

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 кафедры)

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 Модернизация малогабаритной коммунальной машины для зимнего
содержания дорог

Студент

Д.С. Скакун

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент Л.А. Черепанов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2021

Аннотация

Дипломный проект выполнен на тему: «Модернизация малогабаритной коммунальной машины для зимнего содержания дорог».

Пояснительная записка содержит пять разделов, введение и заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложения, всего 108 страниц с приложением. Графическая часть содержит 9 листов формата А1, выполненных в универсальной системе автоматизированного проектирования Компас 3D. Проект полностью соответствует выданному заданию.

В качестве конструкторской разработки предложена модернизация малогабаритной коммунальной машины для зимнего содержания дорог. Проектируемое оборудование предназначено для уборки тротуаров и снежных валов, снегоочистителями вдоль бордюрного камня с одновременным внесением противогололедных реагентов.

В первом разделе рассмотрена технология зимней уборки дорожного покрытия, исследованы существующие модели снегоочистителей, проведен обзор патентных источников и обоснована тема дипломного проекта.

Во втором разделе проведено исследование процесса уплотнения снега при работе снегоуборочной техники, выполнена конструкторская разработка снегоочистителя для малогабаритной коммунальной машины, выполнены прочностные и кинематические расчеты.

В третьем разделе рассмотрено предназначение и цели эксплуатации универсальной коммунальной машины, виды ее техобслуживания, ремонта и их периодичность.

В четвертом разделе рассмотрены вопросы, касающиеся безопасности и экологичности проекта.

В последнем разделе ВКР приведена технико-экономическая эффективность проекта.

В заключении сделаны выводы по ВКР.

Abstract

The title of the graduation project is: «The modernization of a small communal vehicle for winter road maintenance».

The explanatory note consists of 5 parts, introduction and conclusion, list of references, 1 appendix, totally 108 pages with attachments. The graphic part is on 9 A1 sheets, which executed in the computer-aided modeling system KOMPAS-3D. The senior thesis is fully consistent with the issued assignment.

In the graduation project much attention is given to the construction development of a small-sized snowplow.

As a design development, the modernization of a small-sized municipal machine for winter road maintenance is proposed. The projected equipment is intended for cleaning sidewalks and snow shafts, cleaning the snow along the curb with the simultaneous scattering of anti-ice reagents.

The first part deals with the technology of winter cleaning of the road surface, analysis of the snowplows existing models. The patent sources are reviewed. The topic of the graduation project is established.

In the second part, a study of the snow compaction process during the snowplow operation is carried out. The design of the snowplow for a small-sized municipal machine is developed, strength and kinematic calculations are performed.

In the third part, the purpose and aims of the universal municipal machine operation are considered. the types and frequency of its maintenance and repair are reviewed.

In the fourth part the safety and ecological properties of the project are considered.

The last section of the graduation project shows the technical and economic efficiency of the project.

In the conclusion the results of the study are reported.

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение..... | 6 |
| 1 Эксплуатационно-технологический раздел..... | 9 |
| 1.1 Технология зимней уборки дорожного покрытия | 9 |
| 1.2 Исследование существующих моделей снегоочистителей | 16 |
| 1.3 Исследование патентных источников..... | 24 |
| 1.4 Обоснование проектной разработки | 29 |
| 2 Конструкторский раздел..... | 32 |
| 2.1 Исследование процесса уплотнения снега при работе снегоуборочной техники | 32 |
| 2.2 Технические параметры базовой модели | 36 |
| 2.3 Определение основных кинематических характеристик..... | 38 |
| 2.4 Выбор гидроагрегатов | 43 |
| 2.5 Расчет оборудования для проведения противогололедной обработки . | 44 |
| 2.6 Энергетический расчет | 47 |
| 2.7 Определение баланса мощности..... | 50 |
| 2.8 Прочностной расчет болтовых и шпоночных соединений..... | 51 |
| 2.9 Гидропривод разрабатываемой УKM | 54 |
| 2.10 Расчет производительности | 55 |
| 3 Техническое обслуживание и ремонт малогабаритной снегоуборочной машины..... | 58 |
| 3.1 Предназначение и цели эксплуатации | 58 |
| 3.2 Виды техобслуживания и ремонта УKM и их периодичность..... | 62 |
| 4 Безопасность и экологичность проекта | 69 |
| 4.1 Требования безопасности при эксплуатации разрабатываемой УKM .. | 69 |
| 4.2 Разработка мероприятий для осуществления безопасности труда..... | 73 |
| 4.3 Разработка мероприятий по сохранению экологии..... | 80 |
| 5 Экономическая эффективность проекта..... | 87 |
| 5.1 Описание проектной разработки..... | 87 |

| | |
|---|-----|
| 5.2 Основные потребители проектируемой техники..... | 88 |
| 5.3 Параметры для расчёта..... | 88 |
| 5.4 Расчёт капитальных затрат..... | 88 |
| 5.5 Расчёт производительности | 89 |
| 5.6 Удельные капитальные затраты | 91 |
| 5.7 Текущие затраты | 91 |
| Заключение | 99 |
| Список используемой литературы и используемых источников..... | 100 |
| Приложение А Спецификации..... | 104 |

Введение

Важной составной частью в реализации программы дальнейшего социально-экономического развития страны является решение комплексной проблемы, связанной с градостроительством, обеспечением транспортного обслуживания в городах и населенных пунктах. В решении этой задачи важное место уделяется повышению уровня благоустройства, обеспечению, качественного содержания дорожных покрытий магистралей и улиц.

Планами развития народного хозяйства предусматривается дальнейший рост дорожно-транспортных сетей в городах. При этом наряду с количественным ростом дорожного хозяйства предусматривается внедрение новых, более прогрессивных типов дорожных конструкций проезжей части и тротуаров. В связи с этим обуславливается необходимость применения, новых более совершенных и эффективных способов ремонта и содержания дорог.

Повышение требований к техническому состоянию дорог вызывает необходимость применения в практической работе более совершенных способов оценки их состояния по ровности, шероховатости, прочности и другим показателям.

Для обеспечения механизации процессов по ремонту и содержанию дорог и дорожно-транспортных сооружений наряду с ростом количества машин видоизменяются их конструктивные решения, разрабатываются и внедряются новые типы машин, например для уборки прилотовой части дорог, транспортных тоннелей, содержания и ремонта скверов и бульваров и так далее.

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].

«Особенностью зимней уборки города является необходимость проведения операций, обеспечивающих очистку дорожных покрытий от снега и ликвидацию скользкости в сжатые сроки по всей территории города. Уборка осложняется тем, что обычно трудно предсказать возникновение, продолжительность и силу снегопадов и образование гололеда. Важнейшее условие качественного выполнения работ их своевременность, так как в противном случае выпавший снег под воздействием колес автомобилей уплотняется, и на покрытии образуются накаты, снежные колеи, что значительно ухудшает условия проезда» [32].

«Чтобы не допускать дезорганизации дорожного движения, технологический процесс необходимо строить таким образом, чтобы в первую очередь выполнять операции, обеспечивающие безопасность движения. Эти операции, сроки выполнения и объемы которых непосредственно зависят от климатических и погодных условий (снегопада, гололеда и так далее), выполняются в экстренном порядке и являются важнейшими операциями зимней уборки» [2].

Основной задачей зимней уборки улиц является такое состояние дорог, при котором достигается беспрепятственность работы городского транспорта и безопасное движение пешеходов и транспортных средств.

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.

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 Эксплуатационно-технологический раздел

1.1 Технология зимней уборки дорожного покрытия

«Технология производства основных операций зимней уборки городских дорог основана на комплексном применении средств механизации и технологических материалов, что является наиболее эффективным и рациональным в условиях интенсивного транспортного движения. Технологические материалы при снегоочистке тормозят процесс уплотнения и прикатывания свежесвыпавшего снега, а при возникновении снежно-ледяных образований снижают силы смерзания льда с поверхностью дорожного покрытия.

Качественная очистка улиц от снега с применением технологических материалов достигается при хорошем их перемешивании со снегом, что возможно при интенсивном движении транспорта (не менее 100 машин/ч. на одной полосе). При малой интенсивности движения транспортных средств (менее 100 машин в полосе движения) применяется однооперационная, безреагентная снегоочистка» [4].

«Технологией зимней уборки городских дорог предусматривается три основных вида работ: очистка дорог от снежно-ледяных образований; удаление снежно-ледяных образований; устранение гололеда и скользкости.

Комплексная технология в зависимости от эксплуатационных условий различается по типу технологических материалов, применяемых при снегоочистке.

Снегоочистка дорог, не имеющих значительных уклонов (более 3 %, производится с применением чистых химических материалов. На дорогах с уклонами, в местах интенсивного торможения транспортных средств, на остановках пассажирского транспорта, перекрестках и др., участках дорог с местными уклонами при снегоочистке используется пескосоляная смесь» [3].

Способы уборки снега с проезжей части:

- вывоз транспортом на снежные свалки,
- складирование на проезжей части улицы,
- поперечная перекидка и укладка роторными снегоочистителями,
- сплав по водосточной или канализационной сети,
- снеготаяние,
- устранение гололеда и скользкости.

Вывоз снега автотранспортом.

Этот способ является наиболее распространенным – около 70% всего удаляемого снега вывозится автомобилями. Погрузка из вала (или куч) в автомобили производится снегопогрузчиком. Во время погрузки снега снегопогрузчик движется вдоль снежного вала против движения городского транспорта, самосвал – задним ходом с таким расчетом, чтобы после погрузки двигаться в общем потоке движения транспорта, не пересекая его.

В зависимости от наличия погружаемого снега (из валов, куч) расстояния его перевозки до снегосвалки, интенсивности движения транспорта на проездах к снегопогрузчикам прикрепляется определенное число самосвалов.

При погрузке снега в автомобили используют также роторные снегоочистители, оборудованные специальными направляющими аппаратами. Наиболее целесообразно применять их при погрузке снега из больших валов (после интенсивного снегопада); на погрузку одного автомобиля в этом случае затрачивается от 1,5 до 2 мин. При этом снегоочиститель движется по направлению потока транспорта, что обеспечивает подход порожних автомобилей без дополнительного маневрирования и ускоряет процесс погрузки.

Погруженный в автомобили снег вывозят на снегосвалки, в снегосплавные камеры на канализационных и водосточных коллекторах, в снеготаялки. Расстояние вывоза снега существенно влияет на стоимость удаления, поэтому число и расположение мест приема снега должны обеспечить возможно короткие расстояния от основных массивов уборки.

Вывозной способ является самым распространенным, но вместе с тем наиболее дорогим. В первую очередь этот способ должен применяться на узких магистралях с интенсивным движением транспортных средств. Образованный после снегопада вал снега разрушается и уплотняется колесами транспорта, что резко усложняет последующую уборку. Поэтому незамедлительно после окончания снегопада на таких улицах необходимо организовать погрузку снега и его вывоз.

Вывозной способ применяется также на наиболее важных магистралях, отличающихся повышенной интенсивностью движения обычного и пассажирского транспорта. Этот способ состоит в погрузке из валов и куч снега в транспортные средства для вывоза его на места складирования.

Но столь высокая доля транспортных расходов в общей стоимости уборки снега в городах обусловлена не только дальностью перевозки снега, но и нерациональным использованием грузоподъемности используемого транспорта. Обусловлено это тем, что масса снега в кузове грузовика в 3 раза меньше грузоподъемности автомобиля (по некоторым данным [2] она составляет примерно 300 кг/м^3 независимо от места его подборки).

«Очевидно, для того, чтобы снизить затраты на вывоз снега, необходимо помимо сокращения плеча транспортировки еще и увеличивать использование грузоподъемности самосвала, то есть стремиться приблизить массу перевозимого снега к грузоподъемности самосвала. Сейчас для этого наращивают высоту бортов грузового кузова, но принципиально изменить ситуацию не удастся» [1].

«Известно, что плотность снега колеблется в широких пределах и может в процессе метаморфоз снежной массы увеличиваться от 50 кг/м^3 (свежевыпавший снег) до 917 кг/м^3 (лед). Из этого следует, что добиться серьезного увеличения эффективности процесс эвакуации снега от мест уборки к пунктам его утилизации можно, уплотняя снег перед погрузкой его в кузов грузового транспорта.

Стоимость работ при применении вывозного способа зависит в основном от дальности перевозки снега, поэтому целесообразно иметь разветвленную сеть мест, предназначенных для размещения снежно-ледяных образований в целях минимальных затрат» [3].

Складирование снега на проезжей части улиц.

Складирование на проезжей части улиц является наиболее дешевым способом уборки снега, но применяется очень ограниченно на второстепенных проездах с небольшим движением транспорта или когда на улице возможна организация одностороннего движения транспорта. При этом следует иметь в виду, что ширина свободной полосы для движения транспорта должна быть не менее 6 м.

Улучшение условий движения транспорта за счет уменьшения ширины вала (обычно от 2 до 2,5 м) обеспечивается путем регулярной подрезки вала роторными снегоочистителями.

При применении способа складирования необходимо организовать отвод талой воды как со стороны проезжей части (вода растекается и замерзает в ночное время, создавая на проезжей части ледяную пленку), так и со стороны тротуара (основная или дополнительная водосточная канализация и очистка лотка от снега на ширину от 0,4 до 0,5 м).

В снежных валах, располагаемых против въездов во дворы на пешеходных, переходах, у пожарных гидрантов надо делать разрывы.

Этот способ является самым простым, дешевым и поэтому рекомендуемым к наиболее широкому распространению. На улицах шириной до 20 м при движении транспорта с небольшой интенсивностью снег складировается в валах в прилотовой полосе дороги до конца зимнего сезона. Для складирования могут быть такие использованы свободные территории, прилегающие к убираемым улицам; при уборке набережных снег может сбрасываться непосредственно в русло рек.

Работы при складировании снега состоят в основном в перемещении его из вновь образованного после снегопада вала в основной вал,

предназначенный для складирования и хранения снега в течение всего сезона. Если для складирования используется свободная территория, расположенная вблизи прилотовой полосы, то сбрасывание снега ведется строго направленно. При использовании в качестве мест складирования свободных территорий и русел рек эти работы состоят в направленной переброске и укладке снега.

Перекидка снега роторными снегоочистителями.

Перекидка снега применяется на набережных рек и каналов, на проездах, имеющих газоны, полосы насаждений, разделительные полосы, незастроенные территории.

