = 89,65 \text{ кг} = 148,8 \text{ л.}$$

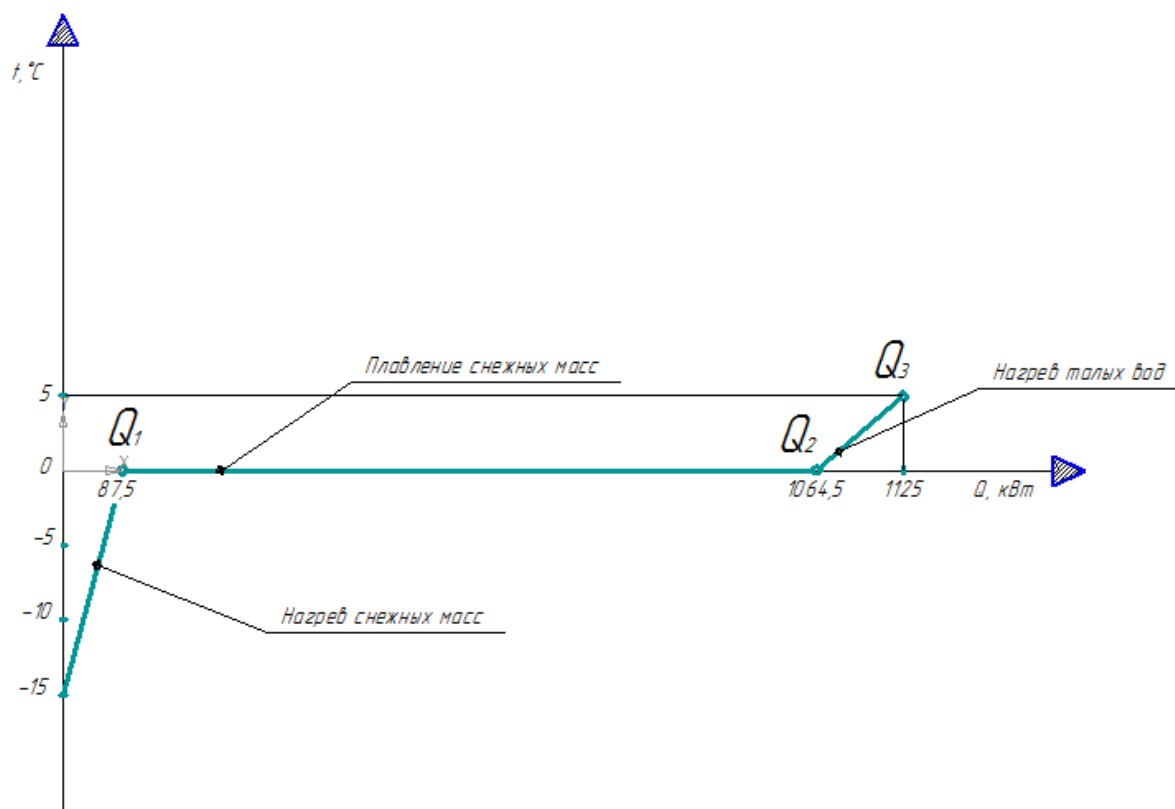


Рисунок 12 – График тепловых процессов

3.2.1 Расчёт теплопотерь бункера.

Исходные данные:

$T_n = -15 \text{ } ^\circ\text{C}$ – температура окружающей среды;

$T_b = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$ – температура талой воды внутри бункера;

$S=50 \text{ м}^2$ – площадь стенок бункера;

$\lambda=16 \text{ Вт/(м } ^\circ\text{C)}$ – теплопроводность нержавеющей стали;

$\lambda=0,3 \text{ Вт/(м } ^\circ\text{C)}$ – теплопроводность пенополиуретана;

$\sigma=0,004 \text{ м}$ – толщина стенок бункера;

$\sigma=0,01 \text{ м}$ – толщина утеплителя (пенополиуретан).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001ПЗ

Лист

31

Расхода тепловой энергии через стенки бункера [4]:

$$Q = \frac{1}{R(T_B - T_H)S}, \quad (3.36)$$

где R – теплосопротивление стенки бункера из нержавеющей стали и утеплителя из пенополиуретана.

$$R = \frac{\sigma}{\lambda}, \quad (3.37)$$

$R_1 = 0,004/16 = 0,0025 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C} / \text{Вт}$ – теплосопротивление нержавеющей стали;

$R_2 = 0,01/0,3 = 0,03 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C} / \text{Вт}$ – теплосопротивление пенополиуретана.

$$R_{\text{общ.}} = R_1 + R_2 = 0,0025 + 0,03 = 0,3025 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C} / \text{Вт}.$$

$$Q = \frac{1}{0,3025(5 - (10))50} = 2479 \text{ Вт}.$$

3.3 Требуемая максимальная мощность двигателя.

Требуемую максимальную мощность $P_{me}^{треб}$ двигателя определяют из условия энергетического обеспечения максимальной скорости, т.е. из баланса мощности [5]:

$$P_{me} = \frac{(F_{\psi} + F_w) \cdot V_{amax}}{\eta_{mp} \cdot k_c} \quad (3.38)$$

где, F_{ψ} – сила дорожного сопротивления;

F_w – сила сопротивления воздуха;

$V_{amax} = 80 \text{ км/ч}$ – максимальная скорость автомобиля;

η_{mp} – КПД трансмиссии на режиме движения с максимальной скоростью, для полноприводных автомобилей с механической трансмиссией – $\eta_{mp} = 0,88 \dots 0,95$;

k_c – коэффициент, учитывающий потери мощности в воздухоочистителе, глушителе, радиаторе, компрессоре и вспомогательных агрегатах – $k_c = 0,75 \dots 0,95$, принимаем $\eta_{mp} = 0,92$, $k_c = 0,9$.

Коэффициент дорожного сопротивления на максимальной скорости [5]:

$$\psi_v = (f_0 + 7 \cdot 10^{-6} \cdot V_{amax}^2) \quad (3.39)$$

$$\psi_v = 0,03.$$

Определяем вес автомобиля:

$$G_a = m_a \cdot g, \quad (3.40)$$

где $m_a = 22500$ кг – масса автомобиля;

g – ускорение свободного падения, $g = 10$ м/с.

$$G_a = 2,25 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

Определяем скоростной напор:

$$q_v = \frac{\rho_v \cdot V_{amax}^2}{2} \quad (3.41)$$

где ρ_v – плотность воздуха, $\rho_v = 1,25$ кг/м

$$q_v = 308,642 \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}^2}$$

Определяем силу дорожного сопротивления [5]:

$$F_\psi = G_a \cdot \psi_v; \quad (3.42)$$

$$F_\psi = 4,828 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

Сила сопротивления воздуха:

$$F_w = C_x \cdot A \cdot q_v, \quad (3.43)$$

где C_x – коэффициент обтекаемости, для грузовых автомобилей – $C_x = 0,6 \dots 0,9$;

A – площадь лобового сечения автомобиля, $A = 5,6$.

$$F_w = 0,8 \cdot 5,6 \cdot 308,642 = 1,383 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

Требуемая максимальная мощность двигателя:

$$P_{me} = \frac{(F_\psi + F_w) \cdot V_{amax}}{\eta_{mp} \cdot k_c} \quad (3.44)$$

$$P_{me} = 1,631 \cdot 10^5 \text{ Вт};$$

Принимаем двигатель с максимальной мощностью:

$$P_{me} = 164 \text{ кВт}$$

3.4 Расчет коробки отбора мощности

Исходные данные

Основные нагрузочные режимы, действующие со стороны двигателя:

- 1) Максимальная мощность двигателя $N_e = 164$ кВт;
- 2) Максимальный крутящий момент $M_e = 396$ Н·м;
- 3) Максимальные обороты коленчатого вала $n_e = 2400$ об/мин
- 4) Частота при максимальном крутящем моменте $n_{eT} = 1700$ об/мин.

Отношение частот вращения коленчатого вала и промежуточного вала коробки передач $U = 1,67$, отсюда следует:

$$n_{eT_{\text{кол.в.}}} = 1700 \text{ об/мин,}$$

$$n_{\text{пром.в.}} = 1017 \text{ об/мин.}$$

КПД передачи принимается равным 0,88.

Передаточное отношение в зубчатом зацеплении промежуточного вала с дополнительной шестерней коробки передач принимается $U = 1$, а передаточное отношение в зубчатом зацеплении дополнительной шестерни коробки передач с колесом коробки отбора мощности $U = 2$, исходя из конструктивных соображений, и для обеспечения необходимого крутящего момента, подаваемого на коробку отбора мощности. Произведём расчёт этого зубчатого зацепления.

Входной крутящий момент, подаваемый на зубчатое колесо коробки отбора мощности принимается $T_p = 115$ Н·м.

3.4.1 Расчет зубчатого зацепления первой ступени

3.4.2 Расчет зубчатого зацепления

Определение основных геометрических размеров цилиндрической передачи [6].

Межосевое расстояние приближенно можно определить по формуле:

$$a_w \geq k \cdot (T_p)^{1/3}, \quad (3.45)$$

где T_p – момент подаваемый на зубчатое колесо, Н·м;

$k = 19 \dots 21$ – для грузовых автомобилей.

Принимаем $k = 21$;

$$a_w \geq 21 \cdot (115)^{1/3} = 102,207 \text{ мм.}$$

Принимаем $a_w = 100$ мм.

Ширина зубчатого венца:

$$b_2 = \Psi_{ba} \cdot a_w, \quad (3.46)$$

$$b_1 = 1,12 \cdot b_2, \quad (3.47)$$

где $\Psi_{ba} = 0,25 - 0,315$ – коэффициент ширины

$$b_2 = 0,315 \cdot 100 = 31,5 \text{ мм;}$$

$$b_1 = 1,12 \cdot 31,5 = 35,28 \text{ мм.}$$

Модуль зубчатой передачи:

$$m_{\max} = 2 \cdot a_w / (17 \cdot (u+1)); \quad (3.48)$$

$$m_{\max} = 2 \cdot 100 / (17 \cdot (2+1)) = 3,9215.$$

$$m < m_{\max}$$

Принимается модуль из стандартного ряда $m = 3$.

Минимальный угол наклона зубьев:

$$\beta_{\min} = \arcsin(3,5 \cdot m / b_2); \quad (3.49)$$

$$\beta_{\min} = \arcsin(3,5 \cdot 3 / 31,5) = 19,47^\circ.$$

Суммарное число зубьев:

$$z_{\Sigma} = 2 \cdot a_w \cdot \cos \beta_{\min} / m; \quad (3.50)$$

$$z_{\Sigma} = 2 \cdot 100 \cdot \cos(19,47) / 3 = 63,573.$$

Принимаем $z_{\Sigma} = 63$.

Действительное значение угла наклона зубьев:

$$\beta = \arccos[z_{\Sigma} \cdot m / (2 \cdot a_w)]; \quad (3.51)$$

$$\beta = \arccos[63 \cdot 3 / (2 \cdot 100)] = 21,21^\circ.$$

Коэффициент смещения:

$x = 0$, так как $z > 17$.

Параметры исходного контура по ГОСТ 13755-81

Угол главного профиля:

$$\alpha = 20^\circ.$$

Коэффициент высоты головки зуба:

$$h_a = 1$$

Коэффициент радиального зазора в паре исходных контуров:

$$c = 0,25.$$

Определение чисел зубьев шестерни и колеса.

Число зубьев шестерни:

$$z_1 = z_\Sigma / (U + 1) \quad (3.52)$$

$$z_1 = 63 / (2 + 1) = 21$$

Число зубьев колеса:

$$z_2 = z_\Sigma - z_1; \quad (3.53)$$

$$z_2 = 63 - 21 = 42.$$

Фактическое передаточное число:

$$U_\Phi = z_2 / z_1; \quad (3.54)$$

$$U_\Phi = 42 / 21 = 2.$$

3.4.3 Расчет основных геометрических параметров

Коэффициент суммы смещений:

$$x_\Sigma = x_1 + x_2; \quad (3.55)$$

$$x_\Sigma = 0 + 0 = 0.$$

Угол профиля:

$$\alpha_t = \arctg (tg \alpha / \cos \beta); \quad (3.56)$$

$$\alpha_t = \arctg (tg 20 / \cos 21,21) = 21,08^\circ.$$

Угол зацепления:

$$\operatorname{inv} \alpha_{tw} = [(2 \cdot x_\Sigma \cdot tg \alpha) / (z_1 + z_2)] + \operatorname{inv} \alpha_t \quad (3.57)$$

Так как $x_\Sigma = 0$, то отсюда следует:

					ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

$$\alpha_{tw} = \alpha_t = 21,08^\circ.$$

Делительный диаметр:

$$\text{шестерни: } d_1 = 2 \cdot a_w / (u+1); \quad (3.58)$$

$$\text{колеса: } d_2 = 2 \cdot a_w \cdot u / (u+1) \quad (3.59)$$

$$\text{шестерни: } d_1 = 2 \cdot 100 / (2+1) = 66,67 \text{ мм};$$

$$\text{колеса: } d_2 = 2 \cdot 100 \cdot 2 / (2+1) = 133,33 \text{ мм}.$$

Коэффициент воспринимаемого смещения:

$$y = (a_w - a) / m; \quad (3.60)$$

$$\text{шестерни: } y_1 = 0;$$

$$\text{колеса: } y_2 = 0.$$

Коэффициент уравнивающего смещения:

$$\Delta y = x_\Sigma - y; \quad (3.61)$$

$$\text{шестерни: } \Delta y_1 = 0;$$

$$\text{колеса: } \Delta y_2 = 0.$$

Диаметр вершин зубьев:

$$d_a = d + 2 \cdot (h_a + x - \Delta y) \cdot m; \quad (3.62)$$

$$\text{шестерни: } d_{a1} = 66,67 + 2 \cdot (1 + 0 - 0) \cdot 3 = 72,67 \text{ мм};$$

$$\text{колеса: } d_{a2} = 133,33 + 2 \cdot (1 + 0 - 0) \cdot 3 = 139,33 \text{ мм}.$$

Диаметр впадин зубьев:

$$d_f = d - 2 \cdot (h_a + c - x) \cdot m; \quad (3.63)$$

$$\text{шестерни: } d_{f1} = 66,67 - 2 \cdot (1 + 0,25 - 0) \cdot 3 = 59,17 \text{ мм};$$

$$\text{колеса: } d_{f2} = 133,33 - 2 \cdot (1 + 0,25 - 0) \cdot 3 = 125,83 \text{ мм}.$$

Высота зуба:

$$h = 0,5 \cdot (d_a - d_f); \quad (3.64)$$

$$\text{шестерни: } h_1 = 0,5 \cdot (72,67 - 59,17) = 6,75 \text{ мм};$$

$$\text{колеса: } h_2 = 0,5 \cdot (139,33 - 125,83) = 6,75 \text{ мм}.$$

Полученные значения приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчётные значения

Наименование параметра	Обозначение	Значение
Число зубьев		
шестерни	z_1	21
колеса	z_2	42
Модуль	m	3
Угол наклона зуба	β	21,21
Угол главного профиля	α	20
Коэффициент высоты головки зуба	h	1
Коэффициент радиального зазора в паре исходных контуров	c	0,25
Ширина зубчатого венца		
шестерни	b_1	35,28
колеса	b_2	31,5
Межосевое расстояние	a_w	100
Коэффициент суммы смещений	x_Σ	0
Угол профиля	α_t	21,08
Угол зацепления	α_{tw}	21,08
Делительный диаметр		
шестерни	d_1	66,67
колеса	d_2	133,33
Передаточное число	U	2
Фактическое передаточное число	U_ϕ	2
Коэффициент воспринимаемого смещения	y	0
Коэффициент уравнивающего смещения	Δy	0
Диаметр вершин зубьев		
шестерни	d_{a1}	72,67
колеса	d_{a2}	139,33
Диаметр впадин зубьев		
шестерни	d_{f1}	59,17
колеса	d_{f2}	125,83
Высота зуба		
шестерни	h_1	6,75
колеса	h_2	6,75

3.4.4 Определение сил действующих на валы от зубчатых колёс [6]

Окружная сила:

$$F_t = (2 \cdot 10^3 \cdot T_1) / d_1 = (2 \cdot 10^3 \cdot T_2) / d_2; \quad (3.65)$$

$$F_{t1} = (2 \cdot 10^3 \cdot 115) / 66,67 = 3450 \text{ Н},$$

$$F_{t2} = (2 \cdot 10^3 \cdot 230) / 133,33 = 3450 \text{ Н}.$$

Условие $F_{t1} = F_{t2}$, выполняется.

Радиальная сила:

$$F_r = (F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha) / \cos \beta; \quad (3.66)$$

$$F_r = (3450 \cdot \operatorname{tg} 20) / \cos 21,21 = 1186 \text{ Н.}$$

Осевая сила:

$$F_a = F_t \cdot (\operatorname{tg} \beta); \quad (3.67)$$

$$F_a = 3450 \cdot \operatorname{tg} 21,21 = 1194 \text{ Н.}$$

3.4.5 Определение допускаемых контактных напряжений

Для изготовления шестерни и колеса назначаем сталь 40ХН [6]:

$$H_{\text{HRC1}} = (48 + 53) / 2 = 50,5;$$

$$H_{\text{HB2}} = (269 + 302) / 2 = 285,5.$$

Допускаемые контактные напряжения определяются по формуле:

$$[\sigma_H] = (\sigma_{\text{Hlim}} \cdot Z_R \cdot Z_V \cdot Z_N) / S_H, \quad (3.68)$$

где σ_{Hlim} – предел длительной контактной выносливости [11];

$$\sigma_{\text{Hlim1}} = 17 \cdot H_{\text{HRC1}} + 200; \quad (3.69)$$

$$\sigma_{\text{Hlim1}} = 17 \cdot 50,5 + 200 = 1058,5 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{\text{Hlim2}} = 2 \cdot H_{\text{HB2}} + 70; \quad (3.70)$$

$$\sigma_{\text{Hlim2}} = 2 \cdot 285,5 + 70 = 641 \text{ МПа};$$

$Z_R = 0,95$ – коэффициент, учитывающий шероховатость рабочих поверхностей, [6];

$Z_V = 1 - 1,05$ – коэффициент, учитывающий влияние скорости [6];

$Z_N = 1 - 1,8$ – коэффициент долговечности [6];

$S_{H1} = 1,3$; $S_{H2} = 1,2$ – коэффициент запаса контактной прочности [6].

$$[\sigma_H]_1 = (1058,5 \cdot 0,95 \cdot 1,02 \cdot 1,4) / 1,3 = 1104 \text{ МПа.}$$

$$[\sigma_H]_2 = (641 \cdot 0,95 \cdot 1,04 \cdot 1,2) / 1,2 = 633 \text{ МПа.}$$

Определяем допускаемое контактное напряжение для расчета:

$$[\sigma_H] = 0,45 \cdot ([\sigma_H]_1 + [\sigma_H]_2); \quad (3.71)$$

$$[\sigma_H] = 0,45 \cdot (1104 + 633) = 782 \text{ МПа};$$

$$[\sigma_H] = 1,23 \cdot [\sigma_H]_2; \quad (3.72)$$

$$[\sigma_H] = 1,23 \cdot 633 = 779 \text{ МПа}.$$

Принимаем $[\sigma_H] = 779 \text{ МПа}$.

3.4.6 Определение допускаемых напряжений изгиба зубьев

Допускаемые напряжения изгиба зубьев определяются по формуле:

$$[\sigma_F] = (\sigma_{\text{Flim}} \cdot Y_N) / S_F, \quad (3.73)$$

где σ_{Flim} – длительный предел выносливости [6];

$$\sigma_{\text{Flim1}} = 650 \text{ МПа};$$

$$[\sigma_F]_2 = 1,75 \cdot H_{\text{HB2}}; \quad (3.74)$$

$$\sigma_{\text{Flim2}} = 1,75 \cdot 285,5 = 500 \text{ МПа};$$

$S_F = 1,7$ – коэффициент запаса изгибной прочности [6];

$Y_N = 1-2,5$ – коэффициент долговечности [6].

$$[\sigma_F]_1 = (650 \cdot 1) / 1,7 = 382 \text{ МПа};$$

$$[\sigma_F]_2 = (500 \cdot 1) / 1,7 = 294 \text{ МПа}.$$

3.4.7 Проверочный расчет на контактную выносливость

Контактное напряжение определяется по формуле [6]:

$$\sigma_H = [z_\sigma / (a_w \cdot U_\Phi)] \cdot [(K_H \cdot T_2 \cdot (U_\Phi + 1)^3) / b_2]^{1/2} < [\sigma_H]; \quad (3.75)$$

где $z_\sigma = 8400$ – для косозубых передач;

K_H – коэффициент нагрузки;

$$K_H = K_{\text{HV}} \cdot K_{\text{H}\beta} \cdot K_{\text{H}\alpha}; \quad (3.76)$$

где K_{HV} – коэффициент, учитывающий внутреннюю динамическую нагрузку;

$K_{\text{H}\beta}$ – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий;

$K_{H\alpha}$ – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки между парами зубьев, ($1 \leq K_{H\alpha} \leq 1,6$).

Окружная скорость определяется по формуле:

$$V = (2 \cdot \pi \cdot a_w \cdot n_2 \cdot u) / (6 \cdot 10^4 \cdot (u+1)); \quad (3.77)$$

$$V = (2 \cdot 3,14 \cdot 100 \cdot 508,5 \cdot 2) / (6 \cdot 10^4 \cdot (2+1)) = 3,55 \text{ м/с.}$$

Выбираем $K_{HV} = 1,06$ [11].

