

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Модернизация трансмиссии минипогрузчика Амкодор - 208

Обучающийся

В.В. Хусейнов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент И.В. Турбин

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

Консультанты

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

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

доцент Д.А. Романов

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

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

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

канд. филол. наук, доцент О.В. Мурдускина

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

Аннотация

Дипломный проект выполнен на тему: «Модернизация трансмиссии минипогрузчика Амкодор-208».

Цель работы – модернизация трансмиссии минипогрузчика Амкодор - 208.

Пояснительная записка включает в себя введение, шесть разделов, заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложения, всего страниц с приложениями.

Графическая часть представлена 10 листами формата А1, выполненными в инженерном программном обеспечении КОМПАС-3D.

Дипломный проект полностью соответствует утвержденному заданию на проектирование.

В первом разделе рассмотрено устройство и принцип работы минипогрузчика Амкодор-208.

Во втором разделе выполнен тягово-динамический расчёт минипогрузчика Амкодор-208.

В третьем разделе выполнено конструирование и расчет основных параметров насоса, определены технико-эксплуатационные параметры погрузчика, описана конструкция разрабатываемых узлов. Спроектированный насосный агрегат в совокупности с двумя гидравлическими распределителями поворота заменяет присутствовавшие в конструкции базовой машины два управляемых насоса, один неуправляемый и раздаточную коробку.

В четвертом разделе выбрана организационная форма сборки, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки трансмиссии минипогрузчика Амкодор-208.

В пятом разделе рассмотрены вопросы напрямую связанные с обеспечением безопасности и экологичности проекта.

В шестом разделе определена экономическая эффективность проекта.

В заключении сделаны выводы по дипломному проекту.

Abstract

The title of the graduation work is: «The modernization of the transmission of the «Amkodor-208» mini-loader».

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

The key issue of the graduation project is the modernization of the existing hydrostatic transmission of the «Amkodor-208» loader in order to increase its handling.

We touch upon the problem of low handling of the loader due to the low quality of hydraulic units and the features of the skid-steer implementation. We develop and propose a fundamentally new improvement in the design of the main hydraulic pump.

The aim of the work is to modernize the transmission of the «Amkodor-208» mini-loader.

The graduation project may be divided into several logically connected parts, which are: the consideration of the structure and operation principle of the «Amkodor-208» mini-loader; the traction-dynamic calculation of the «Amkodor-208» mini-loader; the design and calculation of the main parameters of the pump, the determination of the technical and operational parameters of the loader, the description of the developed units design; the selection of the assembly organizational form of the mini-loader transmission, the drawing up the assembly process and determining its labor intensity; the analysis of the safety and environmental friendliness of the project; the calculation of the economic efficiency of the project.

Finally, we'd like to stress that the designed pumping unit, together with two hydraulic rotation distributors, replaces two controlled pumps, one uncontrolled pump and a transfer case from the base loader.

The modernized mini-loader has a practical application in industrial, civil and road construction, utilities and agriculture.

Содержание

Введение.....	5
1 Состояние вопроса	8
2 Тягово-динамический расчет автомобиля	22
2.3 Определение передаточных чисел коробки передач.....	24
2.4 Тяговая характеристика и тяговый баланс автомобиля	26
2.5 Динамический фактор	27
2.6 Ускорение и обратное ускорение автомобиля	28
2.7 Время и пути разгона автомобиля.....	28
2.8 Мощностной баланс автомобиля.....	29
2.9 Топливная экономичность автомобиля	31
3 Конструкторская часть	37
3.1 Конструирование и расчет основных параметров насоса	38
3.2 Определение параметров технико-эксплуатационных погрузчика.....	45
3.3 Описание конструкции узлов разрабатываемых	55
4 Технологический раздел.....	58
4.1 Обоснование выбора технологического процесса.....	59
4.2 Проектирование технологического процесса сборки конструкции модернизированной трансмиссии минипогрузчика Амкодор – 208	63
5 Производственная и экологическая безопасность проекта	69
5.1 Характеристика технологического процесса обслуживания минипогрузчика Амкодор-208 с конструктивно-технологической и организационно-технической стороны	70
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	71
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	73
5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	79
5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса обслуживания минипогрузчика Амкодор-20882	85
6 Экономическая эффективность проекта.....	85
Заключение	92
Список используемой литературы и используемых источников.....	93
Приложение А. Спецификации.....	98

Введение

«В последнее время все больше и больше на строительных объектах используются малые погрузочные машины. В первую очередь это связано с универсальностью их использования. Главной особенностью современных дорожных и строительных машин является полное замещение механической части на гидравлическую» [4].

Малые погрузочные машины - это компактные машины, предназначенные для погрузки и разгрузки различных материалов и грузов. Они широко используются в строительной, грузоперевозочной и промышленной сферах для выполнения таких задач, как перемещение грузов, укладка материалов, очистка площадок и т.д.

Примеры малых погрузочных машин включают в себя:

- мини-погрузчики – компактные машины, обычно с колесной формулой 4x4, которые могут поднимать и перемещать грузы на небольших расстояниях. Они часто используются на строительных площадках или в складских помещениях;
- мини-экскаваторы – это маленькие экскаваторы, которые обычно используются для малых строительных работ, таких как копание траншеи, разрыхление грунта или установка фундамента;
- телескопические погрузчики – машины с гидравлической телескопической стрелой, которая позволяет им поднимать грузы на большие высоты и дальности. Они часто используются на строительных площадках или в портах для погрузки и разгрузки контейнеров.
- мини-погрузчики с тракторной рамой - компактные машины, оснащенные тракторными рамами, которые позволяют им выполнять различные задачи, такие как погрузка и разгрузка грузов, планировка поверхности или перемещение материалов.

Это лишь некоторые примеры малых погрузочных машин, которые широко используются в различных отраслях. Важно выбрать машину, соответствующую конкретным потребностям и требованиям работы.

Комбинированные дорожные машины – это специализированные транспортные средства, предназначенные для выполнения различных работ на дорогах. Они объединяют в себе функции нескольких типов машин, что позволяет увеличить эффективность и экономичность выполнения работ.

Примеры комбинированных дорожных машин включают в себя:

- комбинированные катки - это машины, которые объединяют в себе функции катка и уплотнителя. Они используются для уплотнения грунта, асфальта и других материалов на дорожных покрытиях;
- комбинированные фрезерные машины - это машины, которые объединяют в себе функции фрезера и планировщика. Они используются для удаления старого асфальтового покрытия и подготовки дорожной поверхности для нового покрытия;
- комбинированные асфальтоукладчики - это машины, которые объединяют в себе функции асфальтоукладчика и катка. Они используются для укладки и уплотнения асфальтового покрытия на дорогах;
- комбинированные машины для обслуживания дорог - это машины, которые объединяют в себе функции уборщика, моечной машины и ремонтной машины. Они используются для очистки дорог от мусора и снега, а также для выполнения ремонтных работ.