«При перекидке снега на проездах с насаждениями следует принимать предохранительные меры, исключающие повреждение деревьев и кустарников. Положительные результаты дает установка на роторных снегоочистителях специальных желобов с направляющими козырьками. Это обеспечивает укладку перекидываемого снега на узкой полосе между проезжей частью и насаждениями или даже перекладку его через первый ряд кустарников, что обеспечивает их сохранность» [6].

Учитывая высокую экономичность способа поперечной перекидки (в 5-6 раз дешевле вывоза снега автотранспортом), обеспечение быстрого удаления снега с проезжей части и невозможность использования этого способа на всех улицах обычного профиля, рекомендуется создавать специальные технические полосы для размещения снега. Такие полосы могут быть расположены на каждой из двух сторон проезжей части широких магистралей или на одной стороне проезжей части узких проездов. Ширина полосы зависит от ширины проезжей части и числа технических полос: при двух полосах – от 2 до 3 м каждая, при одной полосе – от 2 до 4 м.

Снег, находящийся в валах на газонах, рекомендуется в весеннее время передвигать на проезжую часть дорог и вывозить автотранспортом на снегосвалки.

Сплав снега.

Приемные пункты оборудуются на сетях хозяйственно-фекальной канализации, промышленных стоках, подземных реках и на других источниках вод, содержащих сбросовое тепло, достаточное для расплавления, поступающего в них снега.

Использование канализации должно быть согласовано с предприятием, обеспечивающим ее эксплуатацию.

При сплаве снег сбрасывается через специальные камеры в канализационные или водосточные коллекторы и транспортируется потоком жидкости. Удаление снега может производиться путем сплава снегоуборочными совками или подвозом автотранспортом к снегоприемным люкам, что обеспечивает уменьшение расстояния перевозки снега. Расход воды на сплав 1 т снега зависит от многих условий, в том числе от состояния снега и режима его загрузки. Установлено, что для сплава 1 т снега требуется от 7 до 10 м³ воды.

Снеготаяние.

Снеготаяние для удаления снега не получило широкого распространения из-за отсутствия мощных снеготаялок, обеспечивающих прием большого количества снега, и более высокой стоимости снеготаяния по сравнению с другими способами удаления.

Для работы стационарных снеготаялок используется, как правило, сбросовое тепло бань, прачечных и других подобных источников. Наиболее экономично применение при снеготаянии остаточного тепла – сбросного пара, отработанной горячей воды и отходящих горячих газов.

Производительность приемных пунктов и снеготаялок невелика (менее 300 т/ч), поэтому такой пункт обслуживает сравнительно небольшую территорию, и в отличие от вывозного способа дальность транспортировки снега снижается в значительной мере.

«Каждый приемный пункт или снеготаялка снабжается отстойниками и пескоуловителями различной конструкции, исключающих поступление минеральных и других загрязнений, содержащихся в снежно-ледяных

образованиях, в транспортирующие снег потоки. Работы по очистке уловителей трудоемки, не механизированы, их выполнение нарушает функционирование пункта, поэтому следует стремиться к тому, чтобы при уборке территорий, обслуживаемых пунктом, применялись преимущественно чистые реагенты, без примесей песка.

Разгрузка самосвалов на приемном пункте и в снеготаялки производится непосредственно на приемные решетки. Для подачи оставшихся на решетках снежно-ледяных образований каждый пункт обычно располагает бульдозером» [30].

Наряду с большими затратами на строительство и эксплуатацию снеготаялок большим их недостатком является необходимость удаления осадков, что до сих пор выполняется вручную.

Устранение гололеда и скользкости.

Работы по устранению гололеда и скользкости имеют первостепенное значение при создании условий безопасного движения транспортных средств и пешеходов. Устранение гололеда и скользкости следует проводить в первую очередь на участках с крутыми уклонами и кривыми малого радиуса, на пересечениях в одном уровне, на искусственных сооружениях и подъездах к ним, а также во всех других местах, где часто возникает необходимость торможения.

Скользкость на дороге возникает вследствие некачественной снегоочистки, в результате чего на дороге в течение длительного времени в полосе движения транспортных средств остаются уплотненный снег и лед.

Скользкость возникает также на дорогах при образовании гололедных пленок в результате атмосферных явлений.

Устранение гололеда возможно активным, профилактическим или пассивным способами.

Применение профилактического способа возможно при надежных прогнозах о возникновении гололеда.

В случае возникновения скользкости используется только пассивный способ, так как применительно к скользкости профилактический способ состоит в своевременной уборке в полосе движения транспорта на дорогах снежно-ледяных образований или принятии мер, исключающих возникновение гололедных пленок.

«Эффективность противогололедных материалов зависит от многих факторов, основными из которых являются: температура замерзания и концентрация растворов, плавящая способность, расход реагентов, вязкость растворов, коррозионная активность. Главное – знать: идеальных реагентов нет. У каждого существуют как свои плюсы, так и минусы.

На сегодняшний день существуют следующие антигололедные средства:

- жидкие: хлористый кальций модифицированный (ХКМ), содержащий ингибитор коррозии, ацетат аммония модифицированный «Антиснег»-1 и ацетат калия модифицированный «Нордикс-П» (представляют собой соли или эфиры уксусной кислоты);
- твердые: хлористый кальций, ингибированный фосфатами (ХКФ), Айсмелт (ХКНМ), хлористый магний модифицированный «Биомаг» и нитрат кальция, магния, мочевины (НКММ), соль техническая – NaCl» [1].

1.2 Исследование существующих моделей снегоочистителей

На территории Российской Федерации снег составляет 30-35% годового количества осадков, причем эти осадки распределяются неравномерно как по территории, так и по времени. Снегопад средней интенсивности может привести при плохой организации снегоочистки к серьезным экономическим потерям вследствие снижения производительности автомобильного транспорта, иногда существенно

превышающим затраты в течение всего зимнего периода, или вообще парализовать движение транспорта. Практикуемое в последнее время ограничение выпадения снега средствами метеозащиты не решает полностью проблемы снегоборьбы, так как снегопады очищают воздушные бассейны больших городов от механических и химических загрязнений, препятствуют образованию смога.

Главным признаком, по которому классифицируют снегоочистительные машины, является принцип их работы. По этому признаку снегоочистители подразделяют на два основных типа: плужные и роторные [14].

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.

«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.

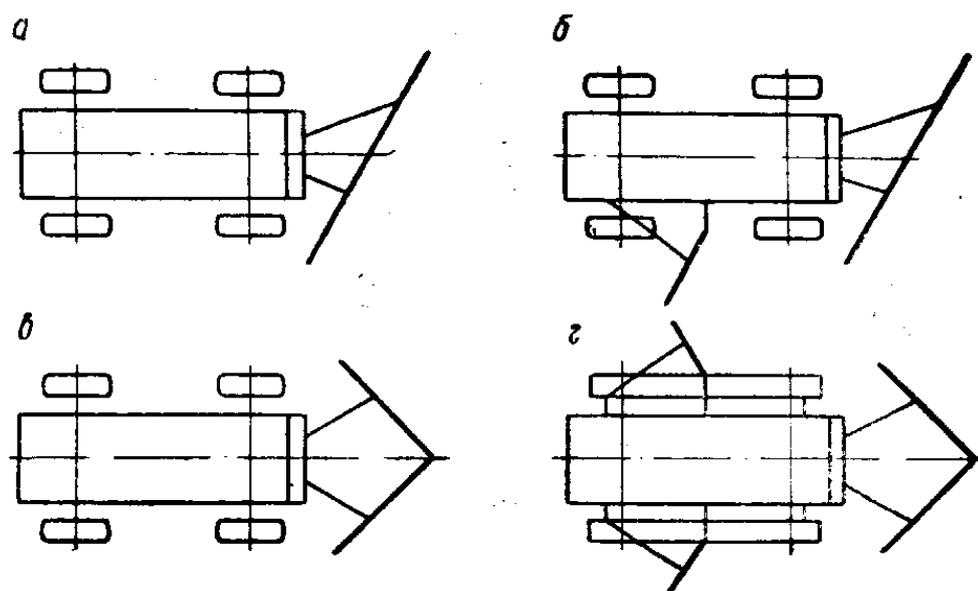
Эти машины имеют более сложную конструкцию, чем машины тихоходные, так как они должны обеспечивать отбрасывание снега на возможно большее расстояние и иметь устройство, предотвращающее аварию в случае столкновения рабочего оборудования с непреодолимым препятствием. Поверхность отвала снежного плуга должна 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.

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 (рисунок 1); по типу

переднего плуга – с плугами поворотными и неповоротными; по типу шасси базовой машины – на пневмоколесном ходу (одно-и двухотвальные) и на гусеничном ходу (только двухотвальные); по типу базовой машины – на автомобильные, тракторные, навесные на тягаче, дорожно-строительной машине (погрузчике, автогрейдере) и собственном шасси; по мощности двигателя или тяговому усилию базовой машины – на легкие (до 75 л.с. для автомобилей и автогрейдеров и до 1,4 т по тяговому классу для колесных тягачей и тракторов), средние (до 150 л. с. для автомобилей и автогрейдеров, до 5 т по тяговому классу для колесных тягачей и тракторов и до 6 т для гусеничных тягачей и тракторов) и тяжелые (более 150 л.с. для автомобилей и автогрейдеров и выше 6 т по тяговому классу для колесных и гусеничных тягачей и тракторов).



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

Рисунок 1 – Схемы плужных снегоочистителей различных типов

Для очистки от снега улиц и городских площадей применяют главным образом одноотвальные плужнощеточные снегоочистители. Цилиндрические щетки сметаю остатки снега после снятия основной снежной массы плугом.

Как правило, это тихоходные машины сдвигающего действия, с поворотным плугом. Эти машины оставляют по бокам снежные валы, которые нужно затем убирать другими машинами, поэтому их почти не применяют при очистке от снега автомобильных дорог.

«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.

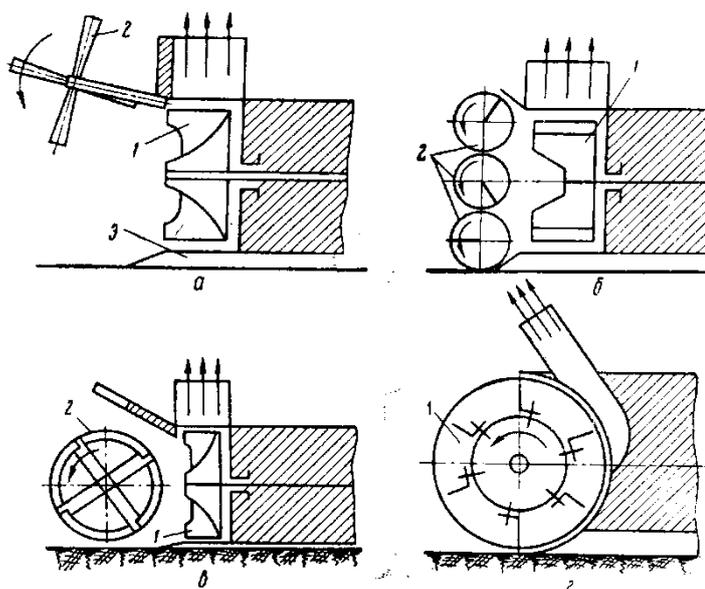
Роторные снегоочистители предназначены для очистки автомобильных дорог и аэродромов от снежных заносов для удаления снежных валов, образовавшихся на обочинах дорог после работы плужных снегоочистителей, а также для расчистки горных участков дорог от выпавшего, наметенного и лавинного снега» [9].

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.

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

«Рабочий орган плужнороторного снегоочистителя (рисунок 2, а) 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 (рисунок 2, б) 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.

«Рабочий орган фрезернороторного снегоочистителя (рисунок 2, в) 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 (рисунок 2, г). 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» [9].

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.

По типу шасси базовой машины роторные снегоочистители подразделяют на колесные и гусеничные; по типу базовой машины – на автомобильные, тракторные, навесные на тягаче, погрузчике и на собственном шасси.

По производительности роторные снегоочистители разделяют на легкие (до 200 т/ч), средние (до 1000 т/ч) и тяжелые (свыше 1000 т/ч); средние и тяжелые машины подразделяют также по дальности отбрасывания снега на дорожные (до 18 м и, при наличии второй скорости вращения ротора, до 25 м) и аэродромные (более 18 м).

«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].

«Роторные снегоочистители используют для переброски свежесвыпавшего и слежавшегося снега в сторону или погрузки в транспортное средство из снежных валов и куч, образованных после работы плужно-щеточных снегоочистителей.

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.

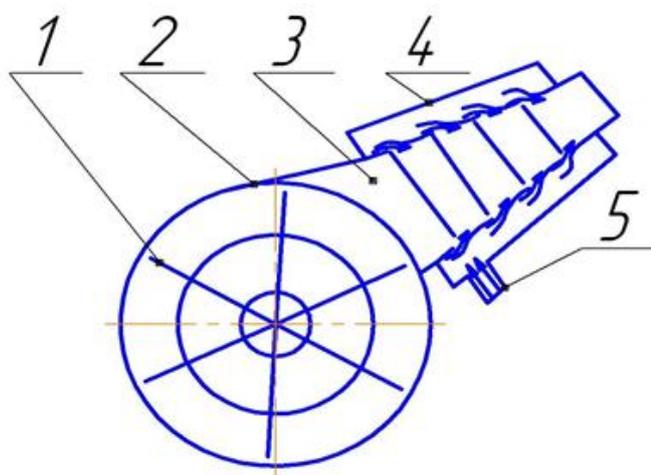
В городских условиях применяют в основном легкие и средние снегоочистители. Привод рабочего органа таких роторных снегоочистителей осуществляется от двигателя базовой машины через механический или гидравлический привод» [5].

1.3 Исследование 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 патрубок установить камеру, сообщенную с источником сжатого

воздуха, при помощи которого можно изменять дальность отбрасываемого снега.



