

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Разработка легкового малогабаритного фрезерно-роторного оборудования
на шасси универсальной коммунальной машины

Обучающийся

К.Д. Макаев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент А.С. Тизилов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.В. Бобровский

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

И.Ю. Усатова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Аннотация

Дипломный проект выполнен на тему: «Разработка легкосъёмного малогабаритного фрезерно-роторного оборудования на шасси универсальной коммунальной машины».

Цель проекта заключается в разработке передового и универсального оборудования для уборочных работ, который будет легко устанавливаться и сниматься с шасси универсальной коммунальной машины. Создание малогабаритного фрезерно-роторного оборудования позволит эффективно проводить различные работы по благоустройству территории, дорожному строительству и другие виды работ. Такой подход обеспечит экономию времени и ресурсов при выполнении задач коммунального обслуживания. Устройство будет компактным, но при этом функциональным и удобным в использовании, что поможет повысить эффективность и качество проводимых работ.

Пояснительная записка содержит шесть разделов, введение и заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложения, всего 91 страница с приложениями.

Графическая часть состоит из 10 листов формата А1. Выполненный дипломный проект полностью соответствует утвержденному заданию.

В первом разделе выполнен обзор моделей снегоочистителей, анализ патентных источников, обоснование проектной разработки.

Во втором разделе выполнен конструкторский расчет малогабаритного фрезерно-роторного оборудования.

В третьем разделе выбран, обоснован и составлен технологический процесс сборки.

В четвертом разделе рассмотрены вопросы безопасности и экологичности проекта, разработаны меры и мероприятия по обеспечению безопасности и экологичности объекта дипломного проекта.

В пятом разделе определена экономическая эффективность проекта.

Abstract

The title of the graduation project is: «The development of easily removable, small-sized milling and rotary equipment on the chassis of a universal utility vehicle.

The graduation project consists of: an introduction, 6 general parts, a conclusion, a list of references, appendices and a graphic part on 10 A1 sheets.

The mechanization of a road repair and maintenance processes plays an important role in ensuring road safety in winter. One of the key aspects of this mechanization is the use of snowplows and snow removal equipment.

The key issue of the graduation project is the development of easily removable, small-sized milling and rotary equipment on the chassis of a universal utility vehicle.

The aim of the project is the development of easily removable, small-sized milling and rotary equipment on the chassis of a universal utility vehicle.

The graduation project may be divided into several logically connected parts, which are: types of snowplows, review and analysis of a patent sources, justification of a design development; the design calculations of the milling and rotary equipment on the chassis of a universal utility vehicle; the determination of the organizational form of assembly, its technological process and labor intensity; the analysis of the safety and environmental friendliness of the project; the calculation of the economic efficiency of the project.

In conclusion we would like to stress that this machine allows you to clear sidewalks and the snow bank formed at the edge of the roadway after cleaning with snow plows by throwing it onto the lawn between the road and the sidewalk.

Содержание

Введение	5
1 Состояние вопроса	7
1.1 Виды снегоочистительных машин	7
1.2 Обзор и анализ патентных источников	14
1.3 Обоснование проектной разработки	19
2 Конструкторская часть.....	22
2.1 Определение основных кинематических характеристик	24
2.2 Выбор гидроагрегатов.....	29
2.3 Расчет оборудования для проведения противогололедной обработки .	30
2.4 Энергетический расчет.....	32
2.5 Определение баланса мощности.....	35
2.6 Прочностной расчет болтовых и шпоночных соединений	36
2.7 Расчет производительности	39
3 Технологический раздел	42
3.1 Обоснование выбора технологического процесса.....	42
3.2 Разработка технологического процесса сборки.....	47
4 Производственная и экологическая безопасность проекта.....	53
4.1 Описание технологического процесса сборки легкового оборудования на шасси коммунальной машины.....	54
4.2 Идентификация профессиональных рисков	55
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	57
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	63
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса	66
5 Экономическая эффективность проекта	70
Заключение	82
Список используемой литературы и используемых источников	83
Приложение А Спецификации	87

Введение

Одной из важнейших задач благоустройства современного города является содержание улиц, площадей и других мест общего пользования в чистоте (в соответствии с санитарными нормами) и в состоянии, отвечающим требованиям бесперебойного и безаварийного движения автотранспорта, путем их регулярной уборки летом и зимой.

«Уборка городских дорог и комплекс условий, которых она осуществляется, представляет собой сложный процесс взаимодействия уборочной техники с загрязнениями, снегом, льдом, а также с дорожными покрытиями и другими элементами дорожного благоустройства. Характер этого взаимодействия в значительной мере определяется планировкой дорожной сети и городской застройки, наличием полос дорожных зеленых насаждений, состоянием системы ливневой канализации и других элементов инженерного благоустройства дорог, а также параметрами дорожного движения и климатическими условиями» [4].

Также очистка города от снега требует значительных затрат как на техническое оборудование, так и на оплату труда сотрудников, занятых в этом процессе. Экономика города страдает от перебоев в движении транспорта и задержек в доставке товаров, что негативно сказывается на бизнесе и жизни горожан.

Снегопады и обильные осадки могут серьезно затруднить движение на дорогах и создать опасные условия для водителей. Особенность зимней уборки города заключается в том, что снег и наледь могут быстро накапливаться и превращаться в опасные препятствия для пешеходов и автомобилей. Поэтому важно иметь в распоряжении современное оборудование, способное эффективно справляться с такими условиями.

Снегоочистители и снегоуборочная техника представляют собой специализированные машины, оснащенные широкими щетками и лопатами, способными быстро и эффективно очищать улицы от снега и наледи. Эти

машины могут быть как самоходными, так и прицепными, что позволяет проводить уборку как на узких улицах, так и на широких дорогах.

Основное преимущество снегоочистителей и снегоуборочной техники заключается в их высокой производительности и мобильности. Они способны быстро освободить улицы от снега и наледи, что позволяет обеспечить нормальное движение транспорта и безопасность горожан.

«Важнейшим условием качественного выполнения работ является их своевременность. При несвоевременной уборке выпавший снег под воздействием колес автомобилей уплотняется, и на покрытии образуются снежные колеи и снежно-ледяной накат, что значительно ухудшает условия движения транспортных средств. Ликвидация снежно-ледяного слоя, остающегося после удаления вала снега в результате несоблюдения сроков удаления снежных валов, требует выполнения дополнительных уборочных операций (скалывание, зачистка лотков, окучивание и вывоз), отличающихся большой трудоемкостью» [4].

Снегоуборочная техника включает в себя не только снегоочистители, но и другие специализированные машины, такие как пескорозбрасыватели, солеразбрасыватели и техника для обработки дорог антигололедными реагентами. Эти машины помогают не только убрать снег с дороги, но и обеспечить ее безопасность в зимние месяцы.

На основании указанного выше и существует необходимость в специализируемой снегоуборочной технике, и так как спрос на качественную уборку снега только растет, то, следовательно, и спрос на очистную технику у организаций, осуществляющих содержание автомобильных дорог зимой, тоже будет расти.

.

1 Состояние вопроса

Для борьбы со снегопадами и обеспечения нормального функционирования городской инфраструктуры необходимо разработать эффективные меры по снегоочистке. Это может включать в себя использование специальной техники, организацию служб по снегоуборке, применение антиобледенительных средств и соли на дорогах, а также информационную поддержку для автовладельцев о состоянии дорог и прогнозе погоды. Кроме того, важно проводить регулярное обслуживание и ремонт инженерных коммуникаций, чтобы избежать аварийных ситуаций во время снегопадов. Также необходимо обучать население правилам безопасности на дорогах в зимний период и поощрять использование общественного транспорта.

В целом, эффективная снегоуборка требует комплексного подхода и совместных усилий городских властей, служб по снегоуборке, автовладельцев и жителей города. Только таким образом можно минимизировать негативные последствия снегопадов и обеспечить комфортное передвижение по городу в зимний период.

1.1 Виды снегоочистительных машин

«Главным признаком, по которому классифицируют снегоочистительные машины, является принцип их работы. По этому признаку снегоочистители подразделяют на два основных типа: плужные и роторные.

Плужные снегоочистители снабжены пассивным рабочим органом – передним плугом, навешиваемым передней части самоходной базовой машины (автомобиля, колесного или гусеничного трактора, тягача, погрузчика, автогрейдера или специального самоходного шасси) и, в зависимости от назначения снегоочистителя, – дополнительно боковым

крылом или двумя боковыми крыльями, навешиваемыми сбоку, в средней или задней части машины. При движении снегоочистителя снежная масса срезается с дорожного основания передним плугом и сдвигается ножом плуга на сторону или поднимается по плужному отвалу, огибая его поверхность, и отбрасывается в сторону. Таким образом, различают плужные снегоочистители сдвигающего действия и отбрасывающего» [14].

«Плужные снегоочистители сдвигающего действия сравнительно просты по конструкции и при установке их рабочего органа на базовые машины, обладающие большим сцепным весом и высокими тяговыми свойствами, способны удалять снег значительной плотности и твердости, прокладывать снегозадерживающие траншеи и даже пробивать колонные пути для транспорта в снежных отложениях большой высоты. Такие машины обычно тихоходны, так как реализация больших тяговых усилий возможна лишь при работе на малых скоростях передвижения» [8].

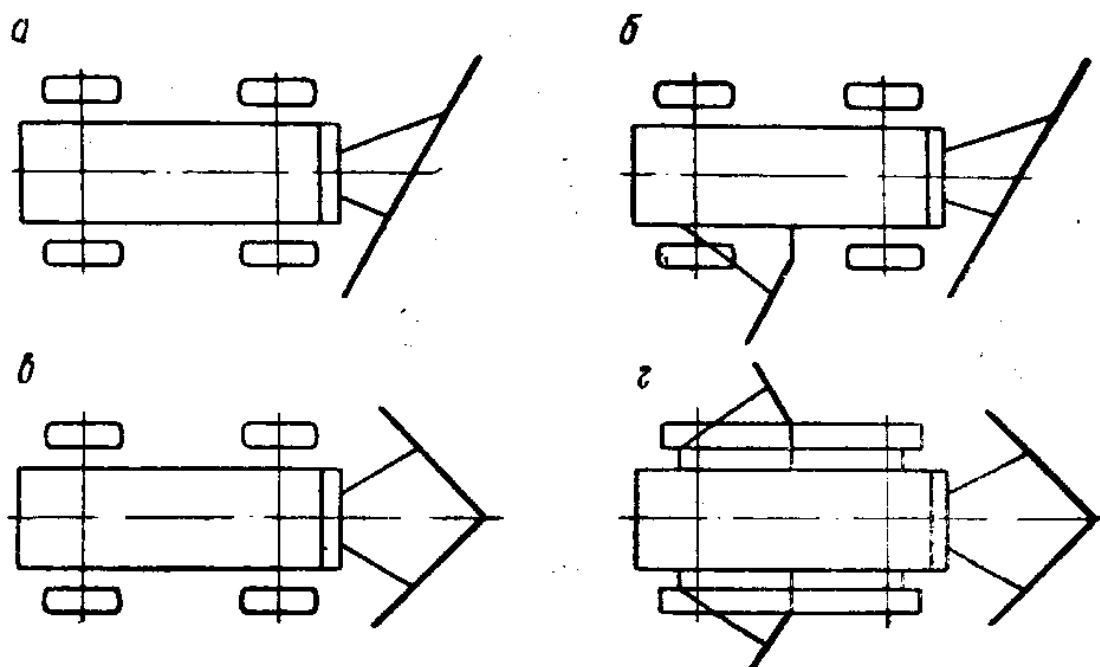
«Значительной производительностью обладают плужные снегоочистители отбрасывающего действия с высокой скоростной характеристикой. Высокая объемная и весовая производительность у этих снегоочистителей сочетается с отбрасыванием снежной массы на большое расстояние от расчищаемой полосы, что отличает их от других плужных снегоочистителей значительной эффективной производительностью.

Эти машины имеют более сложную конструкцию, чем машины тихоходные, так как они должны обеспечивать отбрасывание снега на возможно большее расстояние и иметь устройство, предотвращающее аварию в случае столкновения рабочего оборудования с непреодолимым препятствием. Поверхность отвала снежного плуга должна быть специальной формы. Скоростные снегоочистители рассчитаны на удаление свежеснежавшего снега, снега небольшой плотности и твердости и небольших по высоте снежных отложений. После их прохода не образуются валы на обочине дороги. Для отбрасывания снега еще дальше от расчищаемой полосы, чем это возможно с помощью скоростных плужных

снегоочистителей, а также для увеличения дальности отбрасывания у снегоочистителей сдвигающего действия, некоторые конструкции машин снабжают дополнительным активным (обычно выносного типа) оборудованием. Его монтируют на наружном крае отвала или бокового крыла, или непосредственно на базовой машине и выполняют в виде метательного аппарата, обычно с приводом от гидродвигателя. Такие плужные снегоочистители называются комбинированными. Плужные снегоочистители отличаются сравнительно небольшой металлоемкостью и энергоемкостью и небольшим расходом эксплуатационных материалов» [1].

«По типу рабочего органа плужные снегоочистители разделяют на одноотвальные, с одним боковым крылом или без него, и двухотвальные, с одним или двумя боковыми крыльями или без них. По мощности двигателя подразделяются на легкие (до 75 л.с.), средние (до 150 л.с.) и тяжелые (более 150 л.с.)» [4].

На рисунке 1 представлены схемы плужерных снегоочистителей.



а – одноотвальный; б – одноотвальный с боковым крылом;
в – двухотвальный; г – двухотвальный с боковыми крыльями.

Рисунок 1 – Схемы плужных снегоочистителей различных типов

«Роторные снегоочистители снабжены активным рабочим органом, монтируемым, как правило, на самоходном шасси. Захваченная при поступательном движении машины специальными механизмами или вырезанная плугом снежная масса направляется в метательный аппарат снегоочистителя, представляющий собой обычно один или два лопастных ротора. Отсюда она с большой скоростью поступает в улитку – выбросной патрубок ротора и отбрасывается на большое расстояние в заданном направлении либо поступает в особые приемно-направляющие устройства, с помощью которых выдается в транспортные средства.

Они предназначены для очистки автомобильных дорог и аэродромов от снежных заносов для удаления снежных валов, образовавшихся на обочинах дорог после работы плужных снегоочистителей, а также для расчистки горных участков дорог от выпавшего, наметенного и лавинного снега» [9].

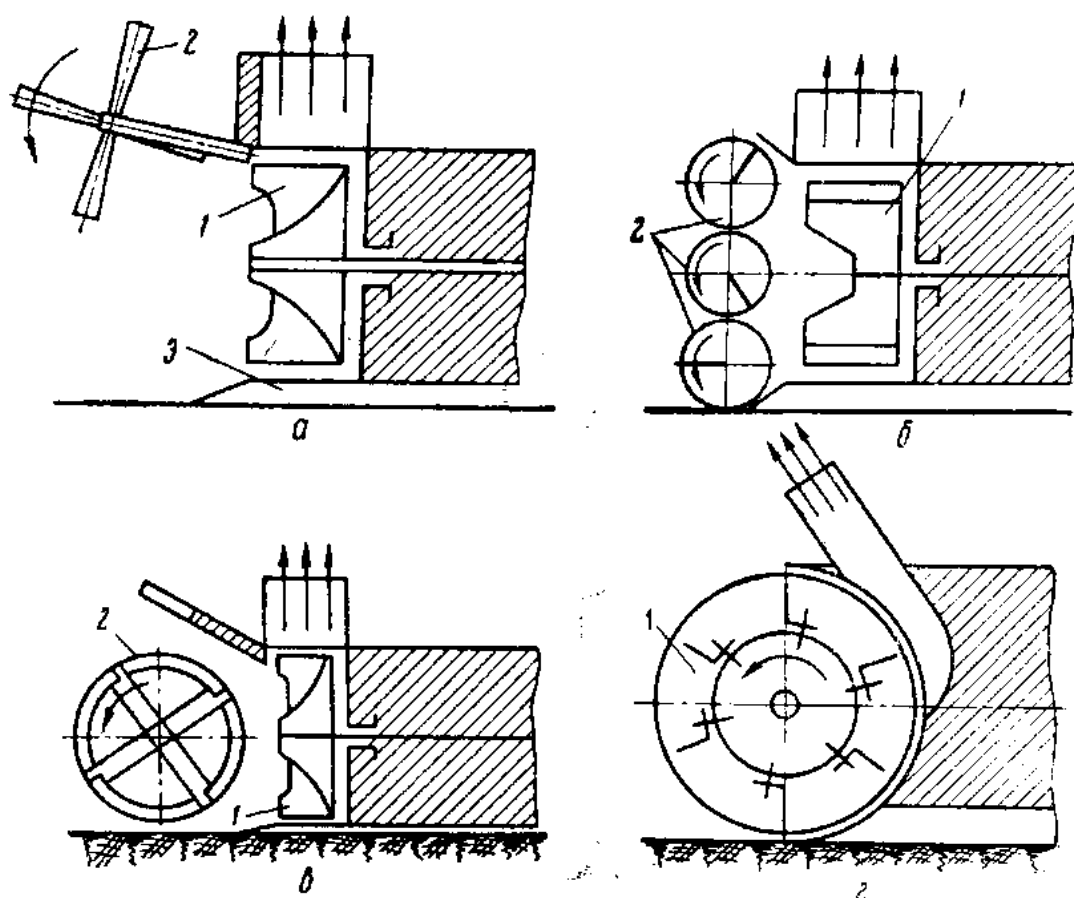
«По характеру забора снега и подачи его в метательный аппарат их подразделяют на снегоочистители, у которых забор снега и его отбрасывание осуществляются разными механизмами (питателем и ротором), и снегоочистители с одним, общим механизмом» [2].

По типу рабочего органа роторные снегоочистители делятся на плужнороторные, шнекороторные, фрезернороторные и с совмещенным рабочим органом (рисунок 2).

«Рабочий орган плужнороторного снегоочистителя состоит из плуга с встроенными в нем одним или двумя лопастными роторами с осями, расположенными вдоль продольной оси машины или под небольшим углом к ней. Вырезанная плугом масса снега продвигается по внутренней обшивке его корпуса, выполненной обычно в форме конической поверхности, к ротору, который отбрасывает снег в сторону.