Комбинированные дорожные машины позволяют сократить количество необходимых транспортных средств на строительной площадке, а также повысить производительность и качество работ. Они широко применяются в строительстве и обслуживании дорог

Большую популярность в Российской Федерации заслужил мобильный погрузчик «Амкодор-208» за свои эксплуатационные качества.

Его конструкция была разработана в соответствии с передовым опытом зарубежных производителей, но из-за низкого качества гидрогенераторов и несовершенства реализации бортовых поворотов управляемость снизилась. Кроме того, в частности, движение машины по прямой затруднительно, а на малых скоростях невозможно двигаться.

Целью данной работы является модернизация гидравлической системы мобильного погрузчика «Амкодор-208». В работе предлагается принципиально новое усовершенствование конструкции основного гидравлического насоса, разрабатывается конструкция этого насоса. Также разрабатывается золотниковый распределитель поворота, предназначенный для осуществления бортового поворота машины, оснащенной разработанным насосным агрегатом и показывается возможность установки такой трансмиссии в корпусе машины.

1 Состояние вопроса

Трансмиссия автомобиля – это система, которая передает мощность от двигателя к колесам автомобиля. Она включает в себя различные компоненты, такие как коробка передач, дифференциалы и приводные валы, которые работают совместно для обеспечения передачи и изменения скорости вращения колес.

Модернизация трансмиссии автомобиля может иметь несколько целей:

- увеличение производительности: с помощью модернизации можно улучшить динамические характеристики автомобиля, увеличить мощность и крутящий момент двигателя, а также повысить эффективность передачи мощности от двигателя к колесам;
- экономия топлива: модернизация трансмиссии может включать в себя установку более эффективных передач или использование автоматических систем управления, которые позволяют выбирать оптимальную передачу для экономии топлива;
- улучшение комфорта и управляемости: модернизация трансмиссии может включать в себя установку автоматической коробки передач или системы смены передач без сцепления, что повышает комфорт и удобство вождения;
- добавление новых функций: модернизация трансмиссии может также включать в себя добавление новых функций, таких как системы полного привода, системы контроля тяги и так далее;

Пути модернизации трансмиссии автомобиля включают в себя:

- замена стандартной коробки передач на более современную или спортивную модель;
- установка системы автоматического управления передачами, такой как роботизированная коробка передач или автоматическая коробка передач;

- использование электронных систем управления, которые позволяют оптимизировать работу трансмиссии и выбирать оптимальную передачу в зависимости от условий дороги и стиля вождения;
- добавление дополнительных компонентов, таких как ограниченный блокированный дифференциал или система контроля тяги;
- установка системы полного привода или модификация существующей системы полного привода для повышения проходимости автомобиля.

Важно отметить, что модернизация трансмиссии автомобиля требует определенных знаний и опыта, поэтому лучше доверить эту работу профессионалам, чтобы не нанести ущерб автомобилю или повлиять на его безопасность и надежность.

«Погрузчик универсальный предназначен для механизации погрузочно-разгрузочных и землеройно-транспортных работ на грунтах I-II категорий в стесненных условиях, и может использоваться в промышленном, гражданском и дорожном строительстве и так далее» [2].

Технические данные Амкодор-208 представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические данные Амкодор-208 [1].

Наименования показателей	Значения номинальные
«Модель	Амкодор-208
Тип	одноковшовый универсальный
Грузоподъемность, т	0,8
Геометрическая вместимость ковша, м ³ :	0,4
Высота разгрузки максимальная ковша без зубьев при угле разгрузки 45°, мм, не менее	2390
Максимальный угол запрокидывания ковша в нижнем положении, °, не менее	32
Максимальный угол разгрузки ковша при максимальной высоте разгрузки, °, не менее	45
Управление рабочим оборудованием	Гидравлическое
Ширина режущей кромки ковша, мм	1760
Масса эксплуатационная, кг, не более	3500
Габаритные размеры в транспортном положении (ДхШхВ), мм:	3450x1760x2160» [1].

Продолжение таблицы 1

Наименования показателей	Значения номинальные
«Тормоза стояночные	многодисковые, постоянно замкнутые с гидравлическим растормаживанием
Место установки тормозов	смонтированы в ступицах задних колес
Гидрораспределитель управления стояночным тормозом	ВМП6 574 УХЛ 4 ГОСТ 24679-81
Тип рулевого управления	независимое управление приводом колес
Гидропривод рабочего оборудования	
Тип и особенности гидросистемы	закрытого типа
Рабочая жидкость	МГЗО ТУ38-101-50-79
Насос (модель, тип)	210.16, аксиально-поршневой нерегулируемый
привод	независимый
количество, шт	1
Частота вращения номинальная, с ⁻¹ (об/мин)	48,8 (2450)
Наибольшее давление при номинальной частоте вращения, МПа (кгс/см ²)	20 (200)
Действительная подача одного насоса при номинальной частоте вращения, л/мин	65
Направление вращения со стороны приводного вала	левое
Гидромотор привода щетки	МГП-160 ТУ23-21588-82
Распределитель рабочего оборудования	типа 67020 с гидроуправлением
Блоки управления:	
Привода хода и рабочего оборудования	601.70 ТЧ22-3744-76
Привода активного рабочего органа	606.70 ТН22-3744-76
Гидроцилиндры подъема стрелы:	
количество, шт	2
диаметр поршня, мм	80
диаметр штока, мм	40
ход поршня, мм	500
Гидроцилиндр поворота ковша:	
количество, шт	2
диаметр поршня, мм	63
диаметр штока, мм	36
ход поршня, мм	630
Гидроцилиндр корректирующий:	
количество, шт	2
диаметр поршня, мм	63
диаметр штока, мм	36
ход поршня, мм	180
Гидроцилиндры двухчелюстного ковша:	
количество, шт	2
диаметр поршня, мм	75
диаметр штока, мм	30» [1].