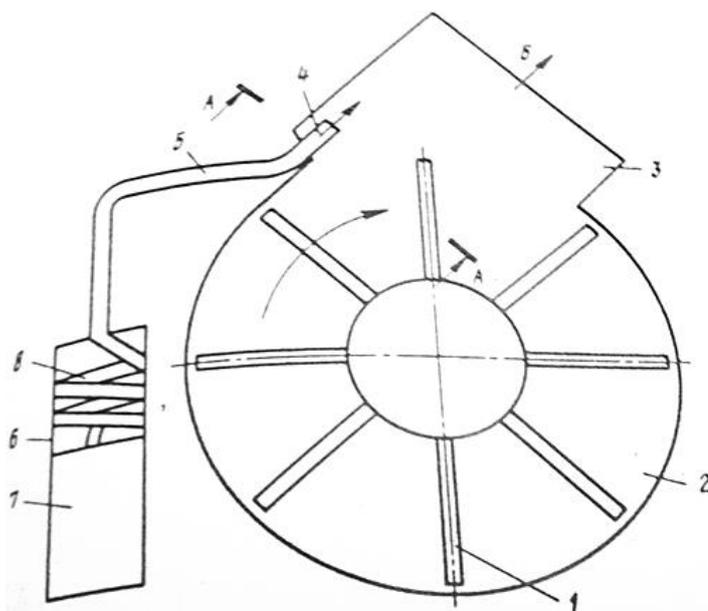
1 – ротор; 2 – корпус; 3 – направляющий патрубок; 4 – камера; 5 – входное отверстие

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.

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

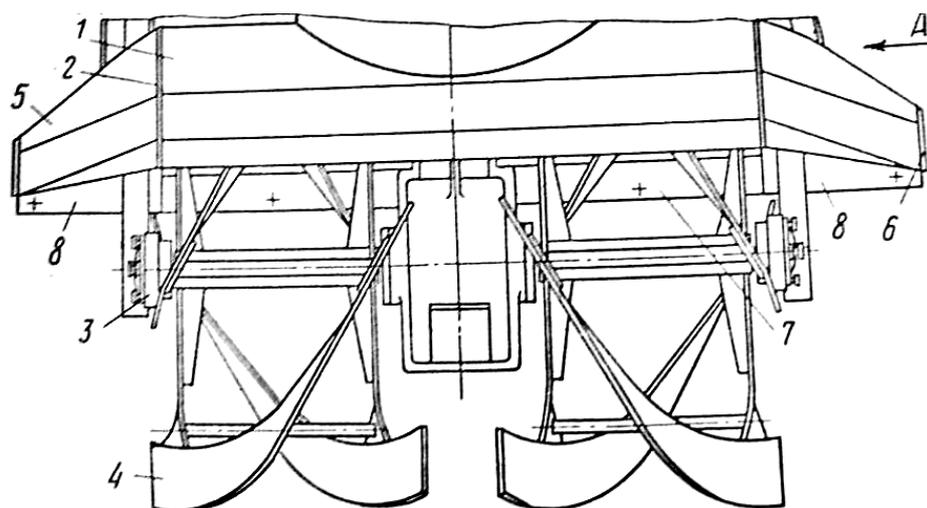
Недостатком такой конструкции является необходимость на автомобиль или трактор дополнительно устанавливать генератор перегретого пара, который в свою очередь потребляет значительную мощность, передаваемую от основного двигателя. Тем самым возникает необходимость в увеличении мощности двигателя базовой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



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.



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.

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].

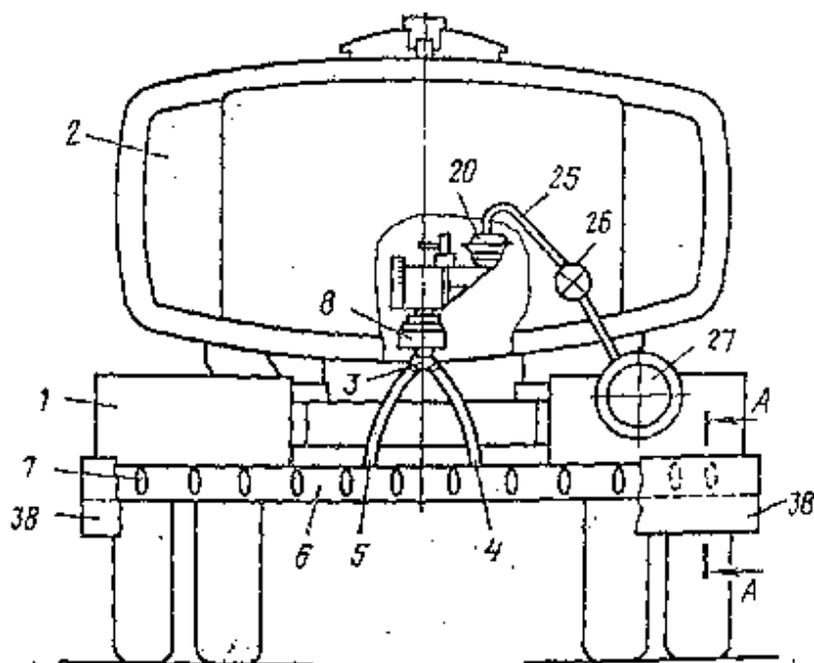


Рисунок 6 – Схема изобретения

Недостатком этого является установка дополнительного двигателя для привода клапана и точность регулировки последнего, что не является экономически целесообразным.

Так в авторском свидетельстве № 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.

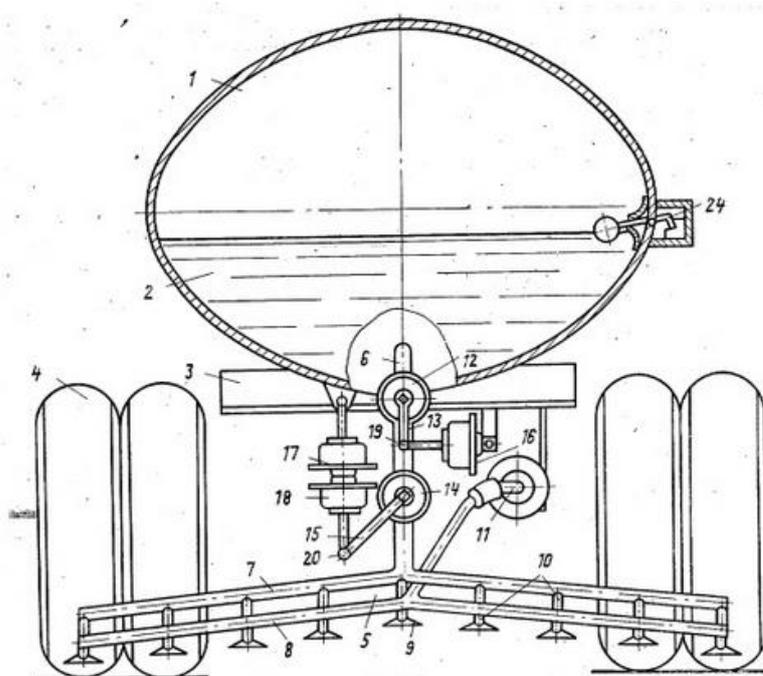


Рисунок 7 – Схема изобретения

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.

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

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.

1.4 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 убранный 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.

Проектируемый снегоочиститель выполнен в виде легкоъемного 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

щетки 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 рассмотрены:

- технологический процесс зимней уборки автомобильных дорог;
- анализ научно-технической литературы на предмет наличия описания конструкций техники, служащей для уборки снега, патентов и так далее.

Также проведено обоснование проектной схемы снегоуборочной машины.

2 Конструкторский раздел

2.1 Исследование процесса уплотнения снега при работе снегоуборочной техники

В связи с развитием нового направления в снегоуборочной технике и технологии, связанного с уплотнением снежной массы в процессе ее уборки и последующем вывозе в уплотненном виде, важной задачей становится исследование физико-механических свойств снега влияющих на процесс уплотнения снега в замкнутом объеме и выбор рабочих параметров снегоуплотнительных агрегатов. К деформативным свойствам снега относят те количественные и качественные физико-механические свойства, которые характеризуют процесс его уплотнения.

Исследования по вдавливанию штампа в снег показывают, что максимальное давление штампа не должно превышать предел прочности на сжатие для конкретного образца снега. Однако, при уплотнении снега в закрытой камере, где исключено выдавливание снега, возможно применение давлений значительно превышающих предел прочности.

Другие исследования показывают, что на величину конечной плотности снега особое влияние оказывает толщина уплотняемого слоя. Уменьшение толщины усиливает влияние более жесткого основания и повышает предел прочности, что создает возможность для развития более высоких давлений сжатия. С уменьшением толщины уплотняемого слоя снега уменьшаются боковые смещения и начинают преобладать вертикальные деформации.

Природный снег – это пористая среда, состоящая из ледяного каркаса, заполненного влажным воздухом, при отрицательной температуре, а также свободной водой, при температуре близкой к нулю. Воздух может свободно проходить сквозь каркас и удаляться из снежной массы при ее сжатии.

При уплотнении снежной массы в замкнутом объеме, особенно герметичном, большое значение имеет параметр объемного содержания воздушной фазы и процесс вывода свободного воздуха из уплотняемого материала. Установлено, что для снега значение пористости колеблется в более широких пределах (от 0,3 до 0,9), чем для других материалов, которые наиболее часто подвергаются уплотнению.

«При близких к нулю температурах в снежной массе появляется жидкая фаза, вследствие чего быстро меняется структура снега: маленькие зерна исчезают, образуются крупные зерна (диаметром до 2 мм). Подобные метаморфические изменения приводят к росту плотности и снижению прочности снега» [4].

Отсюда следует вывод о том, что наиболее эффективный процесс уплотнения снега происходит при температуре близкой к 0°C. С ростом влажности снега, свободная вода начинает разрушать связи в скелете снежной массы, образуя поверхности, по которым деформация может протекать почти без энергетических затрат. При объединении таких поверхностей, деформация начинает расти с постоянной скоростью без увеличения нагрузки.

Обзор изысканий в области деформативных свойств снега и процессов его уплотнения выявил, что на сегодняшний день отсутствуют исследования по оценке влияния фактора многосторонности уплотнения на качественное распределение плотности снежной массы по объему брикета. При уплотнении среды в замкнутом объеме значение плотности по слоям материала различно и распределено неоднородно. Предполагается, что многостороннее уплотнение снега в замкнутом объеме положительно скажется на характеристиках изготовленного снежного блока – прочности и конечной плотности.

«Наибольший объем работ по зимнему содержанию приходится на снегоочистители, которые эксплуатируются почти в течение всего зимнего сезона. Снегопогрузчики на загородных дорогах применяются редко и

преимущественно в местах, ограничивающих или вовсе исключающих возможность переброски снега снегоочистителями на значительные расстояния от проезжей части. Они используются также для уборки снежных валов с обочин дорог. Снегопогрузчики применяются в основном на участках дорог, проходящих в населенных пунктах.

На конструктивные и эксплуатационные параметры машин для зимнего содержания дорог большое влияние оказывают условия работы и физико-механические свойства снежного покрова или льда. Различают условия в равнинной местности и условия в горной местности, резко различающиеся между собой по снегозаносимости, проходимости, возможному маневрированию машины и другим факторам. В настоящее время у нас создаются специальные конструкции снегоочистителей, пригодных для работы в горных условиях» [4].

«Снежный покров на дорогах может образоваться либо из снежных осадков, либо из снежных заносов. Структура и свойства снега в обоих случаях неодинаковы. Снег, выпадающий на дорогу, образует рыхлый снежный покров плотностью от 0,15 до 0,20 г/см³. Толщина покрова за один снегопад не превышает 25 см. При снежных заносах образуется очень плотный снежный покров, который с течением времени может достигнуть толщины в несколько метров и плотности, превышающей от 0,5 до 0,6 г/см³»[4].

«Плотность снега в полевых условиях определяется специальным прибором – весовым плотномером. Плотность зависит от температуры снега и удельного давления на него.

Коэффициент сцепления зависит, помимо плотности снега, и от его влажности; для сухого снега этот коэффициент больше. Влажность снега определяется калориметрическим способом.

Максимальная плотность, достигнутая при уплотнении снега, равна 0,74 г/см³. Снег лучше уплотняется при отрицательной температуре, близкой к нулю» [4].

«Снег обладает высокой пластичностью, а упругость его весьма незначительна и во много раз меньше упругости льда (от 0,09 до 0,06 кг/см²).

Другим показателем, характеризующим сопротивляемость снега при проникновении в него твердого тела, является твердость. Для снега плотностью 0,42 г/см³ твердость равна 85 кг/см². С увеличением плотности и понижением температуры твердость снега возрастает» [4].

«Из механических показателей, характеризующих свойства снега и имеющих значение для расчета сопротивлений, возникающих при работе снегоуборочных машин, существенными являются коэффициенты сцепления, скалывания, внешнего и внутреннего трения и сопротивления разрыву, скольжению и перекачиванию колеса.

С увеличением плотности снега коэффициент внешнего трения убывает, а коэффициент внутреннего трения возрастает. С понижением температуры снега внутреннее трение возрастает, а внешнее трение в промежутке температур от плюс 2°С до минус 4°С убывает, а далее, с дальнейшим понижением температуры, возрастает.

При перемещении твердого тела по снежной поверхности имеет место не только внешнее трение между поверхностями тела и снега, но и смятие последнего. Вследствие этого коэффициент сопротивления движению по снегу больше коэффициента внешнего трения. Величина смятия зависит от удельного давления и глубины погружения тела. В практических расчетах можно принять, что сопротивление снега смятию возрастает прямо пропорционально глубине погружения тела. Удельное сопротивление смятию равно – 600 кг/м².

Коэффициент сцепления колеса с заснеженной поверхностью асфальтобетонного покрытия в зависимости от состояния снежного покрова и типа шин изменяется от 0,06 до 0,35, в то время как для этой же поверхности, очищенной от снега, коэффициент сцепления равен от 0,5 до 0,65.

Для ледяной поверхности при плотности льда $0,90 \text{ г/см}^3$ и температуре от минус 12°C до минус 16°C установлены следующие механические показатели: сцепление – $32,5 \text{ кг/см}^2$, временное сопротивление на разрыв – 24 кПсм^2 , временное сопротивление на срез – $16,5 \text{ кг/см}^2$ » [31].