Коэффициент $K_{H\beta}$ определяется в зависимости от коэффициента ширины:

$$\Psi_{bd} = 0,5 \cdot \Psi_{ba} \cdot (u+1); \quad (3.78)$$

$$\Psi_{bd} = 0,5 \cdot 0,315 \cdot (2+1) = 0,4725.$$

Принимаем $K_{H\beta} = 1,05$ [6].

$$K_{H\alpha} = 1 + a \cdot (n_{ст} - 5); \quad (3.79)$$

где $n_{ст} = 7$ – степень точности передачи.

$$K_{H\alpha} = 1 + 0,25 \cdot (7 - 5) = 1,5.$$

$$K_H = 1,06 \cdot 1,05 \cdot 1,5 = 1,67.$$

$$\sigma_H = [8400 / (100 \cdot 2)] \cdot [(1,67 \cdot 230 \cdot (2+1)^3) / 31,5]^{1/2} = 762 \text{ МПа.}$$

$$\sigma_H \leq [\sigma_H]$$

$$762 \leq 779, \text{ условие выполняется.}$$

Разница расчетных и допускаемых напряжений:

$$\Delta = (([\sigma_H] - \sigma_H) / [\sigma_H]) \cdot 100\%; \quad (3.80)$$

$$\Delta = ((779 - 762) / 779) \cdot 100\% = 2\% < 20\%.$$

3.4.8 Проверочный расчет на выносливость при изгибе

Напряжения изгиба зубьев шестерней и колёс определяется по формуле:

$$\sigma_F = (2000 \cdot K_F \cdot T \cdot \cos \beta \cdot Y_{FS} \cdot Y_{\beta} \cdot Y_{\varepsilon}) / (m^2_{п} \cdot b \cdot z) \leq [\sigma_F]; \quad (3.81)$$

где K_F – коэффициент нагрузки;

$$K_F = K_{FV} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{F\alpha}; \quad (3.82)$$

где $K_{FV} = 1,09$ – коэффициент, учитывающий внутреннюю динамическую нагрузку в передаче [11];

$K_{F\beta} = 1,05$ – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий [11];

$K_{F\alpha} = K_{H\alpha} = 1,5$ – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки между парами зубьев, ($1 \leq K_{H\alpha} \leq 1,6$);

$$K_F = 1,09 \cdot 1,05 \cdot 1,5 = 1,7;$$

$Y_{FS1} = 4,07$; $Y_{FS1} = 3,7$ – коэффициент учитывающий форму зуба и концентрацию напряжений [11].

Коэффициент, учитывающий форму зуба:

$$Y_{\beta} = 1 - (\varepsilon_{\beta} \cdot \beta^{\circ} / 120); \quad (3.83)$$

где ε_{β} – коэффициент осевого перекрытия;

$$\varepsilon_{\beta} = (b_2 \cdot \sin \beta) / (\pi \cdot m_n); \quad (3.84)$$

$$\varepsilon_{\beta} = (31,5 \cdot \sin 21,21) / (3,14 \cdot 3) = 1,09;$$

$$Y_{\beta} = 1 - (1,09 \cdot 21,21 / 120) = 0,8 > 0,7.$$

Коэффициент, учитывающий перекрытие зубьев:

$$Y_{\varepsilon} = 1 / \varepsilon_{\alpha}; \quad (3.85)$$

где ε_{α} – коэффициент торцевого перекрытия;

$$\varepsilon_{\alpha} = [1,88 - 3,2((1/z_1) + (1/z_2))] \cdot \cos \beta;$$

$$\varepsilon_{\alpha} = [1,88 - 3,2((1/21) + (1/42))] \cdot \cos 21,21 = 1,56;$$

$$Y_{\varepsilon} = 1 / 1,56 = 0,64.$$

$$\sigma_{F1} = (2000 \cdot 1,7 \cdot 115 \cdot \cos 21,21 \cdot 4,07 \cdot 0,8 \cdot 0,64) / (3^2 \cdot 35,28 \cdot 21) = 116 \leq [\sigma_F]_1.$$

$$\sigma_{F2} = (2000 \cdot 1,7 \cdot 230 \cdot \cos 21,21 \cdot 3,7 \cdot 0,8 \cdot 0,64) / (3^2 \cdot 31,5 \cdot 42) = 118 \leq [\sigma_F]_2.$$

Условие выполняется.

3.5 Принцип действия проектируемой конструкции.

Подбор снежных масс осуществляется с помощью шнекороторной установки, установленной на шасси грузового автомобиля. Дальнейшая их транспортировка в бункер производится шнековым питателем. Плавильный бункер представляет собой ёмкость, имеющую двойные стенки, внутри которых расположен утеплитель. Для уменьшения колебаний жидкости во время её транспортировки, объём бункера разделён на две части перегородкой.

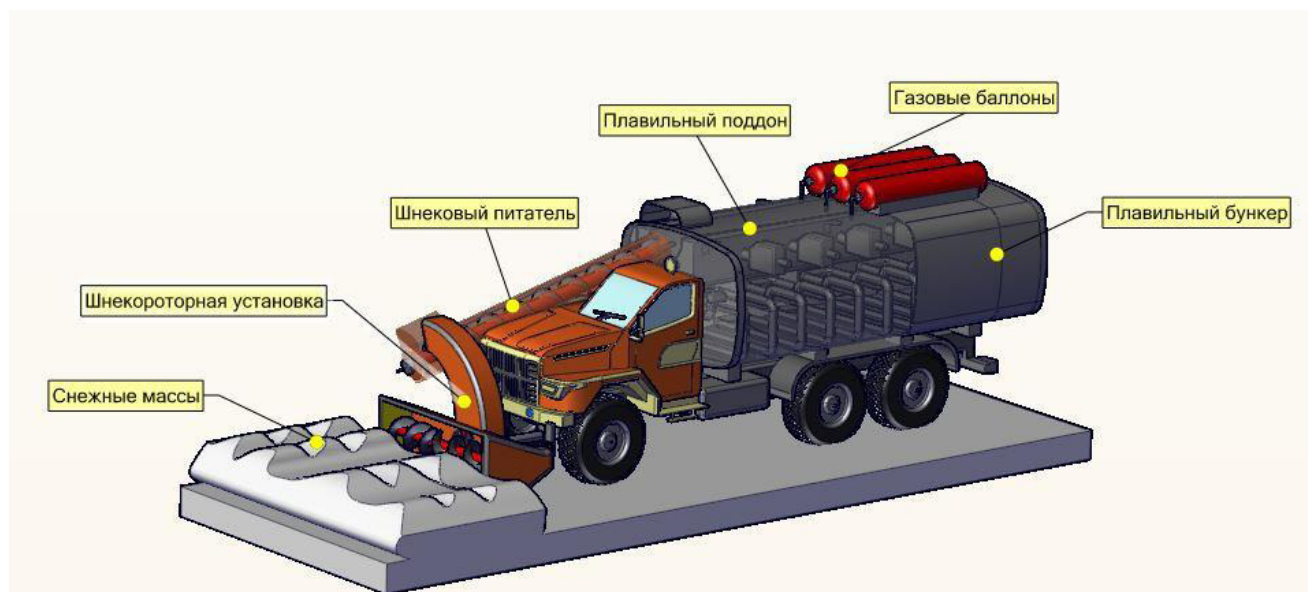


Рисунок 13 – Конструкция снегоуборочного комбайна

В результате нагрева снежные массы, находящиеся на наклонном поддоне начинают интенсивно таять и под действием силы тяжести скатываются вниз бункера. Спрессованные снежные массы, не успевшие растаять на плавильных поддонах, попадают в нижнюю часть бункера, где находится талая вода, что также способствует их таянию.

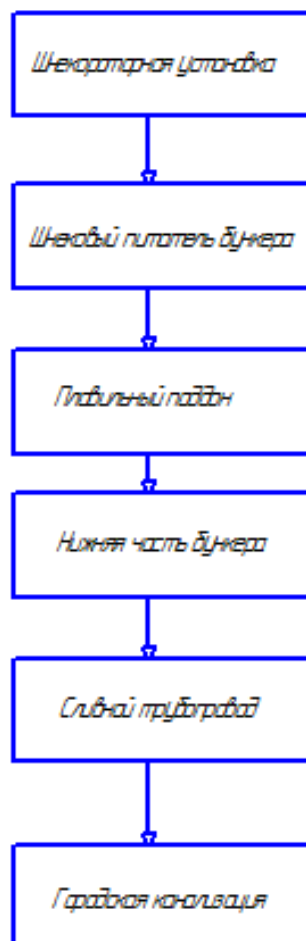


Рисунок 14 – Схема движения снежных масс

Плавильный поддон представляет собой жаровню из нержавеющей стали, внутри которой расположены газовые горелки.

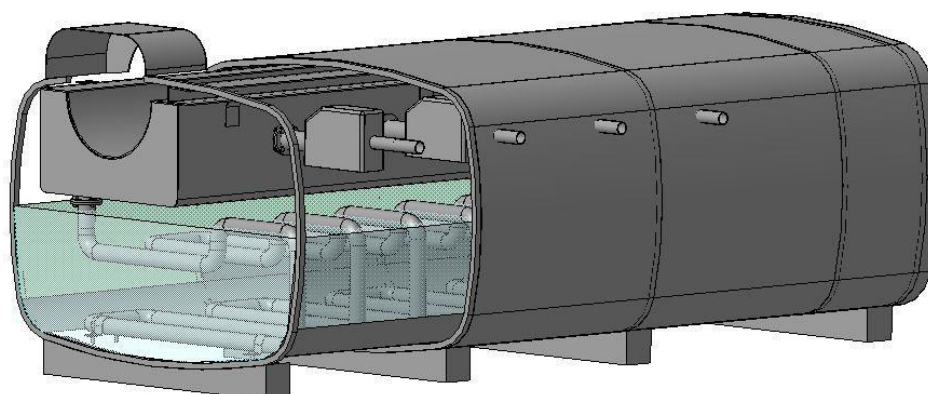


Рисунок 15 – Плавильный бункер

Согласно предложению в качестве нагревательных элементов использованы газовые горелки закрытого типа. Приток воздуха осуществляется с помощью турбин, расположенных во впускных патрубках.

Температура нагрева плавильных поддонов из нержавеющей стали составляет порядка °С.

Топливом для горелок служит сжиженный природный газ в баллонах, который экологичнее и имеет меньшую стоимость по сравнению с дизельным топливом.

Выпускной коллектор связывает между собой камеры сгорания плавильного поддона пустотелого со змеевиком вывода продуктов горения в атмосферу.

Змеевик вывода продуктов горения является рёбрами жёсткости внутренних стенок плавильного бункера. Продукты горения, пройдя внутреннее пространство бункера, удаляются во внешнюю среду.

Такая высокая температура нагрева снежных масс достигается путём использования закрытой нагревательной системы. Воздух для горения подаётся с помощью вентиляторов, расположенных во впускных патрубках горелок. Путём изменения частоты вращения электродвигателя вентилятора можно контролировать подачу воздуха в нагревательную систему, тем самым снизив затраты на топливо.

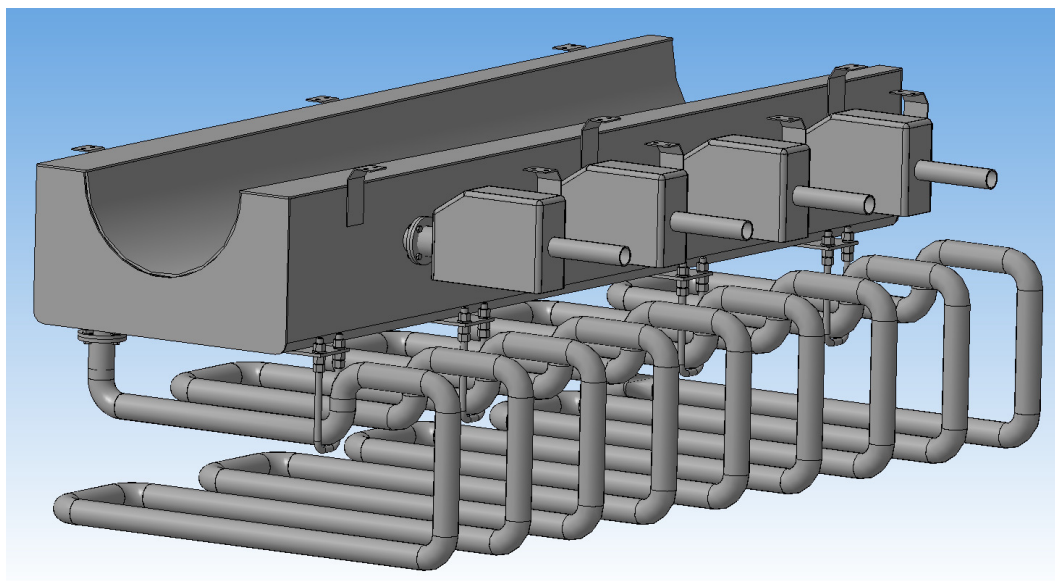


Рисунок 16 – Нагревательная установка

В выпускном патрубке дымохода установлен датчик кислорода, также имеется датчик температуры окружающей среды. В тандеме с электронным блоком управления может осуществляться автоматическая дозированная подача воздуха, которая будет изменяться в зависимости от условий работы снегоплавильной машины. Таким образом достигается минимальный расход газа, а сама нагревательная система полностью автоматизирована и не требует вмешательства человека во время работы.

На дне плавильного бункера установлен пескоуловитель, который задерживает попадающие в него тонущие фракции мусора.

Для задержки нетонущих фракций мусора, находящегося в снежных массах, предусмотрен мусороприёмник, выполненный в виде сетки.

Удаление талой воды из бункера производится в городскую систему канализации.

Очистка мусороприёмника и пескоуловителя осуществляется путём открытия люка.

Плавильный бункер типа «чемодан» имеет общий объём 20 м³. Внутренняя полость бункера, контактирующая с талой водой и подвергающаяся коррозии выполнена из стали марки 15Х25Т

Максимальная тепловая мощность нагревательной установки составляет 1,1 МВт.

Расход сжиженного газа составляет около 145,8 л/час.



Рисунок 17 – Газовый баллон

Сбор снежных масс, их плавление и заполнение рабочего объема бункера талой водой достигается за 1 час работы снегоплавильной машины. Слив воды осуществляется в городскую систему утилизации жидких бытовых отходов (ЖБО).

Объём талой воды, которую может перевозить проектируемая снегоплавильная машина составляет 10 кубических метров. В бункере установлен поплавковый датчик, который сигнализирует водителю о заполнении бункера.

Между внутренними и наружными стенками имеется воздушная полость. Для большей жёсткости конструкции бункер усилен по периметру профильной трубой, установленной между внутренними и наружными стенками.

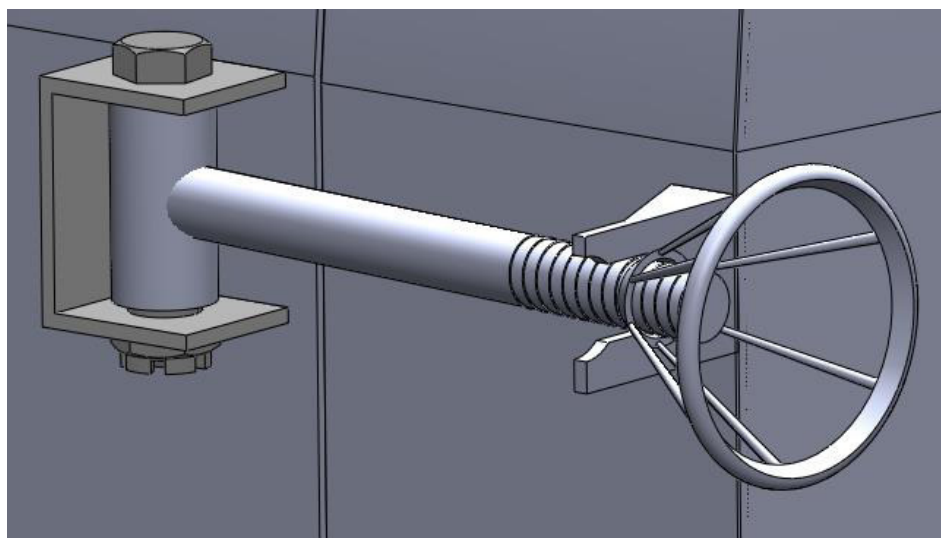


Рисунок 18 – Запирающее устройство бункера

Для уменьшения тепловых потерь через стенки бункера при транспортировке талой воды к месту утилизации, выпускной коллектор двигателя внутреннего сгорания подсоединён к полости, находящейся между наружными и внутренними стенками бункера. Общая вместимость автоцистерны составляет 20 м³.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001ПЗ

Лист

47

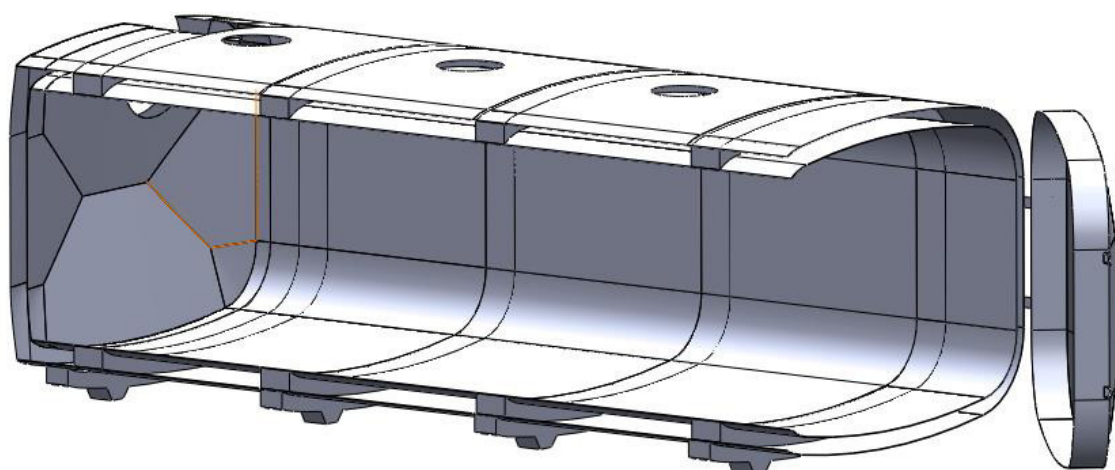


Рисунок 19 – Разрез плавильного бункера

Гидромотор представляет собой цельнолитой блок в котором расположен механизм шестерённого типа. Гидравлическая жидкость, подающаяся от насоса, под давлением, заставляет рабочий механизм крутиться по оси, за счет этого вращается вал устройства, передавая крутящий момент на вал шнекового транспортера, подающего снежные массы в бункер.

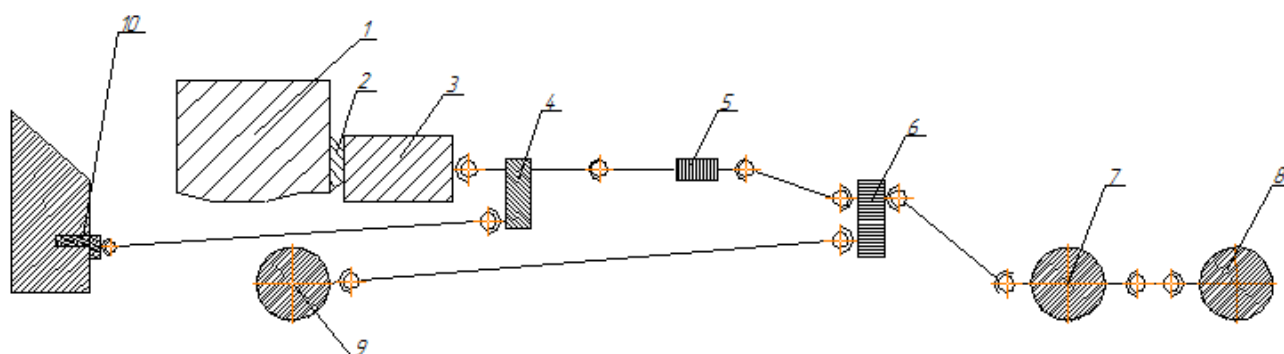


Рисунок 20 – Кинематическая схема

Проектируемая снегоплавильная машина имеет одномоторную схему. Привод механизма передвижения и рабочего оборудования осуществляется от силовой установки автомобиля.

Вращение шнекового питателя бункера осуществляется с помощью гидромотора.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001ПЗ

Лист

48

От двигателя внутреннего сгорания момент передаётся на сцепление, а затем на коробку передач, далее расположен раздаточный редуктор, который передаёт момент на конический зубчатый редуктор рабочего оборудования шнекороторной установки а также на мосты автомобиля.



Рисунок 21 – Шнекороторная установка

Все автомобильные цистерны по конструктивным признакам разделяются на рамные и несущие. По другим признакам резервуары цистерн разделяются: по материалу – из обычной стали, свариваемой высокопрочной стали, нержавеющей стали, алюминиевых сплавов, обычной стали с внутренним покрытием из эмали, эбонита, свинца, эпоксидной пленки, из пластмассы, армированной стекловолокном с пропиткой синтетическими смолами; по форме – круглого или эллиптического поперечного сечения с расширителями и без них, прямоугольного или с изломом продольного сечения, цилиндры – конические, прямоугольные постоянного или переменного сечения, круглого сечения с несколькими конусами разгрузки; по наличию перегородок и назначению: для магистральных перевозок, для работы на небольших расстояниях, с одним отсеком, с дополнительным отсеком, с несколькими отсеками, с перегородками (волнорезами); по давлению – без избыточного давления и с избыточным давлением; по термоизоляционным свойствам – термоизолированные стеклянным

волокон, полиуретановой массой или другой изоляцией, изотермические, обогреваемые паром, горячей водой, электричеством или с самообогревом; по оборудованию для разгрузки – разгрузка под действием силы тяжести (с прямым люком, с боковым люком, со сборным коллектором, с различными типами затворов), разгрузка под давлением с использованием автономного или расположенного на цистерне насоса, пневматическая разгрузка с использованием компрессора (стационарного или расположенного на тягаче или полуприцепе-цистерне) .

Несущие резервуары цистерн должны выдерживать определенные нагрузки. Так, в соответствии с Дорожным кодексом Франции такие резервуары должны выдерживать нагрузки, соответствующие вертикальным ускорениям, равным $1 \pm 0,8 g$; продольным – $0,6 g$, боковым $\pm 0,5 g$.

Специальные требования предъявляются к автоцистернам для перевозки опасных жидкостей (сжиженных газов, горючих жидкостей, токсичных и агрессивных материалов) и продуктов питания.