Продолжение таблицы 1

Наименования показателей	Значения номинальные
«ход поршня, мм	200
Давление предохранительного клапана защиты гидроцилиндров от реактивных нагрузок, МПа (кгс/см ²)	20 (200)
Баки:	
количество, расположение	1 бак, в задней части левого лонжерона рамы
Вместимость заправочная, л:	
Бак топливный двигателя	70
Система охлаждения двигателя (с радиатором)	19
(Система смазки двигателя (с радиатором)	15
Воздухоочиститель	1,7
Редуктор привода насосов 1,5	1,5
Гидросистема рабочего оборудования и привода хода	70
Бачок привода управления сцеплением	0,5
Ступицы передних и задних колес	по 4
Сменные рабочие органы:	
Отвал бульдозерный	
Ширина отвала, мм, не менее	2100
Высота отвала, мм, не менее	650
Масса, кг, не более	187
Ковш увеличенный	
Номинальная вместимость, м ³ не менее	0,6
Ширина режущей кромки, мм, не менее	1600
Масса, кг, не более	170
Ковш для снега	
Номинальная вместимость, м ³ , не менее	0,5
Ширина режущей кромки, мм, не менее	2200
Масса, кг, не более	220
Ковш для корнеплодов	
Номинальная вместимость, м ³ , не менее	0,5
Ширина режущей кромки, мм, не менее	1600
Масса, кг, не более	155
Щетка	
Ширина, мм, не менее	2000
Угол поворота в плане, °	± 15; ± 30
Отвал бульдозерный поворотный	
Ширина отвала, мм, не менее	2100
Высота отвала, мм, не менее	650
Угол поворота в плане, °	+15;+30
Масса со сцепкой, кг, не более	2.50
Вилы грузовые	
Грузоподъемность, т, не менее	0,8
Высота подъема, мм, не менее	2910
Масса, кг, не более	130
Захват вильчатый	
Грузоподъемность, т, не менее	0,8
Высота подъема, мм, не менее	2900» [2].

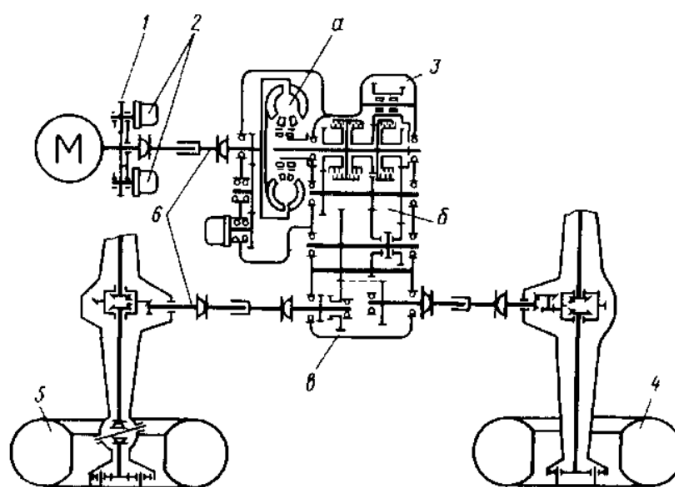
Продолжение таблицы 1

Наименования показателей	Значения номинальные
«Максимальная высота подъема до средней поперечной плоскости захватов, мм, не менее	3330
Ширина захвата по внутренним поверхностям пластин (min/max), мм	1125/1950
Масса, кг, не более	139» [1].

Состав, устройство и работа погрузчика.

«Погрузчик (лист 1 графической части) представляет собой самоходную колесную машину с независимым гидростатическим приводом ведущих колес правого и левого бортов (типа Бобкэт) и включает в себя силовую установку, привод управления сцеплением, ходовую часть с приводом, раму, привод стояночного тормоза, электросистему, гидросистему, рабочее оборудование, кабину с оперением» [2].

Кинематическая схема погрузчика показана на рисунке 1.



- 1 – а – гидротрансформатор; б – основной редуктор; в – коробки отбора мощности;
 1 – редуктор отбора мощности; 2 – привод гидронасосов; 3 – коробка передач;
 4, 5 – ведущие колёса; б – карданные валы.

Рисунок 1 – Кинематическая схема погрузчика

Привод хода включает в себя правый и левый колесные редукторы, ступицы с тормозами, закрепленные на раме гайками, цепи, закрытые кожухами, и четыре колеса, соединенные со ступицами гайками.

Колесный редуктор (рисунок. 2) предназначен для привода передних ведущих колес погрузчика, и через цепную передача – задних колес. Он представляет собой двухступенчатую замкнутую планетарную передачу, установленную в ступицах передних колес. Солнечная шестерня 3 находится в зацеплении с тремя сателлитами 9. Сателлиты установлены на подшипниках 8, и свободно вращаются на осях, установленных в водиле 2.

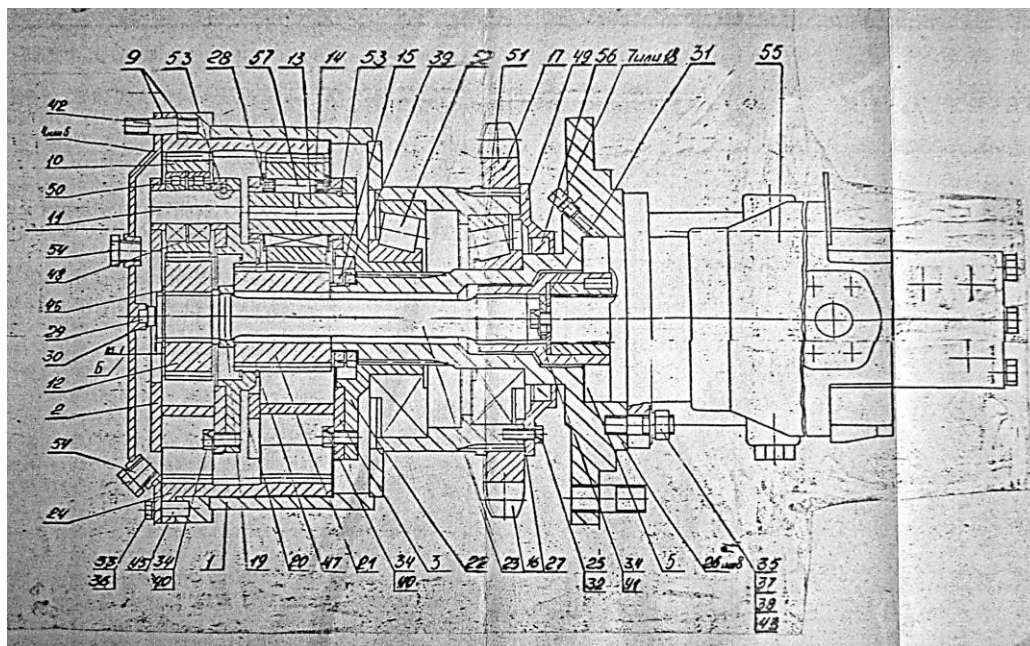


Рисунок 2 – Колесный редуктор

Водило 2 через ступицу 26 связано с солнечной шестерней 25 тихоходной ступени. Шестерня 25 находится в зацеплении с тремя сателлитами 13, установленными на подшипниках 11 и осях 12 в водиле 24. Водило 24 через ступицу 23 неподвижно закреплено на шлицах цапфы 20.

Двухвенцовая коронная шестерня 28 установлена в ступице колеса 27, Ступица колеса установлена на двух конических роликоподшипниках, один из которых – 16, установлен непосредственно на цапфе, а другой 15, – на переходной ступице 23 колесного редуктора. Регулировка подшипников производится гайкой 14.

На шлицах ступицы колеса установлена звездочка 7 цепной передачи привода задних колес.