2.2 Технические параметры базовой модели

| | |
|--|---------------------|
| а) Базовая машина | УКМ. |
| б) Техническая производительность, т/ч | 200. |
| в) Двигатель | Perkins 404C-22T. |
| г) Мощность двигателя, кВт (л.с.) | 43,5 кВт (59 л.с.). |
| д) Число оборотов вала двигателя, об/мин | 2400. |
| е) Охлаждение | водяное. |
| ж) Число цилиндров | 4. |
| з) Часовой расход топлива, кг/маш. час. | 7,1. |
| и) Мощность насосной установки, кВт | 41. |
| к) Суммарная подача насоса, л/мин | 178 (65+65+24+24). |
| л) Давление в гидросистеме, МПа (кгс/см^2) | 32 (320). |
| м) Вместимость гидросистемы машины, л | 210. |
| н) Напряжение в электросистеме, В | 12. |
| о) Транспортная скорость, км/ч | 28. |
| п) Рабочая скорость, м/мин | от 0 до 15. |
| р) Теоретически преодолеваемый подъем на 1 передаче, % | 89. |
| с) Дорожный просвет, мм | 165. |
| т) Минимальный радиус разворота, мм | 2500. |
| у) Тип механизма поворота | все колеса. |
| ф) Колея передних/задних колес, мм | 1010/1010. |
| х) Привод | 4×4. |
| ц) База машины, мм | 1800. |
| ч) Габаритные размеры машины, мм | 5000x1260x2610. |

ш) Масса снаряженная, кг 4600.

2.2.1 Описание конструкции проектируемой машины

В проекте рассмотрена возможность создания малогабаритного фрезерно-роторного снегоочистителя и распределителя противогололедных реагентов для работы в условиях города. 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. Спецификация на малогабаритную уборочную машину, снегоочиститель и его корпус представлена в приложении А (рисунки А.1, А.2, А.3, А.4). Рабочий орган машины оснащен поворотным козырьком, что дает возможность изменять дальность отброса снега.

Проектируемый снегоочиститель выполнен в виде легкоъемного 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.

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 системой трубопроводов линии всасывания и линии нагнетания. Цистерна сварной конструкции изготовлена из листовой стали.

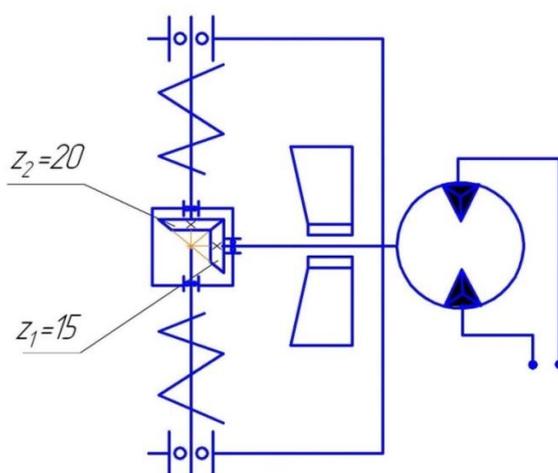
Распределительная гребенка представляет собой штангу длиной 1,4 м из трубы диаметром 20 мм. В трубе выполнены 9 отверстий М6 для установки форсунок. Распределительная гребенка с форсунками изготовлены из антикоррозионных материалов. Спецификация на цистерну и гребенку представлена в приложении А (рисунок А.5)

Большая cabina обеспечивает отличный обзор. Оператор постоянно видит всю дорожную обстановку. Ему созданы идеальные условия для производительной и безопасной работы.

Одно из ключевых преимуществ возможность универсального применения данной машины, что приносит зримый экономический эффект.

2.3 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

2.3.1 Исходные данные

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

2.3.2 Расчет ротора

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 (м):

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

где V_p – окружная скорость ротора, м/с;

Решая кубическое уравнение относительно V_p :

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

Находим $V_p = 12,6$ м/с.

Определяем диаметр ротора [7]:

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

где m_p – количество роторов, принимается равным 1.

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

Принимаем $D_p = 650$ мм

Определяем глубину (ширину) ротора [13]:

$$B_p = K_B \cdot D_p, \quad (3)$$

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

Определяем угловую скорость вращения ротора:

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

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

Находим максимальное значение дальности отбрасывания, которое может быть достигнуто [7]:

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

где $K_{зап}^*$ – уточненный коэффициент заполнения,

$$K_{3АП}^* = \frac{Q}{900 \cdot D_p \cdot B_p \cdot V_p \cdot m_p \cdot \rho}, \quad (6)$$

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

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

Определяем критическую скорость вращения ротора:

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

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

Определяем рабочую длину лопасти ротор [7].

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:

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

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

Принимаем длину лопасти 0,3 м.

2.3.3 Расчет фрезы

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.

Определение геометрических параметров фрезы.

Проанализировав возможные конструкции питателей, которые используются в фрезерно-роторных снегоочистителях можно установить, что

наиболее целесообразно будет применение фрезы трех-, четырехзаходном исполнении.

В данном случае применяем четырехзаходную фрезу, с углом подъема винтовой линии по наружному диаметру в пределах 25–30°.

Диаметр фрезы определяют в зависимости от ширины захвата B из выражения [1, 6]:

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

где B – ширина захвата.

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

Принимаем диаметр фрезы $D_{\text{фр}}=0,6$ м.

Частота вращения фрезы.

Частота вращения фрезы определяется по формуле [6]:

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

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

$D_{\text{фр}}$ – диаметр фрезы, м.

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

Ширину ленты фрезы в средней части $b_{\text{л}}$ рекомендуется определять с учетом образуемой призмы волочения по формуле [6]:

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

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

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

где V_x – поступательная скорость снегоочистителя; м/ч;

$n_{\text{фр}}$ – число оборотов фрезы в минуту;

α_k – угол подъема винтовой линии наружной кромки ленты;

$D_{\text{фр}}$ – 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 $b_{\text{л}}=4$ см.

2.4 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:
- 1) лето МГЕ-46В (И-30А);
- 2) зима МГ-15-В(ВМГЗ);
- и) масса, кг 15.

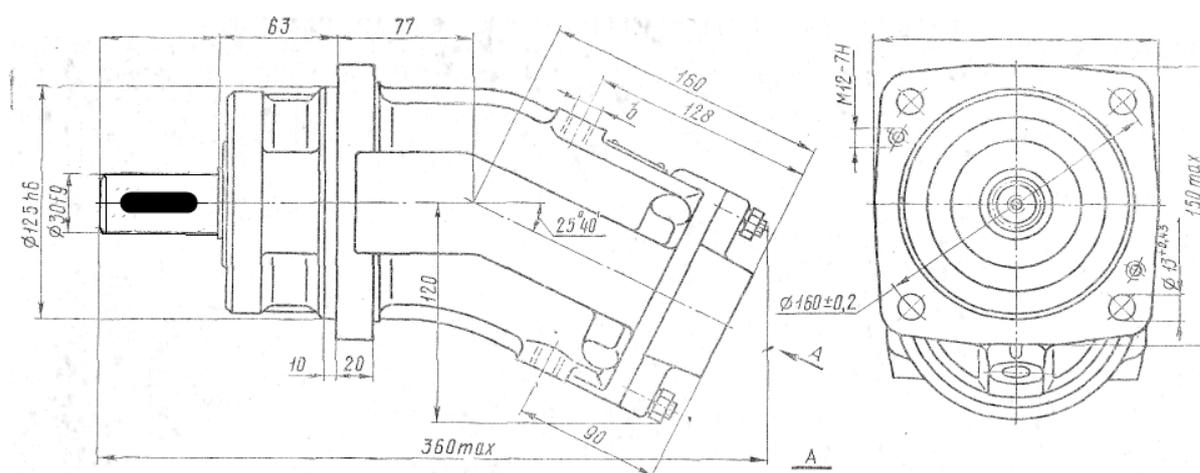


Рисунок 9 – Гидромотор 210.16.11.00

Принятый гидравлический мотор марки 210.16.11.00 будет удовлетворять предъявляемым требованиям.

2.5 Расчет оборудования для проведения противогололедной обработки

2.5.1 Общие сведения

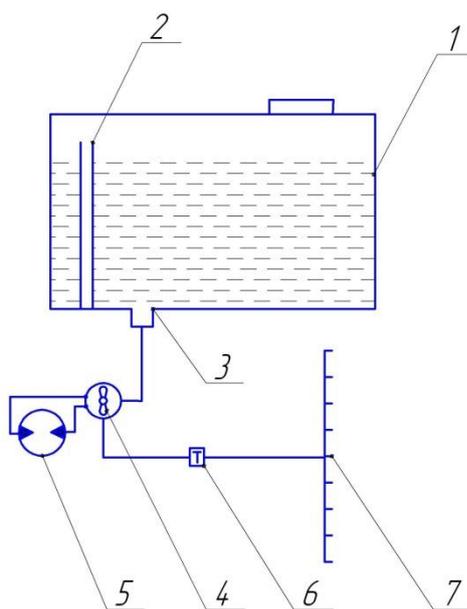
Оборудование предназначено для проведения превентивной обработки дорожного полотна с целью предотвращения образования гололеда и прикатывания снега, а также для борьбы с уже образовавшимся гололедом путем распределения жидких противогололедных материалов (реагентов).

Машина работает по следующей схеме: 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.

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» [15].



- 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

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.

2.5.2 Определение толщины стенки цистерны

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.

Решая уравнение относительно δ получим $\delta=1,5$ мм.

Принимаем толщину стенки цистерны из условий удобства сварки и сопротивлению коррозии $\delta=4$ мм.

Емкость представляет собой цилиндрическую оболочку, которая нагружена внутренним давлением.

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, минусовой допуск, $c=0,002$;

φ – коэффициент прочности продольного сварного шва, $\varphi=0,09$.

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

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

2.6 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 [7]:

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

где Q – производительность, т/ч;

V_p – окружная скорость ротора, м/с;

η_p – КПД привода ротора, принимается равным 0,9;

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

Энергоемкость фрезы.

Мощность, затрачиваемая на привод фрезы, определяется по формуле [7]:

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

где Q – производительность, т/ч;

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

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

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

Мощность, затрачиваемая на передвижение.

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 [7]:

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

где G_M – полная масса машины, кг;

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

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

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 [7]:

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

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 [7]:

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

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

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

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

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 $0,04 \text{ м}$;

k_{PEZ} – коэффициент сопротивления резанию для нижнего слоя забоя, в котором, снег, как правило, обладает более высокими физико-механическими свойствами, принимается равным 1500 кг/м^2 .

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

Мощность, затрачиваемая на передвижение, равна [7]:

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

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, принимается равным 0,83.

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

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

2.7 Определение баланса мощности

Расчеты ведем согласно рекомендациям [7]:

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

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

N_P – энергоемкость ротора;

$N_{\text{ФР}}$ – энергоемкость фрезы.

$N_{\text{ПЕР}}$ – мощность затрачиваемая на передвижение.

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

43,5 кВт ≥ 28,68 кВт – баланс мощности соблюдается.

2.8 Прочностной расчет болтовых и шпоночных соединений

2.8.1 Расчет болтовых соединений

Вращение фрезы осуществляется через валы, на которых крепятся специальные фланцы, которые в свою очередь за счет болтового соединения крепятся друг к другу. Во избежание поломки крепежные болты рассчитываем на определенный крутящий момент (рисунок 11).

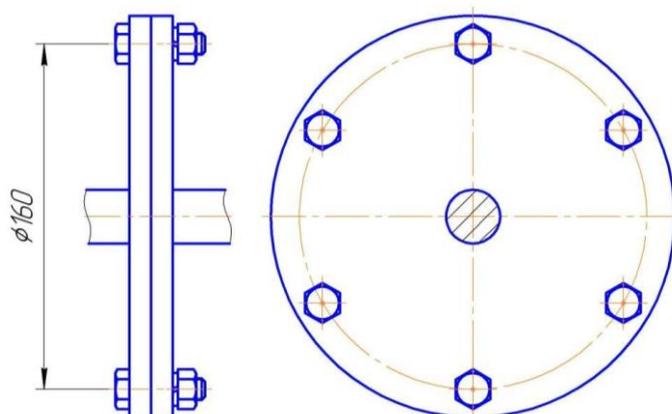


Рисунок 11 – Расчетная схема соединения

Максимальный крутящий момент определяется по формуле [10]:

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

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

W_p – полярный момент сопротивления, мм³.

$$W_p = 0,2 \cdot d^3, \quad (25)$$

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

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

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;

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

2.8.2 Расчет шпоночного соединения

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

Условие прочности на смятие [10]:

$$\sigma_{см} = \frac{4,4 \cdot M_{\kappa}}{d \cdot h \cdot l_p} \leq [\sigma]_{см}, \quad (28)$$

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 .

$$\sigma_{см} = \frac{4,4 \cdot 162}{5 \cdot 1 \cdot 14} = 10,18 \text{ кг/см}^2,$$

$\sigma_{см} < [\sigma]_{см}$ – условие выполняется.

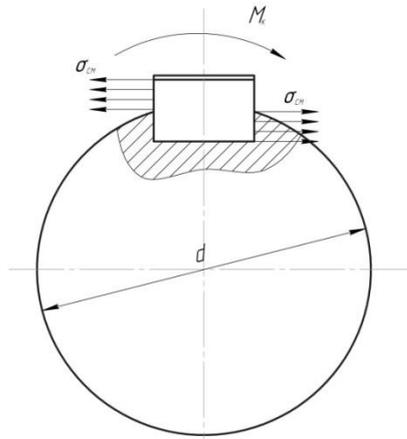


Рисунок 12 – Схема шпоночного соединения

2.8.3 Расчет шпоночного соединения: вал гидромотора - вал ротора

На рисунке 13 представлена схема шпоночного соединения.

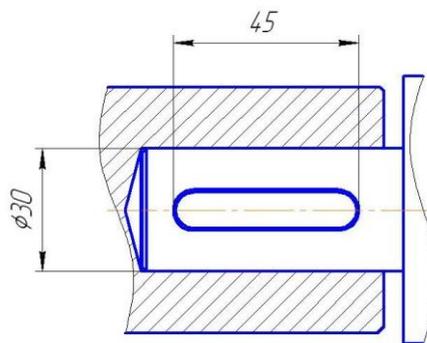


Рисунок 13 – Схема шпоночного соединения

Условие прочности на смятие [10]:

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

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/см^2 .

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

$\sigma_{см} < [\sigma]_{см}$ – условие выполняется.

2.9 Гидропривод разрабатываемой УКМ

Гидропривод снегоочистителя обеспечивает движение всех рабочих органов: ротора и фрезы.

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.

В гидравлическую систему добавили аксиально-поршневой гидромотор 210.16.11В для привода снегоочистителя.

2.10 Расчет производительности

Расчет ведем по рекомендациям из [12].

2.10.1 Производительность снегоочистителя

Техническая производительность снегоочистителя.

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

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.

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

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.

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

2.10.2 Производительность установки для внесения жидких противогололедных реагентов

Техническая производительность.

Расчет ведем согласно [12]:

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

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 стандера и присоединения рукава в мин., принимается равной от 1,5 до 2,5 мин;

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

Q_z – 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.