При конструировании автомобильных цистерн учитывают следующие основные факторы: физико-химические свойства перевозимого груза (объемная масса и химическая активность) и условия эксплуатации, специальные требования, касающиеся опасных жидких и порошкообразных грузов, напряжения, возникающие в различных частях резервуара, и технологию изготовления.

При выборе сечения резервуаров и их расположения исходят из необходимости обеспечить снижение центра тяжести и повышение жесткости и более полное использование массы груза при его выгрузке. Необходимая толщина стенок резервуара определяется, как правило, не величиной напряжения от изгиба, а величиной внутреннего давления. С точки зрения жесткости резервуара круглое сечение предпочтительнее эллиптического, а эллиптическое обеспечивает большую жесткость, чем трапециевидное. Для увеличения жесткости верхнюю часть резервуара часто усиливают, особенно места, где расположены люки.

Для изготовления резервуаров цистерн широко применяются алюминиевые сплавы. Основными преимуществами резервуаров из алюминиевых сплавов являются меньшая удельная (объемная) масса ($2,6 - 2,7 \text{ кг/м}^3$), большая долговечность (высокие коррозионная стойкость и предел упругости), сравнительно низкая стоимость эксплуатации.

Собственная масса резервуаров из алюминиевых сплавов на 50 – 55% меньше, чем изготовленных из обычной стали, что обеспечивает (с учетом увеличения толщины стенок) увеличение грузоподъемности примерно на 15%. Несмотря на большую стоимость цистерн из алюминиевых сплавов (40 – 45%), они нашли широкое применение, поскольку приведенные выше преимущества обеспечивают экономическую эффективность их применения (по зарубежным данным они окупаются за 18 – 20 месяцев).

Высокая коррозионная стойкость алюминиевых сплавов дает возможность покрывать наружную поверхность резервуаров только лаком и лишь для тяжелых условий эксплуатации требуется их окраска.

При изготовлении резервуаров цистерн широко применяются пластмассы: термопласты (полиэтилен различной плотности, полистирол, полипропилен, поликарбонат, нейлон, целлюлоза и др.) и термореактивные (эпоксидные смолы и др.).

Цистерны с пластмассовыми резервуарами применяются для перевозки пищевых продуктов (вода, молоко, вино и т. п.), удобрений, нефтепродуктов, химических веществ (за исключением немногих, реагирующих с пластмассами), а также многочисленных порошкообразных веществ, за исключением тех, которые обладают повышенными абразивными свойствами.

3.6 Расчёт на прочность бункера.

При выборе сечения резервуаров и их расположения исходят из необходимости обеспечить снижение центра тяжести и повышение жесткости и более полное использование массы груза при его выгрузке. Необходимая толщина стенок резервуара определяется, как правило, не величиной напряжения от изгиба, а величиной внутреннего давления. С точки зрения жесткости резервуара круглое сечение предпочтительнее эллиптического, а эллиптическое обеспечивает большую жесткость, чем трапециевидное. Для увеличения жесткости верхнюю часть резервуара часто усиливают, особенно места, где расположены люки.

Расчёт на прочность был выполнен в программе *Solidworks*.

Толщина стенок бункера 4 мм.

Материал стенок – сталь 15Х25Т

Сила, действующая на внутренние стенки бункера – 100000 Н.

1) Создание сетки.

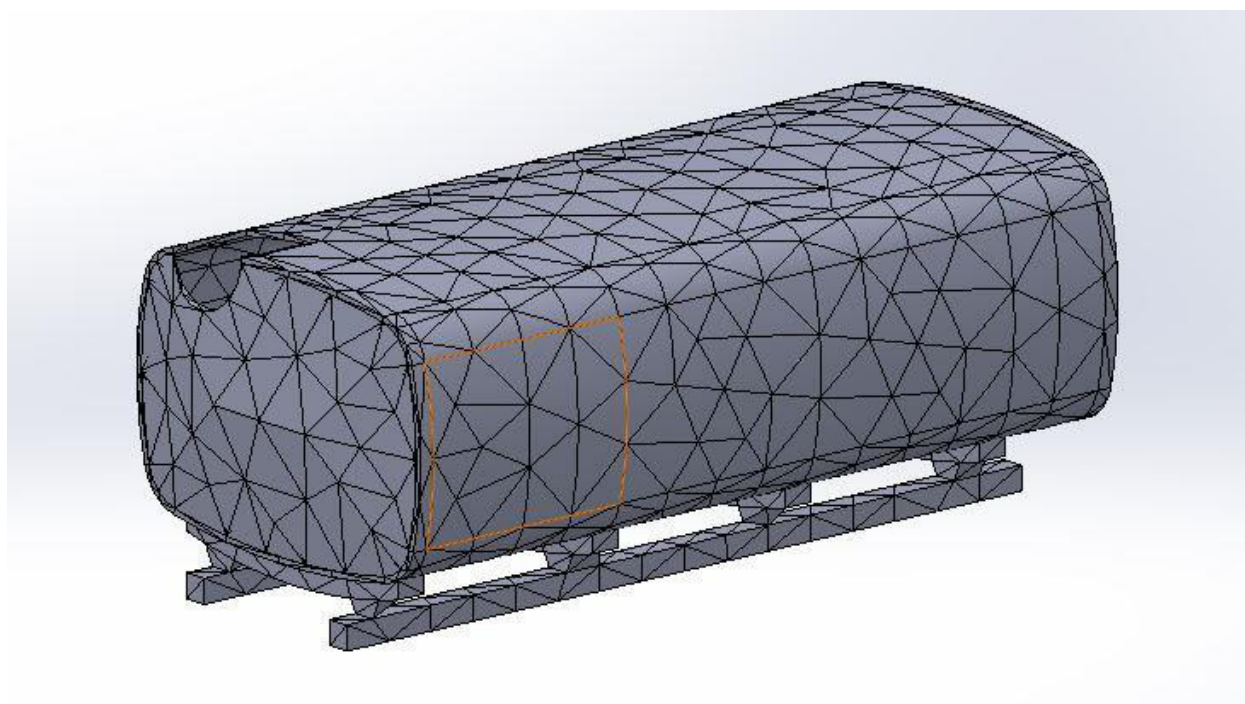


Рисунок 22 – Создание сетки

2) Задание точек крепления бункера к раме автомобиля.

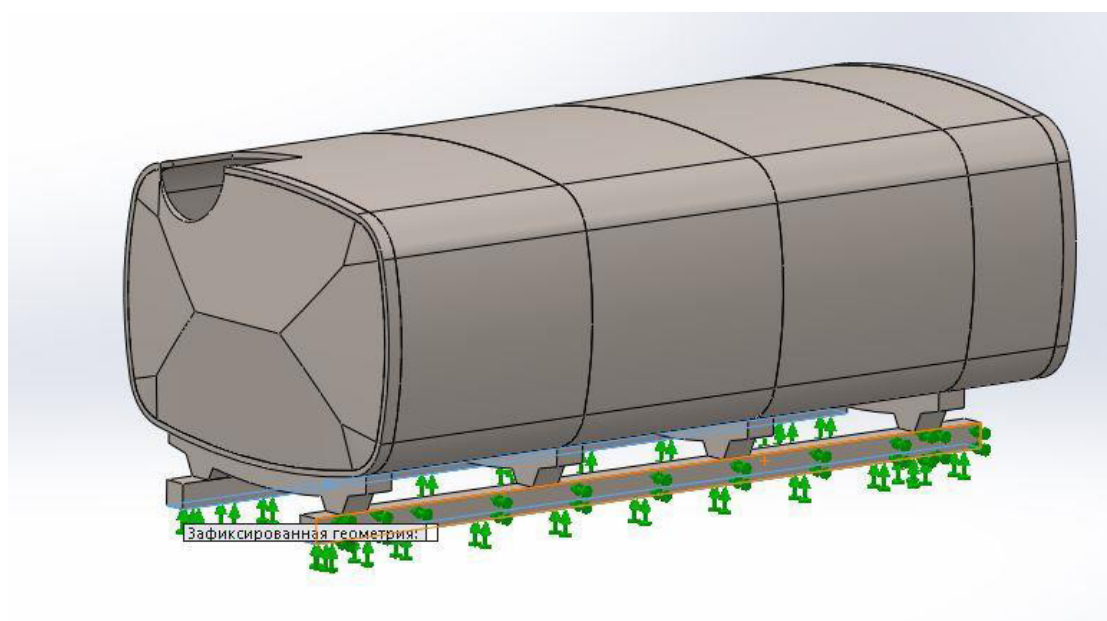


Рисунок 23 – Зафиксированная геометрия

3) Задание нагрузки на внутренние стенки бункера.

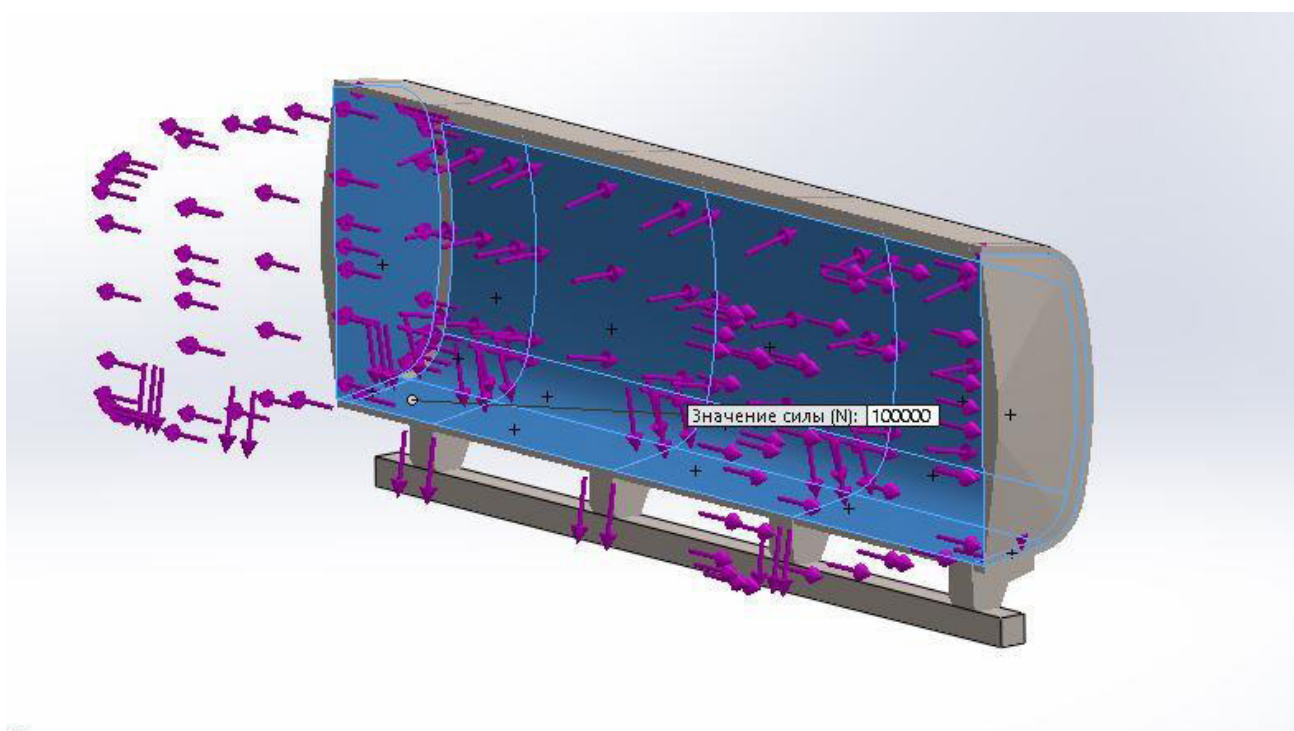


Рисунок 24 – Внешние нагрузки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001ПЗ

Лист

53

4) Вывод значений деформации стенок бункера.

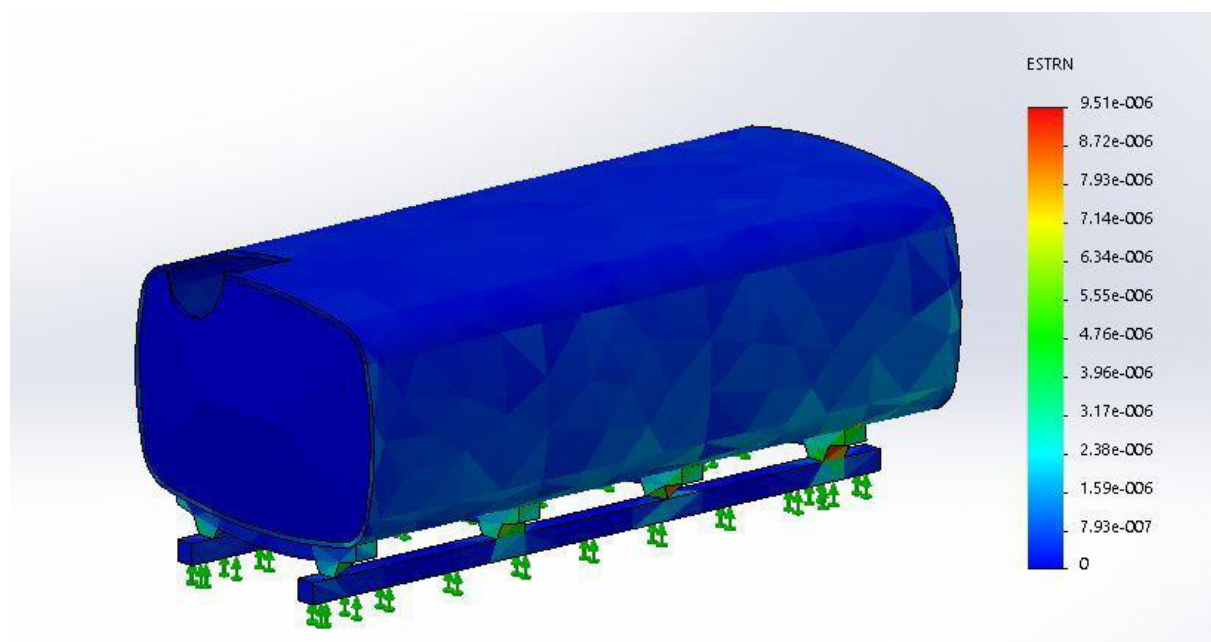


Рисунок 25 – Деформации бункера

5) Вывод значений перемещений.

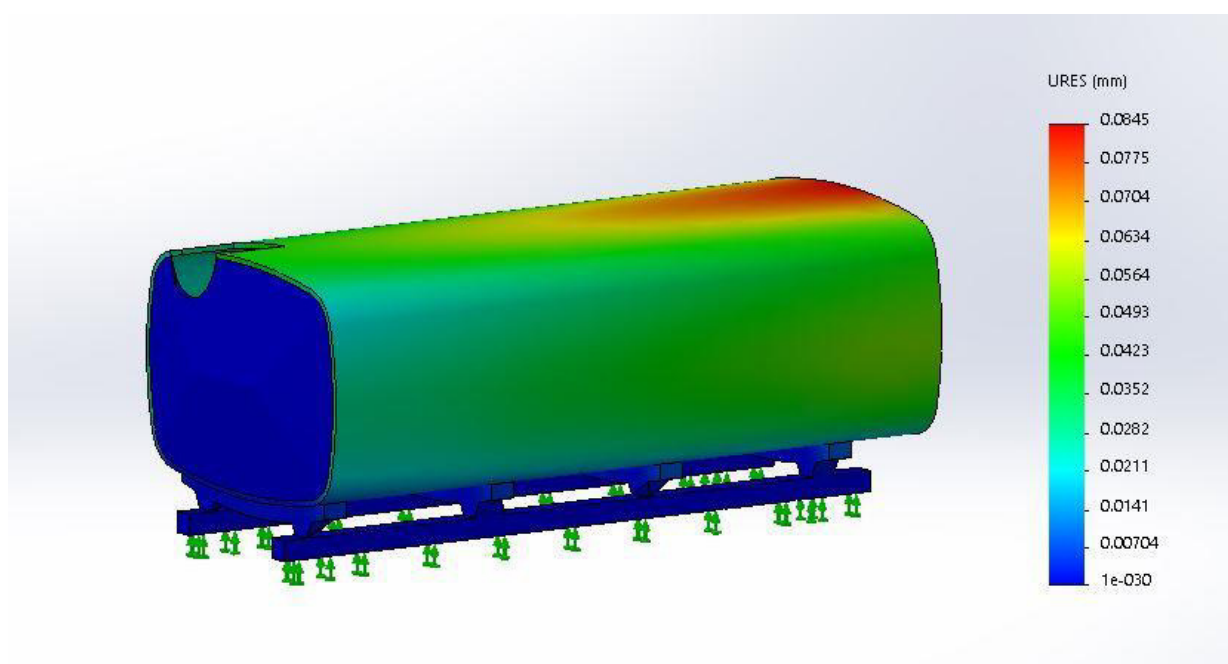


Рисунок 26 – Значения перемещений

Наибольшее значения перемещения составляет 0,0845 мм.

6) Вывод значений напряжений.

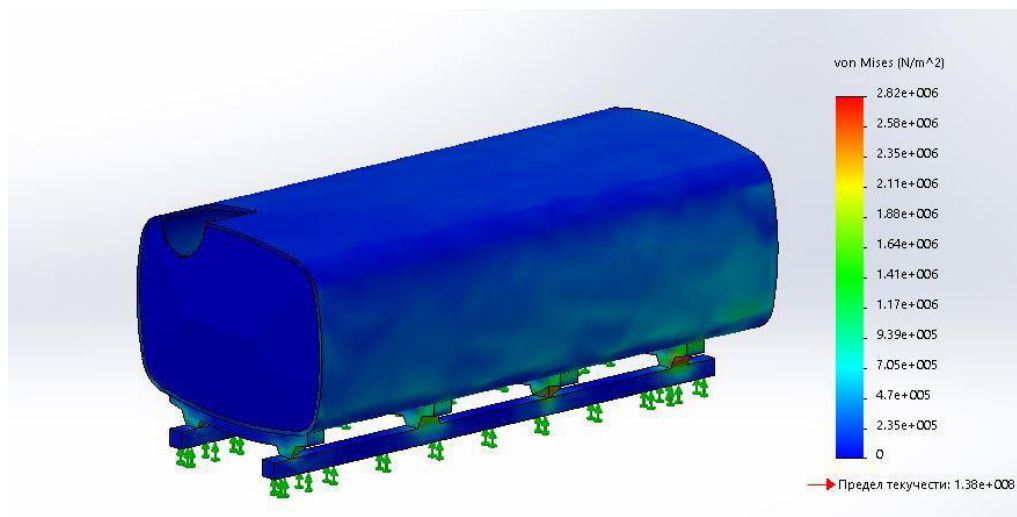


Рисунок 27 – Значения напряжений

Термический анализ плавильного поддона.

Принимаем, что температура внутри бункера до начала его работы равна температуре окружающей среды, равной минус 15 °C

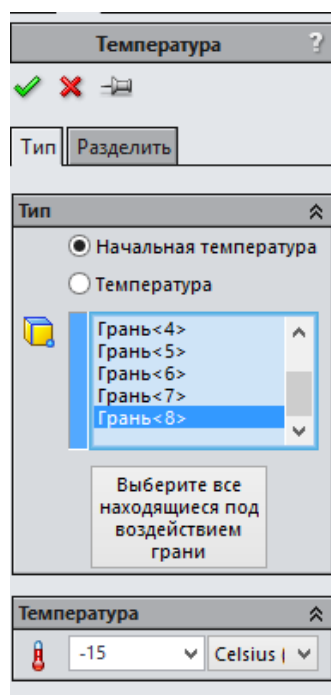


Рисунок 28 – Задание начальной температуры

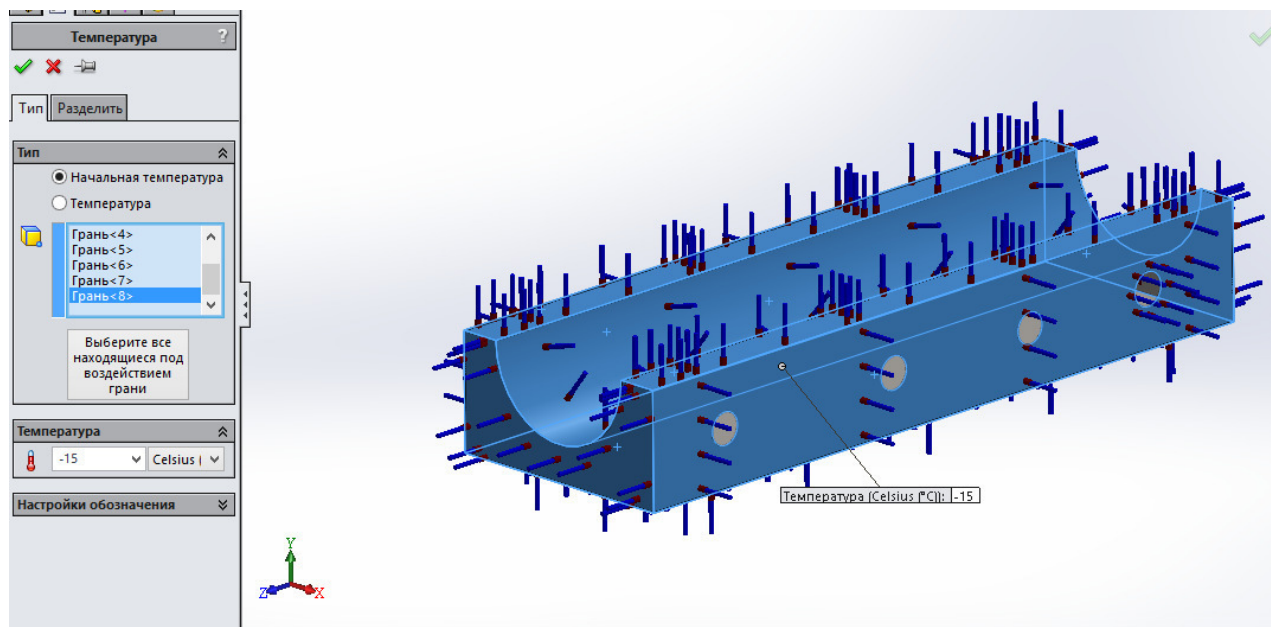


Рисунок 29 – Выбор поверхностей поддона

Температура нагрева поддона газовыми горелками составляет около 1100 °С.