Для разрушения снежного козырька, нависшего над снегоочистителем, когда высота снежного слоя превышает высоту рабочего органа, и его обрушения, а также для разрыхления снежной массы, поступающей в ротор, рабочий орган снабжают устанавливаемым впереди рыхлящим валом или

пропеллером. Плужно-роторные снегоочистители целесообразно применять при работе на сухом рыхлом снеге небольшой плотности» [28].



- а – плужно–роторного снегоочистителя: 1 – ротор; 2 – рыхлящий вал; 3–плуг;
 б – шнекороторного снегоочистителя: 1 – ротор; 2 – шнек;
 в – фрезернороторного снегоочистителя: 1 – ротор; 2 – фреза;
 г – фрезерного снегоочистителя с совмещенным рабочим органом

Рисунок 2 – Схемы рабочих органов роторных снегоочистителей:

«Рабочий орган шнекороторного снегоочистителя состоит из шнекового питателя и лопастного ротора, смонтированных в общем корпусе. В зависимости от диаметра выбранных шнеков и высоты удаляемого за один проход снежного слоя, питатель может иметь один, два или три шнека, горизонтально расположенных один над другим, впереди ротора.

Каждый шнек выполнен с правым и левым направлением витков, благодаря чему снег транспортируется к продольной оси машины и подается

к центральной части ротора. Шнекороторные снегоочистители хорошо работают на снеге средней плотности и твердости и без принудительного поджатия рабочего органа» [9].

«Рабочий орган фрезернороторного снегоочистителя состоит из фрезерного питателя и одного или двух лопастных роторов, смонтированных в общем корпусе. Фрезерный питатель выполнен в виде безбарабанных фрез большого диаметра с режущими элементами, представляющими собой не сплошные винтовые лопасти, как у шнеков, а винтовые ленты, закрепленные с помощью стоек и раскосов на осях фрез. Каждому ротору придается своя фреза, выполняемая с правым и левым направлением витков, благодаря чему снег транспортируется к центральной части ротора» [14].

«Фрезернороторные снегоочистители обычно более металлоэнергоемки, чем шнекороторные. Вследствие большего выноса центра тяжести рабочего органа вперед, передний мост базовой машины нагружается в транспортном положении больше, чем у шнекороторных снегоочистителей. Их достоинство состоит в том, что благодаря большому диаметру каждая фреза и питатель в целом обладают высокой пропускной способностью, а вследствие сосредоточения основной массы металла фрезы на окружности большого диаметра – также значительным маховым моментом и моментом инерции и, следовательно, хорошими режущими свойствами.

Совмещенный рабочий орган роторного снегоочистителя может быть выполнен в виде фрезерных барабанов с вертикальными осями, с одинаковым или встречным направлением вращения, в виде фрезерных или шнековых безбарабанных конструкций, или в виде барабана с горизонтальной осью. Хорошо зарекомендовал себя в работе последний тип конструкции рабочего органа, представляющий собой полый барабан, внутри которого размещены элементы привода рабочего органа, с навитыми на наружной поверхности барабана по винтовой линии правыми и левыми режущими лентами, образующими в месте смыкания карманы для приема

снежной массы. При вращении барабана ленты забирают снег в полость между наружной кромкой ленты и поверхностью барабана. Продвигаясь вдоль ленты, снег поступает с правого и левого витков в карман.

Барабан заключен в кожух, который в верхней части снабжен отверстиями» [3].

«Над отверстиями расположены выбросные патрубки. Когда карман проходит под отверстием, снежная масса устремляется из кармана в выбросной патрубок и оттуда, по направляющему желобу, выбрасывается наружу в заданном направлении.

В связи с тем что забор снега и разгон снежной массы выполняет один рабочий орган, роторные снегоочистители с совмещенным рабочим органом более компактны, чем шнеко- и фрезернороторные снегоочистители. Они способны удалять снег любой плотности и прочности, но, в отличие от роторных снегоочистителей других типов, весьма энергоемки, малопроизводительны и не могут обеспечить большую дальность отбрасывания снега» [9].

«К особому виду относятся валоуборщики – машины, предназначенные для удаления боковых снежных валов, расположенных на обочинах дорог и в надкюветном пространстве. Эти машины снабжены выносным на сторону рабочим органом пассивного, активного или комбинированного типа, который, в зависимости от конструктивных особенностей, разрабатывает снежный вал на полную или частичную ширину послойно, или по всей его высоте. Некоторые конструкции валоразбрасывателей могут разрабатывать снежные валы, расположенные вне проезжей части дороги, и очищать от снега проезжую часть» [10].

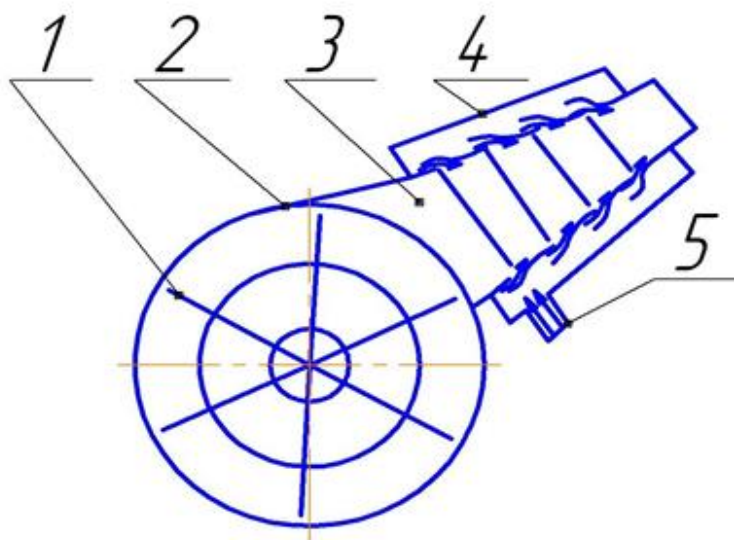
«В условиях работы в транспортном уличном потоке важно обеспечить погрузку снега в транспортные средства при различном их расположении относительно роторного снегоочистителя. С этой целью выбросной патрубок делают поворотным. Наличие, козырька на выходном патрубке позволяет укладывать снег в заданном месте.

На городских дорогах в снеге можно часто встретить посторонние включения, поэтому большое значение приобретают средства защиты рабочих органов от поломки. В городских условиях применяют в основном легкие и средние снегоочистители. Привод рабочего органа таких роторных снегоочистителей осуществляется от двигателя базовой машины через механический или гидравлический привод» [5].

1.2 Обзор и анализ патентных источников

В рассмотренных авторских свидетельствах предлагаются интересные варианты, в которых рабочий орган снегоочистителя модернизируется, что ведет к изменению технологического процесса и использованию снегоочистителя в городских условиях.

«Так в авторском свидетельстве № 570668 (рисунок 3) предлагается на выбросной патрубке установить камеру, сообщенную с источником сжатого воздуха, при помощи которого можно изменять дальность отбрасываемого снега» [5].



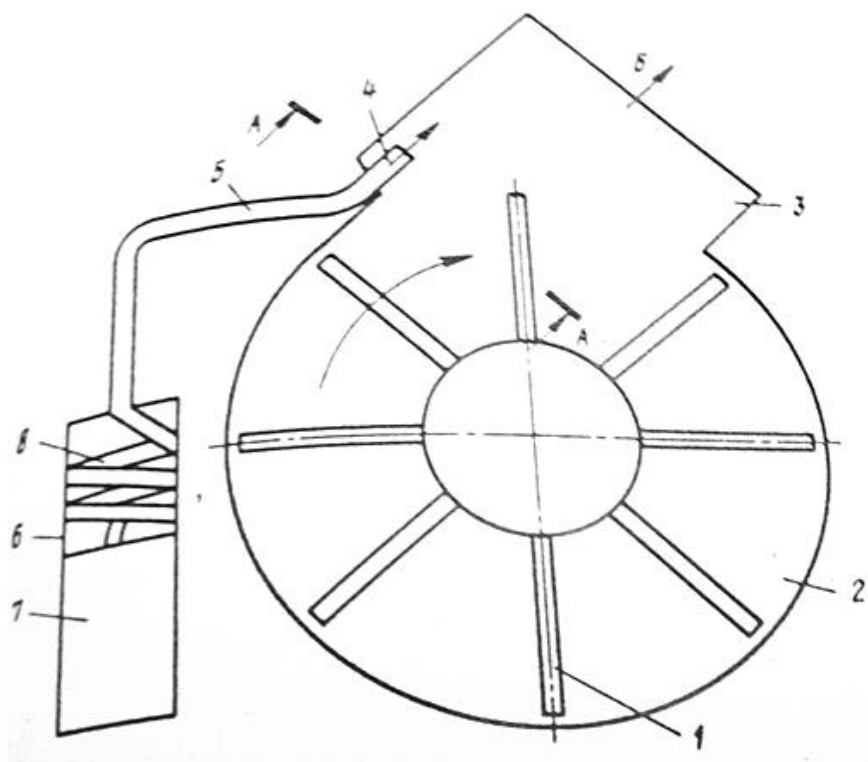
1 – ротор; 2 – корпус; 3 – направляющий патрубок; 4 – камера; 5 – входное отверстие

Рисунок 3 – Схема изобретения

«Недостатком данного метательного аппарата являются высокая энергоемкость, недостаточная эффективность поддува, связанная с большими затратами на привод вентилятора и незначительная дальность отброса снежной массы» [5].

«Так в авторском свидетельстве № 988954 (рисунок 4) предлагается на выбросном патрубке предлагается изготовить каналы, ориентированные вдоль оси патрубка, для подачи перегретого водяного пара.

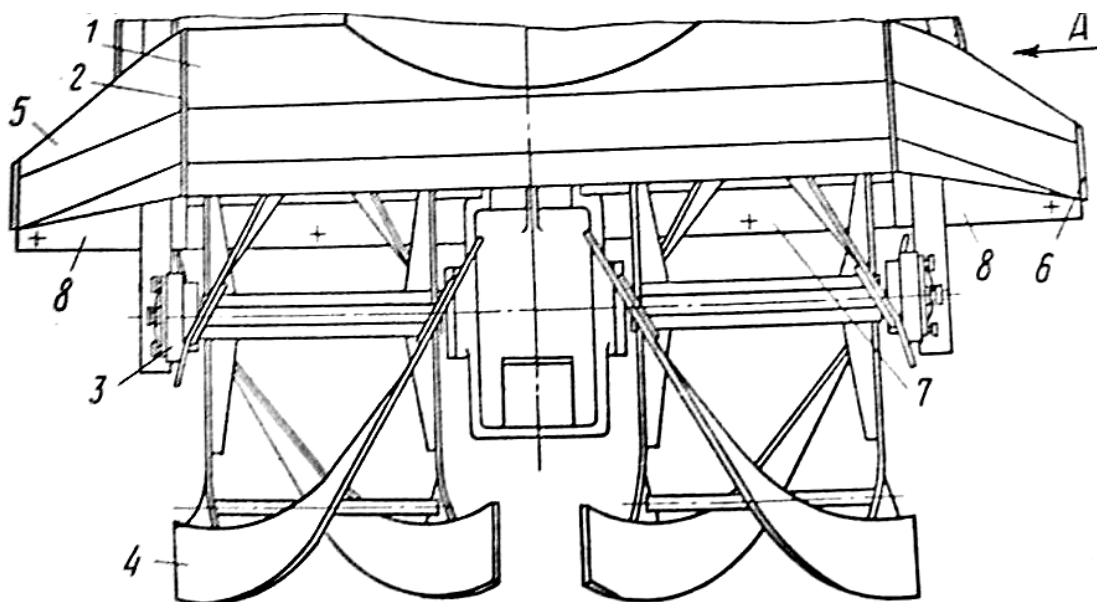
Недостатком такой конструкции является необходимость на автомобиль или трактор дополнительно устанавливать генератор перегретого пара, который в свою очередь потребляет значительную мощность, передаваемую от основного двигателя. Тем самым возникает необходимость в увеличении мощности двигателя базовой машины, что не всегда эффективно» [11].



1 – ротор; 2 – корпус; 3 – выбросной патрубок; 4 – канал; 5 – трубопровод;
6 – источник перегретого водяного пара

Рисунок 4 – Схема изобретения

«Так в авторском свидетельстве № 1513076 (рисунок 5) предлагается на корпусе снегоочистителя выполнить боковые щеки с вогнутой конической поверхностью, которая в свою очередь примыкает к цилиндрической поверхности корпуса ротора» [8].



1 – кожух; 2 – торец кожуха; 3 – опора фрезерного питателя; 4 – фрезерный питатель;
5 – боковые щеки; 6 – щиток; 7 – подрезной нож; 8 – боковой нож

Рисунок 5 – Схема изобретения

«Недостатком такого снегоочистителя является большая металлоемкость корпуса, невозможность уборки снежной массы в труднодоступных местах, например возле бордюрных камней вдоль тротуаров и дорог» [8].

«Так в авторском свидетельстве № 1594243 «Устройство для распределения жидких противогололедных материалов по дорожному покрытию» (рисунок 6) предлагается достичь экономии распределяемого материала путем повышения точности и стабильности регулирования расхода.

Устройство для распределения жидких противогололедных материалов по дорожному покрытию содержит цистерну 2, связанную разветвлениями 4

и 5 с распределительной трубой 6. К цистерне 2 подключен клапан 8 регулировки расхода жидкости. Приводом клапана 8 служит линейный двигатель, шток которого кинематически связан с клапаном. Кинематическая связь обеспечивает за счет возможности поворота корпуса двигателя 20 относительно корпуса клапана 8 требуемую точность регулирования расхода» [12].

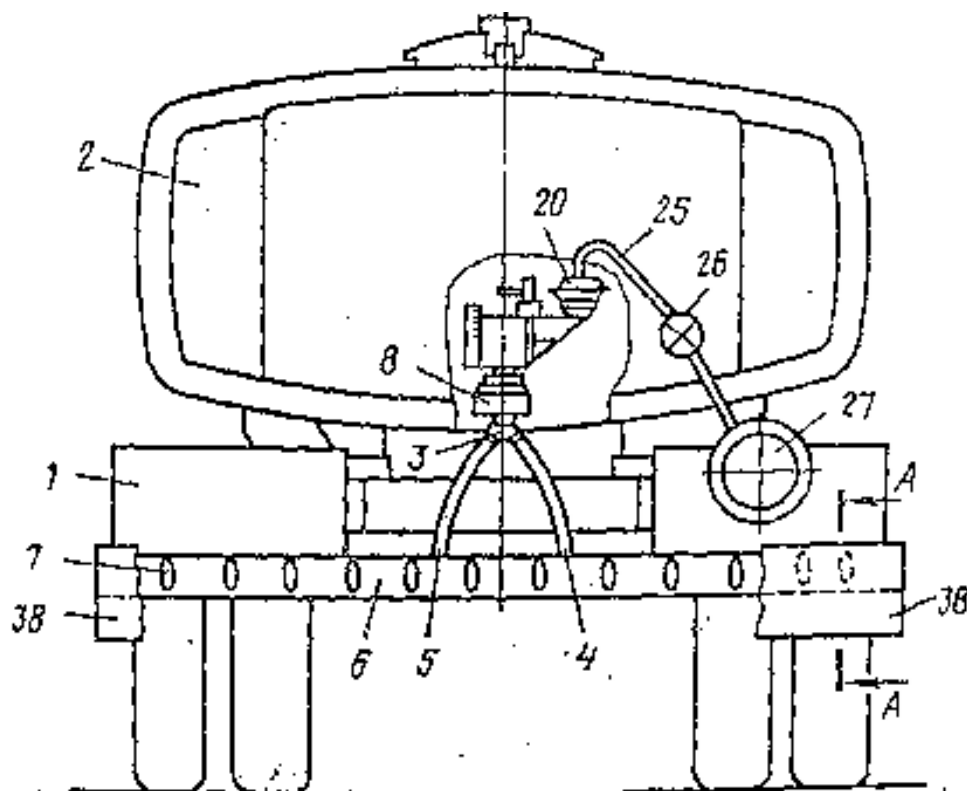


Рисунок 6 – Схема изобретения

«Недостатком этого является установка дополнительного двигателя для привода клапана и точность регулировки последнего, что не является экономически целесообразным» [12].

Авторское свидетельство № 737553 «Устройство для поливки дорожного покрытия» (рисунок 7).

«Изобретение относится к области аэродромного и дорожного строительства, а именно к машинам для поливки дорожного покрытия, преимущественно для поливки растворами солей при устранении гололеда.

Устройство для поливки дорожного покрытия содержит базовое шасси с цистерной, соединенной посредством патрубка, на котором установлен запорный кран, с распределителем жидкости, состоящим из трубы с соплами.

Расход жидкости из сопл независим от скорости движения транспортного средства и уровня ее в цистерне, что приводит к перерасходу поливочной жидкости» [16].

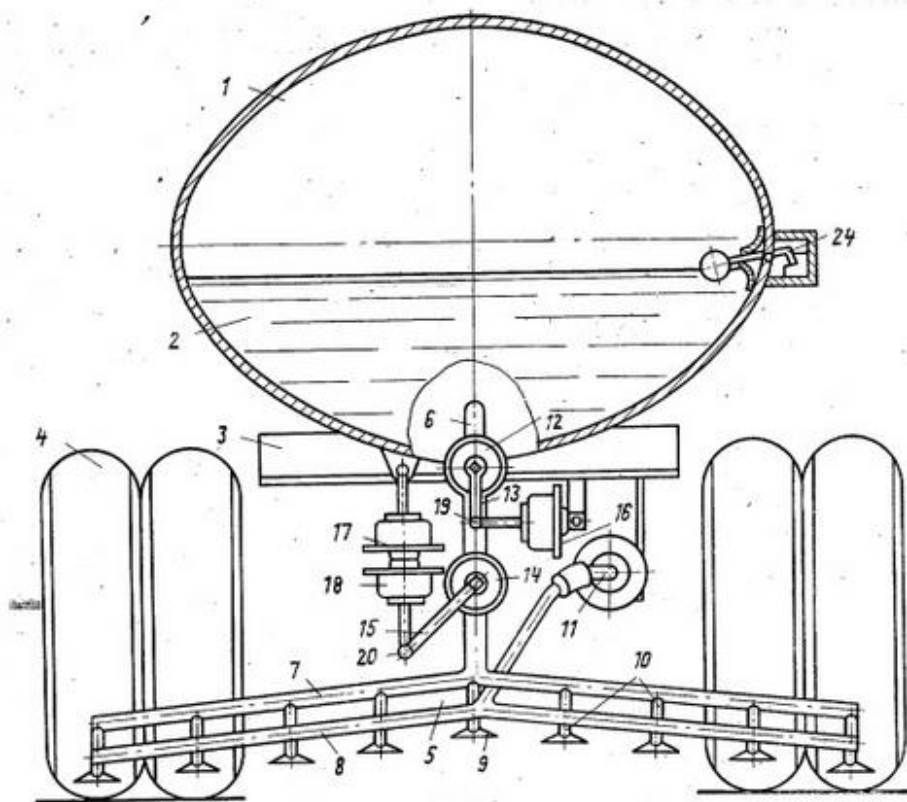


Рисунок 7 – Схема изобретения

«Недостатком этого устройства является большое количество запорной арматуры, в которых возможно выпадение солей в осадок и засорение сечений, в особенности при низких температурах» [16].