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

Эксплуатационная производительность.

$$\Pi_{\text{э}} = T_{\text{см}} \cdot \Pi \cdot K_B, \quad (33)$$

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

Выводы по разделу.

В ходе выполнения конструкторского раздела работы было проведено исследование процессов снегоуборочных работ, в частности процесса уплотнения снега при работе снегоуборочной техники, составлена компоновочная схема машины, осуществлен предварительный подбор агрегатов, узлов, механизмов, при помощи которых возможно осуществлять снегоуборочные работы.

Также был проведен энергетический расчет, был определен баланс мощности, произведен прочностной расчет болтовых и шпоночных соединений, проведён расчёт производительности снегоуборочной машины.

Подводя итоги, можно утверждать, что разработанная конструкция снегоуборочной машины способна выполнять задачи по своему прямому назначению.

3 Техническое обслуживание и ремонт малогабаритной снегоуборочной машины

3.1 Предназначение и цели эксплуатации

«Эксплуатация включает в себя использование машины по назначению, транспортирование, хранение, техническое обслуживание и ремонт.

Использование по назначению – главная и наиболее продолжительная часть эксплуатации, в процессе которой машина выполняет производственную функцию.

Началу использования по назначению предшествуют приемка и ввод машины в эксплуатацию, а также ее обкатка» [16].

3.1.1 Смазка и заправка машины

Правила приемки и ввода машин в эксплуатацию.

«К эксплуатации допускаются машины, принятые предприятием и поставленные на учет. Завод изготовитель отгружает машины, которые полностью укомплектованы и проверены отделом технического контроля. Вместе с машиной, согласно прилагаемой описи, отправляют комплект запасных частей, инструментов и принадлежностей. Управление железной дороги, приняв машину для транспортирования, несет полную ответственность за ее сохранную доставку. Поэтому при приемке машины проверяют комплектность поставки, сохранность машины, наличие пломб, а также состояние консервации.

Приемку оформляют актом. При нарушении комплектности или технического состояния машины, во время транспортирования, на основании акта приемки грузополучатель предъявляет иск железной дороге.

Каждую машину, принятую комиссией, закрепляют за производственным участком и машинистом. Данные о поступлении машины на предприятие и закреплении за машинистом заносят в формуляр (паспорт), входящий в комплект документации.

На видном месте кабины машины наносят опознавательные надписи и условные изображения (эмблемы) предприятия» [16].

3.1.2 Обкатка

«В начальный период эксплуатации сопряженные детали двигателя, трансмиссии, ходовой части интенсивно изнашиваются. Минимальные зазоры при этом доходят до номинальных величин, происходит приработка поверхностей трения. Если в это время не ограничить нагрузку, возможен выход из строя отдельных сборочных единиц. Поэтому после подвергают обязательной эксплуатационной обкатке с постепенной загрузкой до полной мощности» [16].

«Недостаточная и некачественная обкатка приводит к значительному сокращению срока службы отдельных деталей и машины в целом» [17].

«Обкатка включает в себя подготовку, обкатку двигателя без нагрузки, обкатку машины на холостом ходу и обкатку с полной нагрузкой.

Подготовка к обкатке заключается в выполнении ряда работ, предусмотренных правилами технического обслуживания. Перед обкаткой машину очищают от грязи и пыли, проводят расконсервацию, проверяют и подтягивают внешние болтовые соединения, проверяют и при необходимости дозаправляют до необходимого уровня рабочую жидкость и смазочный материал в баках и картерах, а также всех точках смазывания, заправляют топливный бак и систему охлаждения двигателя, проверяют состояние аккумуляторных батарей и давление в шинах» [17].

«Обкатку двигателя на холостом ходу проводят в течение примерно 3 часов с постепенным увеличением частоты вращения от минимальной до максимальной.

Во время обкатки тщательно прослушивают и осматривают работающий двигатель, проверяют показания контрольных приборов.

Давление масла в системе смазки при минимальной частоте вращения коленчатого вала должно быть не менее 0,1 МПа, при максимальной частоте

0,4...0,7 МПа, температуре охлаждающей жидкости и смазочного материала – в пределах от 75° до 100°С. При появлении ненормального шума или стука, течи масла или топлива, двигатель останавливают и устраняют дефекты.

Обкатка на холостом ходу заключается в опробовании всех систем и механизмов. Ее проводят при работе на всех передачах примерно по одному часу. Прежде чем начать движение машины, опробуют включение муфты сцепления и рычагов коробки передач.

Во время обкатки наблюдают за работой двигателя, силовой передачи, ходовой части, тормозов, рулевого управления и электрооборудования.

Обкатку под нагрузкой проводят в течение 50-60 часов работы непосредственно в условиях эксплуатации. Загрузку машины увеличивают постепенно.

В период обкатки машина требует особенно бережного отношения и тщательного технического обслуживания. Постоянно проверяют степень нагрева элементов силовой передачи, тормозов, состояние ходовой части, следя за уровнем смазочного материала и своевременно устраняют течь если таковые будут иметь место.

На машинах, прошедших обкатку, заменяют смазочный материал во всех емкостях, промывают картеры и фильтры дизельным топливом, проводят техническое обслуживание согласно инструкции.

После окончания обкатки обязательно составляют акт и вносят запись в паспорт машины, так как без этого завод изготовитель не принимает рекламации от эксплуатирующей организации в случае обнаружения неисправностей в гарантийный период» [16].

3.1.3 Транспортирование и хранение УКМ

В процессе использования снегоочистителя по назначению также может возникнуть необходимость перебазировать ее на новый объект. Перебазирование может осуществляться автомобильным транспортом или своим ходом.

Хранение машины заключается в содержании неиспользуемой по назначению машины в технически исправном (работоспособном) состоянии. С этой целью применяют средства и методы защиты от воздействия окружающей среды и проводят техническое обслуживание обеспечивающее, обеспечивающее сохранность в течение заданного срока.

Хранят УKM в закрытых помещениях, под навесом или на открытых оборудованных площадках. В зависимости от перерыва устанавливают два вида хранения – кратковременное – сроком от 10 дней и до 2 месяцев и долговременное – при перерыве в работе более 2 месяцев.

На кратковременное хранение машина должна быть поставлена сразу, а на долговременное – не позднее 10 дней после прекращения ее использования.

При подготовке машины к кратковременному хранению очищают от пыли и грязи, проводят техническое обслуживание. Поврежденный окрасочный слой на металлических частях восстанавливают соответствующей краской или защитным смазочным материалом.

Машину устанавливают на место стоянки комплектно без снятия составных частей и деталей. Аккумуляторные батареи отключают, все рычаги и педали ставят в нейтральное положение, а рабочие органы опускают. Выступающие части штоков гидроцилиндров покрывают защитным смазочным материалом.

Открытые площадки устраивают на не затапливаемых местах. Поверхность их должна быть ровной с твердым покрытием и уклоном от 2 до 3° для стока воды.

Перед долговременным хранением кроме работ, предусмотренных выше, машину смазывают, заполняют емкости в соответствии с картой смазывания и консервируют.

Консервация представляет собой защиту от коррозии составных частей машины для поддержания ее в работоспособном состоянии. При этом на все не окрашенные металлические поверхности, выступающие части валиков

механизмов управления, инструменты (которые предварительно очищают и обезжиривают) наносят густой защитный слой смазочного материала.

Рекомендуется оклеивать лейкопластырем или поливинилхлоридной лентой заливные горловины, выпускные отверстия глушителя.

Аккумуляторные батареи снимают и хранят в отдельных неотапливаемых помещениях.

Постановку УKM на хранение, а также снятие с него оформляют актами, а сведения о хранении, консервации и расконсервации заносят в паспорт. Периодически проверяют техническое состояние машин, находящихся на хранении: при кратковременном – не реже одного раза в месяц, при долговременном – не реже одного раза в квартал.

3.2 Виды техобслуживания и ремонта УKM и их периодичность

ТО и Р представляет собой комплекс операции по поддержанию работоспособности или исправности машины при использовании по назначению, хранении и транспортировании.

«Техническое обслуживание включает в себя осмотр, мойку, уборку, крепежные работы, контроль и регулирование, выявление и устранение неисправностей, смазывание сборочных единиц, заправку систем.

Работы по техническому обслуживанию разделяются на:

- выполняемые при подготовке машины к эксплуатации, во время и после первых 50 моточасов эксплуатации новой машины;
- выполняемые по потребности;
- обязательные (плановые) ТО при эксплуатации.

Работы, выполняемые по техническому обслуживанию новой машины, проводятся единовременно.

Работы, выполняемые по потребности, выполняются в зависимости от результатов проверки. К ним относятся профилактические мероприятия, необходимость которых определяется по показаниям приборов или по

признакам в процессе эксплуатации. Выполнение этих работ производится, как правило, при ежесменном ТО.

Работы по плановому ТО выполняются без предварительной проверки машины» [18].

Техническое обслуживание проводится регулярно через определенные промежутки времени в зависимости от количества моточасов, проработанных машиной.

Ежесменное обслуживание проводится в начале и в конце смены. К ежесменному обслуживанию относятся работы, проводимые машинистом при подготовке коммунальной машины к смене, а также ряд мероприятий, относящихся непосредственно к обслуживанию машины. До начала смены проводится смазывание в соответствии с картой смазки тех узлов коммунальной машины, которые к данному дню отработали число часов, положенное по инструкции обслуживание агрегатов гидросистемы и пневмосистемы. После смены машинист выполняет положенное по инструкции обслуживание двигателя, гидро- и пневмосистемы, устраняет появившиеся неисправности.

«Сезонное техническое обслуживание при переходе к весенне-летнему периоду эксплуатации (ТО-ВЛ) проводится при установившейся температуре окружающего воздуха выше 5°C. При переходе к осенне-зимнему периоду эксплуатации с установившейся температурой окружающего воздуха ниже 5°C проводится ТО-ОЗ.

Выполнение сезонного технического обслуживания может быть приурочено к одному из ТО.

Не допускается работа машины без выполнения технического обслуживания в полном объеме и с заданной периодичностью.

Допускается в зависимости от условий эксплуатации отклонение от установленной периодичности проведения ТО-1, ТО-2-10 %.

Ежесменное ТО и плановые ТО-1 и ТО-2 могут выполняться на месте работы машины с выездом его на площадку, обеспечивающую соблюдение надлежащей чистоты и безопасную в пожарном отношении.

ТО-ВЛ и ТО-ОЗ выполняются в закрытом помещении или в местах, защищающих машину от осадков и пыли» [18].

«Операции промывки, слива масла (топлива, антифриза), заправки систем горюче-смазочными материалами должны производиться аккуратно, не загрязняя территории (площадки), на которой проводится ТО.

При сливе отработанных масел из систем и сборочных единиц машины следует применять емкости (ведро, ванна и тому подобное), исключающие попадание масла на землю и обеспечивающие его слив в полном объеме.

Использованный обтирочный материал после окончания работы необходимо собрать и поместить в специально отведенном месте.

Отработанное масло сливать в емкости, предназначенные для сбора отработанного масла с последующей сдачей его на регенерацию.

Дизельное топливо, керосин, бензин, применяемые для промывки деталей, не выливать, а, не смешивая их, вылить в специально отведенные тары для отстоя, после чего их можно использовать повторно» [18].

Согласно рекомендациям в [33] ниже рассмотрен перечень необходимых ТО и Р с рассмотрением выполняемых работ.

3.2.1 Ежесменное техническое обслуживание (ЕО)

Очистить от пыли и грязи.

Проверить внешним осмотром комплектность и надежность крепления составных частей машины, состояние сварных швов, а также отсутствие утечек топлива, масла, охлаждающей жидкости и электролита и при необходимости подтянуть крепления и устранить утечки.

Проверить уровень и при необходимости долить:

- масло в картер дизеля;
- дистиллированную воду в аккумуляторные батареи;
- охлаждающую жидкость в радиатор.

Проверить засоренность воздухоочистителя (по показанию сигнализатора засоренности).

Проверить засоренность фильтра гидросистемы (по показанию сигнализатора).

Проверить работоспособность двигателей, механизмов управления, блокировки пуска, тормозов, освещения, сигнализации и стеклоочистителей.

Проверить крепление снегоочистителя, при этом следует обратить особое внимание на:

- правильную установку фрезы;
- отсутствие трещин сварных швов;
- затяжку всех болтовых соединений.

3.2.2 Первое техническое обслуживание (ТО-1)

Выполнить операции ЕТО и дополнительно:

- провести ТО-1 двигателя согласно руководству по эксплуатации двигателя;
- проверить уровень и при необходимости долить рабочую жидкость в баки гидросистемы;
- проверить давление перед фильтрами гидросистемы;
- слить отстой из топливного бака дизеля;
- смазать соединительные пальцы шарниров рабочего оборудования.

Выполнить работы по обслуживанию ротора и фрезы. При этом выполнить следующие работы:

- проверить износ лент фрезы, изношенные заменить на новые;
- проверить состояние сварных швов;
- проверить крепёжные изделия;
- проверить лопасти ротора.

3.2.3 Второе техническое обслуживание (ТО-2)

Выполнить операции ТО-1 и дополнительно:

Очистить и промыть машину.

Проверить уровень и при необходимости долить масло в редукторы мостов, коробку передач, в привод насоса гидросистемы.

Провести ТО-2 двигателя согласно руководству по эксплуатации двигателя.

Прошприцевать все шарниры.

Слить отстой из фильтра грубой очистки топлива, из кожуха маховика дизеля.

Очистить и промыть масляную центрифугу, сапуны дизеля.

Проверить и при необходимости отрегулировать муфту сцепления машины.

Провести обслуживание электрооборудования:

- очистить поверхность аккумуляторных батарей, клеммы, наконечники проводов, вентиляционные отверстия в пробках, проверить уровень электролита;
- проверить электропроводку и при необходимости заизолировать поврежденные места;
- проверить осевой и радиальный люфты и легкость вращения вала ротора генератора.

3.2.4 Сезонное техническое обслуживание при переходе к весенне-летнему периоду эксплуатации (ТО-ВЛ)

Снять утеплительные чехлы.

Заменить масло и топливо зимних сортов на летние.

Закрыть кран отопителя кабины.

Довести плотность электролита в аккумуляторных батареях до летней нормы.