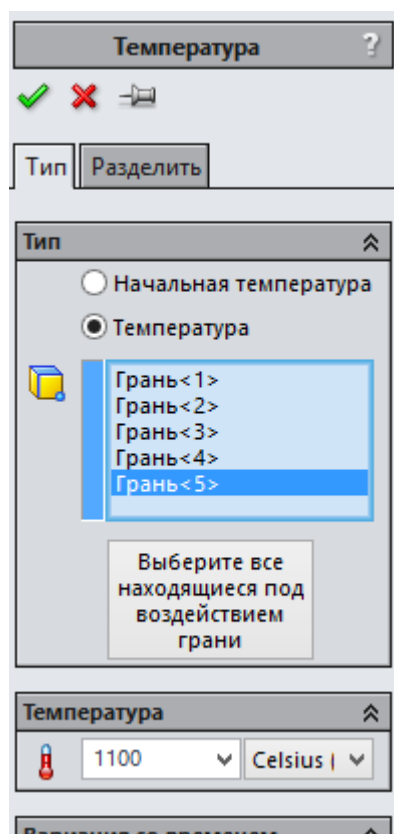


Рисунок 30– Температура внутри плавильного поддона

Далее выбираем внутренние грани, на которые будет действовать температура 1100 °С

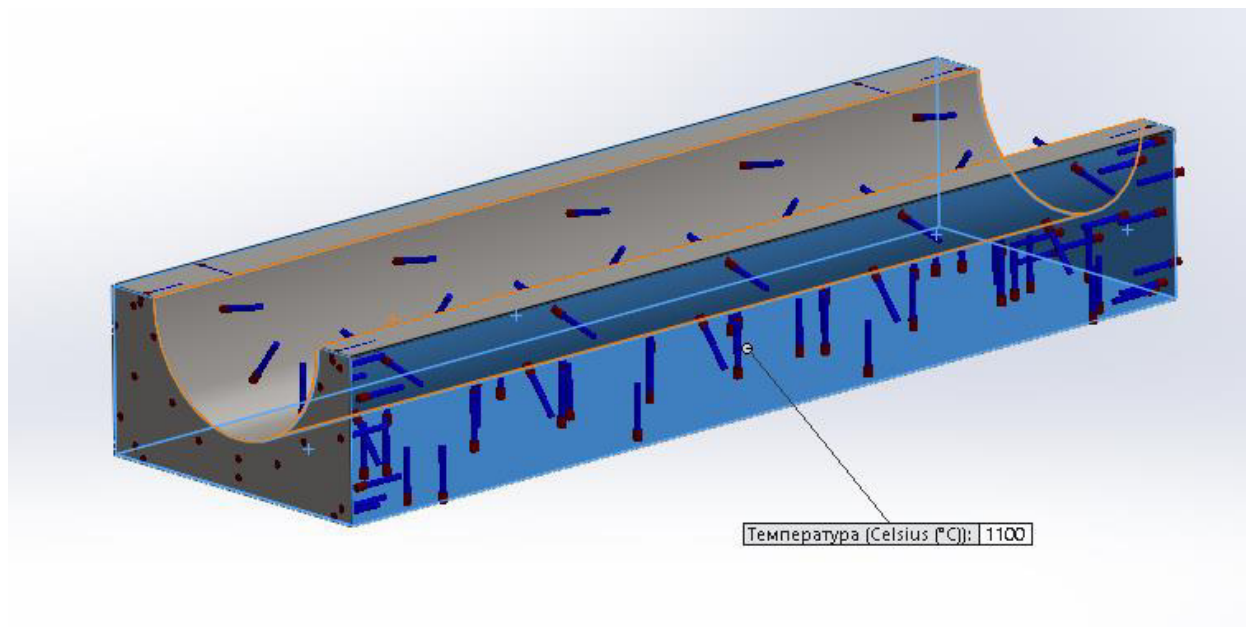


Рисунок 31 – Температура внутри плавильного поддона

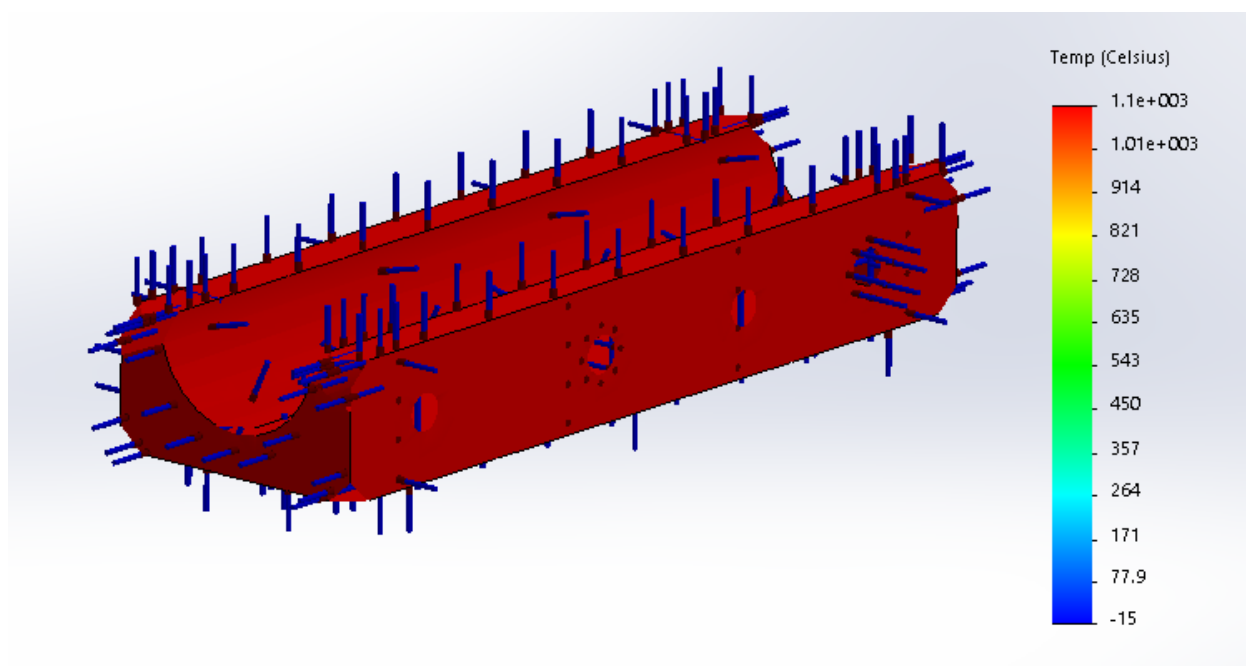


Рисунок 32 – Распределение температур

В результате проведённого термического анализа в *Solidworks Simulation* получены следующие результаты:

Прогрев плавильного поддона осуществляется равномерно.

Плавильный жёлоб имеет наибольшую температуру нагрева, что способствует интенсивному таянию снежных масс.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001ПЗ

Лист

57

4 Технологическая часть

4.1 Разработка технологии изготовления плавильного поддона.

Сборочная единица «Поддон плавильный» является составной частью плавильного бункера. Подвергается воздействию высоких температур от выхлопных газов горелок, а также перепаду температур между наружными и внутренними стенками. Поэтому должен быть прочным и износостойким.

Для деталей плавильного поддона выбираем коррозионно-стойкую жаропрочную Сталь 15Х25Т ГОСТ 5632-72.

«Поддон плавильный» состоит из сборочной единицы «Фланец» а также следующих деталей:

- Корпус поддона;
- Стенка передняя;
- Стенка задняя;
- Стенка верхняя;
- Жёлоб
- Кронштейн.

В качестве исходного сырья для деталей плавильного поддона применяется прокат толстолистовой, нормальной плоскостности, с обрезной кромкой, размерами 3х1500х4500 мм по ГОСТ 19903, из стали марки 15Х25Т:

Лист $\frac{\text{ПН}-3\text{х}1500\text{х}4500 \text{ ГОСТ } 19903-74}{15\text{Х}25\text{Т}-\text{ТВ}1-\text{М}1 \text{ ГОСТ } 1577-93}$

Сталь 15Х25Т применяется для сварных конструкций, эксплуатируемых в диапазоне температур от минус 20 °С до плюс 1100 °С, которые не подвергаются ударным нагрузкам.

Характеристика физико – механических свойств:

- Предел прочности σ_b – 440 МПа;
- Предел текучести σ_m – 295 МПа;
- Твердость – 240НВ;

					<i>ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

- Модуль упругости E – 20400 МПа;
- Модуль сдвига G – 8300 МПа;
- Относительное удлинение δ – 14%.

Таблица 3 – Химический состав

C	Si	Mn	S	P	Cr	Fe
$\leq 0,15$	≤ 1	$\leq 0,8$	0,025	0.035	24-27	69

Корпус плавильного поддона выполнен из листового металла толщиной 3 мм.

Для резки деталей – заготовок плавильного поддона применяется лазерный станок по металлу 1325GP



Рисунок 33 – Лазерный станок по металлу 1325GP

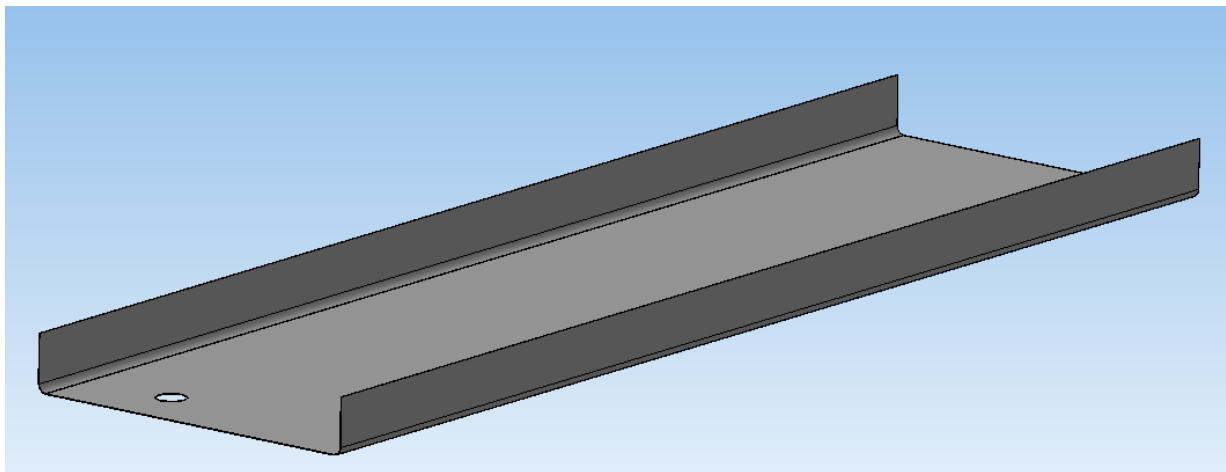


Рисунок 34– 3D модель корпуса поддона

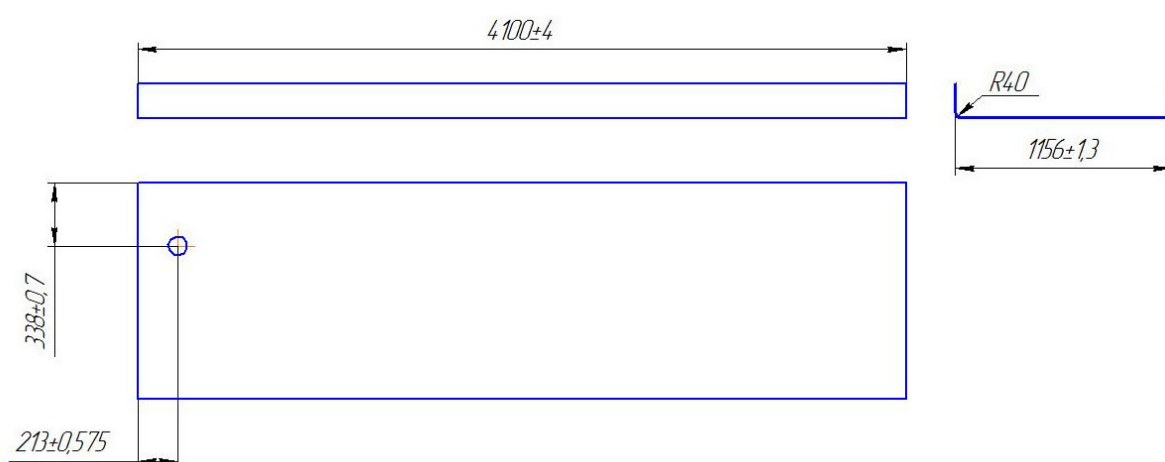


Рисунок 35 – Эскиз корпуса плавильного поддона

Корпус плавильного поддона изготавливается на гидравлическом листогибочном прессе *Triumph*.



Рисунок 36 – Гидравлический листогибочный пресс *Triumph*

Технические характеристики листогибочного пресса *Triumph TPB 320-4100* представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики листогибочного пресса *Triumph*.

Номинальное усилие, т	320
Рабочая длина, мм	4100
Ход траверсы, мм	260
Раскрытие, мм	465
Скорость перемещения траверсы, мм/с	9
Мощность двигателя	22 кВт
Габариты ДхШхВ, мм	5520x3060x2445
Вес, кг	16300

Передняя стенка поддона вырезается из листа толщиной 3 мм на лазерном станке по металлу 1325GP. Аналогично изготавливаются верхняя стенка плавильного поддона, а также деталь – заготовка жёлоба плавильного поддона.

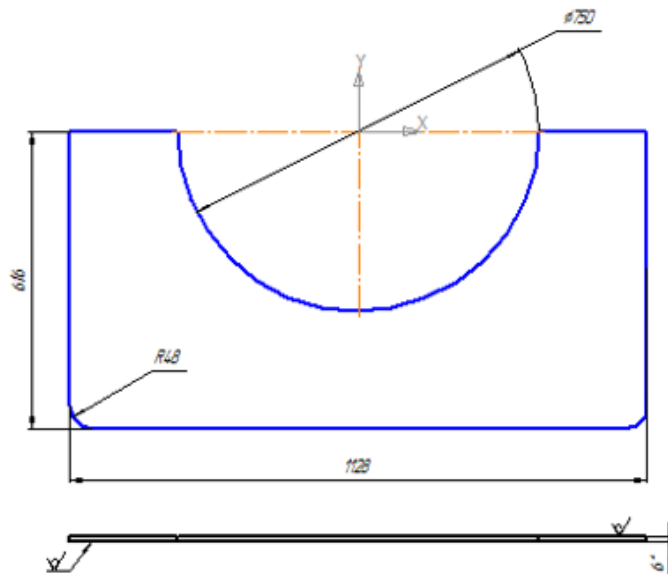


Рисунок 37 – Передняя стенка плавильного поддона

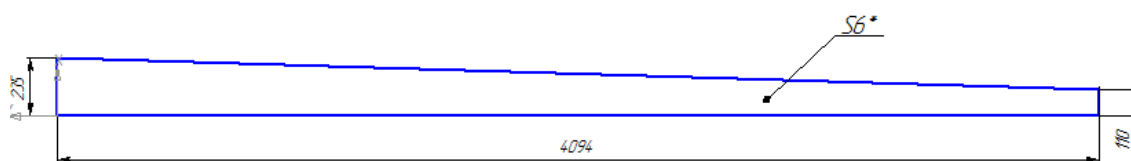


Рисунок 38 – Верхняя стенка плавильного поддона

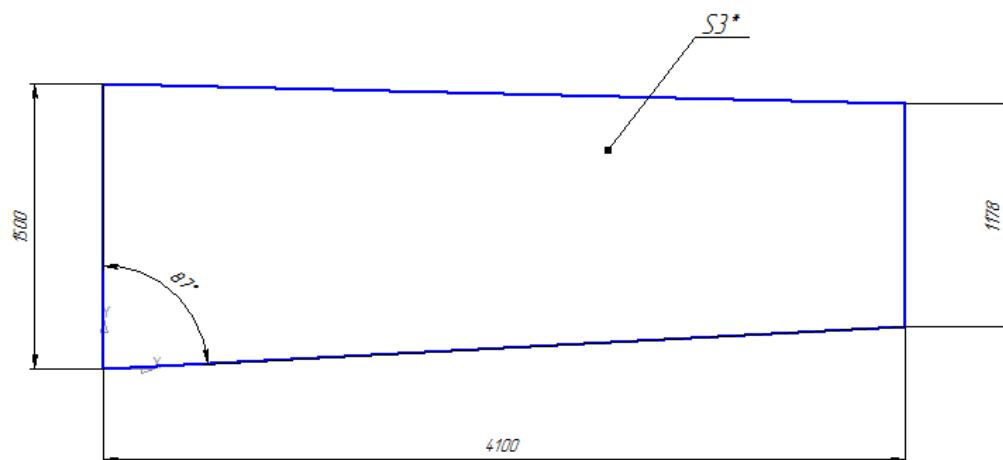


Рисунок 39 – Заготовка жёлоба плавильного поддона

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001ПЗ

Лист

62

Гибка жёлоба плавильного поддона производится на четырёхвалковом гидравлическом листогибе 4R HS 40-260.

Гибка жёлоба плавильного поддона производится на четырёхвалковых вальцах. Верхний вал не передвигается в вертикальном направлении. Привод верхнего и нижнего валов осуществляется от электродвигателя через зубчатую передачу. Боковые валки вращаются самопроизвольно за счёт сил трения между заготовкой и поверхностью валков. В процессе гибки лист подаётся между верхним и нижним валками. За счёт изменения положения боковых и нижнего валков осуществляется гибка листовой заготовки.

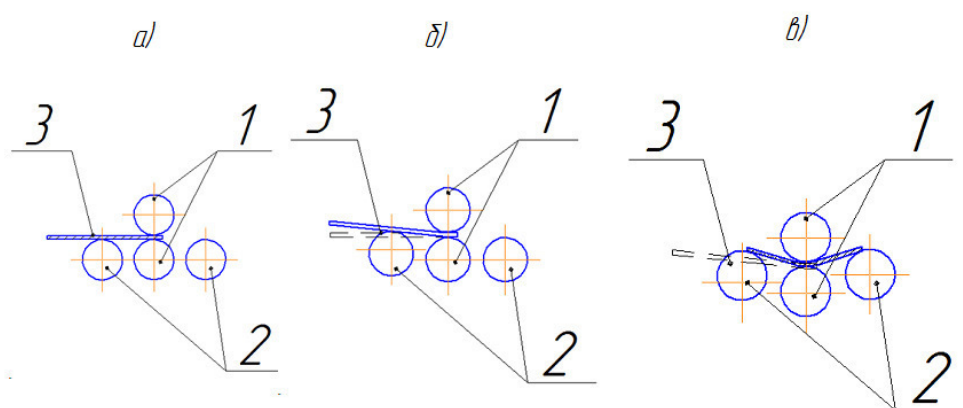


Рисунок 40 – Схема гибки жёлоба плавильного поддона: 1 – рабочие валки; 2 – боковые валки; 3 – деталь

Экономичность раскроя листа количественно характеризует коэффициент использования материала, % [6]:

$$\text{КИМ} = \frac{N \cdot F}{a \cdot b} \cdot 100\%, \quad (4.1)$$

где N - количество деталей, вырезаемых из листа;

F – площадь детали, м^2 ;

a – длина листа, м;

b – ширина листа, м.

$$\text{КИМ} = \frac{1 \cdot 6,9}{1,5 \cdot 6} \cdot 100 = 79\%;$$

Усилие при резке детали, Н [6]:

$$P = L_k \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}} \cdot K, \quad (4.2)$$

где L_k – общая длина реза, мм;

S – толщина металла, мм;

$\sigma_{\text{ср}}$ – сопротивление материала срезу, кгс/мм²;

K – коэффициент, учитывающий износ режущих кромок оборудования,
 $K=1,2 \dots 1,25$.

$$P = 10,042 \cdot 3 \cdot 367 \cdot 1,2 = 13121 \text{ Н.}$$

Определение требуемого усилия для гибки детали, Н:

$$P = p \cdot F, \quad (4.3)$$

где p – давление калибров, кгс/мм²;

F – площадь заготовки под пуансоном, мм².

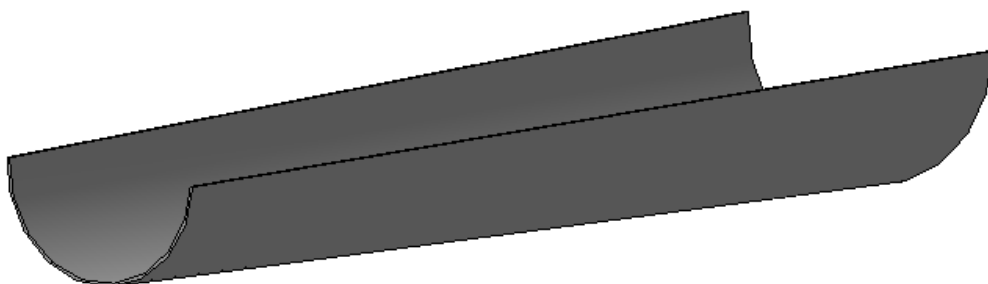


Рисунок 41 – Жёлоб плавильного поддона



Рисунок 42 – Четырёхвалковый гидравлический листогиб 4R HS 40-260.

Таблица 5 – Технические характеристики четырёхвалкового гидравлического листогиба 4R HS 40-260

Максимальная длина обрабатываемого материала, мм	<i>Max/min</i> толщина обрабатываемого материала, мм	Диаметр вала, центр./боковые, м	Размеры, ДхШхВ, мм	Мощность, кВт	Вес, кг
4500	6/1	150/130	5000x850 x950	4	1650

4.2 Изготовление детали «Фланец»

В качестве заготовок для изготовления фланцев используют поковки, штамповки, профильный прокат, бандажные и сварные заготовки. При выборе способа получения заготовки для фланца необходимо учитывать материал и габаритные размеры фланца, размеры сечения обода, коэффициент использования металла, трудоёмкость изготовления и другие факторы.