Смазка колесного редуктора производится маслом, заливаемым в полость ступицы. Уплотнение этой полости производится манжетой, запрессованной в крышку 18. Привод колесного редуктора осуществляется гидромотором 19, установленным в цапфе 20, которая крепится к раме погрузчика. Крутящий момент от гидромотора через муфту 21, закрепленную на валу гидромотора, и полуось 22, передается на солнечную шестерню 3 быстроходной ступени, установленную на шлицевом конце полуоси, и далее посредством сателлитов 9 водила 2, ступицы 26, солнечной шестерни 25 и сателлитов 13 на коронную шестерню 28, жестко связанную со ступицей 27 колеса и, следовательно, на колесо.

В качестве движителя на погрузчике используются пневматические шины размерности 12.4L-16 модели Ф-160 или 11,2-16 модели Я-358 с рисунком повышенной проходимости. Монтаж шины на обод и ее демонтаж следует проводить на полу или на чистой площадке, чтобы вовнутрь покрышки не попадала земля и грязь, которые могут вызвать при работе повреждения камеры.

Рама погрузчика (рисунок 3) сварной конструкции из листовой стали служит для установки всех агрегатов и систем машины.

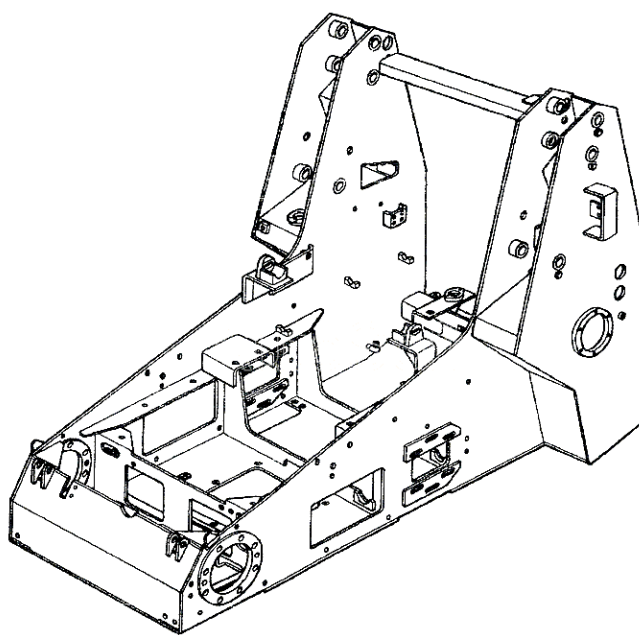


Рисунок 3 – Рама погрузчика

Рама состоит из двух лонжеронов, имеющих отверстия для установки пальцев крепления стрелы рабочего оборудования и гидроцилиндров.

Ребра, сваренные между боковинами лонжеронов, образуют замкнутые полости, служащие топливным и масляным баками. Между лонжеронами сварены поперечины и днище, обеспечивающее необходимую жесткость рамы.

Отверстия в проушинах и перемычках между боковинами предназначены для строповки погрузчика. Ловители 2 стрелы служат для центрирования стрелы рабочего оборудования относительно рамы при опускании стрелы и ограничения ее поперечных перемещений в нижнем положении.

«Тормоз предназначен для торможения машины на стоянке, а также может быть использован в качестве аварийного тормоза.

Тормоз представляет собой две «мокрые» постоянно замкнутые многодисковые фрикционные муфты, установленные в ступицах задних колес. Привод задних колес осуществляется цепной передачей через звездочку, установленную на шлицах ступицы. Ступица установлена на конических роликоподшипниках, а подшипники – на цапфе, закрепленной на раме погрузчика. Регулировка подшипников производится натяжной гайкой.

На шлицах цапфы установлена неподвижная ступица, на ее шлицах посажено шесть металлокерамических ведомых дисков, а в пазах диска их – пять ведущих дисков. Сжатие пакета дисков производится восемью пружинами через поршень. Пакет дисков разжимается при подаче давления в управляющую полость. Усилие сжатия пружин регулируется специальной гайкой.

Полость ступицы заполняется маслом до уровня контрольного отверстия при максимальном верхнем положении заливного отверстия. Уплотнение этой полости производится манжетой, запрессованной в крышку» [11].

«Привод стояночного тормоза состоит из гидропанели, управляемой педалью. Гидропанель состоит из предохранительного клапана КПМ 6/3-В2 ТУ 2-053-1441-79Е и гидрораспределителя ВМР6 5749ХЛ4 ГОСТ 24679-81. Для очистки рабочей жидкости в напорной линии между насосом и гидропанелью установлен фильтр.

Предохранительный клапан настроен на давление $(3+0,05)$ МПа. Механическая часть привода представляет собой педаль, состоящую из подушки, закрытой чехлом, и рычага. При нажатии на педаль толкатель включает гидрораспределитель, обеспечивавший перепуск рабочей жидкости от тормозов в сливную магистраль гидросистемы рабочего оборудования – происходит торможение погрузчика. При полном нажатии педаль управления фиксируется – погрузчик заторможен для стоянки. Для расфиксации необходимо, слегка нажав на педаль, повернуть стопой ноги подушку от себя и в таком положении стопы отпустить педаль» [12].

«Электрооборудование предназначено для запуска двигателя, питания электрических приборов и устройств, а также для обеспечения работы погрузчика в ночное время и при движении в транспортном режиме.

На погрузчике применяется электрооборудование постоянного тока номинальным напряжением 12 В. Электроприборы соединены по однопроводной схеме, при которой отрицательным проводом служат металлические части («масса».) С «массой» соединены все отрицательные клеммы приборов электрооборудования.

Источники электрической энергии. Источниками электроэнергии на погрузчике являются а) две аккумуляторные батареи типа ЗСТ215А; б) генератор типа 464.3701. Аккумуляторные батареи служат для запуска двигателя, для питания потребителей при неработающем двигателе и при малой частоте вращения якоря генератора.

Номинальное напряжение аккумуляторной батареи – 12В. Номинальная емкость при 20 часовом режиме разряда – 215 А ч. Масса батареи с электролитом – 34,8 кг.

Выключатель «массы» служит для отключения батареи при неработающем двигателе и во время стоянки с целью уменьшения саморазрядки батареи. Выключатель типа 8Н418, установленный в кабине, блокирует запуск двигателя при открытой двери.

Для невозможности отключения батареи при работающем двигателе предусмотрена блокировка выключателя «массы» – реле типа 111.3747» [17].

«Генератор представляет собой бесконтактную трехфазную электромашину с протяжной вентиляцией, с односторонним электромагнитным возбуждением, встроенным полупроводниковым выпрямительным блоком БПВ23-50, собранным по трехфазной мостовой схеме на кремниевых диодах, и с интегральным устройством типа Я112Б. Привод генератора осуществляется клиновидным ремнем от оси шкива двигателя.