3.2.5 Сезонное техническое обслуживание при переходе к осенне-зимнему периоду эксплуатации (ТО-ОЗ)

При сезонном обслуживании:

- очередное обслуживание (ТО-1 или ТО-2);

- тщательно осматривают все ответственные узлы и механизмы машины;
- проверить плотность охлаждающей жидкости в системе охлаждения дизеля;
- заменить масло и топливо летних сортов на зимние;
- проверить работоспособность отопителя и надежность крепления его узлов;
- довести плотность электролита в аккумуляторных батареях до зимней нормы;
- установить утеплительные чехлы;
- проверяют состояние и количество инструмента и, если необходимо, пополняют его.

3.2.6 Операции, выполняемые по потребности

Отрегулировать натяжение ремней вентилятора.

Заменить фильтрующие элементы фильтра тонкой очистки топлива.

Продуть сжатым воздухом, промыть или заменить новыми фильтр-патроны воздухоочистители дизеля (по показанию сигнализатора засоренности).

Очистить и продуть сжатым воздухом сердцевину и решетку радиатора системы охлаждения.

Проверить максимальное давление в гидросистеме.

Слить отстой из корпуса воздухоочистителя дизеля.

Заменить фильтроэлементы гидросистемы.

Определить мощность и часовой расход топлива дизеля.

3.3 Масла и смазки, используемые для УКМ

Для смазывания петель и механизмов дверных замков дверей применяется Солидол С ГОСТ 4366-76.

Воздухоочиститель двигателя, двигатель и редуктор отбора мощности – масло моторное М-8ДМ ГОСТ 8581-78;

Колесные редукторы мостов и редуктор привода фрезы смазываются Тап – 15 – В ГОСТ 23652-79;

Шарниры соединения поворотных тяг, балансира, шкворней заднего и переднего мостов, шарниры цилиндра подъема/ опускания снегоочистителя, подшипниковые опоры вала фрезы смазываются смазкой Литол – 24 по ГОСТ 21150-87.

Бак гидросистемы – МГЕ-46-В (И-30А) – летнее; МГ-15-В (ВМГЗ)- зимнее.

Выводы по разделу.

В данном разделе рассмотрен вопрос технического обслуживания и ремонта малогабаритной снегоуборочной машины, составлена карта смазки, выведенная на графический лист А1 и составлена технологическая схема технологических операций.

Далее предлагается рассмотреть вопрос безопасности и экологичности проекта.

4 Безопасность и экологичность проекта

4.1 Требования безопасности при эксплуатации разрабатываемой УКМ

«Благоприятные условия для выполнения трудовых процессов на рабочем месте способствует улучшению производственных показателей. Недостаточное внимание вопросам охраны труда и здоровья людей неизбежно уменьшает производительность труда.

Общие требования к безопасности содержат:

- инженерные (технические) требования, обеспечивающие надежность и безаварийность;
- гигиенические требования, обеспечивающие необходимые (или комфортные) условия жизнедеятельности и сохранения высокой работоспособности работающих;
- антропометрические требования, определяющие соответствие оборудования, машин, механизмов и РМ антропометрическим характеристикам человека (размерам и формам тела человека и его отдельных частей); они учитываются при установлении рациональной позы работника, разработке рабочего кресла, проходов и так далее;
- психофизиологические требования (особенностей функционирования органов чувств человека (их порогов, диапазона воспринимаемых сигналов, продолжительности адаптации и так далее));
- психологические требования, учитывающие объем памяти человека, характеристики его внимания и так далее. При рассмотрении их основное внимание будет уделено техническим требованиям безопасности, так как другие требования были указана выше» [21].

Общие требования безопасности к конструкции и отдельным частям ее оборудования состоят в следующем.

Принятые материалы не оказывают опасное и вредное воздействие на организм человека на всех заданных режимах работы и предусмотренных условиях эксплуатации, а также создавать пожаровзрывоопасные ситуации.

Сама конструкция оборудования исключает на всех предусмотренных режимах работы нагрузки на детали и сборочные единицы (узлы), способные вызвать разрушения, представляющие опасность для работающих. Если возникновение таких нагрузок возможно, то оборудование оснащено устройствами, предотвращающими возникновение разрушающих нагрузок. Детали и сборочные единицы при этом ограждены или расположены так, чтобы их разрушающиеся части не создавали травмоопасных ситуаций. Если движущиеся части не допускают использования ограждений или других средств, то конструкция оборудования предусматривает сигнализацию, предупреждающую о пуске оборудования, а также использование сигнальных цветов и знаков безопасности. В непосредственной близости от движущихся частей, находящихся вне поля видимости оператора, установлены ОУ аварийным останом или торможением, если в опасной зоне могут находиться работающие.

Конструкция оборудования и его отдельных частей исключает возможность их падения, опрокидывания и самопроизвольного смещения при эксплуатации и монтаже (демонтаже). В противном случае предусмотрены средства и методы закрепления, а эксплуатационная документация имеет соответствующие требования. Трубопроводы гидро-, паро- и пневмосистем, предохранительные клапаны, кабели и другие части оборудования, механическое повреждение которых может вызвать возникновение опасности, ограждены или расположены так, чтобы предотвратить их случайное повреждение работающими или средствами технического обслуживания.

Конструкция зажимных, захватывающих, подъемных и загрузочных устройств или их приводов исключает возможность возникновения опасности при полном или частичном самопроизвольном прекращении подачи энергии, а также исключает самопроизвольное изменение состояния этих устройств при восстановлении подачи энергии.

Элементы конструкции оборудования не имеют острых углов, кромок, заусениц и поверхностей с неровностями, представляющих опасность травмирования работающих, если их наличие не определяется назначением этих элементов. В последнем случае предусмотрены меры защиты работающих.

Конструкция оборудования, использующего электроэнергию, включает устройства (средства) для обеспечения электробезопасности. При этом любое оборудование выполнено так, чтобы исключить накопление зарядов статического электричества в количестве, опасном для работающего или в отношении возникновения пожара и взрыва. Для оборудования, действующего с помощью неэлектрической энергии (например, гидравлической, пневматической, энергии пара), предусматривается исключение всех опасностей, вызываемых этими видами энергии.

«Оборудование пожаровзрывобезопасное в предусмотренных условиях эксплуатации. Средства и методы обеспечения пожаровзрывобезопасности устанавливаются в стандартах, ТУ и эксплуатационных документах на конкретное оборудование.

Оборудование оснащено местным освещением, если его отсутствие является причиной перенапряжения органов зрения или повлечь за собой другие виды опасности. При этом его характеристика и место расположения соответствуют характеру работы и регламентируются стандартами, ТУ и эксплуатационной документацией на конкретное оборудование.

Конструкция оборудования исключает ошибки при монтаже, так как они являются источником опасности. При частичном выполнении данного требования в эксплуатационной документации содержится порядок

выполнения монтажа, объем проверок и испытаний, исключающих возможность появления таких ошибок.

В механизированных процессах люди, непосредственно занятые управлением машин, а также, находящиеся в непосредственной близости с ними, испытывают комплексное воздействие этих машин и окружающей среды» [21].

«На организм человека оказывают воздействие выхлопные газы двигателя внутреннего сгорания, шум и вибрация машины, а также внешние факторы – солнечная радиация, запыленность, температура воздуха в кабине и за ее пределами, влажность воздуха. Основным источником шума является ДВС и его отдельные агрегаты, установленные на нем. ВНИИстройдормаш заостряет внимание на необходимость улучшение работ по созданию эргономических норм рабочего места машиниста, а также норм запыленности, загазованности и температуры воздуха. Ослабление воздействия внешней среды на организм человека может решаться как созданием комфортных условий в кабине путем обеспечения нормального микроклимата так и установлением режимов работы машиниста» [29].

Эргономические показатели проектируемой машины.

«Параметры среды на рабочем месте машиниста:

а) минимальная температура воздуха в холодный период года, °С, не менее:

- 1) при температуре от плюс 10 до минус 20°С 14;
- 2) при температуре ниже минус 20°С 10;
- б) максимальный уровень шума, дБА, не более.....85;
- в) максимальная концентрация окиси углерода, мг/м³0;
- г) максимальная концентрация пыли, мг/м³, не более:

при содержании SiO₂:

- 1) от 10% до 70% 2;
- 2) от 2% до 10% 4;
- 3) от 0% до 2% 6.

Экологические показатели:

Оценочный уровень выбросов, г/кВт.ч, не более:

- окиси углерода 2;
- окиси азота 20.

При работе машины на объекте она представляет следующие опасности:

- вращающийся фрезерный рабочий орган;
- разбрасывание снежноледяной крошки с песчаными и каменными включениями при фрезеровании;
- отрицательные температуры и короткий световой день.

Наносит определенные вредности:

- загрязнение атмосферы выхлопными газами,
- запыленность снежной пылью в рабочей зоне,
- шум,
- сильные вибрации при фрезеровании,
- отравление парами жидких противогололедных реагентов» [25].

4.2 Разработка мероприятий для осуществления безопасности труда

Разработка мероприятий по устранению опасностей.

Вращающийся рабочий орган.

Данная опасность возникает в случае работы машины и возможности попадания в рабочую зону частей одежды, тела и инструмента вспомогательного и обслуживающего персонала.

По воздействию на человека эта опасность может сопровождаться травматизмом.

Травматизм – мгновенное нарушение целостности тканей внутренних и наружных.

Травмы подразделяются на:

- легкие,
- тяжелые,
- с летальным исходом или групповые.

Мероприятия по устранению данной опасности:

- инструктаж рабочих по технике безопасности,
- снабжение рабочего органа защитным кожухом,
- исключить нахождение людей в рабочей зоне снегоочистителя.

Ремонт и обслуживание УКМ.

При ремонте и обслуживании УКМ также возникает возможность травмирования. Она заключается в том, что не выполняются или нарушаются правила техники безопасности.

Требования безопасности при техническом обслуживании снегоочистителя:

- техническое обслуживание необходимо проводить на специально отведенной ровной горизонтальной площадке, свободной от посторонних предметов;
- при проведении ТО на кабине необходимо повесить табличку «Не запускать двигатель, идет техническое обслуживание»;
- техническое обслуживание, как правило, проводят при выключенном двигателе, включенном стояночном тормозе и снятом давлении в гидравлической системе;
- в тех случаях, когда ТО надо проводить при работающем двигателе (регулировка предохранительных клапанов гидросистемы, операции осуществляют два человека: одни из них находится в кабине, а другой проводит операции по ТО;
- при проведении ТО в машине и около нее не должны находиться посторонние лица;
- проводить ТО должен машинист или специально назначенный персонал, привлечение для этой цели посторонних лиц

недопустимо;

- при проведении ТО необходимо использовать исправный инструмент и принадлежности;
- при ТО мест, которые нельзя достать с земли, необходимо использовать лестницу или специальные площадки-помосты, изготовленные в соответствии с требованиями техники безопасности;
- техническое обслуживание проводят при опущенном на землю снегоочистителе;
- при проведении ТО все рычаги управления базовой машины должны быть установлены в нейтральное положение, а при наличии специальных фиксаторов зафиксированы ими. Исключение составляют случаи, когда для проведения ТО требуется включение отдельных механизмов;
- при демонтаже отдельных узлов машины следует применять грузоподъемные механизмы требуемой грузоподъемности;
- если при проведении ТО необходимо привести в действие какой-либо механизм машины, то машинист включает его, находясь на рабочем месте. Предварительно машинист должен подать звуковой сигнал и проследить за тем, чтобы в рабочей зоне не было людей;
- нельзя проводить работы, если на рабочем месте находятся лица, не имеющие отношения к ТО;
- для очистки деталей нельзя использовать бензин, растворитель и другие воспламеняющиеся жидкости. Для этих целей необходимо применять промышленные невоспламеняющиеся растворы;
- для работы с канатами необходимо надевать рукавицы;
- нельзя подтягивать резьбовые соединения трубопроводов при работающем двигателе;
- заливные горловины, крышки, пробки, масленки и места расположения указателей уровня перед снятием и смазкой

- необходимо тщательно очистить от грязи и пыли;
- крышки и пробки с емкостей, находящихся под давлением, необходимо снимать, соблюдая особые меры предосторожности;
 - если при выполнении операций по ТО при включенном двигателем обнаружены течи в соединениях трубопроводов гидросистемы или ее узлов, надо немедленно заглушить двигатель и только после этого приступить к их устранению;
 - при пробном запуске гидросистемы нельзя находиться рядом с трубопроводом, находящимся под высоким давлением;
 - воздух из гидросистемы следует выпускать только через специально предназначенные для этого отверстия.

Требования безопасности при работе на УКМ:

Общие положения:

К работе в качестве водителя допускаются лица не моложе 18 лет, признанные годными к данной работе медицинской комиссией, имеющие специальную подготовку и получившие удостоверение на право управления машиной, прошедшие инструктаж по безопасности труда, пожарной безопасности.

После зачисления на работу водитель обязан принять транспортное средство по акту и выполнять только ту работу, которая разрешается администрацией.

«Водитель должен иметь при себе:

- удостоверение (с талоном) на право управления;
- талон технического паспорта;
- путевой лист.

На территории стоянки автомобилей водитель должен соблюдать правила:

- быть внимательным к сигналам водителей движущегося транспорта;

- ходить по тротуарам, дорожкам и переходам, специально предназначенным для пешеходов;
- не заходить без разрешения за ограждения;
- инструмент и приспособление использовать точно по назначению;
- при подготовке машины к расчистке снега, обращать внимание на исправность шин, аккумуляторных батарей, тормозной системы, рулевого управления, приборов освещения и сигнализации, снегоочистительного ножа.

Водитель обязан подавать звуковой сигнал в следующих случаях:

- при начале снегоочистительных работ;
- при движении задним ходом;
- в местах ограниченной видимости» [19].

«Заправку автомобиля топливом производить при неработающем двигателе.

Прежде, чем начать движение с места остановки (стоянки) водитель должен убедиться в том, что это безопасно для рабочих и других посторонних лиц, подать предупредительный сигнал и только после этого трогаться с места.

Не допускается работать в темное время суток без освещения» [23].

«Перед началом работы:

- водитель обязан проверить УKM, определить состояние рабочих поверхностей ножей, узлов крепления сцепной и основной рам, механизма подъема;
- с прибытием на место работы водитель обязан внимательно ознакомиться с характером и условием работы, состоянием дороги и перевести снегоочиститель из транспортного положения в рабочее.