При штамповке фланцев на молотах обеспечиваются высокая производительность, точность размеров заготовок, в результате чего значительно уменьшается отход металла в стружку и снижается трудоёмкость обработки. Штамповка на кривошипных горячештамповочных прессах имеет ряд преимуществ перед штамповкой на молотах: повышается производительность труда и точность исполнения размеров поковки, увеличивается коэффициент использования металла в результате уменьшения штамповочных уклонов, уменьшается расход электроэнергии и улучшаются условия труда.

Гибку с последующей сваркой выгодно применять в том случае, когда сечение обода фланца относительно небольшое и когда материал фланца обладает хорошей свариваемостью.

При получении заготовок ковкой с последующей прокаткой на кольцепрокатном стане большая степень проработки материала фланца во всех направлениях, отсутствие сварного шва, сравнительно высокий коэффициент использования металла являются основными достоинствами этого способа изготовления заготовок для фланцев.

Получение заготовок, сваренных из отдельных секторов, применяют, как правило, для фланцев больших размеров, изготавливаемых из проката большой толщины (более 40 мм) или из марок сталей, на которые отсутствует стандартный профильный прокат.

Сталь 15Х25Т применяется для производства сварных конструкций, не подвергающихся действию ударных нагрузок и для работы в более агрессивных средах чем сталь 08Х17Т(ЭИ645,0Х17Т); для изготовления труб теплообменной аппаратуры, работающей в агрессивных средах; для производства аппаратуры, деталей, чехлов термопар, электродов искровых зажигательных свечей, труб пиролизных установок, теплообменников; в качестве плакирующего слоя при изготовлении горячекатаных двухслойных коррозионностойких листов.

Деталь достаточно технологична, допускает применение высокопроизводительных режимов обработки, имеет хорошие базовые поверхности для первоначальных операций и довольно проста по конструкции.

В качестве исходного сырья для производства применяется прокат толстолистовой, нормальной плоскостности, с обрезной кромкой, размерами 14x100x2000 мм по ГОСТ 19903, из стали марки 15X25T:

Лист $\frac{\text{ПН-0-14x100x2000 ГОСТ 19903-74}}{15X25T-TB1-M1 \text{ ГОСТ 1577-93}}$

Определение типа производства.

Определяем коэффициент закрепления операций [6]:

$$K_{з.о.} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{ср}}}, \quad (4.4)$$

где $t_{\text{в}}$ такт выпуска детали, мин.;

$T_{\text{ср}}$ – штучно-калькуляционное время выполнения операций, мин.

Такт выпуска детали [6]:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{Г}}}{N_{\text{Г}}}, \quad (4.5)$$

где $F_{\text{Г}}$ – фонд работы оборудования за год, мин.;

$N_{\text{Г}}$ – годовая программа выпуска деталей.

Принимаем двухсменный режим работы, тогда $F_{\text{Г}}=4015$ ч

Годовая программа выпуска деталей $N_{\text{Г}}=5000$ ч

$$t_{\text{в}} = \frac{4015 \cdot 60}{5000} = 48,18 \text{ мин.}$$

Находим среднее штучно – калькуляционное время выполнения операций:

$$T_{\text{ср.}} = \frac{\sum T_{\text{шк}i}}{n}, \quad (4.6)$$

где $T_{\text{шк}i}$ – штучно-калькуляционное время технологических операций, мин; n – количество операций.

$$T_{\text{ср.}} = \frac{0,11+0,1+0,43+5+2}{5} = 10,64 \text{ мин.}$$

Определяем тип производства:

$$K_{\text{з.о.}} = \frac{48,18}{10,64} = 4,52$$

Так как $1 < K_{\text{з.о.}} < 10$, то тип производства – крупносерийное.

Расчёт режимов обработки:

При назначении режимов обработки учитывают тип оборудования, материал и габариты заготовки, характер обработки.

Основными параметрами при назначении режимов резания являются:

- 1) Подача;
- 2) Глубина резания;
- 3) Скорость резания.

Определяются следующие параметры:

- 1) Число оборотов рабочего органа станка;
- 2) Скорость резания.
- 3) Мощность резания.
- 4) Мощность привода станка.

Операция 005. Заготовительная:

Заготовку получают путём газовой резки

Наплывы от газовой резки, заусенцы и острые кромки не допускаются

φ89 х φ140 S=14

Основное время на отрезание заготовки определяется по формуле:

$$T_0 = 0,00019 \cdot d_i^2, \quad (4.7)$$

где d_i – диаметр обработки.

$$T_{0,1} = 0,00019 \cdot 140^2 = 3,72 \text{ мин.};$$

$$T_{0,2} = 0,00019 \cdot 89^2 = 1,23 \text{ мин.};$$

$$T_{\text{шк1}} = T_{o.1} + T_{o.2} = 5 \text{ мин};$$

Операция 010. Токарно-винторезная:

В соответствии с рекомендациями выбираем материал режущего инструмента – Т15К6

Отверстие $\phi 100$ на глубину 5 мм.

Подача, $S = 0,25$ мм/об.

Определяем скорость резания:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot k_v, \quad (4.8)$$

где C_v – коэффициент, характеризующий условия обработки;

m, y, x – степенные коэффициенты;

T – период стойкости инструмента;

S – подача, мм/об;

t – глубина резания, мм;

K_v – поправочный обобщённый коэффициент, характеризующий условия изменения обработки по сравнению с табличными значениями.

Принимаем $T = 60$ мин; $C_v = 350$; По таблице 17 [4, с.167]: $m = 0,2$; $y = 0,2$; $x = 0,16$

Определяем значение коэффициента K_v [6]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{пв} \cdot K_{ив}, \quad (4.9)$$

где K_{mv} – коэффициент учитывающий качество обрабатываемой заготовки;

$K_{пв}$ – коэффициент, показывающий состояние поверхности заготовки.

$K_{ив}$ – коэффициент, характеризующий качество материала инструмента.

Принимаем по таблице 3 [4, с.360]:

$$K_{mv} = 1.$$

По таблице 5 [4, с.361]:

$$K_{ПV} = 0,8.$$

По таблице 6 [4, с.361]:

$$K_{ИV} = 1.$$

$$K_v = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,8$$

Определяем скорость резания:

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 0,8 = 180,78 \text{ м/мин.}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 180,78}{3,14 \cdot 100} = 573 \text{ об/мин.}$$

Оборудование:

Токарный станок 16K20.

Основное время при точении определяется по формуле:

$$T_o = 0,00017 \cdot \sum d_i \cdot l_i; \quad (4.10)$$

где d_i – диаметр обработки;

l_i – длина обработки.

$$T_{010} = 0,00017 \cdot 100 \cdot 5 = 0,085 \text{ мин}$$



Рисунок 43 – Токарный станок 16K20

Таблица 6 – Характеристики токарного станка 16K20.

Диапазон частот вращения шпинделя, об/мин	12,5 - 1600
Число ступеней вращения шпинделя, шт	23
Диаметр обработки над станиной, мм	400
Максимальная масса заготовки	1300
Число нарезаемых метрических резьб	45
Наибольшее сечение резца, мм	25
Мощность электродвигателя, кВт	10

Операция 015. Токарно-винторезная.

Точение фаски $1 \times 45^\circ$

Оборудование:

Токарный станок 16K20.

Для режущего инструмента применяем материал Т15К6.

Глубина резания $t = 1$ мм.

Принимаем подачу $S = 0,2$ мм/об.

Определяем скорость резания:

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 1 = 213 \text{ м/мин};$$

Определяем число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 213}{3,14 \cdot 100} = 678 \text{ об/мин.} \quad (4.11)$$

Операция 020. Радиально-сверлильная:

Материал режущего инструмента подбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 116] – Р6М5.

Сверление крепёжных отверстий $\phi 8$

Подачу определяем по таблице 35 [4, с. 381]:

$$S = 0,24 \text{ мм/об.}$$

Определяем скорость резания:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S_z^y} \cdot k_v \quad (4.12)$$

Период стойкости инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]:
 $T = 45 \text{ мин.}$

Оборудование и инструменты:

Радиально-сверлильный станок 2М55.

Для режущего инструмента применяем материал Р6М5.

Диаметр отверстия $D = 8 \text{ мм.}$

Принимаем подачу $S = 0,2 \text{ мм/об}$

Определяем скорость резания:

$$v = \frac{3,5 \cdot 8^{0,5}}{15^{0,12} \cdot 0,2^{0,45}} \cdot 1 = 14,95 \text{ м/мин};$$

Определяем число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 14,95}{3,14 \cdot 8} = 596 \text{ об/мин}$$



Рисунок 44 – Радиально – сверлильный станок 2М55

Установить заготовку на стол станка, закрепить, просверлить 4 отверстия, снять кондуктор.

$$T_o = 0,00052 \sum d_i \cdot l_i$$

$$T_{020} = 0,00052 \cdot 9 \cdot 14 \cdot 4 = 0,26 \text{ мин}$$

Операция 025. Слесарная:

Установить заготовку на слесарный верстак, закрепить, зачистить заусенцы, притупить острые кромки, снять заготовку.

Зачистить заусенцы притупить острые кромки.

Напильник 2820-0028 ГОСТ 1465-80

Операция 030. Моечная:

Очистка детали.

Операция 035. Контрольная:

Контроль размеров детали.

					ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

Штангенциркуль ШЦ-125-0,1 ГОСТ 166-89

Оборудование и инструменты:

Нутромер индикаторный ГОСТ 868-82.

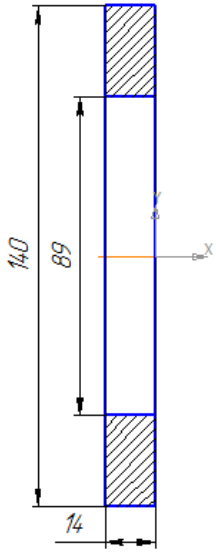
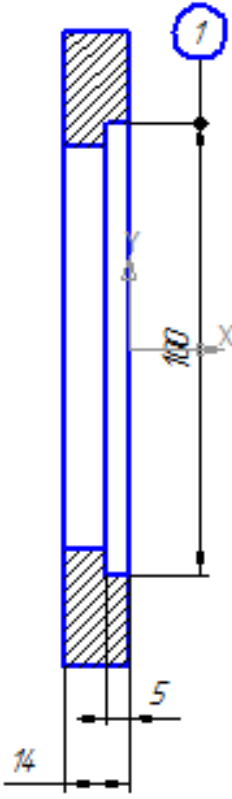
Анализируя конструкцию детали и требования, предъявляемые к обрабатываемым поверхностям можно составить следующий маршрут обработки детали:

Таблица 7 – Маршрут обработки.

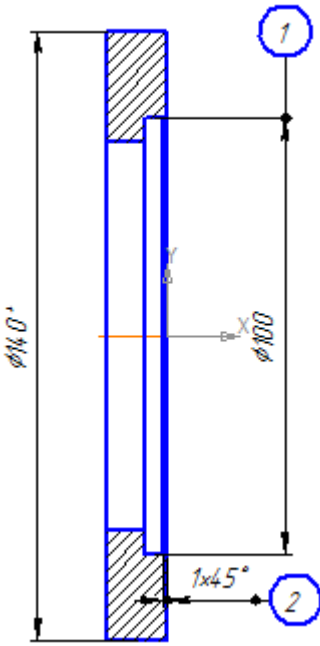
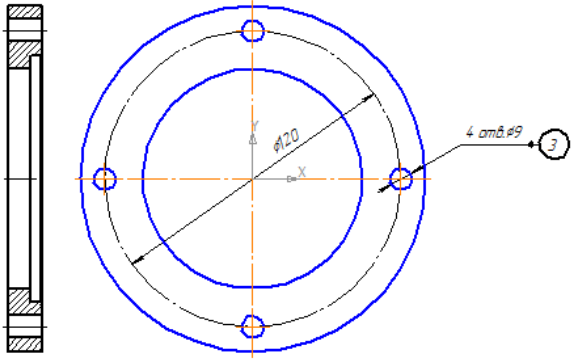
№	Операция	Краткое содержание операции.
005	Заготовительная	Резка заготовки детали из стального листа Заготовка – газовая вырезка $\phi 89 \times \phi 140 \ S=14$
010	Токарно-винторезная	Точение центрального отверстия $\phi 100$ на глубину 5 мм.
015	Токарно-винторезная	Точение фаски $1 \times 45^\circ$
020	Радиально-сверлильная	Сверление отверстий для крепления фланца Сверло $\phi 8$ 2301-0023 ГОСТ 10903-77
025	Слесарная	Зачистить заусенцы, притупить острые кромки Напильник 2820-0028 ГОСТ 1465-80
030	Моечная	Промыть деталь
035	Контрольная	Контролировать полученные размеры Штангенциркуль ШЦ-125-0,1 ГОСТ 166-89 Нутромер индикаторный ГОСТ 868-82

Эскизы маршрута обработки детали «Фланец» представлены в таблице 7.

Таблица 8 – Эскизы маршрута обработки.

№	Эскиз
<p>Операция 005. Заготовительная.</p>	
<p>Операция 010. Токарно- винторезная</p>	

Продолжение таблицы 8

№	Эскиз
<p>Операция 015</p> <p>Токарно-винторезная</p>	
<p>Операция 020.</p> <p>Радиально-сверлильная</p>	

Нормирование технологического процесса.

Определяем основное время для токарных операций [4, с.874]:

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} \quad (4.13)$$

где L – длина обработки, мм;

i – количество рабочих проходов;

Длина обработки [6]:

$$L=l+l_{\text{в}}+l_{\text{сх}}+l_{\text{пд}}, \quad (4.14)$$

где l – длина детали на данном этапе обработки, мм;

$l_{\text{в}}$ – врезание инструмента, мм;

$l_{\text{сх}}$ – сход инструмента, мм;

$l_{\text{пд}}$ – подвод инструмента, мм

Принимаем, что $l_{\text{пд}}=l_{\text{сх}}=1$ мм.

Определяем величину врезания инструмента:

$$l_{\text{в}}=\frac{t}{tg\varphi}, \quad (4.15)$$

где t – величина врезания инструмента, мм; φ - угол резания

Определяем основное время:

$$T_0=\frac{(l+\frac{t}{tg\varphi}+l_{\text{сх}}+l_{\text{пд}})\cdot i}{n\cdot S}. \quad (4.16)$$

Определяем вспомогательное время:

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{у.с.}}+T_{\text{з.о.}}+T_{\text{у.п.}}+T_{\text{изм.}}, \quad (4.17)$$

где $T_{\text{у.с.}}$ – период времени на установку и снятие детали, мин;

$T_{\text{з.о.}}$ – период времени на закрепление заготовки и её от открепление;

$T_{\text{у.п.}}$ – период времени на управление оборудованием;

$T_{\text{изм.}}$ – период времени на измерение детали.

Определяем оперативное время:

$$T_{\text{опер.}}=T_0+T_{\text{всп.}} \quad (4.18)$$

Определяем время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}}=0,15\cdot T_{\text{опер.}} \quad (4.19)$$

Определяем штучное время:

$$T_{шт.} = T_0 + T_{всп} + T_{о.о.} \quad (4.20)$$

Определяем основное время первой токарно - винторезной операции:

$$T_0 = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(14 + \frac{0,25}{tg90} + 1 + 1) \cdot 1}{573 \cdot 0,25} = 0,11 \text{ мин};$$

Определяем основное время второй токарно – винторезной операции:

$$T_0 = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(14 + \frac{1}{tg45} + 1 + 1) \cdot 1}{678 \cdot 0,22} = 0,1 \text{ мин.}$$

Определяем основное время радиально – сверлильной операции:

$$T_0 = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(10 + \frac{1}{tg90} + 1 + 1) \cdot 4}{596 \cdot 0,2} = 0,43 \text{ мин.}$$

Принимаем время на моечные и слесарные работы $T_0 = 2$ мин.

Общее вспомогательное время:

$$T_{з.о.} + T_{у.с.} = 0,2 \text{ мин}; T_{у.п.} = 0,6 \text{ мин}; T_{изм.} = 2,1 \text{ мин.}$$

$$T_{всп.} = T_{з.о.} + T_{у.с.} + T_{у.п.} + T_{изм.} = 0,2 + 0,6 + 2,1 = 2,9 \text{ мин.}$$

Определяем оперативное время:

$$T_{опер.} = T_0 + T_{всп.} = 5,54 + 2,9 = 8,44 \text{ мин.}$$

Определяем время на обслуживание оборудования и отдых:

$$T_{о.о.} = 0,15 \cdot 8,44 = 1,26 \text{ мин.}$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_0 + T_{всп.} + T_{о.о.} = 5,54 + 2,9 + 1,26 = 9,7 \text{ мин.}$$

Для соединения деталей корпуса плавильного поддона в процессе сварки и удобства работы используются угловые трубки.



Рисунок 45 – Струбцина угловая

4.3 Выбор диаметр электрода для сварки деталей плавильного поддона [7].

Диаметр применяемого электрода $d_э$ зависит от толщины материала h .

Таблица 9 – Зависимость диаметра электрода от толщины металла.

h , мм	1...2	2...5	5...10	≥ 10
$d_э$, мм	1,5...2	2,5...4	4...6	4...8

Так как толщина стенок плавильного поддона составляет 3 мм, то для его сварки выбираем электрод диаметром 3 мм.

Силу сварочного тока подбирают по эмпирической формуле:

$$Y_c = (20 + 6d_э) d_э, \text{ A} \quad (4.21)$$

$$Y_c = (20 + 6 \cdot 4) \cdot 3 = 132 \text{ A}$$

Напряжение горения дуги:

$$U_d = a + b \cdot l_d, \quad (4.22)$$

где a – коэффициент, показывающий падение напряжения на электродах, $a = 10 \dots 12$;
 b – коэффициент, учитывающий падение напряжения на 1 мм сварочной дуги,
 $b = 2 \dots 2,5 \text{ В/мм}$.

На длину дуги оказывает влияние диаметр электрода:

$$L_d = 0,5(d_э + 2), \text{ мм} \quad (4.23)$$

$$L_d = 0,5(3+2) = 2,5 \text{ мм}$$

$$U_d = 11 + 2,3 \cdot 2,5 = 16,75 \text{ В}$$

Площадь сварного шва:

$$F_H = 0,5 K_1 K_2, \text{ мм}^2, \quad (4.24)$$

где K_1, K_2 – катеты сварного шва. $K_1 = K_2 = 4 \text{ мм}$

$$F_H = 0,5 \cdot 0,4 \cdot 0,4 = 0,08 \text{ см}^2$$

Скорость наплавки:

$$V_H = \frac{K_H \cdot Y_c}{F_H \cdot \gamma}, \text{ см/ч}, \quad (4.25)$$

где $K_H = 7 \dots 12 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$ – коэффициент наплавки для ручной дуговой сварки;

γ – удельный вес наплавленного металла, $\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$

$$V_H = \frac{9 \cdot 176}{0,08 \cdot 7,8} = 2538 \text{ см/ч}$$

Количество наплавленного металла:

$$G_H = F_H \cdot L_H \cdot \gamma, \text{ г} \quad (4.26)$$

где L_H – длина сварного шва, см.

$$G_H = 0,08 \cdot 820 \cdot 7,8 = 511,68 \text{ г}$$

Расход электродов по весу:

$$G_3 = G_H \cdot K_3, \quad (4.27)$$

где K_3 – коэффициент расхода электродов на разбрызгивание и его неполное использование. $K_3 = 1,4 \dots 1,6$.

$$G_3 = 511,68 \cdot 1,5 = 767,52 \text{ г}$$

Количество электродов:

$$n_{\text{э}} = \frac{4G_{\text{э}}}{\pi d_{\text{э}}^2 L_{\text{э}} \gamma}, \text{ шт} \quad (4.28)$$

где $L_{\text{э}} = 35$ мм – длина электрода.

$$n_{\text{э}} = \frac{4 \cdot 767,52}{3,14 \cdot 0,4^2 \cdot 35 \cdot 7,8} = 22,3$$

Основное время сварки:

$$T_0 = \frac{60 G_{\text{н}} K}{Y_{\text{с}} K_{\text{н}}}, \text{ мин}, \quad (4.29)$$

где $K = 1 \dots 1,2$ – поправочный коэффициент, учитывающий способ сварки и длину шва.

$$T_0 = \frac{60 \cdot 511,68 \cdot 1,1}{176 \cdot 9} = 21,32 \text{ мин}$$

Штучно - калькуляционное время, учитывающее подготовительные работы, затраты на уборку рабочего места, а также личные потребности сварщика:

$$T_{\text{шк}} = (1,3 \dots 1,5) T_0; \quad (4.30)$$

$$T_{\text{шк}} = 1,4 \cdot 21,32 = 29,84 \text{ мин}$$

Сварка поддона производится сварочным аппаратом *GROVERS MIG 350*



Рисунок 46 – Сварочный аппарат *GROVERS MIG 350*

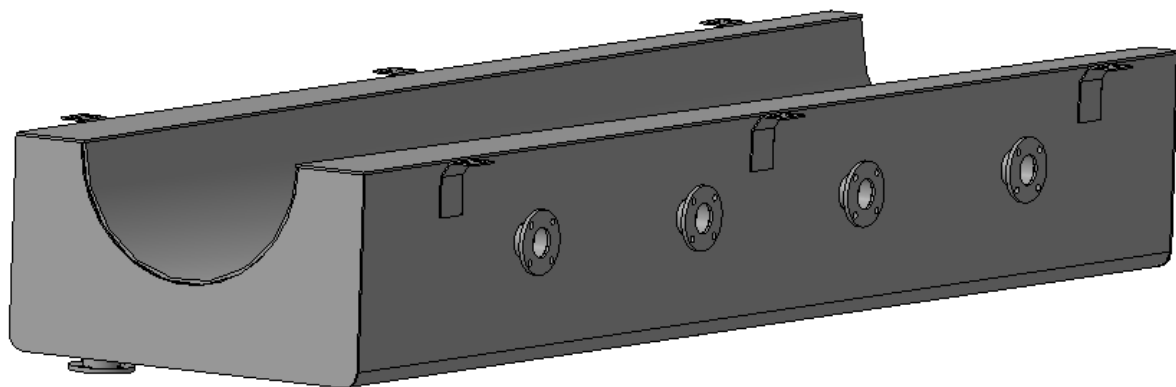


Рисунок 47 – Плавильный поддон

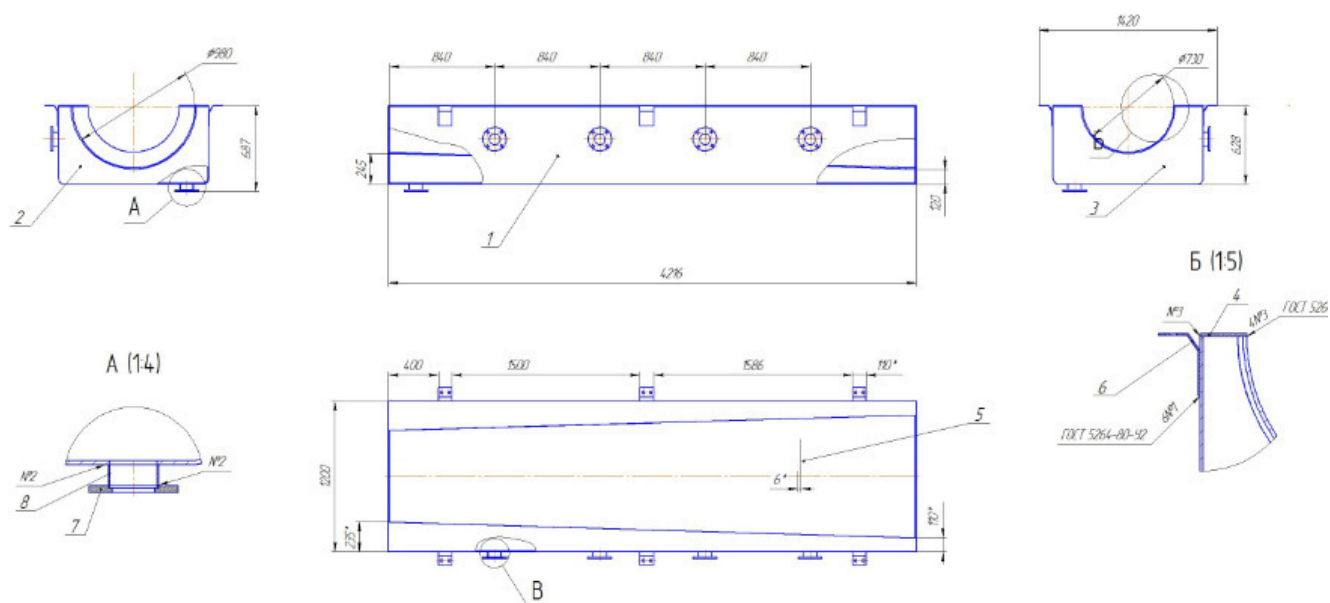


Рисунок 48 – Сборка плавильного поддона.