В данном дипломном проекте предлагается модернизировать универсальную коммунальную машину путем установки на выбросной патрубок фрезерно-роторного снегоочистителя шарнирно прикрепить козырек с криволинейной поверхностью. Козырек выполнен треугольной формы в плане, причем большая сторона треугольника расположена под

острым углом к продольной оси выбросного патрубка и козырька. Боковые щеки предлагается выполнять плоскими.

Предлагаемый рабочий орган снегоуборочной машины позволит расширить технологические возможности роторных снегоочистителей, а также снизит ударную нагрузку струи снега на зеленые насаждения и распределит снег на большем пространстве, что снизит поломки зеленых насаждений. Может также использоваться как самостоятельная единица в местах, где возможно оставлять снег в придорожном пространстве и может работать в комплексе с самосвалом на улицах, где нет возможности оставить снег.

Также вместо бункера для снега предлагается установить емкость для жидких противогололедных реагентов. В задней части установить распределительную штангу с форсунками для распределения реагентов по проезжей части.

1.3 Обоснование проектной разработки

Проектируемое оборудование предназначено для уборки тротуаров и снежных валов, оставленных плужными снегоочистителями вдоль бордюрного камня с одновременным внесением противогололедных реагентов.

В городских условиях не представляется возможным осуществлять отброс снежной массы с дороги, но некоторые улицы и проспекты позволяют перебрасывать убранную с дороги снежную массу на придорожное пространство, не занятое тротуарами и строениями, что частично решает проблему вывоза убранного снега.

Предлагаемое рабочее оборудование спроектировано на основе анализа работы роторных снегоочистителей и с учетом технологических особенностей работы.

«Тверским экскаваторным заводом серийно выпускается УКМ со

шнекороторным снегоочистителем. В данном проекте предлагается установить фрезерно-роторный снегоочиститель, так как он имеет ряд преимуществ по сравнению со шнекороторным снегоочистителем:

- фрезерно-роторный снегоочиститель менее металлоемкий;
- возможность разрабатывать как залежавшийся снег со льдом, так и свежевypавший;
- благодаря большому диаметру каждая фреза и питатель в целом обладают высокой пропускной способностью, а вследствие сосредоточения основной массы металла фрезы на окружности большого диаметра – также значительным маховым моментом и моментом инерции и, следовательно, хорошими режущими свойствами» [17].

Проектируемый снегоочиститель выполнен в виде легкоcъемного оборудования на шасси машины УКМ. Специальное оборудование машины представляет собой компактный агрегат, состоящий из фрезы и ротора, несущей металлоконструкции, выполненной заодно с кожухом фрезы и ротора, кроме того, в оборудование входят механизмы привода рабочего органа.

Рабочий орган снегоочистителя приводится в действие от гидромотора. Рабочий орган состоит из ротора и расположенного перед ним фрезерного питателя. Ротор и фреза смонтированы в корпусах, причем корпус фрезы (питателя) снабжен внизу сменным ножом для подрезания снега, а боковые щеки имеют заостренную форму, что также способствует подрезанию снега. Для ограничения дальности отбрасывания снега кожух ротора снабжен ограничительным козырьком, который может менять свое положение.

В задней части машины установлена штанга для полива очищенной проезжей части жидкими противогололедными реагентами. Для создания необходимого давления используется насосная установка с приводом от гидромотора, которая устанавливается на заводе-изготовителе. Кроме того, в предложенном устройстве регулировка расхода жидкости осуществляется

при использовании меньшего количества исполнительных механизмов. Это обуславливает повышенную надежность устройства.

Выводы по разделу:

В ходе выполнения эксплуатационно-технологического раздела работы были рассмотрен технологический процесс зимней уборки автомобильных дорог, который включает в себя следующие этапы: оценка погодных условий и прогнозирование снегопадов, подготовка специализированной техники и оборудования для уборки снега, развертывание бригады рабочих для проведения уборки, очистка дорог от снега с помощью специализированной техники, обработка дорог от гололедицы и снежных наносов, контроль качества выполненной работы и необходимые корректировки.

Для обоснования проектной схемы снегоуборочной машины был проведен анализ научно-технической литературы, изучены существующие конструкции техники для уборки снега, а также изучены патенты на новые технологии и усовершенствования в данной области. На основе полученных данных была разработана оптимальная проектная схема снегоуборочной машины, учитывающая эффективность уборки, экономичность и безопасность работы.

2 Конструкторская часть

В проекте рассмотрена возможность разработки легкосъёмного малогабаритного фрезерно-роторного оборудования на шасси универсальной коммунальной машины.

Технические параметры базовой модели представлены ниже.

- «базовая машина УКМ;
- техническая производительность, т/ч 200;
- Двигатель Perkins 404C-22T;
- мощность двигателя, кВт (л.с.) 43,5 кВт (59 л.с.) ;
- число оборотов вала двигателя, об/мин 2400;
- охлаждение водяное;
- число цилиндров 4;
- часовой расход топлива, кг/маш. час. 7,1;
- мощность насосной установки, кВт 41;
- суммарная подача насоса, л/мин 178 (65+65+24+24);
- давление в гидросистеме, МПа (кгс/см²) 32 (320);
- вместимость гидросистемы машины, л 210;
- напряжение в электросистеме, В 12;
- транспортная скорость, км/ч 28;
- рабочая скорость, м/мин от 0 до 15;
- теоретически преодолеваемый подъем на 1 передаче, % 89;
- дорожный просвет, мм 165;
- минимальный радиус разворота, мм 2500;
- тип механизма поворота все колеса;
- колея передних/задних колес, мм 1010/1010;
- привод 4×4;
- база машины, мм 1800;
- габаритные размеры машины, мм 5000x1260x2610;

– масса снаряженная, кг 4600» [17].

Специальное оборудование машины представляет собой компактный агрегат, состоящий из фрезы и ротора, несущей металлоконструкции, выполненной заодно с кожухом фрезы и ротора, кроме того, в оборудование входят механизмы привода рабочего органа. Рабочий орган снегоочистителя приводится в действие от гидромотора. Он состоит из ротора и расположенного перед ним фрезерного питателя.

Ротор и фреза смонтированы в корпусах, причем корпус фрезы (питателя) снабжен внизу сменным ножом для подрезания снега, а боковые щеки имеют заостренную форму, что также способствует подрезанию снега. Для ограничения дальности отбрасывания снега кожух ротора снабжен ограничительным козырьком, который может менять свое положение. Для привода фрезы применяется объемный гидропривод.

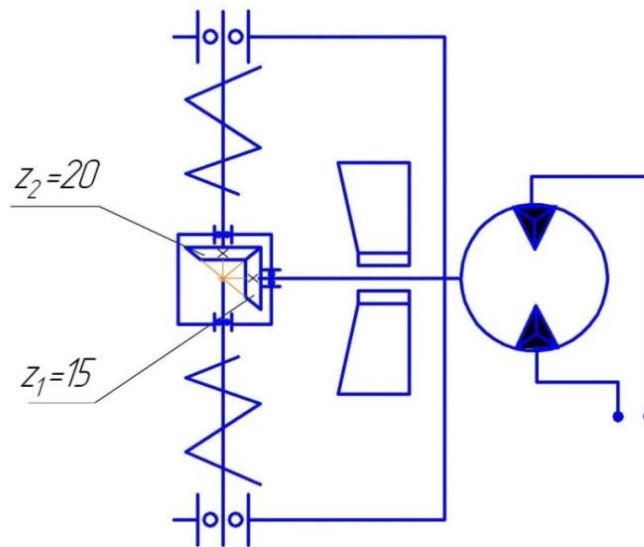
В качестве привода фрезы принимаем гидравлический аксиально-поршневой регулируемый гидромотор типа 210.16.11В, являющийся силовым узлом объемного гидропривода и предназначенный для установки в гидравлических системах строительных, дорожных и коммунальных машин. Оборудование для распределения жидких реагентов представляет собой цистерну с трубками всасывания и нагнетания.

Цистерна сварной конструкции изготовлена из листовой стали. Распределительная гребенка представляет собой штангу длиной 1,4 м из трубы диаметром 20 мм. В трубе выполнены 9 отверстий М6 для установки форсунок. Распределительная гребенка с форсунками изготовлены из антикоррозионных материалов.

Спецификация на малогабаритную уборочную машину, снегоочиститель и его корпус, а также на цистерну и гребенку представлена в приложении А (рисунки А.1, А.2, А.3, А.4, А.5).

2.1 Определение основных кинематических характеристик

Для обеспечения необходимых частот вращения ротора и фрезы используем такую кинематическую схему (рисунок 8).



1 – гидромотор 210.16.11.00; 2 – ротор снегоочистителя; 3 – редуктор привода фрезерного питателя; 4 – фрезерный питатель

Рисунок 8 – Кинематическая схема снегоочистителя

Исходные данные:

- «дальность отбрасывания снега, м 3;
- производительность, т/ч 200;
- ширина захвата, м 1,35;
- высота убираемой снежной массы, м 0,6;
- транспортная скорость, км/ч 28;
- плотность снега (для свежесвыпавшего обвалованного плужно-щеточными снегоочистителями), г/см³ 0,35;
- коэффициент заполнения ротора 0,35;
- коэффициент отношения ширины ротора к диаметру 0,37;
- привод насоса распределителя противогололедных реагентов гидравлический» [7].

Определение кинематических параметров ротора.

«На основе исследований роторов диаметром от 0,6 до 1,6 м. в работе на окружных скоростях до 27 м/с со снегом плотностью от 0,2 до 0,5 г/см³ позволяют рекомендовать эмпирическую формулу для определения фактической дальности отбрасывания ротором снежной массы:

$$L = 0,085 \cdot V_p^2 \cdot \left(1 - \frac{0,0106 \cdot V_p}{\sqrt[4]{\rho \cdot K_{зап}}} \right), \quad (1)$$

где V_p – окружная скорость ротора, м/с» [21].

Решая кубическое уравнение относительно V_p :

$$3 = 0,085 \cdot V_p^2 \left(1 - \frac{0,0106 \cdot V_p}{\sqrt[4]{0,35 \cdot 0,4}} \right).$$

Подставляем значения в формулу (1) и получаем значение окружной скорости – 12,6 м/с.

«Определяем диаметр ротора:

$$D_p = \frac{1}{30} \sqrt{\frac{Q}{V_p \cdot K_{зап} \cdot K_B \cdot \rho \cdot m_p}}, \quad (2)$$

где m_p – количество роторов, принимается равным 1» [21].

$$D_p = \frac{1}{30} \cdot \sqrt{\frac{200}{12,6 \cdot 0,35 \cdot 0,37 \cdot 0,35 \cdot 1}} = 0,624 \text{ м.}$$

Принимаем диаметр ротора равным 650 мм.

«Определяем глубину (ширину) ротора:

$$B_p = K_B \cdot D_p \gg [13]. \quad (3)$$

$$B_p = 0,37 \cdot 0,650 = 0,240 \text{ м.}$$

«Определяем угловую скорость вращения ротора:

$$n_p = \frac{60 \cdot V_p}{\pi \cdot D_p} \gg [13], \quad (4)$$

$$n_p = \frac{60 \cdot 12,6}{3,14 \cdot 0,650} = 370 \text{ об/мин.}$$

«Находим максимальное значение дальности отбрасывания, которое может быть достигнуто:

$$\alpha_{MAX} = 112 \sqrt{\rho \cdot K_{3\Pi}^*}, \quad (5)$$

где $K_{3\Pi}^*$ – уточненный коэффициент заполнения,

$$K_{3\Pi}^* = \frac{Q}{900 \cdot D_p \cdot B_p \cdot V_p \cdot m_p \cdot \rho} \gg [7], \quad (6)$$

$$K_{3\Pi}^* = \frac{200}{900 \cdot 0,650 \cdot 0,240 \cdot 12,6 \cdot 1 \cdot 0,35} = 0,323,$$

$$\alpha_{MAX} = 112 \cdot \sqrt{0,35 \cdot 0,323} = 37,6 \text{ м.}$$

«Определяем критическую скорость вращения ротора:

$$V_p^{KP} = 63 \cdot \sqrt[4]{\rho \cdot K_{3\Pi}^*} \gg [7], \quad (7)$$

$$V_p^{KP} = 63 \cdot \sqrt[4]{0,35 \cdot 0,323} = 36,5 \text{ м/с.}$$

Определяем рабочую длину лопасти ротор.

«Проанализировав возможные конструкции роторов, которые используются в фрезерно-роторных снегоочистителях можно установить, что наиболее целесообразно будет применение ротора с 6 лопастями.

Принимаем количество лопастей ротора 6.

Угол наклона лопасти к радиусу 0° , тогда:

$$L_{\text{ЛОП}} = (0,55 \dots 0,65) \cdot R \cdot \cos \beta \text{ » [7],} \quad (8)$$

$$L_{\text{ЛОП}} = 0,65 \cdot 0,325 \cdot 1 = 0,21.$$

Принимаем длину лопасти 0,3 м.

«Многолетней практикой эксплуатации фрезерно-роторных снегоочистителей установлено, что наиболее рациональной является окружная скорость питателя (фрезерного) от 8 до 10 м/с» [20].

Принимаем окружную скорость фрезы 8,5 м/с.

«Проанализировав возможные конструкции питателей, которые используются в фрезерно-роторных снегоочистителях можно установить, что наиболее целесообразно будет применение фрезы трех-, четырехзаходном исполнении» [17]. В данном случае применяем четырехзаходную фрезу, с углом подъема винтовой линии по наружному диаметру в пределах $25\text{--}30^\circ$.

«Диаметр фрезы определяют в зависимости от ширины захвата В из выражения:

$$D_{\text{ФР}} \geq \frac{3}{2} \cdot \frac{B}{\pi}, \quad (9)$$

где В – ширина захвата» [1, 6].

$$D_{\text{ФР}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{1,35}{3,14} = 0,644 \text{ м;}$$

Принимаем диаметр фрезы равным 0,6 м.

«Частота вращения фрезы определяется по формуле:

$$n_p = \frac{60 \cdot V_{\phi p}}{\pi \cdot D_{\phi p}}, \quad (10)$$

где $V_{\phi p}$ – окружная скорость фрезы, м/с;

$D_{\phi p}$ – диаметр фрезы, м» [6].

$$n_p = \frac{60 \cdot 8,5}{3,14 \cdot 0,6} = 270 \text{ об/мин.}$$

«Ширину ленты фрезы в средней части рекомендуется определять с учетом образуемой призмы волочения по формуле:

$$b_{\text{л}} \geq b + \sqrt{2D_{\phi p} \cdot b \cdot f_2 \cdot \sin \alpha_K}, \quad (11)$$

где b – подача на ленту за один оборот фрезы, см;

$$b = \frac{100 \cdot V_x}{60 \cdot n_{\phi p} \cdot z}, \quad (12)$$

где V_x – поступательная скорость снегоочистителя; м/ч;

$n_{\phi p}$ – число оборотов фрезы в минуту;

α_K – угол подъема винтовой линии наружной кромки ленты;

$D_{\phi p}$ – диаметр фрезы, см;

f_2 – коэффициент внутреннего трения снега» [7].

$$b_{\text{л}} \geq 3,08 + \sqrt{2 \cdot 0,6 \cdot 3,08 \cdot 0,45 \cdot \sin 30} = 3,66 \text{ см,}$$

$$b = \frac{100 \cdot 2000}{60 \cdot 270 \cdot 4} = 3,08 \text{ см.}$$

Принимаем ширину ленты фрезы 4 см.

2.2 Выбор гидроагрегатов

В качестве привода фрезы принимаем гидравлический мотор 210.16.11.00 [11] (рисунок 9), являющийся силовым узлом объемного гидропривода и предназначенный для установки в гидравлических системах строительных, дорожных и коммунальных машин.

«Технические характеристики гидромотора 210.16.11.00 приведены ниже:

- а) крутящий момент при номинальном давлении, Н·м 162;
- б) мощность, кВт 30;
- в) номинальное давление, 20;
- г) максимальное давление, МПа 32;
- д) рабочий объем, см³ 28,1;
- е) номинальная частота вращения, об/мин 300;
- ж) максимальная частота вращения, об/мин 1200;
- з) рабочая жидкость (лето/зима) МГЕ-46В (И-30А)/МГ-15-В(ВМГЗ);
- и) масса, кг 15» [17].