Во время работы:

- нельзя передавать управление другому лицу;
- ни в коем случае нельзя производить какие-либо, даже

- кратковременные работы под снегоочистителем, находящегося в поднятом состоянии, без подставок, исключая опускания;
- при работе водитель должен следить за дорожной обстановкой и при обнаружении значительных препятствий остановить машину и принять меры по их устранению;
 - водитель должен содержать сухими и чистыми кабину, рычаги управления и все приборы. Запрещается загромождать кабину снегоочистителя посторонними предметами и хранить в ней топливо;
 - в кабине не должно быть посторонних лиц, не имеющих отношения к снегоочистительным работам.

Водителю машины запрещается:

- управлять в нетрезвом состоянии;
- передавать управление посторонним лицам;
- выполнять буксировку с целью пуска двигателя;
- протирать двигатель ветошью, смоченной бензином.

После возвращения с линии водитель снегоочистителя совместно с механиком обязан проверить машину. В случае необходимости водитель должен оставлять заявку на текущий ремонт с перечнем неисправностей, подлежащих устранению» [21].

Техника безопасности при работе с реагентами:

- при работе с химреагентами и их растворами необходимо пройти инструктаж и иметь спецодежду: резиновые сапоги, брезентовый или хлопчатобумажный костюм, рукавицы (резиновые перчатки), а также защитные очки;
- антигололедные реагенты не токсичны и безвредны для кожного покрова человека и одежды. Однако следует принимать меры против попадания их в глаза и на слизистые оболочки;
- при работах с переохлажденными растворами реагентов, имеющих отрицательную температуру, необходимо принимать меры

предосторожности, предотвращающие обмороживание;

– вымыть руки с мылом теплой водой или принять душ.

«Удобство работы машиниста характеризуется положением тела во время ее выполнения. Положение машиниста в кабине ограничено – работа сидя в фиксированном положении. Для нормальной работы машиниста необходимо увеличить внутренний объем кабины и обзор вокруг себя. Это достигается остеклением кабины во всех направлениях» [24].

«Метеорологические условия – это состояние воздушной среды, определяемое следующими факторами: температурой, влажностью, скоростью движения воздуха и барометрическим давлением. Микроклимат на рабочем месте в большей степени обуславливает состояние организма человека, его самочувствие и производительность труда. Самочувствие является наилучшим, если все 4 фактора находятся в оптимальных пределах. Отклонение хотя бы одного из факторов от нормы, ухудшает влияние окружающей среды, что при длительном воздействии может вызвать ряд профессиональных заболеваний.

Микроклимат на рабочем месте считается оптимальным, если температура воздуха от 18 до 22°C, относительная влажность воздуха от 40 до 60%, скорость движения воздуха 0,1-0,2 м/с при нормальном атмосферном давлении 760 мм.рт.ст. и составе воздуха: 20,95% – кислород, 78,08% – азота, 0,03% – углекислого газа, 0,67% – инертных газов по ГОСТ 121005-88.

Значение влажности воздуха и атмосферного давления изменяется в незначительных пределах и связаны с климатическими колебаниями. Комфортные же значения температуры и скорости движения воздуха должны создаваться искусственно в кабине проектируемой машины.

Для поддержания оптимальной температуры в кабине проектируемой УКМ предусмотрена система вентиляции и отопления, при помощи которой машинист сам изменяет количество поступающего в кабину воздуха и его температуру» [26].

Для очистки от возможного забрасывания лобового стекла снежной крошкой на машине установлены стеклоочистители.

4.3 Разработка мероприятий по сохранению экологии

Загрязнение атмосферы выхлопными газами.

«По механизму действия и вызываемым нарушениям в состоянии здоровья выделяю следующую группу: раздражающие, воздействующие на дыхательные пути (Cl_2 , SO_4 , NH_3 и другие). Для газов, пыли и аэрозолей основным путем поступления в организм являются дыхательные пути.

Часть вредных веществ при поступлении в организм оседает в определенных органах и тканях, вызывая изменения, прежде всего в них (например, соединения йода в щитовидной железе, CO в крови, алкоголя в спинномозговой жидкости). В организме человека вредные вещества под воздействием защитных его систем изменяются и переводятся в менее опасные соединения, накапливаются в его органах и тканях (материальная кумуляция) и даже вызывают хронические отравления. Часть вредных веществ выводится из организма почками; многие яды, попавшие в организм, обезвреживаются в печени, а летучие вещества (например, этанол и эфир) выводятся и через органы дыхания» [22].

«Основными эффектами воздействия вредных веществ являются острые и хронические отравления. Первые развиваются непосредственно в момент воздействия (например, при отравлении цианидами) или после скрытого (обычно несколько часов) периода (например, при отравлении фосгеном и NO_2). Хронические отравления развиваются значительно позже (через месяцы и годы). Конкретная клиническая картина поражения чаще всего специфична для каждого ВВ (например, психические расстройства при отравлении ТЭС и потеря зрения при отравлении метиловым спиртом).

В ГОСТ 12.1.005-88 выделена группа аэрозолей преимущественно фиброгенного действия, вызывающих профболезнь №I – пневмокониозы

(каменноугольная пыль – антракозы, асбестовая пыль – асбестозы, кремневая пыль – силикозы и другие – всего 90 наименований).

Чувствительность к воздействию вредных веществ зависит от пола (например, женщины более чувствительны к бензолу) и возраста (как правило, дети более чувствительны, чем взрослые). Соответственно ПДК ряда вредных веществ для населенных пунктов в десятки и сотни раз меньше, чем для производственной среды (например, у бензина – в 200 раз, у H_2S – в 375 раз и так далее). Для некоторых вредных веществ характерны выраженные индивидуальные эффекты воздействия, например, для метилового спирта. Индивидуальная чувствительность возрастает при повторном действии аллергенов» [26].

«Нормирование содержания вредных веществ заключается в установлении для них ПДК, то есть тех концентраций, которые при ежедневной работе в течение всего рабочего стажа не вызывают заболеваний или нарушений здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений. Различают максимально разовые (воздействующие в течение 20 минут), среднесменные и среднесуточные ПДК. Для вредных веществ с неустановленными ПДК временно вводятся ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ), которые должны пересматриваться через 3 года с учетом накопленных данных или заменяться ПДК» [27].

«Для смеси вредных веществ однонаправленного действия определяют безразмерную суммарную концентрацию по формуле:

$$C_{\Sigma} = \frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1, \quad 34)$$

где C_1, C_2, \dots, C_n – фактические концентрации каждого вредного вещества в воздухе в $мг/м^3$;

$ПДК_1, ПДК_2, \dots, ПДК_n$ – их ПДК, $мг/м^3$ » [26].

«Для борьбы с загрязнением атмосферы выхлопными газами необходимо устанавливать двигатель, который бы соответствовал всем нормам по выбросам вредных веществ.

Шумом называют беспорядочные звуки различной природы со случайными изменениями по частоте и амплитуде, которые мешают работе, отдыху и восприятию речи. Основной его характеристикой является интенсивность – мощность потока энергии в Вт на м². Последняя прямо пропорциональна квадрату звукового давления или силе, действующей на единицу площади. Поскольку прямое измерение интенсивности шума невозможно, для ее оценки используется уровень звукового давления в октавных полосах частот со среднегеометрическими 31.5; 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Уровень звукового давления является логарифмом отношения измеряемого давления к ее пороговому значению P_o – порогу слышимости человеческого уха, равному $2 \cdot 10^2$ Па» [23].

$$L = 20 \lg \cdot \frac{P_x}{P_o}. \quad (35)$$

«Интенсивность шума уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния от источника шума; уровень звукового давления – обратно пропорционально расстоянию. Высокочастотные звуки ($f > 800$ Гц) с расстоянием соответственно ослабляются за счет молекулярного поглощения. При прохождении препятствий имеют место отражение, дифракция и поглощение звука. В закрытых помещениях учитывается реверберация – послезвучание при выключении источника шума.

Воздействие любого уровня шума вызывает адаптацию слухового анализатора. При громкостной адаптации пороги слуха за 2...5 мин повышаются от 15 до 25 дБ, а восстановление их до исходного уровня занимает 3 ч.» [18].

Измерение порогов слуха называется аудиометрией.

«Действие шума на человека интенсивностью 80 дБ А и выше приводит к постоянному повышению порогов слуха вначале на высоких, а затем и к развитию профессиональной тугоухости и глухоты. Потеря слуха на 20 дБ серьезно мешает человеку (при шуме 95 дБ А такая потеря развивается через 15 лет).

Поэтому зоны с уровнем звука выше 80 дБ А обозначают знаками безопасности по ГОСТ 12.4.026-76*, а лиц, работающих в этих зонах, снабжают СИЗ от шума. Кроме того, шумы мешают восприятию звуковых сигналов (при уровнях 65 дБ А и выше), снижают разборчивость речи, ускоряют развитие утомления и соответственно снижают производительность труда. Средний уровень шума на РМ четко коррелирует с частотой (но не с тяжестью) НС (главным образом из-за нарушений внимания).

Нормативы шума – в производственных условиях установлены ГОСТ 12.1.003-83, а в жилых помещениях, общественных зданиях и на территории жилой застройки – в СН 3077-84 и ГОСТ 12.1.036-81.

Шум нормируется по предельным спектрам (ПС), каждый из которых имеет свой индекс, соответствующий уровню звукового давления для данного спектра на $f=1000$ Гц. Нормируемой характеристикой является и уровень звукового давления в октавных полосах f . ГОСТами также установлены изменения в ПДУ шума при воздействии прерывистых, импульсных и тональных шумов, а также с учетом напряженности труда для различных видов деятельности.

Для уменьшения интенсивности шума необходимо как можно лучше изолировать моторный отсек и кабину. Это достигается использованием современных звукоизолирующих материалов обшивки капотов моторного отсека и кабины» [23].

Сильные вибрации.

«При движении машины возникают сильные вибрации. Вибрации, передающиеся на тело человека через его опору, называют общими, а

передающиеся через руки – локальными. Общие вибрации подразделяют на транспортные (автомшины, трактора), транспортно-технологические (машины с ограниченной подвижностью, например, экскаваторы и краны) и технологические (стационарные машины и станки). Вибрации различают по направлению воздействия: по оси X для общей вибрации горизонтальное направление спина-грудь, а для локальной – «большой палец-мизинец»; по оси Y – соответственно направления правое плечо – левое плечо и запястье-ладонь; по оси Z – для общей вибрации вертикальное направление ноги – голова, а для локальной основная фаланга – ногтевая фаланга» [24].

«Основные характеристики вибраций: частота, колебаний (диапазон общих вибраций от 0,8 до 80 Гц, локальных от 1 до 1000 Гц), виброскорость и виброускорение. Помимо абсолютных значений скорости и ускорения, широко применяют их логарифмические уровни, которые рассчитываются по формулам

$$L_v = 20 \cdot \lg \frac{V}{5 \cdot 10^{-8}}, \quad (36)$$

$$L_a = 20 \cdot \lg \frac{a}{1 \cdot 10^{-6}}, \quad (37)$$

где $5 \cdot 10^{-8}$ и $1 \cdot 10^{-6}$ – опорные величины V и a » [26].

«Вибрации обладают выраженным биологическим действием, которое зависит от интенсивности, направления и времени воздействия. Каждое колебание воспринимается организмом человека как толчок, на который уже через 20 мс развивается компенсаторное напряжение мышц. Соответственно наиболее опасны вибраций больше 50 Гц.

Для эффектов воздействия вибраций существенное значение имеют резонансные f : для тела по оси Z – от 4 до 8 Гц (особенно 5 Гц), а по оси X и Y – от 1 до 2 Гц; для головы и плеч – от 20 до 30 Гц, глаз – от 60 до 80 Гц.

Вибрации снижают и остроту зрения (в основном при $f=1...25$ Гц). Главным эффектом воздействия вибраций является развитие вибрационной болезни – одного из ведущих профзаболеваний. Уже через 2 года работы на шлифовальных станках у 50% работников регистрируют признаки виброболести. В ее основе лежат нервные и гуморальные нарушения и микротравмы опорно-двигательного аппарата. Действие вибраций усиливается при интенсивных шумах и высокой физической нагрузке. При низкочастотной локальной вибрации эта болезнь развивается через 8...10 лет с основным поражением опорно-двигательного аппарата. Высокочастотная вибрация ($f=125...250$ Гц) уже через 5 лет приводит к сосудистым расстройствам, побелению пальцев, ломящим, ноющим болям и так далее. При общей вибрации наблюдаются головокружения, головные боли, поражения внутренних органов и позвоночника» [27].

«ПДУ вибрации установлены с учетом их спектра и направления осей действия (через весовые коэффициенты для f и осей Z , X , Y) для 3 критериев оценки Γ безопасность, снижение производительности труда и комфортность. Нормы локальной и транспортной вибрации обеспечивают безопасность персонала (профилактику виброболести), а транспортно-технологической и технологической – предупреждают снижение производительности труда. Для работников умственного труда установлен критерий комфорта (он в 3,15 раз ниже нормы снижения производительности).

Нормы вибраций в ГОСТ 12.1.012-90 приведены в абсолютных значениях и относительных уровнях V и a в $1/3$ октавных полосах f для общих вибраций и в октавных полосах f для локальных. ГОСТом также установлены предельные дозы вибрационного воздействия. Расчет их проводится путем энергетического суммирования скорректированных по спектру и осям направления воздействия интенсивности V и a во всех октавных полосах» [24].

«Полученные значения дозы используют для последующего расчета эквивалентного скорректированного значения ПДУ вибраций, выраженного

одним числом. Для 8-часового воздействия локальных вибраций этот уровень по V равен 2 м/с или 112 дБ, по a – 2 м/с² или 126 дБ.

Если уровень вибрации, создаваемый машиной, выше ПДУ более чем на 2 дБ, то применение машины запрещается. При превышении от 1 до 12 дБ (то есть от 1,12 до 4 раза) в течение рабочей смены должно быть сделано 2 регламентированных перерыва: первый – 20-минутный перерыв через 2 ч после начала работы, второй – 30-минутный через 2 ч после обеденного перерыва.

Для уменьшения вибраций, передающихся при движении машинисту, находящемуся внутри необходимо установить регулируемое поддрессоренное сидение с подвеской параллелограмного типа с гидроамортизатором для гашения колебаний» [24].

Пары топлива и масел.

Пары бензина, масел и других технических жидкостей отрицательно влияют на здоровье. Чтобы снизить концентрацию вредных веществ в кабине водителя и не допустить выбросы в окружающую среду. Ежедневно перед началом работ проверяют целостность резиновых шлангов, исправность гидравлической и топливной аппаратуры, других емкостей, в которых находятся жидкости. Визуальный осмотр всех систем необходим прежде всего для того, чтобы можно было убедиться в том, что нет утечек жидкостей через манжеты и другие уплотнительные устройства.