5 Безопасность жизнедеятельности

5.1 Влияние использования снегоуборочного комбайна на окружающую среду

В наши дни доля городского населения в России составляет около 73%. В будущем эта цифра будет только расти. Тенденцией является ухудшение экологической обстановки в городах. В мегаполисах огромное количество автомобилей, а промышленные предприятия выбрасывают огромное количество токсичных веществ в атмосферу.

Предельно допустимый выброс вредных веществ в атмосферу (ПДВ) устанавливаются для каждого источника загрязнения атмосферы при условии, что выбросы вредных веществ от данного источника и от совокупности источников города или другого населенного пункта, с учетом перспективы развития промышленных предприятий и рассеивания вредных веществ в атмосфере, не создадут приземную концентрацию, превышающую их предельно допустимые концентрации (ПДК) для населения, растительного и животного мира.

Допустимые нормы выброса вредных веществ устанавливаются согласно ГОСТ 17.2.3.02-78 «Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями»

Сильно загрязнён водный бассейн городов. Весомый вклад в это вносят осадки, которые аккумулируют в себе токсичные вещества.

Снежные массы, находящиеся на городских улицах, содержат в себе различные опасные компоненты.

Снежный покров активно накапливает в себе вредные вещества, находящиеся в атмосферном воздухе. При таянии снега эти вещества попадают в почву, тем самым загрязняя воду.

Наличие вредных веществ в снежных массах объясняется использованием реагентов при обработке улиц.

					<i>ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83



Рисунок 49 – Снежные массы на обочинах дорог.

Снежные масс накапливают в себе загрязняющие вещества, содержащиеся в воздухе. Источниками загрязнения снега является автомобильный транспорт, промышленные предприятия и т.д.

Снег, проходя через верхние слои атмосферы, вбирает в себя различные частицы, содержащие токсичные вещества, такие как тяжелые металлы.

При активном вмешательстве человека в природную среду, особенно когда речь идёт о мегаполисе, очень трудно сохранить экологическое равновесие. Город представляет собой совершенно особую экосистему.

При активном развитии промышленности, постоянном увеличении количества транспортных средств, практически невозможно поддерживать равновесное состояние окружающей среды.

Наиболее уязвимыми компонентами экосистемы города являются его водные ресурсы, а также почва и воздух, которым мы дышим.

Воду, полученную при таянии снежных масс условно принято считать дистиллированной. Однако, в условиях города снежные массы содержат в своём составе различные химические вещества. Вещества весьма различны как по составу, так и по объёмному содержанию. В исследованиях В. И. Вернадского есть сведения о содержании основных примесей, находящихся в снеге – хлоридов, гидрокарбонатов, сульфатов и других соединений. Через снег в почву попадают

различные вещества, которые необходимы для нормального развития организмов и растений.

В настоящее время снег, находящийся на городских улицах, приносит больше вреда, чем пользы. Реагенты, попадающие в него при обработке дорог, разлагают кузова автомобилей, а также обувь людей. В процентном содержании примеси, находящиеся в снежных массах, превышают с сотни раз принятые нормы. Снежные масс так опасны для нашего здоровья, потому что мы вдыхаем пары испарившейся из снега воды, а растения впитывают корнями влагу, образующуюся при таянии.

Загрязнение почвы происходит в большей степени из-за наличия в снежных массах хлора, который входит в состав реагентов. Тем самым происходит засаливание почвы. Также пагубное влияние оказывают тяжёлые металлы, образующиеся, например, при сгорании топлива двигателей автомобилей.

Ряд показателей воды, так или иначе, связан с определением концентрации растворенных в воде различных минеральных веществ. К таким веществам относятся растворимые соли – хлориды, сульфаты, карбонаты, гидрокарбонаты.

Содержащиеся в воде минеральные соли вносят разный вклад в общее солесодержание, которое может быть рассчитано суммированием концентраций каждой из солей. Пресной считается вода, имеющая общее солесодержание, или минерализацию, не более 1 г/л. Соответствующими катионами для названных анионов являются калий, натрий, кальций, магний.

Водородный показатель (pH) представляет собой отрицательный логарифм концентрации водородных ионов в растворе.

Для всего живого в воде (за исключением некоторых кислотоустойчивых бактерий) минимально возможная величина $pH=5$; дождь, имеющий $pH<5,5$, считается кислотным дождем.

Величина pH снега обусловлена попаданием из атмосферы не только твёрдых частиц, но и газообразных загрязняющих веществ: SO_2 , CO , CO_2 , N_2O , NO , NO_2 . Этот показатель очень важен, т. к. может сильно повлиять на реакцию среды почвы

после таяния снега (подкислить или подщелочить). Чистый снег, как и чистая дождевая вода, имеет $pH=5,6$, что связано с наличием в воздухе CO_2 , образующим угольную кислоту, подкисляющую атмосферные осадки. Если в воздухе много оксидов азота, сернистого газа, диоксида серы и других кислотных оснований, то снег будет иметь величину $pH < 5,6$ (снег кислый). Если снег имеет значение pH выше 5,6, то он щелочной и загрязнён оксидами металлов, автомобильными выхлопами.

Существенно на загрязнение снежных масс оказывает влияние автотранспорт. Деревья, растущие вблизи автомобильных дорог вбирают в себя колоссальное количество вредных веществ.

Хлориды. Соленые воды пагубно влияют на рост растений, вызывают засоление почв.

Самым дешёвым способом, позволяющим растопить снежные массы, является использование соли. Это приводит к увеличению концентрации хлоридов в грунтовых водах и почве.

Осадки, попадая в почву, не могут полностью растворить всю соль, высыпанную за зимний период. С течением лет соль накапливается по периметру дорог, а затем попадает в водоёмы. Даже за один сезон в почве может накопиться такое количество соли, которое будет оказывать вредное воздействие в течение нескольких следующих лет.

Из-за отрицательного влияния на растения, а также увеличения коррозии металлов при попадании на них солей, необходимо искать другие методы уборки снега.

Даже низкая цена соли в составе реагентов, не может компенсировать её вредное влияние на окружающую среду

С городских дорог реагенты попадают на газоны, а также прилегающие территории. Брызги из-под колёс транспортных средств разносят реагенты на расстояние около 30 метров от дорожного полотна. Частично помогают ограждающие конструкции (барьеры, деревья, бордюры), благодаря которым

сокращается дистанция разбрызгивания, но при этом резко увеличивается концентрация солей, находящихся непосредственно на дорожном покрытии.

При попадании солей в корневую систему растений, они переносятся к листьям деревьев, тем самым происходит засоление листьев, а также солевое отравление.

При избытке солей уменьшается поглощение воды растениями, а также нарушается водно-солевой баланс в тканях и клетках. При дефиците воды в клетках усугубляется токсичность веществ

При увеличении количества солей в почве происходит её подщелачивание, в результате чего изменяется схема питания растения, затрудняется попадание питательных веществ к корням растений. Высокая коррозионная агрессивность и отрицательное влияние на рост зеленых насаждений обусловили необходимость поиска способов решения перечисленных проблем.

К способам ограничения поступления солей в почву относят следующие варианты:

- 1) Создание специальных накопителей солей вдоль дорог.
- 2) Строительство дренажных систем для поступления снежно – солевых масс.

Преимущества реагентов:

Быстрое удаление гололеда и снежных масс, благодаря чему обработанные поверхности становятся намного безопаснее для движения по ним транспорта и пешеходов;

Долгий эффект, что исключает необходимость повторных обработок. Это позволяет значительно снизить материальные, временные затраты.

Независимость эффекта обработки от погодных условий, что обусловлено универсальностью современных противогололедных средств.

На самом деле пользу, которую приносят антигололеды, переоценить очень сложно. На данный момент без использования этих средств представить себе безопасные зимние дороги совершенно невозможно. Кроме того, реагенты

используются для очистки и многих других поверхностей, например, лестниц, тротуаров, пандусов и т.д.

Снежные валы, скапливающиеся вдоль дорог мешают проходу пешеходов по тротуарам. Также они мешают обзору и могут стать причиной дорожно – транспортных происшествий.

Также в нашей стране в качестве противогололёдного состава активно использует песко-соляную смесь.

Весной, когда весь снег тает, вдоль дорог остаются песчаные следы, которые очень сложно убрать.

В течение зимы снег вывозят из города и складировать на специальных полигонах. В снежных массах находится огромное количество песко-соляной смеси и бытового мусора. Так как полигоны не являются свалками, то в большинстве случаев на них не предусмотрено никакой очистки от мусора. На данных площадках снег лежит до весны, а затем начинает таять. Вместе с талыми водами в почву попадают все примеси, находящиеся в снеге.



Рисунок 50 – Полигон для снежных масс.

Выходом из сложившейся ситуации может стать использование стационарных пунктов переплавки снега.



Рисунок 51 – Снегоплавильный завод.

Снег с городских улиц вывозят на снегоплавильные заводы, где он в дальнейшем плавится и проходит первичную очистку от мусора, далее талые воды направляются в городскую систему канализации, где проходят вторичную очистку. Тем самым исключается попадание вредных примесей в почву.

Преимущества стационарных снегоплавильных заводов:

- 1) Высокая производительность.
- 2) Меньшее расстояние от места сбора до утилизации по сравнению с полигонами.
- 1) Сокращение расходов на топливо для грузовых автомобилей, транспортирующих снег.
- 2) Производится очистка снежных масс от мусора.

Недостатки:

- 1) Высокая стоимость оборудования.
- 2) Необходимость большой площади для строительства, а также передвижения транспортных средств.

Для городов – миллионников строительство стационарных снегоплавильных заводов является актуальным, но для небольших городов оно является слишком затратным.

Выходом из сложившейся ситуации может быть создание мобильных машин, способных подбирать и растапливать снежные массы автономно.

Снегоуборочный комбайн имеет меньшую производительность по сравнению со стационарными снегоплавильными заводами, но весь цикл утилизации снежных масс выполняется одной единицей техники. Нет необходимости в погрузчике. Тем самым обеспечивается удобство эксплуатации снегоуборочного комбайна.

Для плавления снежных масс используется сжиженный природный газ, который имеет меньшую стоимость по сравнению с дизельным топливом, а также бензином. Также природный газ более экологичен при сгорании.

Выводы:

Использование снегоуборочного комбайна для утилизации снежных масс с дорожного покрытия позволяет уменьшить попадание примесей, находящихся в снежных массах, в почву. Увеличить технологичность процесса утилизации снега. Также использование данного вида техники позволяет снизить расходы на утилизацию снега по сравнению с традиционным его складированием на полигонах. Уменьшается количество разнофункциональной техники для уборки снега, тем самым снижается нагрузка на транспортную сеть городов.

					<i>ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

6 Инструкция по эксплуатации снегоуборочного комбайна на базе Урал *Next*

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с конструкцией снегоуборочного комбайна на базе Урал *Next*, правилами его эксплуатации, технического обслуживания.

К эксплуатации и обслуживанию снегоуборочного комбайна должен допускаться только специально обученный персонал.

Снегоуборочный комбайн предназначен для подбора снежных масс с дорожного покрытия, их транспортировки в плавильный бункер с помощью шнекового питателя, а также плавления снежных масс внутри бункера, а также слива талой воды в городскую систему утилизации жидких бытовых отходов.

В конструкцию снегоуборочного комбайна могут вноситься изменения, связанные с его модернизацией, не отражённые в настоящей инструкции по эксплуатации.

Снегоуборочный комбайн выполняет следующие технологические операции:

- Подбор снежных масс с дорожного покрытия;
- Транспорт снежных масс в плавильный бункер;
- Плавление снежных масс;
- Утилизация жидких бытовых отходов в городскую систему канализации.

Снегоуборочный комбайн во время работы обслуживается одним оператором из кабины автомобиля.

Зажигание горелок осуществляется дистанционно из кабины водителя с помощью пьезоэлектрических элементов, что обеспечивает удобство для оператора.

Снегоуборочный комбайн может эксплуатироваться при температурах окружающей среды до минус 25 °С и относительной влажностью воздуха не более 80%.

Технические характеристики представлены в таблице 10:

					ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

Таблица 10 – Технические характеристики.

Базовое шасси	Урал <i>Next</i>
Колёсная формула	6х6
Рабочая скорость движения, км/ч	2-5
Полезный объём бункера, м ³	10
Количество отсеков бункера	2
Производительность плавления снега, м ³ /ч	30
Ширина захвата шнекороторной установки, м	2
Максимальная высота убираемого снега за один проход, м	0,5
Максимальная мощность нагревательной установки, МВт	1,1
Расход топлива нагревательной установкой, л	148
Время полного цикла работы комбайна, при температуре окружающей среды минус 15 С, ч	1
Количество газовых горелок	4

Продолжение таблицы 10

– длина	9600
– ширина	2480
– высота	3450
Полная масса, кг	22500
Гарантийный срок обслуживания, лет	2

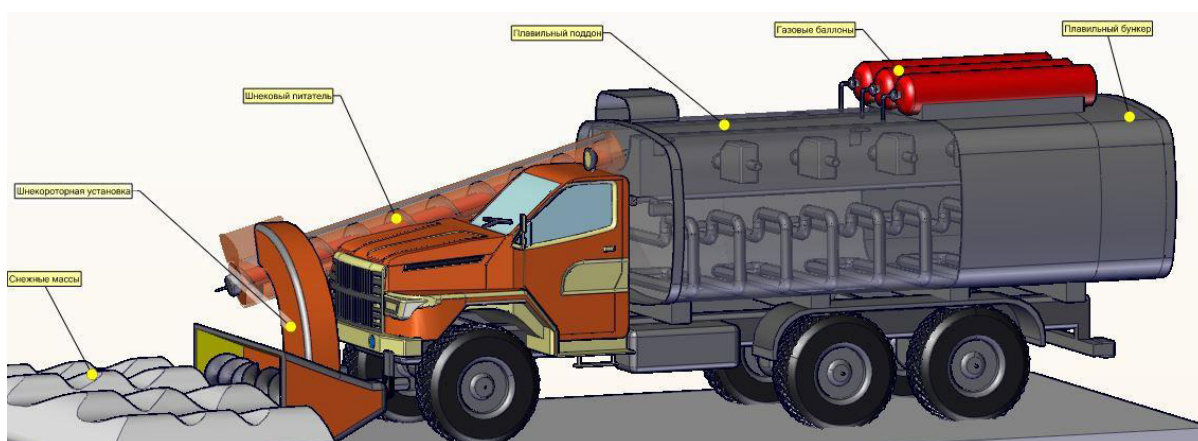


Рисунок 52 – Устройство снегоуборочного комбайна.

6.1 Применение и эксплуатация.

Ограничение по эксплуатации

Запрещается использование снегоуборочного комбайна с демонтированным или неисправным оборудованием.

Завод-изготовитель не несёт ответственность за безопасную эксплуатацию изделия при самовольном изменении конструкции, замены деталей на неоригинальные, нарушение техники безопасности при эксплуатации.

Общие меры безопасности:

Запрещается производить ремонт и техническое обслуживание снегоуборочного комбайна при работающем навесном оборудовании. При выполнении каких-либо работ по обслуживанию двигатель должен быть заглушен.

Запрещается нахождение посторонних лиц в кабине во время работы снегоуборочного комбайна.

Запрещается подходить ближе, чем на 5 метров к работающей шнекороторной установке.

При работе в условиях недостаточной видимости работы производить только с использованием светового оборудования.

Запрещается использование снегоуборочного комбайна при работе с абразивными материалами, такими как щебень, песок.

При работе шнекороторной установки скорость движения снегоуборочного комбайна не должна превышать 5 км/ч.

Запрещается слив талой воды из бункера на проезжую часть.

6.2 Меры предосторожности при подготовке к работе:

Подготовить к работе базовый автомобиль Урал *Next* согласно «Руководства по эксплуатации автомобиля Урал *Next*».

Ознакомиться со всеми надписями и табличками.

Проверить уровень жидкости в баке гидросистемы шнекороторной установки. Проверку производить при полностью втянутых гидроцилиндрах навесного оборудования. Визуально проконтролировать отсутствие подтёков.

При эксплуатации в зимний период применять масло марки ВМГЗ

Перед началом работы необходимо удостовериться в отсутствии посторонних предметов на рабочем оборудовании.

Перед началом работы шнекороторного подборщика необходим предварительный прогрев бункера в течение 5 – 10 минут.



Рисунок 53 – Панель управления.

6.3 Меры безопасности при эксплуатации оборудования

Перед пуском двигателя автомобиля необходимо убедиться в том, что селектор КПП находится в нейтральном положении.

Запрещается оставлять рабочее оборудование шнекороторной установки и шнекового питателя в работающем состоянии без надзора оператора.

Переключение рычагов необходимо выполнять только находясь только на водительском сиденье.

Во время движения по дорогам общего пользования шнекороторная установка должна находиться в верхнем транспортном положении.

Подготовка оборудования снегоуборочного комбайна к работе:

Перед началом работы произвести визуальный осмотр оборудования, проверить работу световых и сигнальных приборов, проверить резьбовые соединения. При необходимости устранить неисправности.

6.4 Обкатка оборудования

Обкатка базового автомобиля производится согласно «Руководству по эксплуатации автомобиля Урал *Next*»

Обкатка навесного оборудования шнекороторной установки производится по следующей программе:

- обкатка без нагрузки в течение 1 часа при частоте вращения коленчатого вала двигателя 1500-2000 об/мин;
- эксплуатация при 40% нагрузке в течение 2 часов;
- эксплуатация при 80% нагрузке в течение 4 часов.

При обкатке необходимо обратить внимание на посторонние шумы, возникающие при работе, а также подтекание жидкости из гидросистемы.

При вращении шнека питателя бункера не должно быть посторонних стуков, заеданий.

Задевание лопаток шнека за жёлоб питателя не допускается.

После завершения обкатки необходимо заменить масляный фильтр гидросистемы, а также устранить возникшие неисправности.

6.5 Управление и порядок работы навесного оборудования:

Управление рабочим органом шнекороторной установки – гидравлическое.

Включение привода вращения шнека осуществляется передвижением рычага управления шнекороторной установки в положений «влево». При этом происходит автоматическое опускание шнекороторной установки.

При заклинивании вала шнекороторной установки, либо шнекового питателя по причине попадания инородного предмета необходимо немедленно отключить привод шнека. Осуществить движение назад. Выйти из кабины и визуально проверить целостность оборудования. Дальнейшая работа возможна после соблюдения данных требований.

6.6 Техническое обслуживание

Мероприятия по техническому обслуживанию направлены на поддержание исправного состояния снегоуборочного комбайна.

При проведении технического обслуживания базовый автомобиль устанавливается на ручной тормоз, под колеса подкладываются башмаки, двигатель должен быть заглушен.

Техническое обслуживание должно проводиться на сертифицированных станциях технического обслуживания и квалифицированным персоналом.

При несоблюдении интервалов технического обслуживания и использовании неоригинальных деталей, завод-изготовитель не несёт гарантийные обязательства.

Перед выполнением технического обслуживания необходимо очистить узлы комбайна от загрязнений.

Утилизация технологических жидкостей производится согласно ГОСТ 21046.

Периодичность обслуживания навесного оборудования комбайна представлена в таблице 10.

Таблица 11 – Периодичность технического обслуживания.