Номинальное напряжение генератора – 14 В; номинальная мощность – 700 Вт; частота вращения, соответствующая номинальной частоте вращения двигателя – $83,3 \dots 8,3 \text{ с}^{-1}$ (500-50 об/мин); номинальная масса без шкива и вентилятора – 5,4 кг» [13].

«Запуск двигателя осуществляется с помощью стартера типа 24.3708, из кабины, дистанционно, выключателем типа 12.3704, расположенным на правом пульте управления. Стартер установлен на двигателе и представляет собой двигатель постоянного тока последовательного возбуждения, кратковременного режима работы с длительностью не более 10 с. Питание стартера осуществляется от аккумуляторной батареи емкостью 215 А ч. Номинальное напряжение стартера – 12 В; номинальная мощность – 4 кВт; масса стартера – 18 кг.

Включение стартера осуществляется поворотом ключа. При этом подается напряжение 12 В на тяговое реле стартера, которое включает стартер в цепь питания аккумуляторной батареи. Якорь стартера начинает вращаться и через шестерню передает крутящий момент от стартера на маховик двигателя. После запуска двигателя ключ выключателя

возвращается в исходное положение, разомкнув цепь питания обмоток тягового реле, в результате чего стартер отключается от аккумуляторной батареи. Продолжительность непрерывной работы стартера при запуске двигателя не должна превысить 20 с в холодное время и 10 с в летнее. Повторный запуск можно производить только после одной-двух минут перерыва. Допускаемой кол-во повторных запусков не более 3-х» [17].

«Контроль режима работы двигателя осуществляется измерительными приборами, расположенными на пультах управления – правом и левом.

Освещение и приборы сигнализации. Для освещения фронта работ на погрузчике установлены фары передние и одна задняя. Для обеспечения внешней световой сигнализации установлены фонари поворотов передние и задние. Также предусмотрены световозвращатели – боковые и задние.

Для освещения кабины на потолке установлен плафон со встроенным выключателем. На крыше кабины установлен фонарь сигнальный типа проблескового маячка с оранжевым рассеивателем.

На дверях кабины устанавливается стеклоочиститель типа СЛ230П.

Звуковой сигнал типа 20.3721 устанавливается в правом верхнем углу кабины.

Отопительная установка с электродвигателем вентилятора типа 19.3730 обеспечивает обогрев кабины» [18].

«Гидросистема погрузчика состоит из гидросистемы привода хода, гидросистемы рабочего оборудования и системы управления. Рассмотрим работу наядой из этих систем по схеме гидравлической принципиальной (рисунок б).

Гидросистема привода хода служит для обеспечения передвижения Погрузчика. На нем установлены два насоса типа 313.33 (по одному на каждый борт), каждый из которых соединен с гидромотором типа МП 90 по закрытой схеме. Подпитка этой гидросистемы происходит из гидробака через подпитывающие насосы, которые установлены на основных насосах.

Предохранительные клапаны этой системы настроены на давление $25+1$ МПа.

Для очистки рабочей жидкости в гидросистеме между подпиточными и основными насосами установлены фильтры» [10].

«Гидросистема рабочего оборудования служит для привода рабочих органов и включает в себя насос типа 210.16, который запитан из гидробака, гидрораспределитель типа P155И, гидроцилиндры, предохранительные клапана, обратный клапан и гидрораспределитель типа VX10.44.

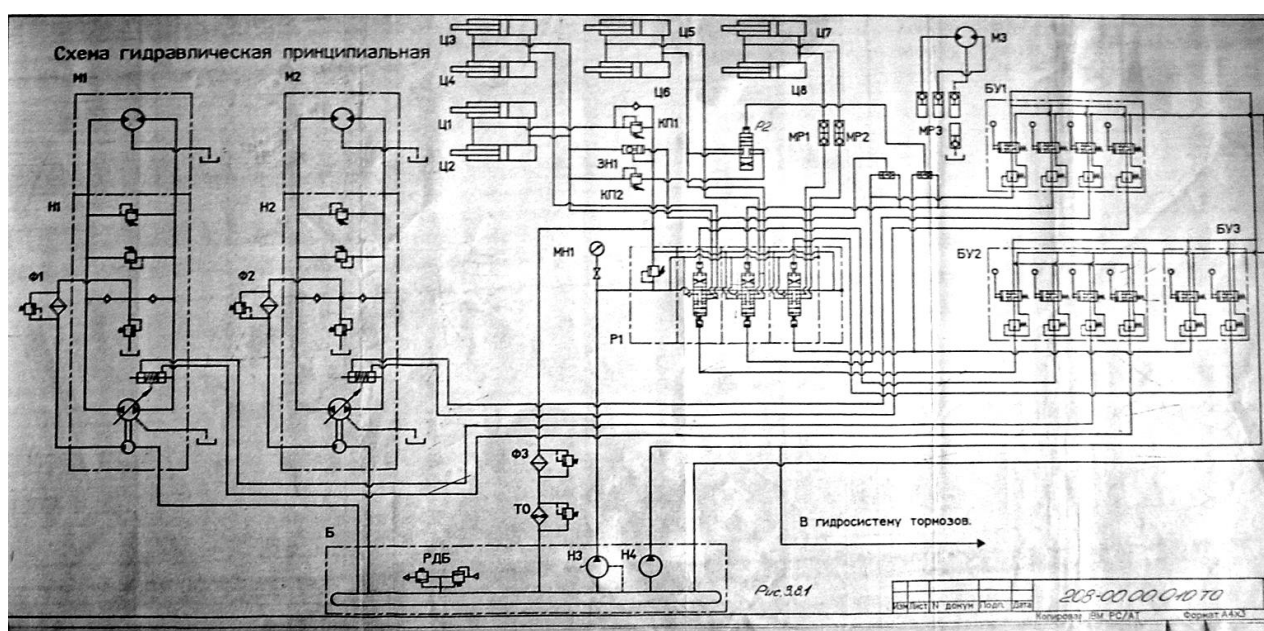


Рисунок 4 – Гидросистема

Предохранительный клапан 6 гидросистемы настроен на давление $16+1,5$ МПа. Для защиты гидроцилиндров ковша от реактивных нагрузок установлены предохранительные клапана, настроенные на давление $21+0,5$ МПа.

Гидрораспределитель типа VX10.44 после доработки настроен на давление управления $2,5$ МПа и предназначен для обеспечения плавающего положения.

Обратный клапан предотвращает возможность разряжения в гидросистеме погрузчика.

Для очистки рабочей жидкости на сливе в гидросистеме установлен фильтр с предохранительным клапаном, настроенным на давление 5 МПа.

При включений соответствующей секции гидрораспределителя рабочая жидкость от насосе поступает к гидроцилиндрам, которые выполняют соответствующие движения. Из гидроцилиндров рабочая жидкость через распределитель, фильтр, масляный радиатор поступает на слив в бак» [21].