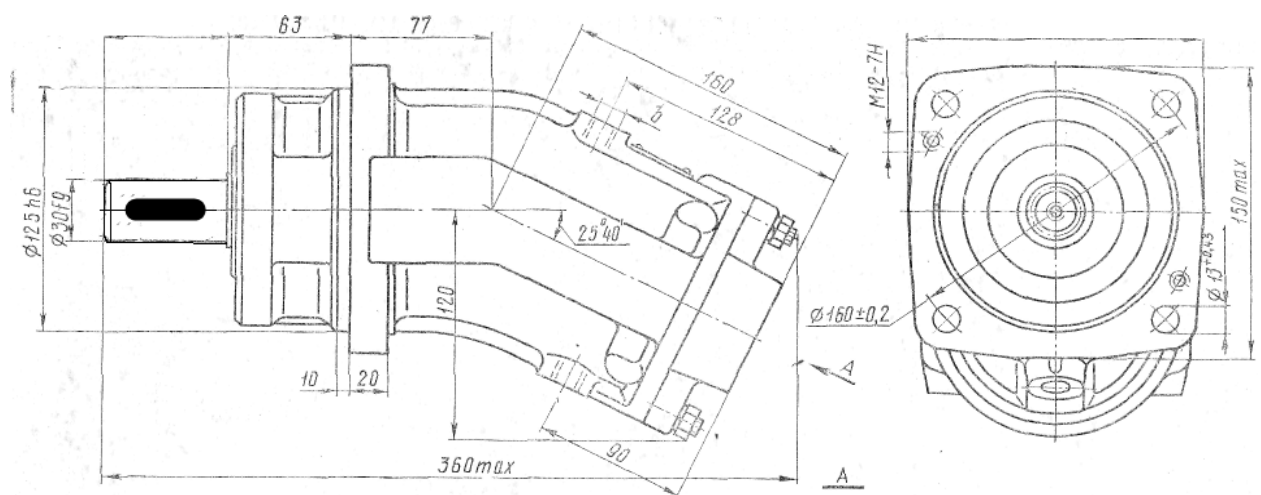


Рисунок 9 – Гидромотор 210.16.11.00

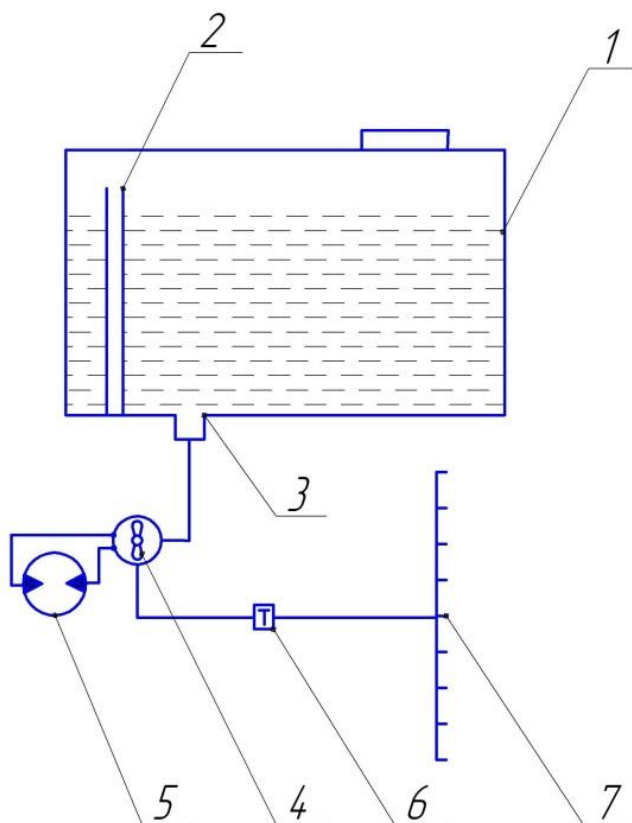
Принятый гидравлический мотор марки 210.16.11.00 будет удовлетворять предъявляемым требованиям.

2.3 Расчет оборудования для проведения противогололедной обработки

«Оборудование предназначено для проведения превентивной обработки дорожного полотна с целью предотвращения образования гололеда и прикатывания снега, а также для борьбы с уже образовавшимся гололедом путем распределения жидких противогололедных материалов (реагентов)» [27].

Схема компоновки цистерны представлена на рисунке 10.

«Вода из цистерны проходит через сетчатый фильтр и клапан и поступает на вход центробежного насоса, который направляет ее под давлением через кран по напорному трубопроводу к форсункам» [21].



1 — цистерна; 2 — контрольная труба; 3 — сетчатый фильтр с клапаном; 4 — центробежный насос; 5 — гидромотор аксиально-поршневой 310.12.01.03; 6 — кран; 7 — распределительная гребенка

Рисунок 10 – Схема установки

«При работе водяной насос при открытом клапане откачивает воду из цистерны и подает ее под давлением к форсункам. Цистерна – сварная конструкция из листового проката стали 07Х16Н6 ГОСТ 7350-77 «чемоданной» формы, внутри которой расположены фильтр и контрольная труба. Для предотвращения раскочки воды при движении машины в цистерне устанавливаются волнорезы. В верхней части цистерны имеется горловина, предназначенная для заполнения цистерны водой и технического обслуживания. Горловина закрывается крышкой. Цистерна к раме УКМ крепится при помощи 2 стремянок и 2 шарниров. Заполнение цистерны водой может осуществляться через верхний люк цистерны на специализированном заправочном пункте.

Распределительная гребенка представляет собой штангу длиной 1,4 м из трубы диаметром 20 мм. В трубе выполнены 9 отверстий М6 для установки форсунок» [15].

Исходя из геометрических параметров на УКМ можно установить емкость для противогололедных реагентов размером 1800×1300×1300 мм.

«Оптимальная высота цистерны определяется из соотношения [17]:

$$H = \sqrt[3]{\frac{V}{\pi \cdot \delta^2}}, \quad (13)$$

где H – высота емкости, м, принимается равной 1,3 м;

V – объем цистерны, м³, принимается равным 3 м³;

δ – толщина стенки, м» [27].

Решая уравнение относительно толщины стенки получаем – 1,5 мм, а учитывая условия удобства сварки и сопротивлению коррозии толщину стенки принимаем 4 мм.

«Условие прочности:

$$\sigma_n \leq [\sigma], \quad (14)$$

где $[\sigma]$ – допускаемое нормальное напряжение для материала сварного шва, принимается равным 290 МПа, так как сварной шов будет являться самым слабым местом;

σ_n – окружное нормальное напряжение, возникающее в оболочке от действия внутреннего давления.

$$\sigma_n = \frac{P \cdot (D + \delta - c)}{2} \cdot \varphi \cdot (\delta - c), \quad (15)$$

где D – диаметр оболочки, м;

δ – толщина стенки, м.

c – поправка на коррозию, 0,002;

φ – коэффициент прочности продольного сварного шва, 0,09» [15].

$$\sigma_n = \frac{3042 \cdot 9,81 \cdot (1,3 - 0,04 - 0,002)}{2} \cdot 0,09 \cdot (0,04 - 0,002) = 58 \text{ МПа},$$

$\sigma_n \leq [\sigma] = 58 \text{ МПа} \leq 290 \text{ МПа}$ – условие прочности выполняется.

2.4 Энергетический расчет

Энергоемкость ротора.

«В итоге обработки результатов более 400 опытов, проведенных с роторами разных конструкций и размеров, была получена следующая эмпирическая формула для определения мощности, затрачиваемой на привод ротора:

$$N_p = \frac{0,0125 \cdot Q \cdot V_p^2}{(10,5 + V_p) \cdot \eta_p}, \quad (16)$$

где Q – производительность, т/ч;

V_p – окружная скорость ротора, м/с;

η_p – КПД привода ротора, принимается равным 0,9» [24].

$$N_p = \frac{0,0125 \cdot 200 \cdot 12,6^2}{(10,5 + 12,6) \cdot 0,9} = 13,8 \text{ кВт.}$$

Энергоемкость фрезы.

«Мощность, затрачиваемая на привод фрезы, определяется по формуле:

$$N_{\text{фр}} = \frac{0,0055 \cdot Q \cdot V_{\text{фр}}}{\eta_{\text{фр}}}, \quad (17)$$

где Q – производительность, т/ч;

$V_{\text{фр}}$ – окружная скорость фрезы, м/с;

$\eta_{\text{фр}}$ – КПД привода фрезы, принимается равным 0,85» [22].

$$N_{\text{фр}} = \frac{0,0055 \cdot 200 \cdot 8,5}{0,85} = 7,98 \text{ кВт.}$$

«Вся мощность на передвижение снегоочистителя складывается из мощности, затрачиваемой на передвижение машины вместе со снегоочистительным оборудованием, и мощности на преодоление сил лобового сопротивления при разработке снежного забоя.

Определяем сопротивление движению машины:

$$T_{\text{пер}} = G_M \cdot f_0, \quad (18)$$

где G_M – полная масса машины, кг;

f_0 – коэффициент сопротивления качению (для уплотненного и рыхлого снега), принимается равным 0,2» [7].

$$T_{\text{пер}} = 4600 \cdot 0,2 = 920 \text{ кг.}$$

«Лобовое сопротивление машины при разработке фрезерным питателем снежного забоя определяется горизонтальной составляющей сил

реакции снежного массива на режущие элементы питателя и зачистной нож, следующий за питателем.

Горизонтальная составляющая равна:

$$P_1 = 150 \cdot A \cdot B \cdot \left(\frac{V_x}{n_n \cdot Z} \right)^{0.6}, \quad (19)$$

где A – постоянная, зависящая от физико-механических свойств снега и конструкции режущего органа;

B – ширина захвата, м;

V_x – рабочая скорость движения, м/ч;

n_n – частота вращения фрезы, об/мин;

Z – число заходов фрезы.

Согласно исследованиям значение постоянной A для искусственно уплотненного снега равно:

$$A = 1,3 \cdot k_{PEZ}, \quad (20)$$

где $k_{рез}$ – коэффициент сопротивления резанию, для искусственно уплотненного снега принимается равным $0,15 \text{ кг/см}^2$ [20].

$$A = 1,3 \cdot 0,15 = 0,195.$$

$$P_1 = 150 \cdot 0,195 \cdot 1,35 \cdot \left(\frac{2000}{270 \cdot 3} \right)^{0.6} = 67,9 \text{ кг}.$$

«При зачистке снежного забоя высотой h , реакция усилия резания, приложенная к зачистному ножу, составляет [7]:

$$P_2 = k'_{PEZ} \cdot B \cdot h, \quad (21)$$

где B – ширина захвата, м;

h – высота снежного слоя срезаемого зачистным ножом, принимается равной 0,04 м;

$k_{рез}$ – коэффициент сопротивления резанию для нижнего слоя забоя, принимается равным 1500 кг/м²» [19].

$$P_2 = 1500 \cdot 1,35 \cdot 0,04 = 81 \text{ кг.}$$

«Мощность, затрачиваемая на передвижение, определяется:

$$N_{\text{ПЕР}}^{\text{ФР}} = \frac{V_X}{270 \cdot 10^3 \cdot \eta_{\text{ПЕР}}} (T_{\text{ПЕР}} + P_1 + P_2), \quad (22)$$

где V_X – рабочая скорость движения, м/ч;

$T_{\text{пер}}$ – сопротивление движению, кг;

P_1 – лобовое сопротивление, кг;

P_2 – усилие на зачистном ноже, кг;

$\eta_{\text{пер}}$ – КПД механизма передвижения машины, равна 0,83» [25].

$$N_{\text{ПЕР}}^{\text{ФР}} = \frac{2000}{270 \cdot 10^3 \cdot 0,83} (920 + 67,9 + 81) = 6,9 \text{ кВт.}$$

Мощность на привод насосной станции не учитываем, так как используем установку, установленную на УКМ на заводе изготовителе.

2.5 Определение баланса мощности

«Расчеты ведем согласно рекомендациям:

$$N_{\text{ДВ}} \geq N_{\text{ОБЩ}} = N_P + N_{\text{ФР}} + N_{\text{ПЕР}}, \quad (23)$$

где $N_{\text{ДВ}}$ – мощность двигателя;

N_P – энергоемкость ротора;

$N_{\phi P}$ – энергоемкость фрезы;

$N_{ПЕР}$ – мощность затрачиваемая на передвижение» [25].

$$43,5 \geq 13,8 + 7,98 + 6,9 = 28,68,$$

Баланс мощности соблюдается.

2.6 Прочностной расчет болтовых и шпоночных соединений

Во избежание поломки крепежные болты рассчитываем на определенный крутящий момент (рисунок 11).

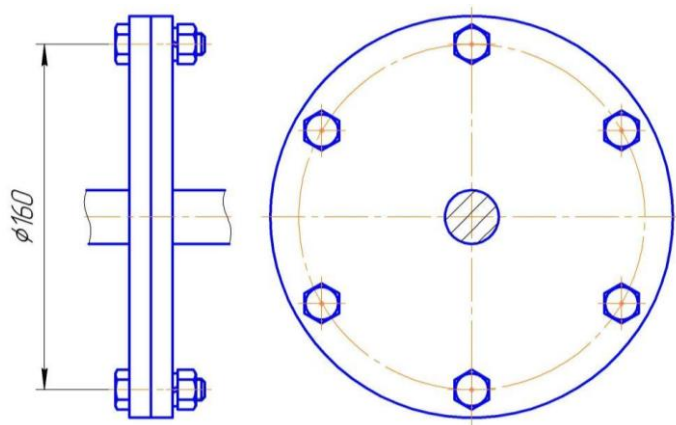


Рисунок 11 – Расчетная схема соединения

«Максимальный крутящий момент определяется по формуле:

$$T_{P_{\max}} = \tau_{\max} \cdot W_p, \quad (24)$$

где $\tau_{\max}$ – предел выносливости вала при симметричном цикле кручения, для Стали 45 ГОСТ 1050-88 $\tau_{\max}=150$ МПа;

W_p – полярный момент сопротивления, мм³.

$$W_p = 0,2 \cdot d^3 \gg [10], \quad (25)$$

$$W_p = 0,2 \cdot 10^3 = 200 \text{ мм}^3.$$

$$T_{p\max} = 150 \cdot 200 = 30000 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

«Допускаемое напряжение на срез для Ст 3 ГОСТ 380-94:

$$[\tau]_{cp} = 0,25 \cdot \sigma_T, \quad (26)$$

$$[\tau]_{cp} = 0,25 \cdot 2400 = 6 \text{ МПа},$$

$$\tau_{cp} = \frac{2 \cdot T_{p\max}}{D_0 \cdot Z \cdot \frac{\pi \cdot d_0^2}{4}} = \frac{2 \cdot 30000}{160 \cdot 6 \cdot \frac{3,14 \cdot 10^2}{4}} = 0,53 \leq [\tau_{cp}], \quad (27)$$

где D_0 – диаметр расположения болтов, принимается равным 160 мм

Z – количество болтов, принимается равным 6;

d_0 – наружный диаметр болта, принимается равным 10 мм» [15].

$0,53 < [6]$ – условие прочности выполняется.

Проведем расчет на смятие шпоночного соединения на валу ротора (рисунок 12).

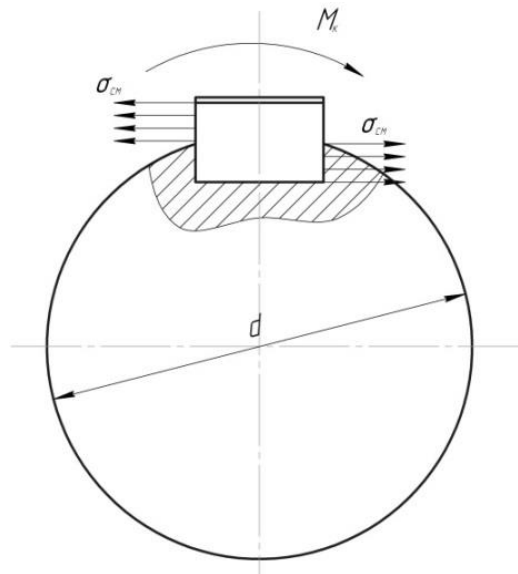


Рисунок 12 – Схема шпоночного соединения

«Условие прочности на смятие:

$$\sigma_{см} = \frac{4.4 \cdot M_{\kappa}}{d \cdot h \cdot l_p} \leq [\sigma]_{см}, \quad (28)$$

где d – диаметр вала, принимается равным 5 см, материал изготовления вала – Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

h – высота шпонки, принимается равной 1 см.

l_p – рабочая длина шпонки, принимается равной 14 см.

$[\sigma]_{см}$ – допускаемое напряжение смятия, принимается равным 1200 кг/см^2 [22].

$$\sigma_{см} = \frac{4.4 \cdot 162}{5 \cdot 1 \cdot 14} = 10,18 \text{ кг/см}^2,$$

Условие выполняется.

На рисунке 13 представлена схема шпоночного соединения.

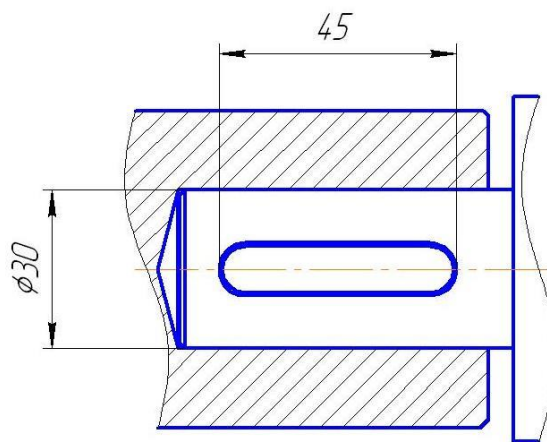


Рисунок 13 – Схема шпоночного соединения

«Условие прочности на смятие:

$$\sigma_{см} = \frac{4,4 \cdot M_{\kappa}}{d \cdot h \cdot l_p} \leq [\sigma]_{см}, \quad (29)$$

где d – диаметр вала, принимается равным 3 см, материал изготовления вала – Сталь 45 ГОСТ 1050-88;

h – высота шпонки, принимается равной 10,8 см;

l_p – рабочая длина шпонки, принимается равной 4,5 см;

$[\sigma]_{см}$ – допускаемое напряжение смятия, принимается равным 1200 кг/см²» [10].

$$\sigma_{см} = \frac{4,4 \cdot 162}{3 \cdot 0,8 \cdot 4,5} = 66 \text{ кг/см}^2,$$

Условие выполняется.

«Гидропривод снегоочистителя обеспечивает движение рабочих органов – ротор и фреза. Главным достоинством гидропривода является: малая масса и компактность; возможность преобразования вращательного движения в поступательное; бесступенчатое регулирование скорости в широких пределах плавный разгон и остановка; реверсивное движение; предохранение узлов привода и рабочего органа от перегрузки; простота и удобство управления; отсутствие жестких кинематических связей между узлами привода, возможность свободной компоновки; возможность автоматизации. Применение гидравлического привода снегоочистителя позволило: снизить шум и вибрацию на рабочем месте оператора; обеспечить защиту ротора и шнека от поломок посторонними предметами, за счет установки предохранительного клапана в гидросистеме привода. Такая защита значительно облегчает работу оператора, так как не требует трудоемкой операции по замене срезных элементов в процессе работы» [2].