Периодичность обслуживания	Интервал
Техническое обслуживание №1	через 30 моточасов
Техническое обслуживание №2	через 80 моточасов
Техническое обслуживание №3	через 200 моточасов
Сезонное техническое обслуживание	через 6 месяцев

Таблица 12 – Операции технического обслуживания.

Содержание работ	Технические требования	Приспособления, инструменты и материалы
Ежесменное техническое обслуживание (ЕТО)		
Произвести внешний осмотр. Обнаруженные неисправности устранить	Соответствие КД	---
Проверить герметичность гидросистемы	Подтекания рабочей жидкости в местах соединений и по штокам гидроцилиндров не допускается	Набор ключей
Техническое обслуживание №1		
Очистить оборудование	---	Ветошь
Выполнить операции ЕТО	См. выше	Набор ключей
Выполнить смазочные работы	Смазку подавать до появления ее из зазоров	Солидолонагнетатель
Произвести внешний осмотр резьбовых соединений	Ослабленные соединения должны быть подтянуты	Набор ключей

Продолжение таблицы 12

Техническое обслуживание №2		
Выполнить операции ТО №1	См. выше	Набор ключей, со- лидолонагнетатель
Произвести внешний осмотр рукавов высокого давления	Контакт рукавов друг с другом кроме мест их крепления не допускается; отсутствие повреждений, течей	Набор ключей
Проверить состояние режущих кромок шнеков	Деформация и износ наплавки до основного металла не допускается	Выполнить наплавку или ремонт режущих кромок шнеков
Проверить состояние лопастей ротора, при необходимости выполнить ремонт или замену.	Повышенная деформация и износ не допускаются	После замены или ремонта необходимо выполнить балансировкуротора.
Техническое обслуживание №3		
Выполнить операции ТО №2	См. выше	Солидолонагнетатель
Произвести внешний осмотр оборудования	Трещины и деформации металла не допускаются	Сварочное оборудование.

Продолжение таблицы 12

Произвести внешний осмотр штоков и грязесъемников гидроцилиндров.	Трещины, выдавливание наружу грязесъемников не допускается.	Заменить цилиндр или отремонтировать в мастерской
Произвести покраску мест с поврежденным покрытием	Отсутствие повреждения лакокрасочного покрытия	
Произвести замену фильтроэлемента и рабочей жидкости гидросистемы, промыть гидробак навесного оборудования.	Согласно "Паспорту и Руководству по эксплуатации ".	
Сезонное техническое обслуживание		
Выполнить операции очередного ТО.	См. выше	Набор ключей, со-лидолонагнетатель
Выполнить операции соответствующие сезонному ТО Урал <i>Next</i>	Согласно «Руководству по эксплуатации Урал <i>Next</i> »	Набор ключей, со-лидолонагнетатель
Очистка бункера от мусора, осмотр бункера наличие неисправностей	Трещины и деформации металла не допускаются	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения дипломного проекта были проработаны следующие вопросы:

В результате патентного-информационного поиска были выявлены технические решения, которые могли бы лечь в основу снегоуборочного комбайна. Было установлено, что снегоуборочный комбайн обладает патентной чистотой в нашей стране.

В конструкторской части произведены расчёты параметров шнекороторной установки, шнекового питателя бункера, мощности нагревательной установки, определены тепловые потери бункера, а также проведён его прочностной расчет. Выполнен расчёт коробки отбора мощности.

В технологической части дипломного проекта разработан технологический процесс изготовления плавильного поддона, выполнен анализ технологичности конструкции, разработаны основные технологические операции изготовления фланца, определены режимы резания.

В экологическом разделе дипломного проекта определены основные причины загрязнения снежных масс, методы их утилизации, а также описан эффект от использования снегоуборочного комбайна.

В разделе "Инструкция по эксплуатации" описаны технические характеристики снегоуборочного комбайна, правила пользования, а также рекомендации по настройке агрегатов и техническому обслуживанию.

Цель дипломного проекта достигнута, поставленные задачи выполнены.

					<i>ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Список используемой литературы

1. Перчаткин, Ю.В., Твердохлебов, В.А., Щурин, К.В. «Снегоплавильный комплекс на базе коммунальных машин. Прогрессивные технологии в транспортных системах» [Текст]: материалы 11-й Науч.-практ. конф. – Оренбург, 2013.

2. Сарилов М.Ю., Шатохин В.И.. «Расчёт шнековых механизмов: методические указания к практическим работам по дисциплинам «Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли» и «Конструирование и расчёт машин и аппаратов отрасли» [Текст]/ сост. : М.Ю. Сарилов, В.И. Шатохин. – Комсомольск-на-Амуре :ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2015. – 12 с.

3. Н. Т. Сурашов, М. И. Гудович, Л. Д. Мукиева. Расчет винтовых конвейеров. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Подъемно-транспортные машины» для специальности 5В071300 «Транспорт, транспортная техника и технологии». – Алматы: КазНТУ им. К. И. Сатпаева, 2014. – С. 1–32.

4. Александров, Н.В., Яшкин, А.Я. Курс общей физики. Механика. М.: Просвещение, 1978

5. Пантелеев, В.Ф. Расчёты деталей машин: Учеб. Пособие, Пенза: ПГУ, 1998-75с.

6. Горбацевич, А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – 4-е изд., перераб. и доп.–Минск.: Высшая школа. 1983 – 256

7. Болдырев, А.М. , Орлов А.С. Сварочные работы в строительстве и основы технологии металлов: Учебник, М.: Изд-во АСВ, 1994.-432 с.

8. Гевко, Б.М. Технология изготовления спиралей шнеков.– Львов: Вища школа, 1986. – 128 с.

9. Ануриев, В.И./ Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х томах. Том 2 – 5-е издание, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980 – 559 с.

					<i>ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

10. Болдырев, А.М. , Орлов А.С. Сварочные работы в строительстве и основы технологии металлов: Учебник, М.: Изд-во АСВ, 1994.-432 с.

11. Белов, С.В., Ильницкая, А.В. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для студентов ВУЗов. 3-е изд., исп. - М.: Высш.шк., 2001 - 490 с.

9. Дунаев, П.Ф., Леликов, О.П. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. Пособие для техн. Спец. ВУЗов. 6-е изд., исп. – М.: Высш. шк., 2000 – 447 с.

10. Журналы «Автомобильный транспорт», «Автомобильная промышленность», «За Рулем» за 2006-2018 гг.

11. Конструирование и расчет автомобиля / П.П. Лукин, Г.А. Гаспарянц, В.Ф. Родионов. – М.: Машиностроение, 1984 – 376 с.

12. Костин, И.М., Фасхиев Х.А. Применение метода денежных потоков при оценке экономической эффективности грузовых автомобилей // Машиностроитель. –2002. – №2. – С. 2-10.

13. Режимы резания металлов: Справочник / Под. ред. Ю.В. Бароновского – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение. 1972 – 408 с.

14. Технология машиностроения (специальная часть) / А.А. Гусев, Е.Р. Ковальчук, И.М. Колесов и др. – М.: Машиностроение, 1986 – 480 с.

15. Цитович, И.С., Каноник И.В., Вавуло В.А. «Трансмиссии автомобилей».

16. Чекмарев А.А., Осипов В.К. Справочник по машиностроительному черчению.-2-е изд., перераб. М: Высш. шк., Изд. центр «Академия», 2001 – 493 с

17. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного. На работы, выполняемые на металлорежущих станках. Среднесерийное и крупносерийное производство. Москва. 1984 г.

18. Основы конструкции автомобиля под редакцией журнала “За рулем”

19. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта [Текс]. – М. : Транспорт, 1986.

					ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

20. Салов, А.И. Охрана труда в автотранспортных предприятиях А.И. Салов. – М.: Транспорт, 1985. – 246 с.

21. Самойлов, Е.И. Сопротивление материалов [Текст]. Справочник пособие./ Е.И. Самойлов – М: Высшая школа, 1986.

22. Семёнова И.Г. Справочник и нормативные материалы по автомобильному транспорту [Текст] / Под. ред. И.Г. Семёнова, А.Ф. Лоторева, В.П. Петровой – К.: Техника, 1991. – 351 с.

23. Скрыбин, В.А. Технологическая документация на единичные процессы изготовления изделий в автоматизированном производстве [Текст]: Учебное пособие / В.А. Скрыбин, А.Г. Схиртладзе, В.О. Соколов и др. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. техн. ун-та. 1995. – 250 с.: ил. 9, библиогр. 33 назв.

24. Табель технологического оборудования и специализированного инструмента для АТП, АТО и БЦТО – М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1983.

25. Уханов, А.П. Теория автомобиля в упражнениях и задачах: Учебное пособие для вузов / А.П. Уханов, И.И. Артёмов, О.Ф. Пшеничный; под общ. ред. А.П. Уханова. – Пенза: Информационно-издательский центр Пенз. гос. ун-та, 2002. – 278 с.

26. Шадричев В.А. Основы технологии автостроения и ремонт автомобилей [Текст]. Учебник для вузов./ В.А. Шадричев – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1985. – 325 с.

					<i>ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приложение А

					<i>ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приложение Б

					<i>ПГУ 1.1-10.23.05.010.001 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Структура дипломного проекта

Повышение производительности снегоуборочного комбайна на базе "Урал - Next" путём модернизации устройств подбора и плавления снега.

Введение

*Основная
часть*

Заключение

Патентный поиск

*Анализ снегоуборочных
комбайнов*

*Конструкторская
часть*

*Расчет агрегата
подбора
и подачи снега*

*Расчет
мощности
нагревательной установки*

*Расчет тепловых
потерь дункера*

*Описание конструктивных
особенностей*

*Технологическая
часть*

*Анализ
технологичности
конструкции детали*

*Определение типа
производства*

*Выбор заготовки.
Определение размеров*

*Разработка технологии
производства плавильного
поддона*

*Определение влияния
на экологию*

*Причины загрязнения
снежных масс*

*Методы утилизации
снежных масс*

*Эффект от применения
снегоуборочного комбайна*

*Инструкция по эксплуатации
снегоуборочного комбайна*

*Описание технических
характеристик, правила пользования*

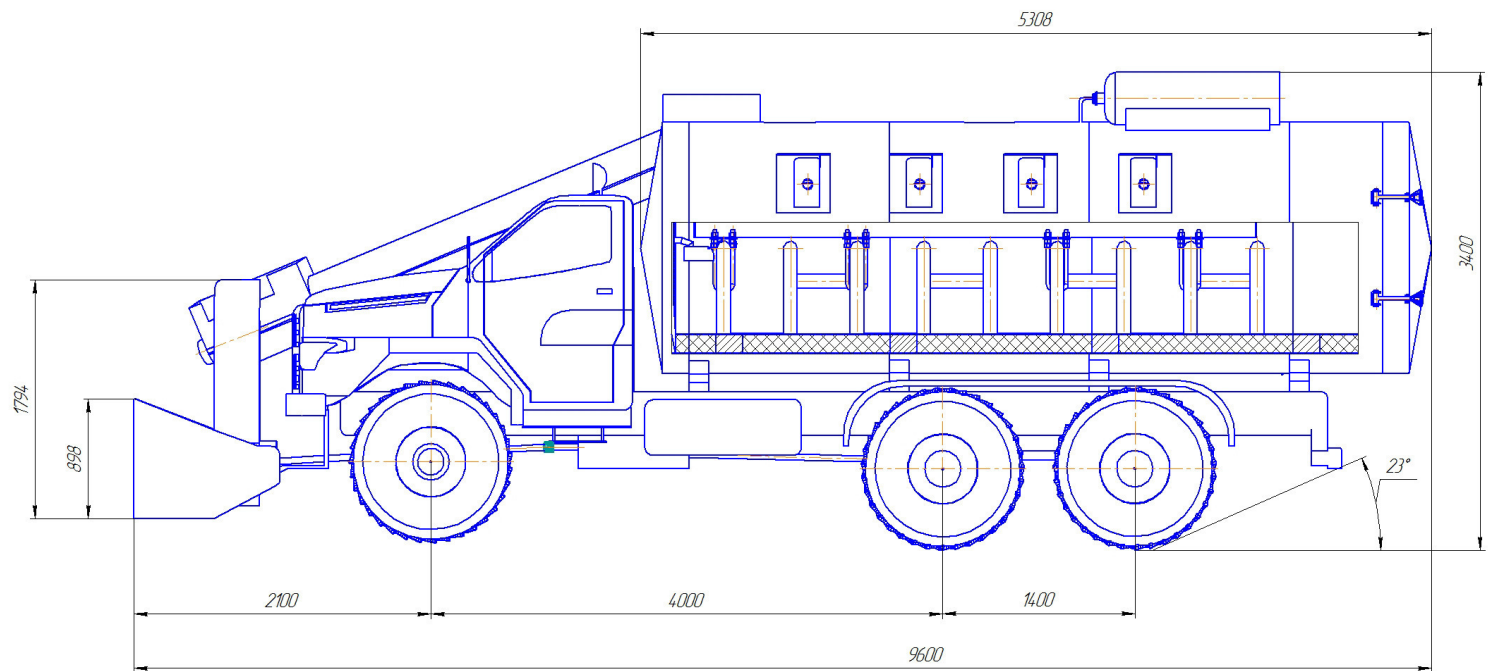
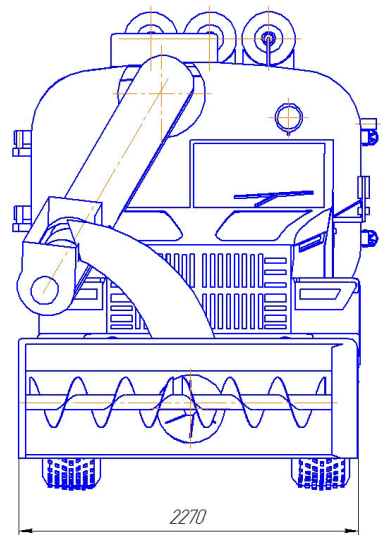
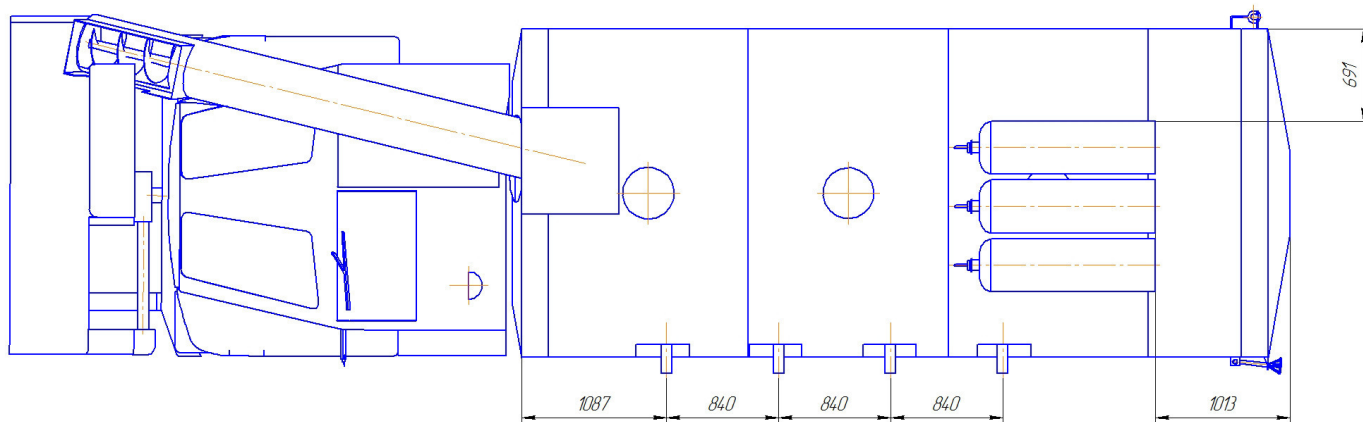
*Рекомендации по настройке,
обслуживанию*

Выполнил
Руководитель

Ортин
Войнов

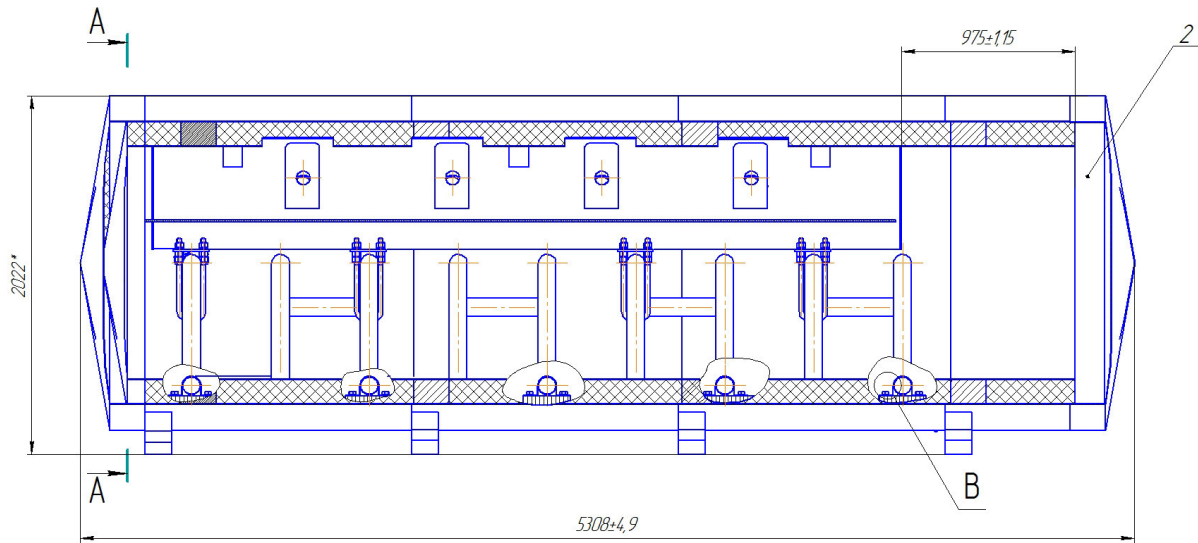
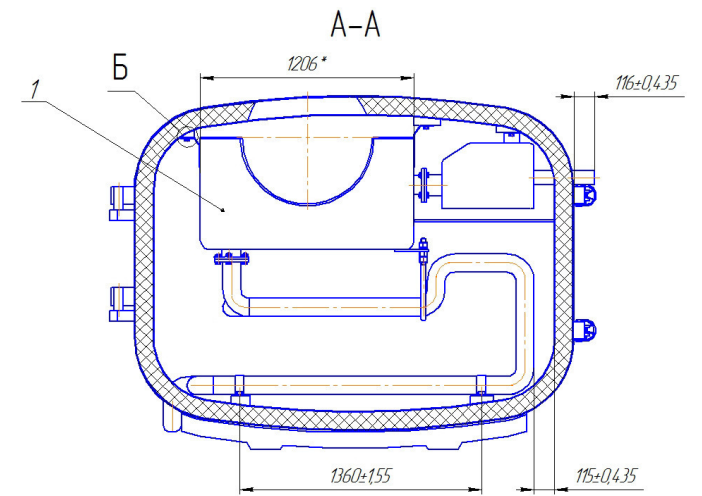
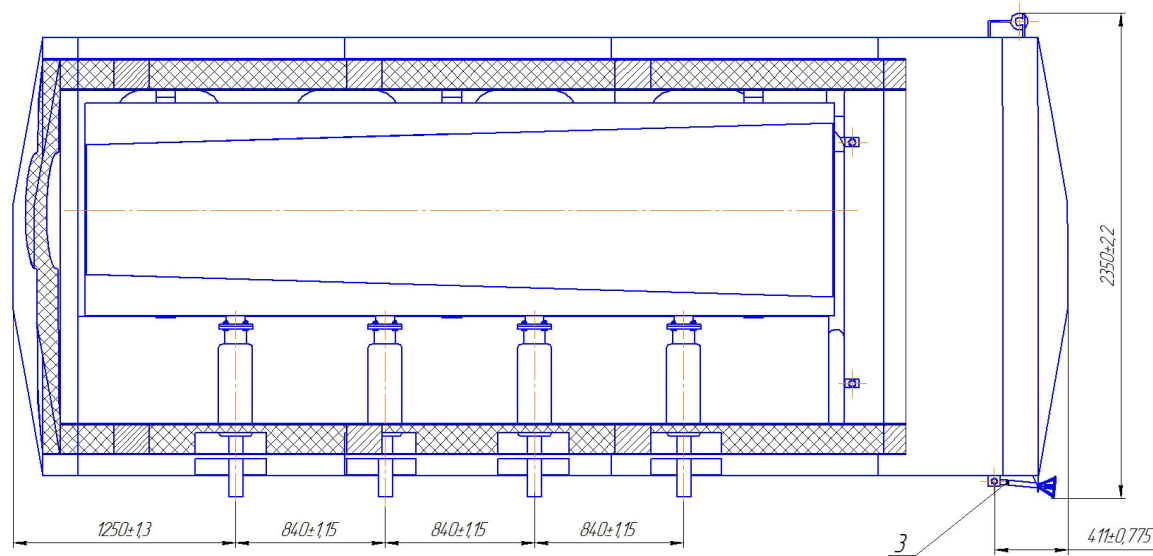
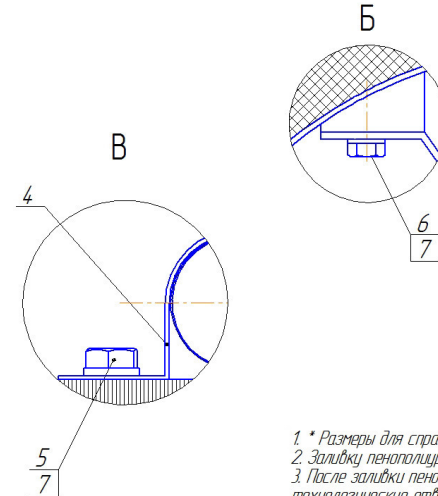
Каф. "ТМ"
гр. БЭМН1