«Система управления служит для управления насосами хода и гидрораспределителем рабочего оборудования, запитана от насоса тормозной системы типа НШ-10, установленного на двигателе. Состоит из блоков давления типа 60 120А и одного блока 1 типа 60 620А, соединенных с насосами хода и распределителем рабочего оборудования.

Гидробак встроен в раму и содержит и регулятор давления, клапан для спуска воздуха, заливную горловину, указатели уровня, крышку, сливную пробку, сливные и всасывающие патрубки, штуцера. Он оборудован системой заправки закрытым способом и очистки рабочей жидкости в процессе эксплуатации.

Гидроцилиндр.

Двухстороннего действия состоит из корпуса сварной конструкции на резьбе которого закреплена крышка; штока, уплотненного манжетой. Поршень посажен на шток, закреплён гайкой и уплотнен манжетами» [22].

Муфта разрывная из корпуса левого, пружин, 2 шариковых клапанов, корпуса правого и предназначена для быстрого подсоединения рукавов высокого давления.

«Рабочее оборудование состоит из стрелы, основного ковша геометрической емкостью 0,4 м³, сцепки. Стрела с помощью пальцев крепится к порталу и соединяется с компенсирующими, стреловыми и ковшевыми гидроцилиндрами.

Ковш, как и все сменные рабочие органы, стыкуемые со стрелой, соединяется со сцепкой посредством двух крюков, опирающихся на пальцы сцепки, и двух втулок с вырезом, фиксируемых поворотными пальцами.

Сцепка служит для быстрой смены рабочих органов и посредством пальцев крепится к стреле, а другими пальцами соединяется с ковшевыми гидроцилиндрами.

Все пальцы рабочего оборудования имеют масленки для смазки и фиксируются от проворачивания посредством приварных фланцев» [13].

«К сменному рабочему оборудованию относятся: отвал бульдозерный (поворотный и неповоротный), щетка, ковш увеличенный, ковш для снега, ковш для корнеплодов, ковш двухчелюстной, вилы грузовые, вилы сельскохозяйственные, захват вильчатый, крюк монтажный (поворотный и неповоротный), захват для леса, бетоносмеситель, гидромолот, гидробур и так далее.

Для осуществления смены рабочего органа (рабочий орган находится на земле) необходимо: потянув фиксатор на себя и, тем самым сжав пружину и выведя фиксатор из отверстия в щеке сцепки, повернуть пальцы в направлении от ковша вниз (до попадания фиксатора в нижнее отверстие на щеке сцепки) и снять рабочий орган сначала с пальцев стрелы, а затем с пальцев гидроцилиндра.

Установка рабочего органа на сцепку производится в обратном порядке» [4].

Выводы по разделу.

В данном разделе рассмотрена конструкция и общее устройство погрузчика Амкадор-208. Представлена кинематическая схема погрузчик, а также представлено общее описание основных элементов погрузчика.

В следующем разделе предлагается провести тягово-динамический расчет с построением графиков.

2 Тягово-динамический расчет автомобиля

Тягово-динамический расчет проводится для определения технических характеристик и параметров механизмов и машин, работающих в условиях трения и нагрузок. Он позволяет рассчитать силы, моменты и скорости, которые возникают при движении машины, а также показывает, на сколько нагрузок и сил механизмы могут выдержать, не выйдя из строя. Такой расчет необходим при разработке и проектировании новых машин и механизмов, а также при модернизации и улучшении уже существующих.

«Погрузчик представляет собой колесную самоходную машину с приводом на все четыре колеса. Привод на два передних (грузовых) колеса осуществляется гидромоторами ГСТ-90. От передних колес через две цепные передачи мощность подводится на два задних (моторных) колеса.

На погрузчик установлен дизель Д-244 с максимальной мощностью 42 кВт при частоте вращения 1400 об/мин. Максимальный крутящий момент 1800 об/мин.

Номинальный крутящий момент:

$$M_e = 9549 \cdot \frac{N_e}{n_e}, \quad (1)$$

$$M_e = 9549 \cdot \frac{42}{1800} = 223 \text{ Нм.}$$

Рассчитываем внешнюю скоростную характеристику двигателя по формуле (2) задавшись различными величинами частоты вращения коленчатого вала двигателя.

$$N_e = N_{\max} \cdot \left[a \cdot \frac{\omega_e}{\omega_N} + b \cdot \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - c \cdot \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right]. \quad (2)$$

Для построения графика эффективного момента применяется формула:

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \cdot 10^3. \quad (3)$$

Для удобства результаты расчетов заносим таблицу 2 и строим график внешней скоростной характеристики (рисунок 5)» [19].

Таблица 2 – Данные для построения внешней скоростной характеристики

Скорость вращения коленчатого вала, об/мин	800	925	1050	1175	1300	1425	1550	1675	1800
Угловая скорость, рад/с	83,8	96,9	110	123	136,1	149,2	162,3	175,4	188,5
Мощность, кВт	18,8	22,5	26,2	29,7	33,0	36,0	38,5	40,6	42,0
Крутящий момент, Н м	224,6	232,6	238,2	241,5	242,4	241,1	237,3	231,2	222,8

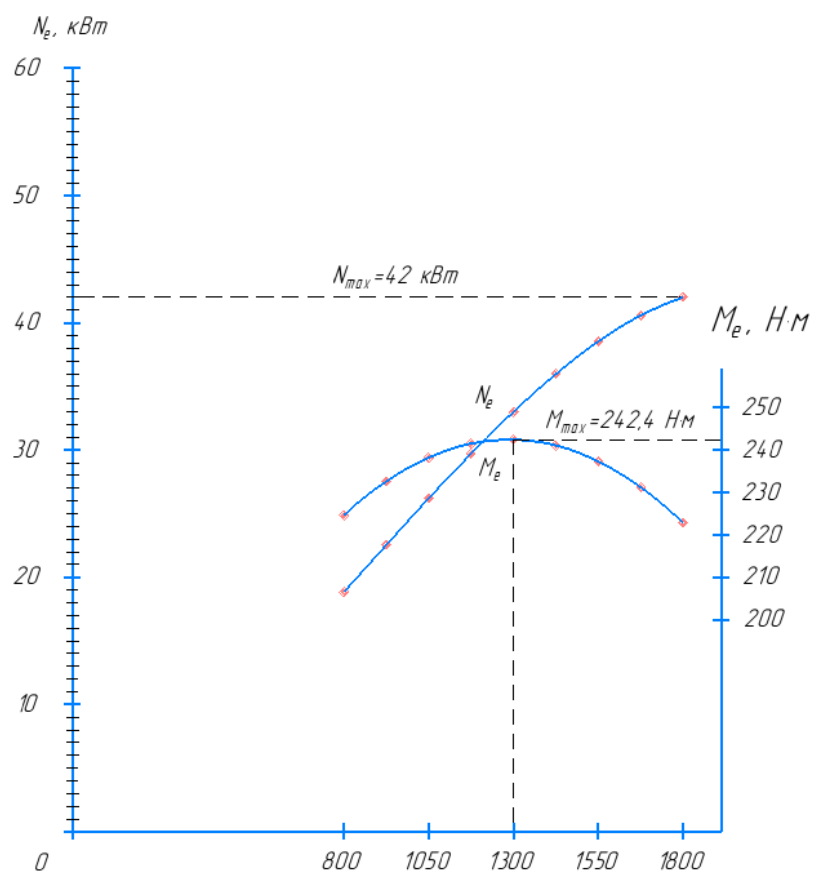


Рисунок 5 – Внешняя скоростная характеристика

«Передаточное число главной передачи рассчитывается из условия обеспечения заданной максимальной скорости автомобиля по выражению:

$$u_o = \frac{\omega_{\max} \cdot r_k}{u_k \cdot V_{\max}}, \quad (4)$$

где ω_{\max} – скорость вращения коленчатого вала двигателя, 1800 об/мин или 188,5 рад/с;

r_k – радиус качения колеса, для колеса 10х16,5 радиус равен 0,30 м;

u_k – передаточное число коробки передач на высшей передаче, для механической коробки передач, передаточное число равно 0,819» [23].

$$u_o = \frac{602,1 \cdot 0,3}{0,819 \cdot 38,9} = 5,67.$$

2.3 Определение передаточных чисел коробки передач

«Передаточное число первой передачи рассчитывается из условия преодоления заданного максимального сопротивления дороги, характеризующегося суммарным коэффициентом сопротивления по формуле:

$$u_I = \frac{G_a \cdot \psi_{\max}^I \cdot r_k}{M_{\max} \cdot u_o \cdot u_d \cdot \eta_{mp}}, \quad (5)$$

где M_{\max} – максимальный крутящий момент двигателя, полученный с внешней скоростной характеристики двигателя, Н·м;

ψ_{\max}^I – коэффициент сопротивления дороги на первой передаче, принимаем равным 0,625» [23].

$$u_1 = \frac{18541 \cdot 0,625 \cdot 0,3}{139,7 \cdot 5,67 \cdot 1 \cdot 0,92} = 4,77.$$

«Расчет передаточных чисел промежуточных передач.

Передаточные числа промежуточных передач рассчитываются в предположении, что общий ряд передаточных чисел коробки передач должен представлять собой геометрическую прогрессию. Тогда расчет ведется по формуле:

$$u_m = \sqrt[n-1]{u_1^{n-s}}. \quad (6)$$

Однако на автомобиле применяется коробка передач с повышающей (ускоряющей) высшей передачей, следовательно, передаточное число последней выбирается не по закону геометрической прогрессии, а из конструкторских соображений.

По этой причине при расчете формулы (6) количество передач принимается меньше на 1 (то есть для пятиступенчатой коробки передач – 4).

Передаточное число для заднего хода автомобиля определяется во время компоновки коробки передач и обычно определяется по формуле:

$$u_{з.х.} = (1,2 \dots 1,3) \cdot U_1. \quad (7)$$

Результаты вычислений заносим в таблицу 3 и сравниваем с аналогом» [23].

Таблица 3 – Передаточные числа коробки передач

Значения	Передаточные числа						
	Главная	1	2	3	4	5	3X
Расчетные	5,67	4,77	2,18	1,48	1	0,68	5,72
Справочные	3,90	3,67	2,10	1,36	1	0,82	3,53

В дальнейшем при проведении расчетов предлагается использовать передаточные числа агрегатов автомобиля-аналога.

2.4 Тяговая характеристика и тяговый баланс автомобиля

«Тяговая характеристика представляет собой зависимость силы тяги на колесах автомобиля от скорости движения по передачам, которая на разных передачах определяется по формуле:

$$F_T = \frac{M_e \cdot u_0 \cdot u_{kn} \cdot u_d \cdot \eta_{mp}}{r_k}, \quad (8)$$

Рекомендуется пользоваться выбранными выше значениями угловой скорости (при расчете внешней скоростной характеристики), приводя в соответствие с ними скорости автомобиля на разных передачах по формуле:

$$V_a = \frac{\omega_e \cdot r_k}{u_0 \cdot u_k \cdot u_d}. \quad (9)$$

Тяговый (силовой) баланс автомобиля описывается уравнением:

$$F_T = F_D + F_B + F_u, \quad (10)$$

где F_T – сила тяги на ведущих колесах, Н;

F_D – сила дорожного сопротивления, Н;

F_B – сила сопротивления воздуха, Н;

F_u – сила сопротивления разгону автомобиля» [23].

«В общем случае сопротивление дороги при движении автомобиля на подъеме определяется из выражения:

$$F_{Д} = G_a \cdot \sin \alpha_{Д} + G_a \cdot \cos \alpha_{Д} \cdot f, \quad (11)$$

где f – коэффициент сопротивления качению;

$\alpha_{Д}$ – угол подъема, град.» [23].

«При небольших значениях угла наклона дороги (до 10 град.), считают:

$$\sin \alpha_{Д} \approx \operatorname{tg} \alpha_{Д} = i; \quad \cos \alpha_{Д} \approx 1. \quad (12)$$

$$F_{Д} = G_a \cdot (i + f) = G_a \cdot \psi, \quad (13)$$

При движении автомобиль преодолевает силу сопротивления воздуха, которую определяют по формуле:

$$F_B = k_e \cdot F \cdot V^2. \quad (14)$$

Представленные выше формулы позволяют рассчитать основные характеристики и перейти к расчету динамического фактора автомобиля» [23].

2.5 Динамический фактор

«В каждой расчетной точке на каждой передаче динамический фактор рассчитывается, согласно его определению, по формуле:

$$D = \frac{P_T - P_B}{G_a}. \quad (15)$$

Представленные выше формулы позволяют рассчитать основные характеристики и перейти к расчету динамического фактора автомобиля» [23].

2.6 Ускорение и обратное ускорение автомобиля

«Ускорение автомобиля в каждой расчетной точке определяется по формуле:

$$j = \frac{D - \psi}{\delta_{ep}} \cdot g, \quad (16)$$

где δ_{ep} – коэффициент, учитывающий влияние вращающихся масс.

$$\delta_{ep} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_k^2), \quad (17)$$

где δ_1 , δ_2 – коэффициент учета вращающихся масс колес и двигателя соответственно. Значение коэффициента принимают в диапазоне от 0,03 до 0,05» [23].

«Затем требуется построить зависимость обратных ускорений от скорости. Поскольку при скоростях, близких к максимальной, ускорение стремится к нулю, то для расчета обратных ускорений ограничиваются скоростью 0,8-0,9 максимальной скорости» [23].