2.7 Расчет производительности

«Техническая производительность снегоочистителя определяется:

$$P_T = 1000 \cdot B \cdot H \cdot v, \quad (30)$$

где B – ширина захвата, принимается равной 1,35 м;

H – высота снежного слоя, принимается равным 0,6 м;

v – скорость движения снегоочистителя, принимается равной 15 км/ч» [12].

$$P_T = 1000 \cdot 1,35 \cdot 0,6 \cdot 15 = 1016 \text{ м}^3/\text{ч}$$

«Эксплуатационная производительность снегоочистителя.

$$P_{\text{э}} = T_{\text{см}} \cdot P_T \cdot K_B, \quad (31)$$

где $T_{\text{см}}$ – продолжительность смены, ч., принимается равной 8 ч.,

K_B – коэффициент использования машины во времени, согласно [7] принимается равным 0,8» [12].

$$P_{\text{э}} = 8 \cdot 1016 \cdot 0,8 = 6503 \text{ м}^3/\text{смену}$$

«Техническая производительность.

$$P = \frac{60 \cdot V}{q \cdot \left(\frac{2 \cdot l}{V_a} \cdot 60 + t_1 + t_2 + \frac{V}{Q_e} + \frac{60 \cdot V}{1000 \cdot V_p \cdot B \cdot q} \right)}, \quad (32)$$

где V – емкость цистерны машины в л, принимается равной 3000 л;

q – норма расхода воды в л/м², принимается равной 0,2 л/м²;

l – пробег машины от гидранта до места работы и обратно в км, принимается равным 15 км;

V_a – средняя скорость пробега машины от гидранта к месту работы и обратно в км/ч, принимается равной 40 км/ч;

t_1 – продолжительность установки стендера и присоединения рукава в мин., принимается равной от 1,5 до 2,5 мин;

t_2 – продолжительность уборки стендера и рукава в мин., принимается равной от 2 до 3,5 мин;

Q_c – подача гидранта в л/мин, принимается равной 100 л/мин;

V_p – средняя рабочая скорость при поливе в км/ч, принимается равной 15 км/ч;

B – рабочая ширина обработки в м, принимается равной 1,5 м» [12].

$$P = \frac{60 \cdot 3000}{0,2 \cdot \left(\frac{2 \cdot 10}{40} \cdot 60 + 2 + 3 + \frac{3000}{100} + \frac{60 \cdot 3000}{1000 \cdot 15 \cdot 1,35 \cdot 0,2} \right)} = 8257 \text{ м}^2/\text{чч}$$

«Эксплуатационная производительность.

$$P_{\text{э}} = T_{\text{см}} \cdot P \cdot K_B \text{» [12],} \quad (33)$$

$$P_{\text{э}} = 8 \cdot 8257 \cdot 0,8 = 52844 \text{ м}^2/\text{смену}$$

Выводы по разделу.

Были учтены основные технические требования к снегоуборочной машине, такие как производительность, надежность, безопасность и экономичность. В результате проведенных исследований и расчетов были выбраны оптимальные параметры и комплектующие для создания эффективной и функциональной машины.

Кроме того, в процессе работы над конструкторским разделом были учтены современные тенденции в области снегоуборочной техники, что позволило создать конкурентоспособный продукт на рынке.

В целом, выполнение конструкторского раздела работы позволило разработать качественную и производительную снегоуборочную машину, которая будет эффективно выполнять свои функции в условиях снегопадов и обеспечивать безопасность и комфорт при уборке снега.

3 Технологический раздел

В процессе сборки автомобилей и тракторов происходит объединение деталей в определенной последовательности для создания узлов, механизмов или готового транспортного средства в соответствии с установленными техническими требованиями. Этот процесс может осуществляться как на заводе, где производятся детали, так и на специализированном сборочном предприятии. В настоящее время в автотракторостроении преобладает первый способ организации производства.

Сборочные работы требуют больше затрат труда по сравнению с литейными, сварочными и другими видами работ. Однако механизация процесса сборки может существенно снизить трудоемкость и является важным резервом для улучшения производства. В автотракторостроении часто используется массовое и крупносерийное производство, что способствует механизации и автоматизации сборочных процессов.

Несмотря на то, что трудоемкость в других цехах снижается быстрее, чем в сборочных, значение сборочных работ остается значительным, порядка 25% от общей трудоемкости.

3.1 Обоснование выбора технологического процесса

При выборе технологического процесса сборки необходимо учитывать следующие факторы:

- требования к качеству продукции: необходимо выбрать технологию, которая обеспечит высокое качество сборки изделий и минимизирует возможность дефектов;
- сроки производства: выбор технологии должен обеспечить выполнение заказов в заданные сроки и обеспечить эффективность процесса сборки;

- себестоимость производства: необходимо выбрать технологию, которая позволит снизить затраты на производство и повысить прибыльность предприятия;
- объем производства: технология должна быть масштабируемой и способной обеспечить производство большого количества изделий;
- технические возможности оборудования: необходимо учитывать наличие необходимого оборудования и его технические характеристики при выборе технологии сборки.

Исходя из вышеперечисленных факторов, выбор технологического процесса сборки должен быть обоснован и основан на комплексном анализе всех аспектов производства.

Таким образом, при выборе технологического процесса необходимо учитывать все вышеперечисленные факторы, чтобы обеспечить оптимальное производство продукции.

Кроме того, размеры изделия также оказывают влияние на выбор технологического процесса. Производство крупных изделий может потребовать применения кранов и другой тяжелой техники, в то время как для мелких изделий могут применяться автоматизированные линии сборки.

В случае с разработкой легкоъемного малогабаритного фрезерно-роторного оборудования на шасси универсальной коммунальной машины, вероятно, спрос будет невелик, поэтому рационально организовать сборку по принципу мелкосерийного производства.

«При мелкосерийном производстве используется стационарная непоточная сборка с разделением процесса на узловую и общую сборку. Работы выполняются бригадами рабочих, специализирующихся в соответствующих областях сборки.

Рассчитаем такт выпуска по формуле:

$$T_{\text{д}} = \frac{F_{\text{д}} \cdot 60 \cdot m}{N}, \quad (124)$$

где F_d – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену, принимается равным 2070 ч. для стационарной сборки на необорудованном оборудовании;

m – количество смен, принимается равным 1;

N – годовой объем выпуска, принимается равным 120 шт» [18].

$$T_d = \frac{2070 \cdot 60 \cdot 1}{120} = 1035 \text{ ч.}$$

После этапа разработки создаем план технологического процесса сборки, который включает в себя графическое изображение последовательности операций, необходимых для производства конечного продукта.

«План описывает порядок выполнения всех этапов производства, начиная с получения исходных материалов и заканчивая готовым изделием. Важные компоненты этого плана включают получение материалов, подготовительные операции (например, разметка, нарезка, обработка), сборку изделия из деталей, окончательную обработку (включая шлифовку, полировку, окраску), контроль качества (проверку соответствия требованиям) и упаковку и хранение готового продукта» [18].

Перечень сборочных работ узловой и общей сборки легкоъемного малогабаритного фрезерно-роторного оборудования на шасси универсальной коммунальной машины представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень сборочных работ узловой и общей сборки легкоъемного малогабаритного фрезерно-роторного оборудования на шасси универсальной коммунальной машины

Операции, входящие в состав основных и вспомогательных переходов	Время на выполнение операции, мин.
Взять корпус снегоочистителя	1
Осмотреть корпус снегоочистителя на наличие трещин или повреждений, ровность и целостность сварных швов, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов,	1,5

Продолжение таблицы 1

Операции, входящие в состав основных и вспомогательных переходов	Время на выполнение операции, мин.
соответствие размеров и геометрии корпуса заданным стандартам	
Взять подрезной нож	0,5
Взять болт М12×30 ГОСТ 17673-81 (32 шт.), гайку М12 ГОСТ 15522-70 (32 шт.)	0,5
Установить подрезной нож на корпус снегоочистителя при помощи болтов М12×30 ГОСТ 17673-81, гаек М12 ГОСТ 15522-70	8
Взять стакан	0,2
Осмотреть стакан на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину	1
Взять манжету ГОСТ 8752-79	0,2
Осмотреть манжету на наличие трещин или повреждений	0,5
Установить манжету в стакан	1
Взять подшипник ГОСТ 28428-90	0,2
Установить подшипник ГОСТ 28428-90 в стакан	1
Взять гидромотор 210.11.16 В	0,2
Осмотреть гидромотор 210.11.16 В на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину	1
Взять стакан	0,2
Осмотреть стакан на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину	1
Взять болт М12×40 ГОСТ 17673-81 (4 шт.), шайбу пружинную М12 (4 шт.)	0,5
Установить стакан на гидромотор 210.11.16 при помощи болтов М12×40 ГОСТ 17673-81, шайб пружинных М12	2
Взять вал	0,2
Осмотреть вал на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину	1
Взять шпонку 10×8 ×45 ГОСТ 23360-78	0,2
Соединить вал с валом гидромотора 210.11.16 при помощи шпонки 10 8 45 ГОСТ 23360-78	0,8
Взять фрезу	0,4
Осмотреть фрезу на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии фрезы заданным стандартам	1
Взять шпонку 16×10×140 ГОСТ 23360-78	0,2
Установить фрезу на вал при помощи шпонки 16×10×140 ГОСТ 23360-78	0,6
Взять кольцо	0,2
Осмотреть кольцо на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину	0,6
Установить кольцо на вал	0,8
Взять полумуфту	0,2
Осмотреть полумуфту на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину	0,5

Продолжение таблицы 1

Операции, входящие в состав основных и вспомогательных переходов	Время на выполнение операции, мин.
Взять шпонку 14×9×50 ГОСТ 23360-78	0,2
Установить полумуфту на вал при помощи шпонки 16×10×140 ГОСТ 23360-78	0,6
Взять гайку М36 ГОСТ 2528-73, шайбу плоскую 36	0,2
Зафиксировать гайкой М36 ГОСТ 2528-73, шайбой плоской 36 полумуфту на валу	1
Взять стойку	0,2
Осмотреть стойку на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину	0,8
Взять болт М8 16 ГОСТ17673-81, гайку М8 ГОСТ 15522-70, шайбу пружинной М8	0,4
Установить стойку на корпусе снегоочистителя при помощи болтов М8 16 ГОСТ17673-81, гаек М8 ГОСТ 15522-70, шайб пружинной М8	2
Взять редуктор	0,3
Осмотреть редуктор на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину	1
Взять болт М10×32 ГОСТ 17673-81, гайку М10 ГОСТ 15522-70, шайбу пружинную М10	0,3
Установить редуктор на стойку и зафиксировать при помощи болтов М10×32 ГОСТ 17673-81, гаек М10 ГОСТ 15522-70, шайб пружинных М10	2
Взять полумуфту	0,2
Осмотреть полумуфту на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину	0,5
Взять шпонку 10×8×32 ГОСТ 23360-78	0,2
Установить полумуфту на вал редуктора при помощи шпонки 10×8×32 ГОСТ 23360-78	0,8
Взять гайку М24 ГОСТ 2528-73, шайбу плоскую 24	0,2
Зафиксировать гайкой М24 ГОСТ 2528-73, шайбой плоской 24 полумуфту на валу редуктора	1
Взять болт М10 45 ГОСТ17673-81	0,2
Соединить полумуфты при помощи болтов М10 45 ГОСТ17673-81	2
Проверить качество выполненных операций, выполнить регулировку при необходимости и провести испытания снегоочистителя	25
Итого:	105,4

«Определим общее оперативное время на все виды работ:

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on1} + t_{on2} + ... t_{on_n} . \quad (125)$$

Определяем суммарную трудоемкость сборки изделия по формуле:

$$t_{\text{ит}}^{\text{общ}} = t_{\text{он}}^{\text{общ}} + t_{\text{он}}^{\text{общ}} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100} \right), \quad (126)$$

где α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах, принимается равным 3%;

β – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах, принимается равным 5%» [23].

$$t_{\text{ит}}^{\text{общ}} = 105,4 + 105,4 \cdot \left(\frac{3+5}{100} \right) = 113,83 \text{ мин.}$$

3.2 Разработка технологического процесса сборки

Составим порядок выполнения технологических операций, укажем используемые приспособления и занесем время, требуемое для выполнения каждой операции, в таблицу 2.

Таблица 2 – Технологический процесс сборки легкоъемного малогабаритного фрезерно-роторного оборудования на шасси универсальной коммунальной машины

Номер операции	Операция	Позиция	Подробное описание содержания операции	Оборудование, инструмент, приспособление	Суммарное время операций, мин.
005	Сборочная	1	Взять корпус снегоочистителя	Набор необходимого инструмента для выполнения сборки: набор инструмента универсальный 1/4", 1/2" DR S04H524179S Jonnesway, слесарный молоток, оправка, отвертка,	80,4
		2	Осмотреть корпус снегоочистителя на наличие трещин или повреждений, ровность и целостность сварных швов, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров		

Продолжение таблицы 2

Номер операции	Операция	Позиция	Подробное описание содержания операции	Оборудование, инструмент, приспособление	Суммарное время операций, мин.
-	-	-	и геометрии корпуса заданным стандартам	инструмент для снятия стопорных колец	-
		3	Взять подрезной нож		
		4	Взять болт М12×30 ГОСТ 17673-81 (32 шт.), гайку М12 ГОСТ 15522-70 (32 шт.)		
		5	Установить подрезной нож на корпус снегоочистителя при помощи болтов М12×30 ГОСТ 17673-81, гаек М12 ГОСТ 15522-70		
		6	Взять стакан		
		7	Осмотреть стакан на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину		
		8	Взять манжету ГОСТ 8752-79		
		9	Осмотреть манжету на наличие трещин или повреждений		
		10	Установить манжету в стакан		
		11	Взять подшипник ГОСТ 28428-90		
		12	Установить подшипник ГОСТ 28428-90 в стакан		
		13	Взять гидромотор 210.11.16 В		
		14	Осмотреть гидромотор 210.11.16 В на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину		
		15	Взять стакан		
		16	Осмотреть стакан на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину		
		17	Взять болт М12×40 ГОСТ 17673-81 (4 шт.),		

Продолжение таблицы 2

Номер операции	Операция	Позиция	Подробное описание содержания операции	Оборудование, инструмент, приспособление	Суммарное время операций, мин.
-	-	-	шайбу пружинную М12 (4 шт.)	-	-
		18	Установить стакан на гидромотор 210.11.16 при помощи болтов М12×40 ГОСТ17673-81, шайб пружинных М12		
		19	Взять вал		
		20	Осмотреть вал на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину		
		21	Взять шпонку 10×8 ×45 ГОСТ 23360-78		
		22	Соединить вал с валом гидромотора 210.11.16 при помощи шпонки 10 8 45 ГОСТ 23360-78		
		23	Взять фрезу		
		24	Осмотреть фрезу на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии фрезы заданным стандартам		
		25	Взять шпонку 16×10×140 ГОСТ 23360-78		
		26	Установить фрезу на вал при помощи шпонки 16×10×140 ГОСТ 23360-78		
		27	Взять кольцо		
		28	Осмотреть кольцо на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину		
		29	Установить кольцо на вал		
		30	Взять полумуфту		

Продолжение таблицы 2

Номер операции	Операция	Позиция	Подробное описание содержания операции	Оборудование, инструмент, приспособление	Суммарное время операций, мин.
-	-	31	Осмотреть полумуфту на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину	-	-
		32	Взять шпонку 14×9×50 ГОСТ 23360-78		
		33	Установить полумуфту на вал при помощи шпонки 16×10×140 ГОСТ 23360-78		
		34	Взять гайку М36 ГОСТ 2528-73, шайбу плоскую 36		
		35	Зафиксировать гайкой М36 ГОСТ 2528-73, шайбой плоской 36 полумуфту на валу		
		36	Взять стойку		
		37	Осмотреть стойку на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину		
		38	Взять болт М8 16 ГОСТ17673-81, гайку М8 ГОСТ 15522-70, шайбу пружинной М8		
		39	Установить стойку на корпусе снегоочистителя при помощи болтов М8 16 ГОСТ17673-81, гаек М8 ГОСТ 15522-70, шайб пружинной М8		
		40	Взять редуктор		
		41	Осмотреть редуктор на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину		
		42	Взять болт М10×32 ГОСТ 17673-81, гайку М10 ГОСТ 15522-70,		

Продолжение таблицы 2

Номер операции	Операция	Позиция	Подробное описание содержания операции	Оборудование, инструмент, приспособление	Суммарное время операций, мин.
-	-	-	шайбу пружинную М10	-	-
-	-	43	Установить редуктор на стойку и зафиксировать при помощи болтов М10×32 ГОСТ 17673-81, гаек М10 ГОСТ 15522-70, шайб пружинных М10	-	-
		44	Взять полумуфту		
		45	Осмотреть полумуфту на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину		
		46	Взять шпонку 10×8×32 ГОСТ 23360-78		
		47	Установить полумуфту на вал редуктора при помощи шпонки 10×8×32 ГОСТ 23360-78		
		48	Взять гайку М24 ГОСТ 2528-73, шайбу плоскую 24		
		49	Зафиксировать гайкой М24 ГОСТ 2528-73, шайбой плоской 24 полумуфту на валу редуктора		
		50	Взять болт М10 45 ГОСТ 17673-81		
		51	Соединить полумуфты при помощи болтов М10 45 ГОСТ 17673-81		
010	Регулировочная	1	Проверить качество выполненных операций, выполнить регулировку при необходимости и	Набор инструмента универсальный 1/4", 1/2" DR S04H524179S Jonnesway,	25

Продолжение таблицы 2

Номер операции	Операция	Позиция	Подробное описание содержания операции	Оборудование, инструмент, приспособление	Суммарное время операций, мин.
-	-	-	провести испытания снегоочистителя	слесарный молоток, набор шестигранных ключей	-

Технологическая схема сборки легкоъемного малогабаритного фрезерно-роторного оборудования на шасси универсальной коммунальной машины представлена в графической части ВКР.