Выводы по разделу.

В разделе рассмотрены требования при эксплуатации разрабатываемой УKM, а также разработаны мероприятия по обеспечению безопасности труда при работе на УKM и мероприятия по сохранению экологии.

5 Экономическая эффективность проекта

В данном разделе дипломного проекта производится расчет технико-экономических показателей новой и базовой техники, тем самым обосновывается экономическая эффективность внедрения новой техники.

Основной целью данного раздела дипломного проекта является сравнение экономической эффективности предлагаемой (модернизированной) техники с экономической эффективностью базовой (принятой за основу) техники.

Новая модернизированная техника – это универсальная коммунальная машина с модернизированным фрезерно-роторным снегоочистителем и установкой для внесения противогололедных реагентов. Снегоочиститель является сменным видом рабочего оборудования.

Универсальная коммунальная машина, оборудованная данным рабочим органом предназначена для уборки тротуаров и снежных валов, оставленных плужными снегоочистителями вдоль бордюрного камня.

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

5.1 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.

5.2 Основные потребители проектируемой техники

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

5.3 Параметры для расчёта

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

В таблице 1 представлены исходные данные для расчета.

Таблица 1 – 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 | C | тыс.руб | 1450 | 1400 |

5.4 Расчёт капитальных затрат

Определим балансовую стоимость машины.

Согласно данных в [34] источнике балансовую стоимость машины K

определим по формуле:

$$K = Ц \cdot K_D, \quad (34)$$

где $Ц$ – цена техники, (смотрите выше);

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

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

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

5.5 Расчёт производительности

$$B = B_{эч} \cdot T_z, \quad (35)$$

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

T_z – количество работы машино-часов работы техники в году.

$$T_z = \frac{T_\phi - 2 \cdot T_{co}}{\frac{1}{t_{cm} \cdot k_{cm}} + D_p + \frac{D_n}{T_{об}}}, \quad (36)$$

где T_ϕ – годовой фонд рабочего времени техники, принимается равным 220 дней;

T_{co} – продолжительность сезонного обслуживания, принимается равным 1 дню;

t_{cm} – продолжительность смены, принимается равной 8 часов;

k_{cm} – коэффициент сменности, принимается равным 1;

D_p – простои во всех видах ремонтов и технических обслуживаниях.

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

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.;

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

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

K_q – коэффициент перевода мото-час. в маш-час., принимается равным 0,36.

Рассчитываем количество ТО за межремонтный цикл:

$$a_{ТР,ТО-3} = \frac{7860}{960} - 1 = 7,$$

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

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

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

Рассчитываем продолжительность одной перебазирушки:

$$D_{II} = \frac{Z_T}{V_{срм} \cdot t_{см}}, \quad (38)$$

где Z_T – среднее расстояние перебазировки, принимается равным 25 км;
 $V_{срт}$ – средняя скорость, км/ч.

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

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

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

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

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

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

5.6 Удельные капитальные затраты

$$K_y = \frac{K}{B}, \quad (39)$$

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

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

5.7 Текущие затраты

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

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.;

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

$C_м$ – 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%.

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

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

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: $12792/(7 \cdot 21) = 87,02$ 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: $87,02 \cdot 1,42 = 123,56$ 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.

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

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

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 $C_{зр}=0$.

Рассчитаем заработную плату рабочих управляющих техникой:

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

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

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

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

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

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

Рассчитаем затраты на энергоресурсы (топливо):

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

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

W_m – часовой расход топлива.

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

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

$q_{ен}$ – удельный расход топлива;

K_N – коэффициент, учитывающий изменение расхода топлива,

принимается равным 1,37.

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

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

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

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

Рассчитаем затраты на смазочные материалы:

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

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

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

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

Рассчитаем затраты на масло для гидросистемы:

$$C_{\text{зм}} = \frac{V_{\text{г}} \cdot O_{\text{м}} \cdot Ц_{\text{мг}} \cdot K_{\text{д}} \cdot T_{\text{г}}}{T_{\text{м}}}, \quad (48)$$

где $V_{\text{г}}$ – емкость гидросистемы, дм^3 , $V_{\text{тит}} = 210 \text{ дм}^3$, $V_{\text{обт}} = 21 \text{ дм}^3$;

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

$Ц_{\text{мг}}$ – оптовая цена гидравлической жидкости, р./кг , принимается равной 50 р./кг ;

$K_{\text{д}}$ – коэффициент доливок, принимается равным 1,5;

$T_{\text{м}}$ – периодичность замены гидравлической жидкости, принимается равной 2000 маш.-ч [29].

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

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

Затраты на материалы участвующие в технологическом процессе.

При проведении работ не требуются какие-либо дополнительные материалы.

Затраты на смену быстроизнашивающихся частей.

Быстроизнашивающихся частей нет.

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

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

Рассчитаем цеховые расходы:

$$C_{цбм} = C_{збм} \cdot 0,35, \quad (49)$$

$$C_{цбм} = 376142 \cdot 0,35 = 131650 \text{ р.},$$

$$C_{цнт} = C_{знт} \cdot 0,35, \quad (50)$$

$$C_{цнт} = 296322 \cdot 0,35 = 103713 \text{ р.}$$

Рассчитаем прочие расходы:

$$C_{прбм} = C_{цбм} \cdot 0,1, \quad (51)$$

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

$$C_{прнт} = C_{цнт} \cdot 0,1, \quad (52)$$

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

$$C_{збм} = C_{збм}' + C_{цбм} + C_{прбм} + C_{Абм},$$

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

$$C_{\text{зпт}} = C_{\text{зпт}}' + C_{\text{цпт}} + C_{\text{прпт}} + C_{\text{амт}},$$

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

Рассчитаем удельные текущие затраты:

$$C_{\text{уд}} = \frac{C_{\text{з}}}{B}, \quad (53)$$

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

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

Рассчитаем экономическую эффективность:

$$\mathcal{E}_{\text{зод}} = (C_{\text{удБТ}} - C_{\text{удНТ}}) \cdot B_{\text{НТ}}, \quad (54)$$

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

Рассчитаем срок окупаемости новой машины:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{нм}}}{\mathcal{E}_{\text{зод}}}, \quad (54)$$

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

Рассчитаем рентабельность:

$$P = \frac{1}{T_{\text{ок}}} \cdot 100\%, \quad (54)$$

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

В таблице 2 представлена калькуляция годовых текущих издержек.

Таблица 2 – Калькуляция годовых текущих издержек

| Статьи затрат | Условные обозначения | Значение показателей | |
|---|----------------------|----------------------|----------|
| | | БТ | НТ |
| Амортизационные отчисления на реновацию | C_A | 262363 | 253316 |
| Затраты на выполнение ТО и Р | C_P | 5912 | 5886 |
| Заработная плата рабочих, управляющих техникой | C_3 | 47864 | 47364 |
| Затраты на топливо | $C_Э$ | 213571 | 153112 |
| Затраты на смазочные материалы | C_{CM} | 42714 | 30622 |
| Затраты на масло для гидросистемы | C_{GM} | 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 3 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 3 – 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_2 | тыс. руб. | 783320 | 663662 |
| Удельные капитальные вложения | K_y | руб./ т | 7,6 | 6,7 |
| Удельные текущие затраты | $C_{уд}$ | руб./т | 3,8 | 2,9 |
| Годовой экономический эффект | $Э_{год}$ | тыс. руб. | 204300 | |
| Срок окупаемости капитальных вложений | $T_{ок}$ | год | 7,5 | |
| Рентабельность | P | % | 13 | |

Выводы по разделу.

Приведенный расчет показывает высокую рентабельность и малый срок окупаемости новой машины, что доказывает экономическую целесообразность её применения.

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 антигололédных 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. «Соппротивление 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. | Стр. № | Подп. и дата | Инв. № д.д.л. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание | |
|---------------|----------|--------------|---------------|--------------|--------------|--|-----------------------------|----------------------------|---|------------|--------|
| | | | | | | | | | | | Формат |
| | | | | | | | | <i>Документация</i> | | | |
| | | | | | | A4 | 21.ДП.ПЭА.153.02.000.ПЗ | Пояснительная записка | | | |
| | | | | | | A1 | 21.ДП.ПЭА.153.00.000.В0 | Сборочный чертёж | 2 | | |
| | | | | | | | | <i>Сборочные единицы</i> | | | |
| | | | | | | | 1 21.ДП.ПЭА.153.01.000 | Базовая машина | 1 | | |
| | | | | | | | 2 21.ДП.ПЭА.153.02.000 | Снегоочиститель | 1 | | |
| | | | | | | | 3 21.ДП.ПЭА.153.03.000 | Цистерна | 1 | | |
| | | | | | | | 4 21.ДП.ПЭА.153.04.000 | Распределительная гребёнка | 1 | | |
| | | | | | | | 5 21.ДП.ПЭА.153.05.000 | Насосная установка | 1 | | |
| | | | | | | | | <i>Детали</i> | | | |
| | | | | | | | 6 21.ДП.ПЭА.153.00.006 | Палец | 2 | | |
| | | | | | | | 7 21.ДП.ПЭА.153.00.007 | Шарнир | 2 | | |
| | | | | | | | 8 21.ДП.ПЭА.153.00.008 | Кольцо уплотнительное | 4 | | |
| | | | | | | | 9 21.ДП.ПЭА.153.00.009 | Палец | 2 | | |
| | | | | | | | 10 21.ДП.ПЭА.153.00.010 | Втулка проставочная | 8 | | |
| | | | | | | | 11 21.ДП.ПЭА.153.00.011 | Палец | 2 | | |
| | | | | | | | | <i>Стандартные изделия</i> | | | |
| | | | | | | | 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 | | |
| | | | | | | | 21.ДП.ПЭА.153.00.000 | | | | |
| | | Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | | | | |
| Инв. № подл. | Разраб. | Скожун | | | | Лит | Лист | Листов | Малогабаритная снегоуборочная машина | | |
| | Проб. | Черепанов | | | | | | | | | |
| | Н.контр. | Черепанов | | | | ТГУ, ИМ, гр. АТС-1601Д | | | | | |
| | Утв. | Байоровский | | | | Копировал Формат А4 | | | | | |

Рисунок А.1 – Спецификация на снегоуборочную машину

Продолжение Приложения А

| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание | Перв. примен. | | |
|------------------------|------|----------|-----------------------------|----------------------------|------|---------------------------|---------------|------|--|
| | | | | | | | Стр. | № | |
| | | | | <i>Документация</i> | | | | | |
| | | | 21.ДП.ПЭА.153.02.000.СБ | Сборочный чертёж | | | | | |
| | | | | <i>Сборочные единицы</i> | | | | | |
| | | 1 | 21.ДП.ПЭА.153.02.01.000 | Корпус снегоочистителя | 1 | | | | |
| | | 2 | 21.ДП.ПЭА.153.02.02.000 | Фреза | 1 | | | | |
| | | 3 | 21.ДП.ПЭА.153.02.03.000 | Ротор | 1 | | | | |
| | | | | <i>Детали</i> | | | | | |
| | | 4 | 21.ДП.ПЭА.153.02.004 | Подрезной нож | 1 | | | | |
| | | 5 | 21.ДП.ПЭА.153.02.005 | Стойка | 1 | | | | |
| A4 | | 6 | 21.ДП.ПЭА.153.02.006 | Стакан | 2 | | | | |
| | | 7 | 21.ДП.ПЭА.153.02.007 | Прокладка | 2 | | | | |
| A3 | | 8 | 21.ДП.ПЭА.153.02.008 | Крышка | 2 | | | | |
| A3 | | 9 | 21.ДП.ПЭА.153.02.009 | Стакан | 1 | | | | |
| A3 | | 10 | 21.ДП.ПЭА.153.02.010 | Вал | 1 | | | | |
| A4 | | 11 | 21.ДП.ПЭА.153.02.011 | Кольцо | 1 | | | | |
| | | 12 | 21.ДП.ПЭА.153.02.012 | Полумуфта | 1 | | | | |
| | | 13 | 21.ДП.ПЭА.153.02.013 | Полумуфта | 1 | | | | |
| | | 14 | 21.ДП.ПЭА.153.02.014 | Фланец | 2 | | | | |
| | | 15 | 21.ДП.ПЭА.153.02.015 | Шайба | 2 | | | | |
| | | | | <i>Стандартные изделия</i> | | | | | |
| | | 16 | | Винт М6х18 ГОСТ 17475-80 | 4 | | | | |
| | | | 21.ДП.ПЭА.153.02.000 | | | | | | |
| Изм./лист | | № докум. | | Подп. | | Дата | | | |
| Разраб. Скакун | | | | | | | | | |
| Проб. Черепанов | | | | | | | | | |
| Н.контр. Черепанов | | | | | | | | | |
| Утв. Бобровский | | | | | | | | | |
| Снегоочиститель | | | | | | Лит. | | Лист | |
| | | | | | | | | 1 | |
| | | | | | | | | 2 | |
| | | | | | | ТГУ, ИМ, гр. АТС-1601б | | | |
| | | | | | | Формат А4 | | | |

Рисунок А.2 – Спецификация на снегоочиститель

Продолжение Приложения А

| Инв. № табл. | Взам. инв. № | Инв. № д.д.д. | Подп. и дата | Подп. и дата | Формат | Зона | Лист | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание | Скажу | | | | Лист | |
|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------|------|------|-------------|-----------------------------------|------|------------|-------|------|----------|-------|------|------|
| | | | | | | | | | | | | Изм. | Лист | № докум. | Подп. | | Дата |
| | | | | | | | 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 ГОСТ 23360-78 | 1 | | | | | | | |
| | | | | | | | 38 | | Шпонка 14×9×50 ГОСТ 23360-78 | 1 | | | | | | | |
| | | | | | | | 39 | | Шпонка 10×8×32 ГОСТ 23360-78 | 1 | | | | | | | |
| | | | | | | | 40 | | Шпонка 10×8×45 ГОСТ 23360-78 | 1 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | Покупные изделия | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | Гидромотор 210.11.16 В | 1 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | Редуктор | 1 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 21.ДП.ПЭА.153.02.000 | | | | | | | Лист | |
| | | | | | | | | | Копировал | | | | | | | 2 | |
| | | | | | | | | | Формат А4 | | | | | | | | |

Рисунок А.3 – Спецификация на снегоочиститель