Название патента	Описание патента	Схема и обозначение
<p>Патент № 57296 Снегоударочный камбайн</p> <p>Автор(ы): Кургузов Вячеслав Николаевич (RU), Ворошилов Николай Александрович (RU), Пузенцов Георгий Васильевич (RU)</p>	<p>Устройство для уборки снега, содержащее самоходный погрузчик снега, транспортную плавильную емкость с загрузочным и выгрузочным приспособлениями и нагревательными элементами, отличающееся тем, что в качестве нагревательных элементов использованы электрические низковольтные пластиковые трудячие нагреватели на основе углеродных материалов.</p> <p>Преимущества: 1. Высокая производительность 2. Отсутствие выхлопных газов от нагревательной установки</p> <p>Недостатки: 1. Большие габаритные размеры 2. Высокие затраты на электроэнергию</p>	
<p>Патент № 2195526 Снеготаялка</p> <p>Автор(ы): Сухолитко В.А.</p>	<p>Изобретение относится к средствам очистки дорожных покрытий от снега. Снеготаялка содержит самоходное шасси, на котором размещены шнековый питатель, транспортер, датчики с топливом, кузов. В кузове установлен водосборник со сливным патрубком. Внутри водосборника размещены горелки, соединенные гибкими шлангами с топливной магистралью и жестко соединенные с поплавками. На внутренней поверхности водосборника смонтированы направляющие, по которым перемещаются горелки. При этом кузов водосборника и направляющие выполнены в виде коаксиальных цилиндров. Технический результат – повышение надежности работы снеготаялки.</p> <p>Преимущества: 1. Высокая надежность 2. Маневренность</p> <p>Недостатки: 1. Сложная схема нагревательной установки 2. Отсутствие устройства для очистки талых вод от мусора</p>	<p>1 – самоходное шасси; 2 – шнековый подпорщик; 3 – шнековый питатель; 4 – кузов; 5 – теплоизоляция; 6 – направляющие; 7 – датчики с топливом; 8 – топливная магистраль; 12 – горелки; 13 – сливной трубопровод; 14 – водосборник</p>
<p>Патент № 2585064 Снегоплавильная машина</p> <p>Автор(ы): Исайчев В.Т. (RU)</p>	<p>Снегоплавильная машина, содержащая ванну с решеткой в верхней части для приема и плавления снежной массы и отверстием для слива талой воды, горелки, газовые датчики с регулятором давления, газопроводом и запальником, отличающаяся тем, что на дне ванны снизу по его длине параллельно его горизонтальнопродольной оси симметрии установлены вертикально перегородки, через один проем между которыми установлены газовые горелки с электрическим запальником, а в проемах между указанными перегородками без газовых горелок в дне ванны по его длине имеются прорези и под этим дном ванны ниже газовых горелок расположена камера для талой воды со сливным отверстием.</p> <p>Преимущества: 1. Низкая стоимость плавления 2. Высокая производительность</p> <p>Недостатки: 1. Необходимость транспортировки снежных масс к месту установки снегоплавильной машины 2. Необходимость дополнительной единицы техники</p>	<p>1 – ванна; 2 – решетка; 3 – газовые горелки; 4 – кран; 5 – редуктор; 6 – газовые датчики; 7 – камера для талой воды; 8 – сливное отверстие; 9 – перегородки; 10 – нижняя стенка; 11 – рама</p>
<p>Патент № 78813 Мобильная снеготаялка</p> <p>Автор(ы): Козлов Геннадий Андреевич (RU), Жабаранков Андрей Владимирович (RU), Телушкин Александр Владимирович (RU), Беркобин Анатолий Юрьевич (RU), Жигачев Юрий Владиславович (RU), Водиченко Василий Васильевич (RU), Девяного Вадим Юрьевич (RU), Ашурова Нина Александровна (RU)</p>	<p>Мобильная снеготаялка производительностью не менее 60 м³/ч, включающая ванну для плавления снежной массы со смонтированными на ней оборудованием в виде горелки, топливного насоса и вентилятора, которая размещена в плавильном корпусе, отличающаяся тем, что корпус с возможностью установки и снятия помещен на серийное выпускаемое автомобильное шасси повышенной грузоподъемности и мощности типа МАЗ, КАМАЗ и др., оборудованном платформой с подъемным устройством типа «мультилифт», при этом корпус снабжен присоединительными элементами в виде монтажной петли, смонтированной на передней торцевой части корпуса, и катками, установленными на днище корпуса.</p> <p>Преимущества: 1. Возможность установки на серийное шасси 2. Многофункциональность</p> <p>Недостатки: 1. Малая производительность 2. Низкая надежность и сложность конструкции подъемного механизма</p>	<p>8 – подъемное устройство типа "мультилифт"; 11 – катки, установленные на днище корпуса</p>



- Технические характеристики
1. Базовое шасси – Урал Next.
 2. Колесная формула – 6х6.
 3. Рабочая скорость движения, км/ч – 5 км/ч.
 4. Полезный объем бункера, м³ – 20.
 5. Количество отсеков бункера, шт. – 2.
 6. Производительность плавления снега, м³ – 30.
 7. Ширина захвата шинкараторной установки, м – 2.
 8. Максимальная высота удараемого снега за один проход, м – 0,5.
 9. Максимальная мощность нагревательной установки, МВт – 11.
 10. Расход топлива нагревательной установкой, л – 14,8.
 11. Количество газовых горелок, шт. – 4.

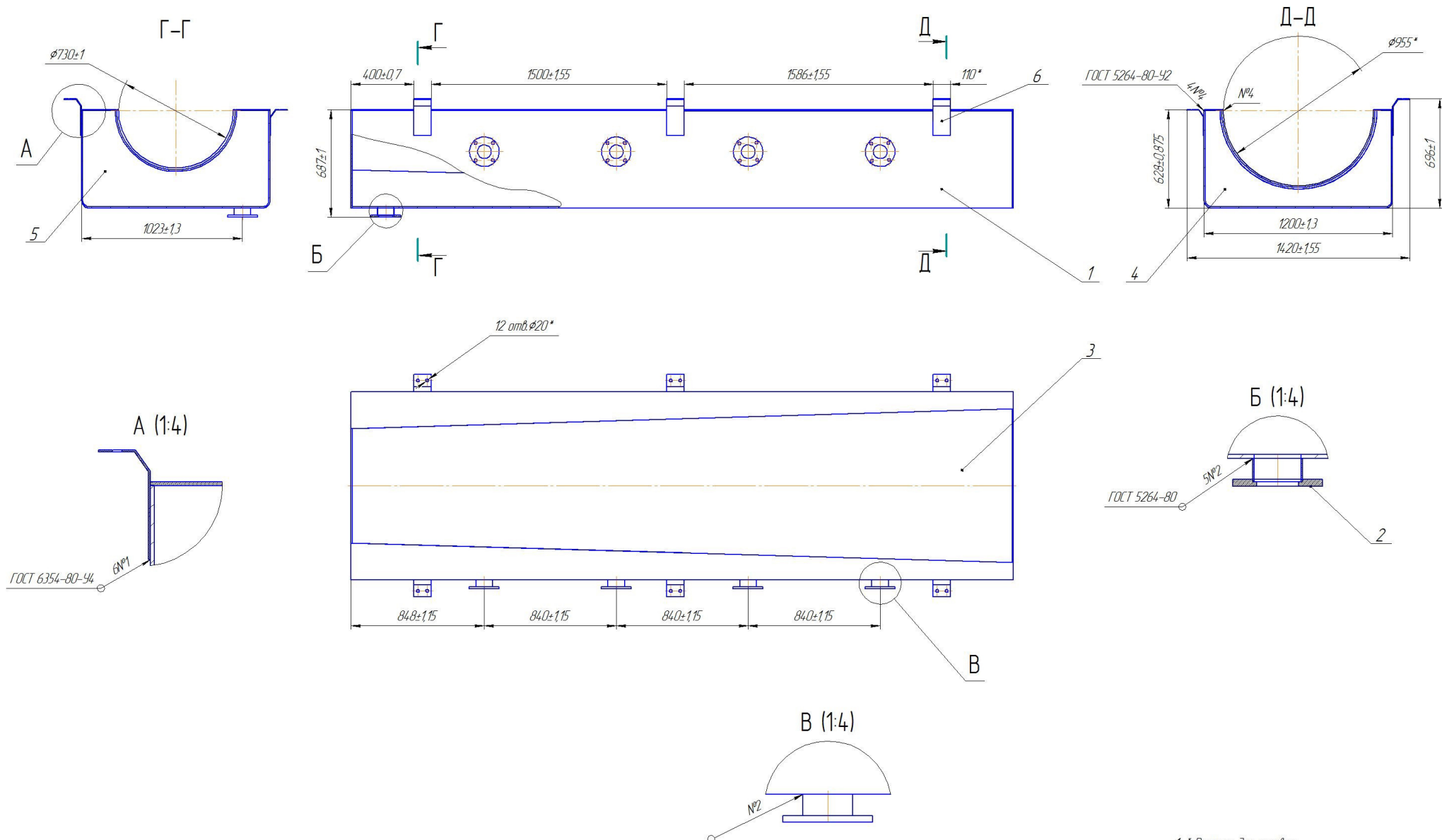
ПГУ 11-10.23.05.01010.002 ВО						Лист			Масса	Масштаб
Снегоудборочный комбайн						Д/Л			9500	1:20
на базе "Урал Next"						Лист			1	
Изм.	Лист	№ докум.	Год	Лист		Разраб.	Оформ.		Каф. "ТМ"	
Проб.	Войнов					Проб.	Войнов		гр. 13МН1	
Технот.						Начальн.	Ведущий		Формат	A1
Упр.						Упр.	Сотр.			



1. * Размеры для справок.
2. Заливку пенополиуретана производить после окраски цистерны.
3. После заливки пенополиуретана установить заглушки на технологические отверстия для заливки.
4. Толщина лакокрасочного покрытия цистерны в сухом виде 40-60 мкм.
5. После сборки проверить герметичность цистерны путем заполнения 2/3 ее объема водой.

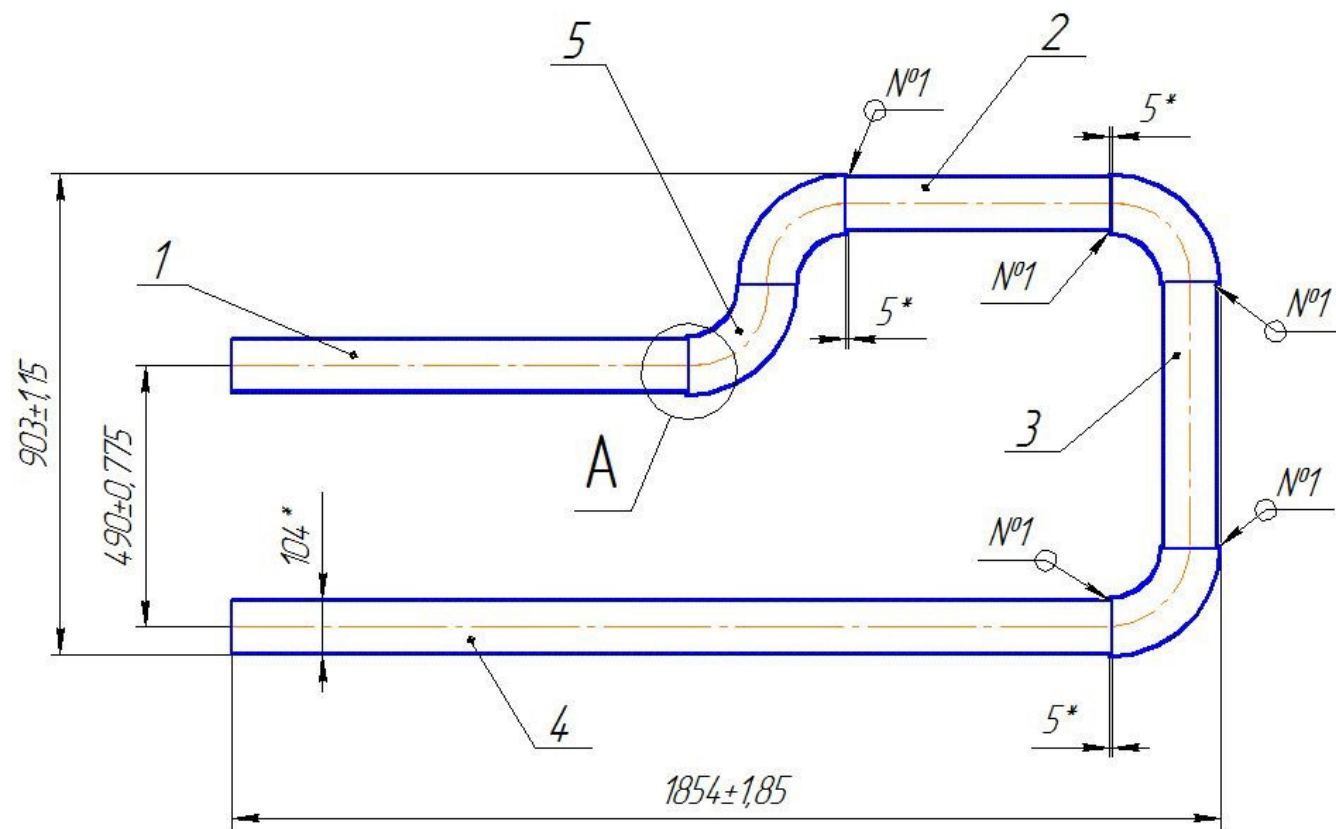
ПГУ 11-10.23.05.01.010.001 СБ					
Цистерна					
Изм. Лист	№ докум.	Лист	Листов	Масса	Масштаб
Разраб.	Оформл.	1450	120		
Проб.	Вариант				
Контр.					
Исполн.	Введенский				
Упр.	Солтман				

					ПГУ 11-10.23.05.01.010.001-01 СБ			
Имя	Адрес	№ докум.	Подп.	Дата	Установка правильная	А/м	Пасса	Мастера
Резерв	Оргтех	Восстанов				1/11	523	112
Пробл	Восстанов					А/м	А/м	?
Пробл								
Пробл								
Имя	Адрес	Восстанов	Сотрудн			Кодф. "ТМ" з/б. 13МН1		



1. * Размеры для справок.
2. Вмятины на корпусе поддона не допускаются.
3. После сборки проверить на герметичность путем заполнения 2/3 объема поддона водой.

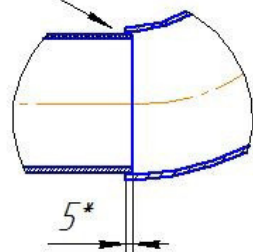
				ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001-01-07СБ			
				Поддон плавильный			
№ докум.		Лист	Листов				
Изм.	Исх.						
Разработ.	Органи.						
Проект.	Водитель.						
Исполн.				Изм.	Масса	Масштаб	
				1	637 кг	1:12	
				Лист	Листов	?	
Исполн.		Введенский		Коп. "ИМ"			
Дата				ар. 13 МН1			
				Коробочка			



A (1:4)

ГОСТ 16037-80

5N⁰¹



1. *Размеры для справок.
2. На наружные поверхности нанести антикоррозионное покрытие "Zinga" фирмы "ZingaMetall" толщиной сухого слоя 80-150 мкм.

ПГУ 1.1-10.23.05.01.01.004 СБ					Лит.			Масса	Масштаб
Секция нагревательной установки								35	1:10
					Лист			Листов	1
								Каф. "ТМ"	
								гр. 13МН1	
								Формат А3	

Копировал

Формат А3

Перед. примен

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № ауд.

Взам. инд. №

Подп. и дата

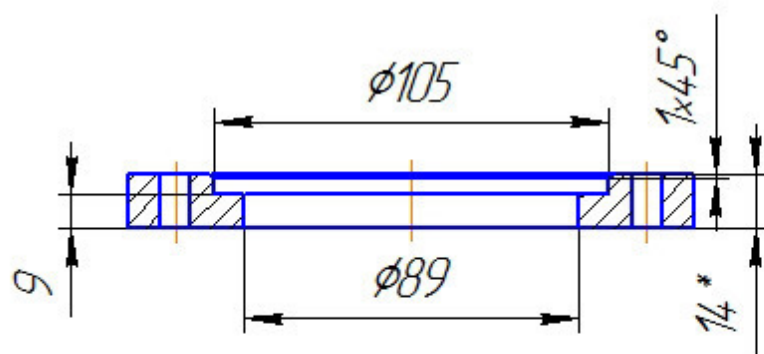
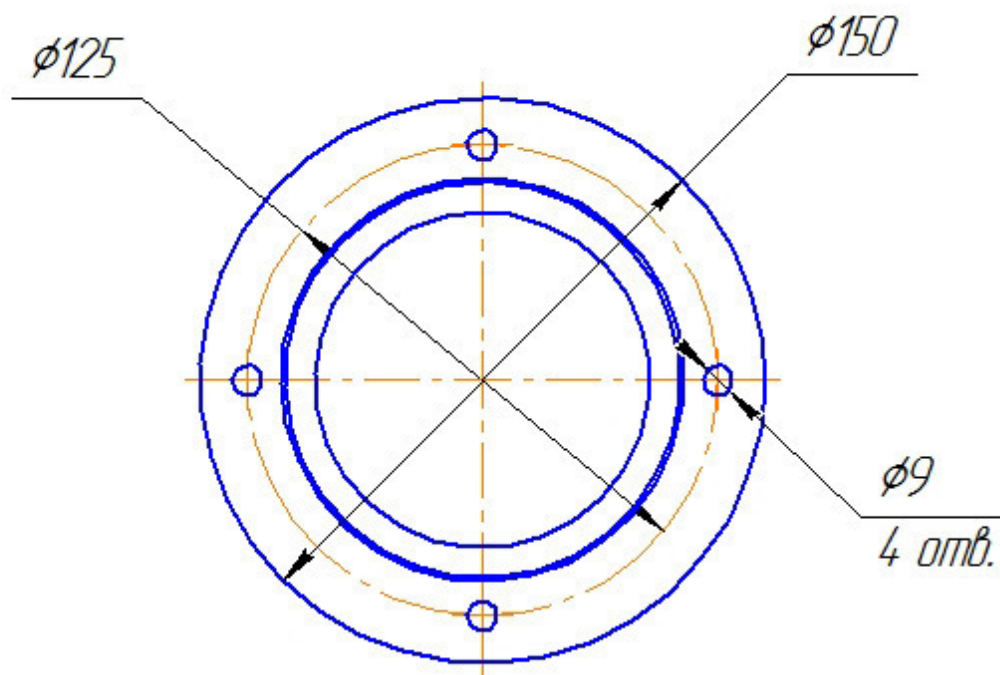
Инд. № подл.

ПГУ 1.1-10.23.05.01.01.004 СБ

Справ. №	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; float: right; text-align: right;"> ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001 </div> <div style="clear: both;"></div>				$\sqrt{Ra6,3 (\sqrt{1})}$				
Подп. и дата									
Взам. инв. №					<p>1. * Размеры для справок.</p> <p>2. Общие допуски по ГОСТ 30893.1: H14; h14; IT14/2.</p>				
Инв. № подл.					<p>ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001</p>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<p>Стенка передняя</p>		Лит.	Масса	Масштаб
							Д	П	18
					<p>Лист Б-ПН-3х1000х2000 ГОСТ 19281-89</p> <p>15Х25Т ГОСТ 14637 - 89</p>		Листов 1		
							Каф. "ТМ"		
					<p>Лист 15Х25Т ГОСТ 14637 - 89</p>		гр. 13МН1		
							Формат А4		

ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001.002

✓ Ra 6,3



1. * Размер для справок.
2. Общие допуски по ГОСТ 30893.1: H14; h14; IT14/2.

ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001.002

Фланец

Лит.	Масса	Масштаб
Д П	1,13	1:2
Лист	Листов	1

Лист Б-ПН-14х1000х2000 ГОСТ 19281-89
15Х25Т ГОСТ 14637-89

Каф. "ТМ"
гр. 13МН1

Копировал

Формат А4

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Изм. № докум.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Офтин			
Пров.	Воинов			
Т.контр.				
Н.контр.	Лебединский			
Утв.	Салмин			

Приложение В

					<i>ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Копировал

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
						Документация				
					ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001-01 СБ	Сборочный чертёж				
						Сборочные единицы				
Справ. №	A1		1	ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001-01-01 СБ	Поддон плавильный	1				
	A1		2	ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001-01-02 СБ	Коллектор воздушный	1				
					Детали					
	A4		3	ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001-01-03	Скоба	4				
	A4		4	ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001-01-04	Прокладка	1				
	A4		5	ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001-01-05	Прокладка	1				
						Стандартные изделия				
			6		Болт М18-6dх40 ГОСТ 7805-70	20				
			7		Гайка М18-6Н ГОСТ 5927-70	16				
			8		Гайка М18-6Н ГОСТ 5919-73	4				
			9		Гайка М27-6Н ГОСТ 5927-70	24				
			10		Шайба 18 ГОСТ 6402-70	20				
			11		Шайба 27 ГОСТ 6402-70	8				
			12		Шплинт 2,5х45,4 ГОСТ 397-79	4				
						Прочие изделия				
			13		Горелка Riello RS 34/MMZ 150/400	4				
					ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.001-01 СП					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Установка плавильная			Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Офтин							Д\П		1
Пров.	Войнов									
Н.контр.	Лебединский							Каф. ТМ		
Утв.	Салмин							гр. 13МН1		

[illegible]

Перв. примен.		Формат	Зана	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						Документация			
		A3			ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.004 СБ	Сборочный чертёж			
						Детали			
Справ. №	A4	1	ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.004-01	Труба	1				
	A4	2	ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.004-02	Труба	1				
	A4	3	ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.004-03	Труба	1				
	A4	4	ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.004-04	Труба	1				
						Прочие изделия			
		5			Отвод 90-114,3x3,6 ГОСТ 17375-2001	1			
Подп. и дата									
Взам. инв. №									
Инв. № дцкл.									
Подп. и дата									
Инв. № подл.									
Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Дата		ПГУ 1.1-10.23.05.01.010.004 СП	
Разраб.		Офтин		В				Лит.	
Пров.		Вайнов		В				Лист	
Н.контр.		Лебединский		В				Листов	
Утв.		Салмин		В				1	
Секция нагревательной установки							Каф. ТМ гр. 13МН1		

Копировал

Формат А4