Выводы по разделу.

В разделе выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, разработан технологический процесс сборки легкоъемного малогабаритного фрезерно-роторного оборудования на шасси универсальной коммунальной машины и представлен в графической части ВКР.

4 Производственная и экологическая безопасность проекта

Производственная и экологическая безопасность играют ключевую роль при разработке и реализации любого дипломного проекта.

Ниже перечислены основные меры, которые могут быть применены для обеспечения безопасности производства и окружающей среды в рамках дипломного проекта:

- использование безопасного оборудования и технологий: необходимо убедиться, что все используемые в проекте материалы, оборудование и технологии соответствуют безопасным стандартам и требованиям;
- обучение персонала: все участники проекта должны быть обучены правилам безопасного труда и экологической ответственности;
- соблюдение законов и нормативов: необходимо следить за тем, чтобы все действия в рамках проекта соответствовали законодательству в области охраны труда и охраны окружающей среды;
- выбор экологически безопасных материалов: при проектировании и изготовлении продукции необходимо отдавать предпочтение материалам, которые меньше вредят окружающей среде;
- ответственная утилизация отходов: необходимо правильно управлять отходами, чтобы минимизировать их воздействие на окружающую среду.

В настоящее время проявляется все больший интерес к человеческим ресурсам, и условия работы на производстве стали более благоприятными и обеспечивают высокие стандарты по охране труда. В перспективе благополучие работников становится источником стабильности, процветания и повышения производительности.

Согласно статистике, затраты на профессиональные риски и несчастные случаи на рабочем месте в различных странах колеблются от 2,6% до 3,8% от валового национального продукта.

Затраты на профессиональные риски и несчастные случаи на рабочем месте могут включать в себя следующие расходы:

- медицинские расходы на лечение работников, пострадавших в результате несчастного случая на рабочем месте;
- компенсации и выплаты пострадавшим работникам, включая возмещение утраты заработка и компенсацию за временную нетрудоспособность;
- затраты на профилактику и обучение работников по предотвращению несчастных случаев и профессиональных рисков.
- юридические расходы на расследование и урегулирование случаев несчастных случаев на рабочем месте;
- расходы на страхование ответственности работодателя за несчастные случаи на рабочем месте.

Эффективное управление профессиональными рисками и безопасностью на рабочем месте может помочь снизить затраты на несчастные случаи и повысить производительность и уровень удовлетворенности работников.

4.1 Описание технологического процесса сборки легкоъемного оборудования на шасси коммунальной машины

Для того чтобы тщательно изучить технологический процесс сборки легкоъемного малогабаритного фрезерно-роторного оборудования на шасси универсальной коммунальной машины, включая его конструктивные особенности и организационно-технические аспекты, требуется подготовить технологический паспорт (таблица 3).

Технологический паспорт обязателен для многих видов продукции, особенно технически сложных или подлежащих обязательному сертификационному контролю. Он помогает упростить процесс технического управления и обеспечить безопасное использование и обслуживание продукции.

Таблица 3 – Технологический паспорт технологического процесса сборки легкоъемного малогабаритного фрезерно-роторного оборудования на шасси универсальной коммунальной машины

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Должность сотрудника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Сборка легкоъемного малогабаритного фрезерно-роторного оборудования на шасси универсальной коммунальной машины	1 Установка корпуса снегоочистителя на сборочной площадке. 2 Установка гидромотора с приводом ротора. 3 Установка редуктора. 4 Испытание легкоъемного малогабаритного фрезерно-роторного оборудования на шасси универсальной коммунальной машины	Слесарь по ремонту автомобилей четвертого разряда, слесарь по ремонту автомобилей пятого разряда	Набор необходимого инструмента для выполнения сборки: набор инструмента универсальный 1/4", 1/2"DR S04H524179S Jonnesway, слесарный молоток, оправка, отвертка, инструмент для снятия стопорных колец	Солидол «с», графитная смазка, перчатки

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Важно проводить анализ идентификации профессиональных рисков для обеспечения безопасности и здоровья работников, а также обеспечения нормального функционирования организации.

Для этого необходимо провести следующие шаги:

- идентификация опасностей: определение всех потенциальных и реальных опасностей, которые могут быть причиной профессиональных рисков. Это может включать физические, химические, биологические, психологические и эргономические опасности;
- оценка риска: определение вероятности возникновения негативных событий, связанных с опасностями, и их потенциальных последствий на здоровье и безопасность работников;
- управление рисками: разработка и внедрение мер по уменьшению и контролю рисков, включая обучение сотрудников, использование персональных защитных средств, технические улучшения, проведение аудитов и так далее;
- мониторинг и анализ: регулярное проведение анализа профессиональных рисков, оценка эффективности принятых мер по управлению рисками и корректировка стратегии при необходимости.

Идентификация профессиональных рисков позволит организации эффективно управлять ими, минимизировать потенциальные угрозы для здоровья и безопасности работников и обеспечить бесперебойное функционирование

Таблица 4 содержит результаты идентификации профессиональных рисков сборки легкоъемного малогабаритного фрезерно-роторного оборудования на шасси универсальной коммунальной машины.

Таблица 4 – Результаты идентификации профессиональных рисков

Операция	ОиВПФ	Источник возникновения ОиВПФ
1 Установка корпуса снегоочистителя на сборочной площадке. 2 Установка гидромотора с приводом ротора. 3 Установка редуктора.	«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях деталей автомобиля	Элементы конструкции рабочего оборудования
	Запыленность	Поднимающаяся пыль

Продолжение таблицы 4

Операция	ОиВПФ	Источник возникновения ОиВПФ
4 Испытание легкосъемного малогабаритного фрезерно-роторного оборудования на шасси универсальной коммунальной машины	и загазованность воздуха	от инструмента, ног, транспорта» [7]
	«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования	Электроинструмент
	Возможность поражения электрическим током	«Электроинструмент» [7]
	«Отсутствие или недостаток естественного света	Недостаточное количество окон, световых колодцев в помещении, где производится технологический процесс» [16].
	«Динамические нагрузки. Статические, связанные с рабочей позой	Однообразно повторяющиеся технологические операции. Операции требующие повышенного внимания и точности» [7].
	«Напряжение зрительных анализаторов	
	Монотонность труда, вызывающая монотонию» [7].	

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Факторы, противодействующие производственному риску и повышающие безопасность труда:

- совершенная организация охраны труда;
- высокий профессиональный уровень персонала предприятия, соответствие профессиональных качеств выполняемым трудовым обязанностям;

- высокая дисциплинированность, ответственность, соответствие личностных, психофизиологических, идеологических качеств характеру выполняемых работ;
- соответствие условий труда нормативным требованиям;
- соответствие технических средств (машины, механизмы, оборудование, оснастка, инструмент и другое), инженерных сооружений и СИЗ требованиям безопасности.

Для более глубокого понимания рабочих процессов и принятия обоснованных решений необходимо проводить обучение персонала. Правильное планирование рабочих задач способствует снижению рисков и уменьшает вероятность возникновения проблем в рабочей сфере.

Использование защитной экипировки и оборудования, особенно в определенных профессиях, является обязательным для снижения рисков. Например, использование шлемов и защитных очков на строительных площадках.

Регулярные проверки оборудования и проведение технического обслуживания помогают выявить и устранить потенциальные проблемы до их возникновения.

Для решения выявленных проблем следует использовать методы и средства, соответствующие нормативным требованиям, а также принимать меры, направленные на снижение профессиональных рисков, как указано в соответствующей таблице 5.

Таблица 5 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования	Организационно-технические мероприятия: – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем состоянии	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [20].

Продолжение таблицы 5

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях рабочего оборудования	Выполнение на регулярной основе планово-предупредительного обслуживания. Эксплуатация технологического оборудования в строгом соответствии с инструкцией. Санитарно-гигиенические мероприятия: – обеспечение работника СИЗ, смывающими и обеззараживающими средствами; предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования; – знаки безопасности, цвета, разметка по ГОСТ 12.4.026-2015	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [20].
Повышенный уровень шума	– проведение аудиометрического исследования сотрудников, работающих в условиях повышенного шума, для раннего выявления проблем со слухом; – обучение сотрудников правильным методам защиты от шума, включая использование наушников или берушей. – регулярная проверка и обслуживание оборудования, чтобы предотвратить его излишний шум; – организация периодических перерывов для отдыха от шумного окружения и возможность работать в тишине; – проведение обучающих программ по управлению стрессом и релаксации для сотрудников, работающих в условиях повышенного шума; – внедрение технологий снижения шума на производстве, таких как звукопоглощающие материалы или звукопоглощающие экраны.	«Защитные противошумные наушники, беруши противошумные» [20].

Продолжение таблицы 5

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
Возможность поражения электрическим током	обучение сотрудников правилам безопасности при работе с электричеством. Включает в себя обучение о том, как правильно обращаться с электрическими приборами, как избегать контакта с обнаженными проводами и как правильно использовать средства защиты;	«Индивидуальные защитные и экранирующие комплекты для защиты от электрических полей» [15].
	– проведение регулярных инструктажей и тренировок по безопасной работе с электричеством. Это поможет сотрудникам освежить знания и навыки, а также позволит им узнать о последних изменениях в правилах безопасности; – установка специального оборудования и средств защиты на рабочих местах. Это могут быть изоляционные материалы, предохранители, заземляющие устройства и другие средства, которые помогут предотвратить поражение электрическим током; – проведение регулярной проверки электрооборудования и проводов на предмет повреждений и износа. Это позволит выявить потенциально опасные ситуации и предотвратить аварии; – организация системы контроля за соблюдением правил безопасности при работе с электричеством. Это может включать в себя проведение аудитов, проверок и инспекций, а также наказание за нарушения правил; – проведение регулярных медицинских осмотров сотрудников, работающих с электричеством. Это позволит	

Продолжение таблицы 5

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
	выявить возможные заболевания или состояния, которые могут увеличить риск поражения электрическим током; – создание системы экстренной помощи и обучение сотрудников оказанию первой помощи при поражении электрическим током. Это поможет быстро и эффективно реагировать на аварийные ситуации и минимизировать возможные последствия.	
Отсутствие или недостаток естественного света	– организация рабочих мест таким образом, чтобы максимально использовать естественное освещение. Размещение рабочих столов и рабочих зон у окон или вблизи них; – установка специальных светопрозрачных перегородок или стен, которые позволяют естественному свету проникать внутрь помещения.	–
«Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	Оздоровительно-профилактические мероприятия: – медицинские осмотры (предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) и других медицинских осмотров согласно ст. 212 ТК РФ; – правильное оборудование рабочих мест, обеспечение технологической и организационной оснащённости средствами комплексной и малой механизации; – используемые в работе оборудование и предметы должны быть удобно и рационально расположены на столе» [7].	–

Продолжение таблицы 5

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
Монотонность труда	– обучение и развитие сотрудников: организация тренингов, семинаров, курсов повышения квалификации помогут работникам развивать свои навыки и умения, что сделает их работу более интересной и разнообразной; – ротация рабочих мест: периодическое изменение рабочих обязанностей и рабочих мест поможет работникам избежать монотонности и рутины, а также приобрести новый опыт и знания. – внедрение новых технологий и методов работы: использование современных технологий и инструментов поможет сотрудникам выполнять свою работу более эффективно и интересно; – организация командных проектов и задач: работа в команде над общим проектом или задачей способствует разнообразию и дает возможность общения и взаимодействия с коллегами; – проведение корпоративных мероприятий и мероприятий по «team building»: организация различных мероприятий, таких как выездные тренинги, корпоративные вечеринки, спортивные соревнования и так далее, поможет работникам расслабиться, отдохнуть и наладить отношения с коллегами; – поддержка и стимулирование саморазвития: компания может предоставлять сотрудникам доступ к литературе, курсам и тренингам по саморазвитию и личностному росту, что поможет им расширить свои горизонты и избежать монотонности в работе.	

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

План пожарной безопасности – документ, в котором излагаются все аспекты процедур предотвращения пожара, процедур эвакуации и политики реагирования на пожар. Он включает планы действий в чрезвычайных ситуациях и процедуры реагирования на чрезвычайные ситуации, которые необходимо соблюдать в случае пожара.

План пожарной безопасности содержит рекомендации, позволяющие всем на рабочем месте знать, что делать, чтобы свести к минимуму ущерб, причиненный пожаром. Это важный документ, необходимый для любого здания, содержащий важную информацию о том, как бороться с пожаром.

Производим анализ потенциальных источников пожаров и определяем опасные факторы, способные их вызвать (таблица 6).

Таблица 6 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
«Участок сборки	Технологическое оборудование, применяемое на сборочном участке	В	Пламя и искры, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, оборудования, технологических установок» [7].

«В статье 42 Федерального закона от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ представлена классификация пожарной техники:

- системы, установки АПС (автоматическая пожарная сигнализация), АУПТ (автоматическая установка пожаротушения), СОУЭ (системы оповещения и управления эвакуацией), пожарной связи, автоматики;
- первичные: мобильные средства пожаротушения (все виды

- огнетушителей, пожарные краны, пожарный инвентарь);
- пожарное оборудование;
 - средства индивидуального/группового самоспасения, защиты органов дыхания;
 - ручной, механизированный инструмент» [16].

«Выполним классификацию средств пожаротушения применяемых для данного технического объекта:

- первичные средства пожаротушения – внутренний пожарный кран, щит пожарный с песком и инвентарем (лом, багор пожарный, топор, комплект для резки электропроводов, лопата совковая, полотно асбестовое), универсальный огнетушитель порошковый ОП-10 – 1 шт., воздушно-пенный огнетушитель ОВП-12 – 1 шт.;
- мобильные средства пожаротушения предназначены для тушения пожаров с возможностью перемещения (мотопомпа для тушения возгораний);
- стационарные средства пожаротушения состоят из трубопроводов, в случае с наполнением из воды, пара или пены. Система трубопроводов соединяет автоматические устройства и оборудование. Приборы реагируют на повышенную температуру, сигнал передается на датчики. Затем происходит включение насосов, подающих воду» [16].

Разработка планов действий для соблюдения требований пожарной безопасности является необходимой процедурой, чтобы обеспечить безопасность людей и имущества в случае возникновения пожара. В таких планах должны быть определены конкретные шаги и процедуры, которые необходимо выполнить в случае пожара, а также ответственные лица и их обязанности.

Планы действий должны включать такие меры, как эвакуация людей, использование пожаротушения, вызов пожарной службы, обучение персонала и проведение учебных тренировок. Кроме того, важно регулярно

проверять и обновлять планы действий, чтобы они были актуальными и эффективными.

Соблюдение требований пожарной безопасности и разработка соответствующих планов действий помогут предотвратить возникновение пожаров, а в случае их возникновения минимизировать ущерб и обеспечить безопасность всех присутствующих.

Разрабатываем планы соблюдения требований пожарной безопасности при сборке легкоъемного малогабаритного фрезерно-роторного оборудования на шасси универсальной коммунальной машины и заносим мероприятия по пожарной безопасности в таблицу 7.

Таблица 7 – Перечень мероприятий по пожарной безопасности при сборке легкоъемного малогабаритного фрезерно-роторного оборудования на шасси универсальной коммунальной машины

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности
«Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности	Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия» [15]
«Обучение правилам и мерам пожарной безопасности в соответствии с Приказом МЧС России 645 от 12.12.2007	Проведение обучения, а также различных видов инструктажей по тематике пожарной безопасности под роспись» [20]
«Проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования	Выполнение профилактики оборудования в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя лица, ответственного за выполнение данных работ» [15]
«Наличие знаков пожарной безопасности и знаков безопасности по охране труда по ГОСТ	Знаки пожарной безопасности и знаки безопасности по охране труда, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ» [15].
«Рациональное расположение производственного оборудования без создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения	Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей
Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта источников наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения	Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком действия» [16]
«Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143–2009, ГОСТ 12.1.004–91	Наличие действующего плана эвакуации при пожаре, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для

Продолжение таблицы 7

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности
ССБТ	обозрения местах
Размещение информационного стенда по пожарной безопасности	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [7]

Все работодатели также должны:

- контролировать накопление легковоспламеняющихся и горючих отходов, чтобы они не способствовали возникновению пожарной ситуации, и включать санитарные процедуры в план противопожарной защиты;
- информировать сотрудников об опасностях материалов и процессов, которым они подвергаются;
- пересмотреть с каждым новым сотрудником те части плана противопожарной защиты, которые сотрудник должен знать, чтобы защититься в случае возникновения чрезвычайной ситуации;
- регулярно и надлежащим образом обслуживать оборудование или системы, установленные на тепловыделяющем оборудовании, чтобы предотвратить случайное возгорание горючих материалов.

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса

Экологическая безопасность, часто используемая как синоним защиты окружающей среды, относится к практике защиты мира природы и ее ресурсов от вреда, деградации или загрязнения. Она охватывает различные аспекты человеческой деятельности, влияющие на окружающую среду, и направлена на смягчение этих последствий для благополучия нынешнего и будущих поколений.

Необходимость экологической безопасности невозможно переоценить, так как она имеет решающее значение для сохранения экосистем, здоровья живых организмов и устойчивости планеты. Более того, она играет ключевую роль в обеспечении доступности природных ресурсов в долгосрочной перспективе.

Внедрение устойчивых практик предполагает сокращение отходов, сохранение ресурсов и минимизацию углеродного следа. Предприятия и частные лица могут применять устойчивые методы, чтобы уменьшить свое воздействие на окружающую среду.

Поддержание чистоты воздуха имеет важное значение для экологической безопасности. Усилия по контролю загрязнения воздуха включают стандарты выбросов, продвижение чистых источников энергии и сокращение промышленных выбросов.

Вода – ограниченный ресурс, и ее сохранение имеет решающее значение для экологической безопасности. Внедрение методов водосбережения дома, в сельском хозяйстве и промышленности может помочь сохранить этот драгоценный ресурс.

Сокращение отходов и переработка материалов являются эффективными способами повышения экологической безопасности. Эти методы уменьшают нагрузку на свалки и уменьшают потребность в сырье.

Биоразнообразие имеет важное значение для сбалансированной экосистемы. Усилия по сохранению включают защиту исчезающих видов, сохранение естественной среды обитания и содействие устойчивому землепользованию.

Повышение энергоэффективности имеет жизненно важное значение для сокращения выбросов парниковых газов. Переход на возобновляемые источники энергии и внедрение энергоэффективных технологий – шаги к экологической безопасности.

Транспорт вносит значительный вклад в загрязнение окружающей среды. Варианты экологически чистого транспорта, такие как электромобили

и общественный транспорт, могут снизить воздействие транспорта на окружающую среду.

Многие предприятия сейчас переходят на корпоративную социальную ответственность, осознавая свою ответственность перед окружающей средой, тем самым сокращая выбросы и продвигая устойчивые методы работы.

Частные лица могут внести свой вклад в экологическую безопасность. Простые действия, такие как сокращение потребления воды и энергии, поддержка экологически чистых продуктов и участие в общественных мероприятиях по уборке, – все это способствует более чистой планете.

Будущее экологической безопасности – за инновациями и коллективными усилиями. Достижения в области технологий и растущее осознание экологических проблем обещают сделать мир более зеленым и безопасным.

Выполняем идентификацию негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при сборке легкоъемного малогабаритного фрезерно-роторного оборудования на шасси универсальной коммунальной машины и сведем их в таблицу 8.

Таблица 8 – Идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов

Технологический процесс	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
«Сборка легкоъемного малогабаритного фрезерно-роторного оборудования на шасси универсальной коммунальной машины	Мелкодисперсная пыль в воздушной среде, испарения смазочно-охлаждающей жидкости с поверхности новых деталей.	Масло	Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые / коммунальные отходы коммунальный мусор), металлический лом, стружка» [11].

При сборке легкоъемного малогабаритного фрезерно-роторного оборудования на шасси универсальной коммунальной машины могут возникать следующие негативные экологические факторы:

- выбросы вредных веществ: при работе с машинами и оборудованием могут выделяться вредные газы, пары и пыль, которые могут загрязнять окружающую среду и воздух.
- шум и вибрация: работа оборудования может сопровождаться шумом и вибрацией, что может негативно сказываться на окружающей среде и вызывать дискомфорт у окружающих.
- отходы и обломки: при сборке и эксплуатации оборудования могут образовываться отходы и обломки, которые могут стать источником загрязнения окружающей среды.

Для снижения негативного воздействия на окружающую среду при сборке и эксплуатации легкоъемного малогабаритного фрезерно-роторного оборудования на шасси универсальной коммунальной машины необходимо применять современные технологии и методы управления процессами, а также соблюдать все экологические нормы и требования.

Выводы по разделу.

В разделе, посвященном производственной и экологической безопасности проекта разработан паспорт производственно-технологического процесса сборки легкоъемного малогабаритного фрезерно-роторного оборудования на шасси универсальной коммунальной машины; выявлены профессиональные риски и определены методы и средства их снижения; идентифицирован класс и опасные факторы пожара, разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности сборки легкоъемного малогабаритного фрезерно-роторного оборудования на шасси универсальной коммунальной машины; идентифицированы экологические факторы, возникающие при сборке легкоъемного малогабаритного фрезерно-роторного оборудования на шасси универсальной коммунальной машины и разработаны мероприятия по их снижению.

5 Экономическая эффективность проекта

Экономическая эффективность проекта определяется как способность проекта приносить прибыль или экономическую выгоду в сравнении с затратами, вложенными в него. Для оценки экономической эффективности проекта обычно используются различные показатели, такие как инвестиционная привлекательность, внутренняя норма доходности (IRR), чистая приведенная стоимость (NPV) и другие.

Для того чтобы проект был экономически эффективным, необходимо соблюдать баланс между затратами и ожидаемой прибылью, а также учитывать риски и неопределенность, которые могут повлиять на результаты проекта. Также важно проводить регулярный мониторинг и оценку экономической эффективности проекта на протяжении всего его жизненного цикла. В целом, экономическая эффективность проекта является ключевым критерием успеха и позволяет оценить целесообразность его реализации и вложения ресурсов в него.

Описание проектной разработки

«Проектируемый снегоочиститель выполнен в виде легкосъёмного оборудования на шасси машины УКМ; специальное оборудование машины представляет собой компактный агрегат, состоящий из фрезы и ротора, несущей металлоконструкции, выполненной заодно с кожухом фрезы и ротора, кроме того, в оборудование входят механизмы привода рабочего органа.

Рабочий орган снегоочистителя приводится в действие от гидромотора. Рабочий орган состоит из ротора и расположенного перед ним фрезерного питателя. Ротор и фреза смонтированы в корпусах, причём корпус фрезы (питателя) снабжён внизу сменным ножом для подрезания снега, а боковые щёки имеют заострённую форму, что также способствует подрезанию снега.

Для ограничения дальности отбрасывания снега кожух ротора снабжён ограничительным козырьком, который может менять своё положение» [11].

«Основными потребителями новой техники являются крупные заводы, фабрики и другие предприятия, где используются универсальные коммунальные машины, а также дорожные ремонтно-строительные и коммунальные управления» [2].

Параметры для расчёта

На базе универсальной коммунальной машины УКМ Тверского экскаваторного завода спроектирован фрезерно-роторный снегоочиститель.

В таблице 9 представлены исходные данные для расчета.

Таблица 9 – Исходные данные для расчета

Наименование показателей.	Условные обозначения	Единица измерения	Значение показателей	
			БТ	НТ
Масса машины	G	кг	5000	5100
Мощность двигателя	$N_{ен}$	л.с.	81	59
Техническая производительность	$B_{тч}$	т/час	180	200
Оптовая цена	Π	тыс.руб	1450	1400

Расчёт капитальных затрат

«Согласно данных в источнике [34] балансовую стоимость машины K определим по формуле:

$$K = \Pi \cdot K_d, \quad (34)$$

где Π – цена техники, (смотрите выше);

K_d – коэффициент перехода от цены к балансовой стоимости, согласно [34] для дорожных машин принимается равным 1,09» [11].

$$K_{нт} = 1400000 \cdot 1,09 = 1526000 \text{ р.},$$

$$K_{бт} = 1450000 \cdot 1,09 = 1580500 \text{ р.}$$

«Расчёт производительности:

$$B = B_{\text{эч}} \cdot T_{\text{э}}, \quad (35)$$

где $B_{\text{эч}}$ – среднечасовая эксплуатационная производительность;

$T_{\text{э}}$ – количество работы машино-часов работы техники в году.

$$T_{\text{э}} = \frac{T_{\phi} - 2 \cdot T_{\text{со}}}{\frac{1}{t_{\text{см}} \cdot k_{\text{см}}} + D_p + \frac{D_n}{T_{\text{об}}}}, \quad (36)$$

где T_{ϕ} – годовой фонд рабочего времени техники, принимается равным 220 дней;

$T_{\text{со}}$ – продолжительность сезонного обслуживания, принимается равным 1 дню;

$t_{\text{см}}$ – продолжительность смены, принимается равной 8 часов;

$k_{\text{см}}$ – коэффициент сменности, принимается равным 1;

D_p – простои во всех видах ремонтов и технических обслуживаниях.

$$D_p = \left[\frac{\sum_i^m (d_{pi} + d_{npi}) \cdot a_i}{T_p} + \frac{t_{\text{отк}}}{t_{\text{см}} \cdot T_{\text{отк}}} \right] \cdot K_{\text{ч}}, \quad (37)$$

где d_{pi} – продолжительность пребывания техники в i ремонте;

d_{npi} – продолжительность ожидания ремонта, принимается равной 10 дней;

a_i – количество i ремонтов;

T_p – средний ресурс до капитального ремонта, мото-ч., принимается равным 7860 мото-ч.;

$t_{\text{отк}}$ – среднее время на устранение одного отказа, маш.-ч.;

$T_{\text{отк}}$ – наработка на отказ, мото-ч., принимается равной 3500 мото-ч.;

$K_{\text{ч}}$ – коэффициент перевода мото-час. в маш-час., принимается равным 0,36» [11].

Рассчитываем количество ТО за межремонтный цикл:

$$a_{TP, TO-3} = \frac{7860}{960} - 1 = 7,$$

$$a_{TO-2} = \frac{7860}{240} - 1 - 7 = 25,$$

$$a_{TO-1} = \frac{7860}{60} - 1 - 7 - 25 = 98,$$

$$D_p = \left[\frac{(1+10) \cdot 7 + (1+10) \cdot 25 + (0,3+10) \cdot 98}{7860} + 8 \frac{2}{t_{cm} \cdot 3500} \right] \cdot 0,36 = 0,062 \text{ ч.}$$

«Рассчитываем продолжительность одной перебазировки:

$$D_{\Pi} = \frac{Z_T}{V_{cрт} \cdot t_{cm}}, \quad (38)$$

где Z_T – среднее расстояние перебазировки, принимается равным 25 км;

$V_{cрт}$ – средняя скорость, км/ч» [11].

$$D_{ПБГ} = \frac{25}{33 \cdot 8} = 0,095,$$

$$D_{ПНГ} = \frac{25}{28 \cdot 8} = 0,112,$$

$$T_{БГ} = \frac{220 - 2 \cdot 1}{\frac{1}{8 \cdot 1} + 0,062 + \frac{0,095}{24}} = 1147 \text{ маш - ч./Год},$$

$$T_{НГ} = \frac{220 - 2 \cdot 1}{\frac{1}{8 \cdot 1} + 0,062 + \frac{0,112}{24}} = 1135 \text{ маш - ч./Год},$$

$$B_{бт} = 180 \cdot 1147 = 206460 \text{ т/год},$$

$$B_{нт} = 200 \cdot 1135 = 227000 \text{ т/год}.$$

«Удельные капитальные затраты определяются по формуле

$$K_y = \frac{K}{B} \text{ » [12],} \quad (39)$$

$$K_{y\text{бм}} = \frac{1580500}{206460} = 7,6 \text{ р./т,}$$

$$K_{y\text{нт}} = \frac{1526000}{227000} = 6,7 \text{ р./т.}$$

«Текущие затраты определяются по формуле:

$$C_z = (C_a + C_p + C_{кр} + C_{зр} + C_з + C_э + C_{см} + C_{зм} + C_m + C_ч + C_{нб}) \cdot (1 + H_p), \quad (40)$$

где C_a – амортизационные отчисления на реновацию, р.;

C_p – затраты на выполнение ремонтов и ТО, р.;

$C_{кр}$ – затраты на выполнение капитальных ремонтов, р.;

$C_{зр}$ – заработная плата рабочих выполняющих технологические операции вручную;

$C_з$ – заработная плата рабочих управляющих техникой, р.;

$C_э$ – затраты на энергоресурсы, р.;

$C_{см}$ – затраты на смазочные материалы, р.;

$C_{зм}$ – затраты на масло для гидросистемы, р.;

C_m – затраты на материалы участвующие в технологическом процессе, р.;

$C_ч$ – затраты на смену быстро изнашивающихся частей, р.;

$C_{нб}$ – затраты на перебазировку, р.;

H_p – норма накладных расходов связанных с эксплуатацией техники, принимается равной 0,21.

Рассчитываем амортизационные отчисления на реновацию:

$$C_a = \frac{P_A \cdot K}{100}, \quad (41)$$

где P_A – норма амортизационных отчислений на реновацию, принимается равной 16,6%» [12].

$$C_{ABT} = \frac{16,6 \cdot 1580500}{100} = 262363 \text{ р.},$$

$$C_{ANT} = \frac{16,6 \cdot 1526000}{100} = 253316 \text{ р.}$$

«Рассчитываем затраты на выполнение ремонтов и ТО:

$$C_p = C_{pz} \cdot K_p \cdot \lambda_p \cdot \left[T_z \cdot K \cdot \left(\frac{\sum_i^m a_i \cdot r_i}{T_p} + \frac{t_{отк} \cdot B_p}{T_{отк}} \right) + 2 \cdot r_{co} \right] + 1,2 \cdot C_{зрч}, \quad (42)$$

где C_{pz} – средняя тарифная ставка. Тарифную ставку считаем из расчёта минимального размера заработной платы по Самарской области на 2021 год, которая составляет 12792 р. в соответствии с законом № 82-ФЗ.

Принимаем тарифную ставку из учета минимальной заработной платы по Самарской области для первого разряда: $12792/(7 \cdot 21) = 87,02 \text{ р./ч.}$

Для остальных разрядов с учётом тарифной сетки: I – 1,0; II – 1,12; III – 1,26; IV – 1,42; V – 1,60; VI – 1,80.

Дальнейшие расчёты ведём по IV разряду: $87,02 \cdot 1,42 = 123,56 \text{ р./ч.}$

K_p – средний коэффициент к тарифной ставке, принимается равным 1,07.

λ_p – коэффициент, учитывающий премии, принимается равным 1,3;

r_i – трудоемкость i ТО, чел/ч.;

B_p – количество рабочих занятых устранением отказа, чел.;

r_{co} – трудоемкость сезонного обслуживания, чел/ч.

$C_{зрч}$ – расход запасных частей на год работы техники, р./год, принимается равным 1000 р./год» [11].

$$C_{рбт} = 123,56 \cdot 1,07 \cdot 1,3 \cdot (1147 \cdot 0,6 \cdot [(7 \cdot 35 + 25 \cdot 9 + 5 \cdot 98) / 7860 + 9 \cdot 3 / 3500] + 2 \cdot 40) + 1,2 \cdot 1000 = 5912 \text{ р.}$$

$$C_{рнт} = 123,56 \cdot 1,07 \cdot 1,3 \cdot (1135 \cdot 0,6 \cdot [(7 \cdot 35 + 25 \cdot 9 + 5 \cdot 98) / 7860 + 9 \cdot 3 / 3500] + 2 \cdot 40) + 1,2 \cdot 1000 = 5886 \text{ р.}$$

Затраты на выполнение капитальных ремонтов.

«Так как $T_z < T_p$, то это значит, что в этом году капитальный ремонт проводиться не будет и соответственно $C_{кр}=0$.

Заработная плата рабочих выполняющих технологические операции вручную. Технология производства работ не предусматривает выполнение технологических операций вручную $C_{зр}=0$ » [11].

«Рассчитаем заработную плату рабочих управляющих техникой:

$$C_z = K_{дон} \cdot K_p \cdot \lambda_p \cdot T_z \cdot \sum_i^B C_{Ti}, \quad (43)$$

где $K_{дон}$ – коэффициент учитывающий доплату за работу в 2 и 3 смены» [12].

$$K_{дон} = 1,2 - \frac{1,6}{K_{см} \cdot t_{см}}, \quad (44)$$

$$K_{дон} = 1,2 - \frac{1,6}{1 \cdot 8} = 1.$$

$$C_{зБТ} = 1 \cdot 1,07 \cdot 1,3 \cdot 1147 \cdot 123,56 = 47864 \text{ р.,}$$

$$C_{зНТ} = 1 \cdot 1,07 \cdot 1,3 \cdot 1135 \cdot 123,56 = 47364 \text{ р.}$$

«Рассчитаем затраты на энергоресурсы (топливо):

$$C_{\text{эт}} = C_m \cdot W_m \cdot T_z, \quad (45)$$

где C_m – цена дизельного топлива, принимается равной 45,5 р. (по состоянию на 01.04.2021 г.)

W_m – часовой расход топлива.

$$W_m = 1,03 \cdot 10^{-3} \cdot N_{\text{ен}} \cdot q_{\text{ен}} \cdot K_N \cdot K_{\text{де}} \cdot K_{\text{дм}}, \quad (46)$$

где $N_{\text{ен}}$ – номинальная мощность двигателя;

$q_{\text{ен}}$ – удельный расход топлива;

K_N – коэффициент, учитывающий изменение расхода топлива, принимается равным 1,37» [24].

$$W_{\text{тбт}} = 1,03 \cdot 10^{-3} \cdot 81 \cdot 172 \cdot 1,37 \cdot 0,5 = 9,8 \text{ кг/маш.ч.},$$

$$W_{\text{тнт}} = 1,03 \cdot 10^{-3} \cdot 59 \cdot 169 \cdot 1,37 \cdot 0,5 = 7,1 \text{ кг/маш.ч.},$$

$$C_{\text{этБГ}} = 45,5 \cdot 9,8 \cdot 1147 = 213571 \text{ р.},$$

$$C_{\text{этНТ}} = 45,5 \cdot 7,1 \cdot 1135 = 153112 \text{ р.}$$

«Затраты на смазочные материалы:

$$C_{\text{см}} = K_{\text{ст}} \cdot C_{\text{эт}}, \quad (47)$$

где $K_{\text{ст}}$ – коэффициент перехода от затрат на топливо к затратам на смазочные материалы, принимается равным 0,2» [24].

$$C_{\text{смБГ}} = 0,2 \cdot 213571 = 42714 \text{ р.},$$

$$C_{\text{смНТ}} = 0,2 \cdot 153112 = 30622 \text{ р.}$$

«Затраты на масло для гидросистемы:

$$C_{зм} = \frac{V_z \cdot O_m \cdot C_{мз} \cdot K_o \cdot T_z}{T_m}, \quad (48)$$

где V_z – емкость гидросистемы, дм^3 , $V_{змт} = 210 \text{ дм}^3$, $V_{збт} = 21 \text{ дм}^3$;

O_m – объемная масса гидравлической жидкости, принимается равной $0,885 \text{ кг/дм}^3$;

$C_{мз}$ – оптовая цена гидравлической жидкости, р./кг , принимается равной 50 р./кг ;

K_o – коэффициент доливок, принимается равным $1,5$;

T_m – периодичность замены гидравлической жидкости, принимается равной 2000 маш.-ч [29].

$$C_{змнт} = \frac{210 \cdot 0,885 \cdot 50 \cdot 1,5 \cdot 1135}{2000} = 7910 \text{ р.},$$

$$C_{збт} = \frac{21 \cdot 0,885 \cdot 50 \cdot 1,5 \cdot 1147}{2000} = 800 \text{ р.}$$

Затраты на материалы участвующие в технологическом процессе.

При проведении работ не требуются какие-либо дополнительные материалы.

Затраты на смену быстроизнашивающихся частей.

Быстроизнашивающихся частей нет.

$$C_{збт} = (5912 + 47864 + 213571 + 42714 + 800) \cdot (1 + 0,21) = 376142 \text{ р.}$$

$$C_{змт} = (5886 + 47364 + 153112 + 30622 + 7910) \cdot (1 + 0,21) = 296322 \text{ р.}$$

Цеховые расходы:

$$C_{цбт} = C_z \cdot 0,35, \quad (49)$$

$$\begin{aligned}
C_{цбт} &= 376142 \cdot 0,35 = 131650 \text{ р.}, \\
C_{цбт} &= C_{\varepsilon} \cdot 0,35, \\
C_{цнт} &= 296322 \cdot 0,35 = 103713 \text{ р.}
\end{aligned}
\tag{50}$$

Прочие расходы:

$$C_{прбт} = C_{цбт} \cdot 0,1, \tag{51}$$

$$C_{прбт} = 131650 \cdot 0,1 = 13165 \text{ р.},$$

$$C_{прнт} = C_{цнт} \cdot 0,1, \tag{52}$$

$$C_{прнт} = 103713 \cdot 0,1 = 10371,3 \text{ р.},$$

$$C_{збт} = C_{збт}' + C_{цбт} + C_{прбт} + C_{Абт},$$

$$C_{збт} = 376142 + 131650 + 13165 + 262363 = 783320 \text{ р.},$$

$$C_{знт} = C_{знт}' + C_{цнт} + C_{прнт} + C_{Ант},$$

$$C_{знт} = 296322 + 103713 + 10371,3 + 253316 = 663622 \text{ р.}$$

«Удельные текущие затраты:

$$C_{y\partial} = \frac{C_{\varepsilon}}{B} \gg [11], \tag{53}$$

$$C_{y\partial} = \frac{783320}{206460} = 3,8 \text{ р./т},$$

$$C_{y\partial} = \frac{663622}{227000} = 2,9 \text{ р./т}.$$

«Экономическая эффективность:

$$\mathfrak{E}_{\varepsilon\partial\partial} = (C_{y\partial БТ} - C_{y\partial НТ}) \cdot B_{НТ} \gg [11]. \tag{54}$$

$$\mathfrak{E}_{\varepsilon\partial\partial} = (3,8 - 2,9) \cdot 227000 = 204300 \text{ р.}$$

«Срок окупаемости новой машины:

$$T_{ок} = \frac{K_{нт}}{\mathcal{E}_{год}} \gg [11], \quad (54)$$

$$T_{ок} = \frac{1526000}{204300} = 7,5 \text{ лет.}$$

«Рентабельность определяется по формуле:

$$P = \frac{1}{T_{ок}} \cdot 100\% \gg [11], \quad (54)$$

$$P = \frac{1}{7,5} \cdot 100\% = 13\%.$$

В таблице 10 представлена калькуляция годовых текущих издержек.

Таблица 10 – Калькуляция годовых текущих издержек

Статьи затрат	Условные обозначения	Значение показателей	
		БТ	НТ
Амортизационные отчисления на реновацию	C_A	262363	253316
Выполнение ТО и Р	C_P	5912	5886
Заработная плата водителей	$C_З$	47864	47364
Топливо	$C_Э$	213571	153112
Смазочные материалы	C_{CM}	42714	30622
Масло для гидросистемы	$C_{ГМ}$	800	7910
Цеховые затраты	$C_{Ц}$	131650	103713
Прочие затраты	$C_{ПР}$	13165	10371,3
Итого:	—	718039	612294,3
Общая сумма годовых текущих издержек с накладными расходами	—	783320	663622

В таблице 11 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 11 – Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Условные обозначения	Единица измерения	Значение показателей	
			БТ	НТ
Марка машины	—	—	ФРС-180М	УКМС
Снаряженная масса	G	кг	5200	5100
Часовая техническая производительность	Q	т/ч	180	200
Продолжительность смены	$t_{см}$	ч.	8	8
Цена машины с рабочим органом	$Ц$	руб.	1450000	1400000
Капитальные затраты	K	тыс. руб.	1580500	1526000
Годовая эксплуатационная производительность	B	т./год	206460	227000
Годовые текущие издержки потребителя	C_z	тыс. р.	783320	663662
Удельные капитальные вложения	K_y	р./ т	7,6	6,7
Удельные текущие затраты	$C_{y\partial}$	р./т	3,8	2,9
Годовой экономический эффект	$\mathcal{E}_{год}$	тыс. руб.	204300	
Срок окупаемости капитальных вложений	$T_{ок}$	год	7,5	
Рентабельность	P	%	13	

Выводы по разделу.

Вложение средств в приобретение новой машины будет оправдано и принесет прибыль в ближайшем будущем. Новая машина может повысить производительность и качество работы, что также будет способствовать увеличению доходов предприятия.

Заключение

В дипломном проекте на основании обзора технической литературы рассмотрена возможность модернизации универсальной коммунальной машины для зимнего содержания дорог в условиях города, в частности узких автомобильных дорог, внутриквартальных проездов, где затруднено движение габаритного транспорта.

Данная машина позволяет убирать тротуары и снежный вал, образовавшийся у края проезжей части после уборки плужными снегоочистителями, путем перекидки его на газон между дорогой и тротуаром. Рабочий орган машины оснащен поворотным козырьком, что дает возможность изменять дальность отброса снега. Также в задней части установлено оборудование для внесения жидких антигололёдных реагентов.

Проведен подбор оборудования, механизмов для уборки и проведены соответствующие расчёты.

Разработаны мероприятия по диагностике и карта технического обслуживания малогабаритного снегоочистителя.

Рассмотрены требования безопасности при эксплуатации разработанного снегоочистителя, предусмотрены все мероприятия по уменьшению влияния вреда и предупреждению опасностей при работе на данной машине.

Приведена карта смазки машины.

Рассчитаны экономические показатели. Модернизированная конструкция имеет меньшую расчетно-балансовую стоимость и более низкие показатели годовых текущих затрат по сравнению с существующими моделями. При внедрении ее в производство годовой экономический эффект составит 204300 р/год.

Из вышесказанного следует, что внедрение данного проекта целесообразно и выгодно.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Абрамов, Н. Н. Курсовое и дипломное проектирование по дорожно-строительным машинам [Текст] : (Общие положения и курсовое проектирование машины для земляных работ и содерж. дорог) : [Для вузов по специальности "Строит. и дор. машины и оборудование"]. - Москва : Высш. школа, 1972. - 120 с.
2. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя [Текст] / В. И. Анурьев, Ф. Ф. Калашников, И. М. Масленников. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машгиз, 1962. - VIII, 687 с.
3. Баловнев, В. И. Машины для содержания и ремонта автомобильных дорог и аэродромов [Текст] : Атлас конструкций : [Учеб. пособие для вузов] / В. И. Баловнев, канд. техн. наук доц., И. А. Засов, канд. техн. наук. - Москва : Машиностроение, 1965. - 134 с.
4. Баловнев, В. И. Машины для содержания и ремонта автомобильных дорог и аэродромов [Текст] : Конструкция и основы расчета : [Учеб. пособие для автомоб.-дор. и инж.-строит. вузов] / В. И. Баловнев, И. А. Засов, Ю. Л. Карабан. - Москва : Машиностроение, 1964. - 296 с.
5. Борц А. Д. Диагностика технического состояния автомобиля / А. Д. Норц, Я. К. Закин, Ю. В. Иванов. – М.: Транспорт, 1979. – 160 с.
6. Веденяпин Г. М. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных / Г. М. Веденяпин. - Изд. 3-е, перераб. и доп. -М.: Колос, 1973. – 195 с.
7. Веденяпин Г.В. Эксплуатация машинно-тракторного парка / Г. В. Веденяпин, Ю. К. Киртбая, М. П. Сергеев. – М.: Колос, 1968. – 342 с.
8. Величко А. В. Анализ процесса торможения автотранспортного средства / А. В. Величко // Транспортные средства Сибири: Материалы межвузовской научно-практической конференции. – Красноярск: КГТУ, 1995. – с. 83-89.

9. Верзаков Г. Ф. Введение в техническую диагностику / Г. Ф. Верзаков, Н. В. Кипшт, В. И. Рабинович, Л. С. Тимонеи. – М.: Энергия. 1968. – 219 с.
10. Говорущенко Н. Я. Диагностика технического состояния автомобилей / Н. Я. Говорущенко. – М.: Транспорт, 1970. – 254 с.
11. Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта". Учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с.
12. Грачев Ю. П. Математические методы планирования эксперимента / Ю. Л. Грачев. – М., 1979. – 195 с.
13. Гришкевич А. И. Автомобили. Теория. Учебник для вузов / А. И. Гришкевич. – Мн.: Высш. шк., 1986. – 208 с.
14. Дорожные и аэродромные снегоочистители [Текст] : Каталог-справочник. - Москва : ЦНИИТЭстроймаш, 1975. - 93 с.
15. Дорожные машины. Основы теории и расчета [Текст] : [Учеб. пособие для специальности "Подъемно-трансп., строит. и дор. машины"] / Проф. А. И. Анохин, канд. техн. наук Е. Р. Петерс, канд. техн. наук И. М. Эвентов, канд. техн. наук Н. Я. Хархута и др. ; Под общ. ред. д-ра техн. наук проф. А. И. Анохина. - Москва : Изд-во и тип. Дориздата, 1950 (13-я тип. Главполиграфиздата). - 372 с.
16. Живейнов Н.Н. Строительная механика и металлоконструкции строительных и дорожных машин [Текст] : [учебник для машиностроительных специальностей вузов] / Н. Н. Живейнов, Г. Н. Карасев, И. Ю. Цвей. - Москва : Машиностроение, 1988. – 278 с.
17. Зимнее содержание автомобильных дорог [Текст] / Г. В. Бялобжеский, А. К. Дюнин, В. Н. Денисов и др. - Москва : Транспорт, 1966. - 224 с.

18. Иванов А. Н. Снегоочистители отбрасывающего действия / А. Н. Иванов, В. А. Мишин. - М. : Машиностроение, 1981. - 159 с.
19. Инженерная экология и экологический менеджмент : учебник / М. В. Буторина [и др.] ; под ред. Н. И. Иванова [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Логос, 2004. - 518 с.
20. Конструкция автомобиля. Шасси : учеб. для вузов / под ред. А. Л. Карунина. – М. : МГТУ МАМИ, 2000. – 528 с.
21. Маевская Е. Б. Экономика организации : учебник / Е. Б. Маевская. - Москва : ИНФРА-М , 2017. - 351 с.
22. Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация [Текст] : материалы международной научно-практической конференции / Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский филиал Научно-исследовательского центра "МашиноСтроение" [и др.] ; главный редактор Жуков Иван Алексеевич]. - Санкт-Петербург : СПбФ НИЦ МС, 2018-. - 21 см. № 2. - 2019. - 157 с.
23. Проектирование полноприводных колесных машин: В 2т. Т.2. учебник для вузов; Под общей редакцией А. А. Полунгяна.- М:Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 640 с.
24. Сметанин, В. И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления : Учеб. пособие / В. И. Сметанин. - Москва : КолосС, 2003. - 230 с.
25. Теория механизмов и машин : респ. междувед. научно-тех. сб. Вып. 36 / [редкол.: С. Н. Кожевников (отв. ред.) и др.]. - Харьков : Вища шк., 1984. - 129 с.
26. Феодосьев В.И. «Сопротивление материалов». – М: Наука, 1986. – 512 с.
27. Чумаков, Л. Л. Раздел выпускной квалификационной работы «Экономическая эффективность проекта». Уч.-методическое пособие / Л. Л. Чумаков. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 37 с.

28. Шалман, Д. А. Снегоочистители [Текст] / Д. А. Шалман, канд. техн. наук. - Ленинград : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1967. - 191 с.
29. Экология транспорта : учебник. / Е.И.Павлова. - М. : Высш. шк., 2010. - 366, [2] с.
30. David A. Hensher, Kenneth J. Button / Handbook of transport modeling. - [2. impr.]. - Amsterdam [etc.] : Pergamon, 2002 [1] с. - 165 p.
31. Henzold G. Geometrical dimensioning and tolerancing for design, manufacturing and inspection / A handbook for geometrical product specification using ISO and ASME standards – Burlington, 2016. – 390 p.
32. Lange F. H. Signale und Systeme / F. H. Lange. - Bd. 1,2. - Berlin: VEB Verlag Technik, 1975.
33. Mikell, P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.
34. Rabiner R. Theory and Application of Digital Signal Processing / R. Rabiner, B. Gold. -New York, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, 1975.

Приложение А
Спецификации

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						Документация			
		A4			24.ДП.01.217.02.000.ПЗ	Пояснительная записка			
		A1			24.ДП.01.217.00.000.ВО	Сборочный чертёж	2		
						Сборочные единицы			
Справ. №				1	24.ДП.01.217.01.000	Базовая машина	1		
				2	24.ДП.01.217.02.000	Снегоочиститель	1		
				3	24.ДП.01.217.03.000	Цистерна	1		
				4	24.ДП.01.217.04.000	Распределительная гребёнка	1		
				5	24.ДП.01.217.05.000	Насосная установка	1		
						Детали			
Подп. и дата				6	24.ДП.01.217.00.006	Палец	2		
				7	24.ДП.01.217.00.007	Шарнир	2		
				8	24.ДП.01.217.00.008	Кольцо уплотнительное	4		
				9	24.ДП.01.217.00.009	Палец	2		
				10	24.ДП.01.217.00.010	Втулка проставочная	8		
Инв. № докл.				11	24.ДП.01.217.00.011	Палец	2		
						Стандартные изделия			
Взам. инв. №				12		Маслёнка М6 ГОСТ 19853-74	2		
				13		Болт М8×12 ГОСТ 15591-70	2		
				14		Шайба пружинная 8	2		
				15		Шайба плоская 16	2		
Подп. и дата						24.ДП.01.217.00.000			
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
	Разраб.		Макаев К.Д.						
Инв. № подл.	Проб.		Тузиков А.С.			Малогабаритная	Лит.	Лист	Листов
							Д		1
	Н.контр.		Тузиков А.С.			снегочисточная машина	ТГУ, АТс-1901В		
	Утв.		Бадровский АВ						

Копировал

Формат А4

Продолжение Приложения А

Формат Зна	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.					
			Документация		
		21.ДП.ПЭА.153.02.000.СБ	Сборочный чертёж		
Справ. №			Сборочные единицы		
	1	24.ДП.01.217.02.01.000	Корпус снегоочистителя	1	
	2	24.ДП.01.217.02.02.000	Фреза	1	
	3	24.ДП.01.217.02.03.000	Ротор	1	
			Детали		
	4	24.ДП.01.217.02.004	Подрезной нож	1	
	5	24.ДП.01.217.02.005	Стойка	1	
	A4	6	24.ДП.01.217.02.006	Стакан	2
		7	24.ДП.01.217.02.007	Прокладка	2
Подп. и дата	A3	8	24.ДП.01.217.02.008	Крышка	2
	A3	9	24.ДП.01.217.02.009	Стакан	1
	A3	10	24.ДП.01.217.02.010	Вал	1
	A4	11	24.ДП.01.217.02.011	Кольцо	1
		12	24.ДП.01.217.02.012	Полумуфта	1
Инв. № докл.		13	24.ДП.01.217.02.013	Полумуфта	1
		14	24.ДП.01.217.02.014	Фланец	2
		15	24.ДП.01.217.02.015	Шайба	2
Взам. инв. №			Стандартные изделия		
Подп. и дата		16	Винт М6×18 ГОСТ 174 75-80	4	
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
	Разраб.	Макаев К.Д.			
	Пров.	Тузиков А.С.			
	Н.контр.	Тузиков А.С.			
	Утв.	Бабровский А.В.			
24.ДП.01.217.02.000					
Снегоочиститель				Лит.	Лист
				Д	1
ТГУ, АТС-1901В				Листов	2
Копировал			Формат А4		

Рисунок А.2 – Спецификация на снегоочиститель

Продолжение Приложения А

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		17		Подшипник ГОСТ 28428-90	2	
		18		Манжета ГОСТ 8752-79	2	
		19		Болт М12×40 ГОСТ17673-81	4	
		20		Болт М10×35 ГОСТ17673-81	12	
		21		Болт М10×32 ГОСТ17673-81	4	
		22		Болт М10×42 ГОСТ17673-81	12	
		23		Болт М12×30 ГОСТ17673-81	32	
		24		Болт М8×16 ГОСТ17673-81	6	
		25		Болт М8×25 ГОСТ17673-81	4	
		26		Болт М10×45 ГОСТ17673-81	6	
		27		Гайка М10 ГОСТ 15522-70	34	
		28		Гайка М8 ГОСТ 15522-70	2	
		29		Гайка М12 ГОСТ 15522-70	32	
		30		Гайка М36 ГОСТ 2528-73	1	
		31		Гайка М24 ГОСТ 2528-73	1	
		32		Шайба пружинная М12	36	
		33		Шайба пружинная М10	34	
		34		Шайба пружинная М8	10	
		35		Шайба плоская 36	1	
		36		Шайба плоская 24	1	
		37		Шпонка 16×10×140	1	
				ГОСТ 23360-78		
		38		Шпонка 14×9×50	1	
				ГОСТ 23360-78		
		39		Шпонка 10×8×32	1	
				ГОСТ 23360-78		
		40		Шпонка 10×8×45 ГОСТ 23360-78	1	
				Покупные изделия		
				Гидромотор 210.11.16 В	1	
				Редуктор	1	
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № докл.	Подп. и дата	Макаев К.Д. Тузипов А.С. 24.ДП.01.217.02.000 Лист 2	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Копировал Формат А4	

Рисунок А.3 – Спецификация на снегоочиститель

Продолжение Приложения А

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № з/д	Подп. и дата	24.ДП.01.217.02.01.000				
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Макаев К.Д.								
Пров.	Тизилов А.С.								
Н.контр.	Тизилов А.С.								
Утв.	Бабровский А.В.								

Рисунок А.4 – Спецификация на корпус снегоочистителя

Продолжение Приложения А

Изм. № подл.	Инд. № докум.	Взам. инд. №	Инд. № эъл.	Подп. и дата	Подп. и дата					Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	24.ДП.01.217.03.000	Цистерна и распределительная гребёнка	Лит. Лист Листов		
					Изм.	Лист	Листов	Д								1		