2.7 Время и пути разгона автомобиля

«Расчетный интервал скоростей разбиваем на мелкие участки, для каждого из которых считаем:

$$j = j_{cp} = \frac{j_n + j_k}{2}, \quad (18)$$

где j_{cp} – среднее ускорение на участке ΔV ;

j_n , j_k – соответственно ускорение в начале и конце участка» [23].

«Время разгона на участке, используя график, находим с помощью выражения:

$$\Delta t = \frac{\Delta V}{j_{cp}} = \frac{V_k - V_n}{j_{cp}} \quad (19)$$

Время разгона до конечной скорости получаем сложением времени на отдельных участках:

$$t = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots + \Delta t_n \quad (20)$$

Путь за время при равноускоренном движении на каждом участке определяется по формуле:

$$\Delta S = \frac{V_n + V_k}{2} \cdot \Delta t = V_{cp} \cdot \Delta t \quad (21)$$

где V_{cp} – средняя скорость, км/ч» [23].

2.8 Мощностной баланс автомобиля

«Уравнение мощностного баланса автомобиля может быть получено из уравнения тягового баланса с почленным умножением его на скорость автомобиля.

В общем случае уравнение мощностного баланса имеет вид:

$$N_T = N_f + N_n + N_e + N_u, \quad (22)$$

где N_T – мощность, подводимая к колесам;

N_f – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

N_n – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления подъема;

N_e – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздушной среды;

N_u – мощность, затрачиваемая на разгон автомобиля» [23].

«Величина мощности, подводимой к колесам, равна:

$$N_T = N_e \cdot \eta_{mp}, \quad (23)$$

где N_e – текущее значение мощности в расчетной точке» [23].

«Мощность, затрачиваемая на преодоление суммарного сопротивления дороги, рассчитывается по формуле:

$$N_d = G_a \cdot \psi \cdot V_a \cdot 10^{-3}, \quad (24)$$

Зависимость мощности от скорости автомобиля представляет собой луч, выходящий из начала координат» [23].

«Мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздушной среды, определяется по выражению:

$$N_e = k_e \cdot F \cdot V_a^3 \cdot 10^{-3}. \quad (25)$$

Мощность, затрачиваемая на разгон автомобиля, может быть рассчитана, как замыкающий член мощностного баланса:

$$N_u = N_T - N_d - N_e. \quad (26)$$

Рассчитываем в программной сети Microsoft Excel» [23].

2.9 Топливная экономичность автомобиля

«Характеристика топливной экономичности представляет собой зависимость путевого расхода топлива в литрах на 100 км пробега автомобиля от скорости движения в заданных дорожных условиях. Эта характеристика строится только для высшей передачи переднего хода и для трех вариантов дорожных условий, характеризующихся значениями суммарного коэффициента сопротивления дороги.

Путевой расход топлива рассчитывается по формуле:

$$Q_s = \frac{g_{e \min} \cdot k_{\omega} \cdot k_u \cdot (N_{\partial} + N_{\epsilon})}{36 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{mp}} \quad (27)$$

где $g_{e \min}$ – минимальный удельный эффективный расход топлива двигателем, г/(кВт ч);

k_{ω} – коэффициент, учитывающий изменение удельного эффективного расхода топлива от скоростного режима двигателя;

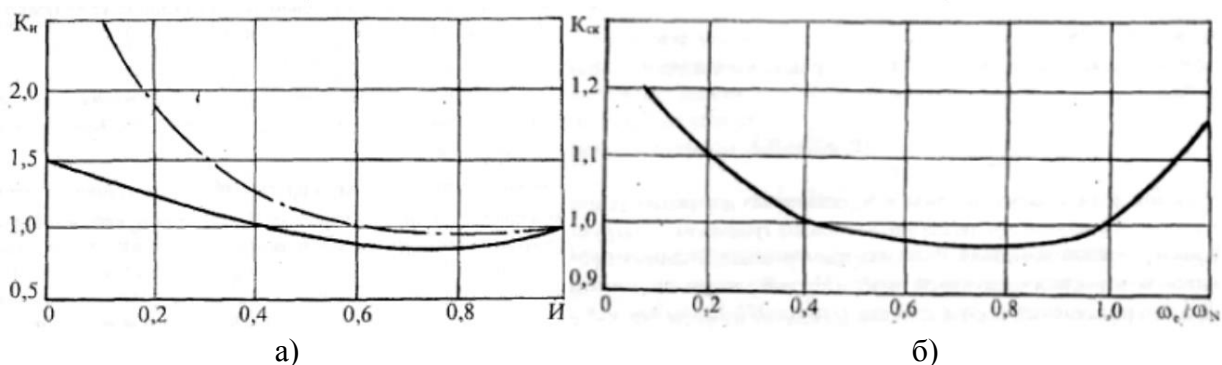
k_u – коэффициент, учитывающий изменение удельного эффективного расхода топлива от нагрузочного режима двигателя;

ρ_T – плотность топлива, кг/дм³ (кг/л)» [23].

«Относительная нагрузка определяется по формуле:

$$U = \frac{N_{\partial} + N_{\epsilon}}{N_e \cdot \eta_{mp}} \quad (28)$$

Значения поправочных коэффициентов k_{ω} и k_u могут быть определены в соответствии с графиками (рисунок 3).



а – изменение коэффициента, учитывающего изменение удельного эффективного расхода топлива от нагрузочного режима двигателя; б – изменение коэффициента, учитывающего удельного эффективного расхода топлива от скоростного режима двигателя

Рисунок 3 – Графики зависимости значения коэффициентов для определения топливной экономичности автомобиля

Предельный для данной скорости значения расхода топлива в предположении, что двигатель работает по внешней скоростной характеристике определяется по формуле:

$$Q'_s = \frac{1,11 \cdot g_{e \min} \cdot k_{\omega} \cdot N_e}{36 \cdot V_a \cdot \rho_T} \quad (29)$$

Окружное усилие на колесах погрузчика определяем по формуле:

$$P_k = \frac{M_{\Gamma} \cdot i \cdot \eta_{mp}}{r_{cm}}, \quad (30)$$

где M_{Γ} – крутящий момент на валу гидромотора;

η_{mp} – передаточное число и КПД трансмиссии,

r_{cm} – статический радиус колеса, для шины 12,4L-16 равен 0,42м»

[23].

«В каждой ступице двух ведущих колес переднего моста установлены двухрядные планетарные редукторы, передаточное число которого

составляет 15,2. Для привода двух задних колес установлены цепные передачи с передаточным числом 1.

Таким образом, передаточное число трансмиссии погрузчика равно:

$$\begin{aligned} i_{mp} &= i_p = 15,2, \\ \eta_{mp} &= \eta_p \cdot \eta_u = 0,92 \cdot 0,92 = 0,85. \end{aligned} \quad (31)$$

Крутящий момент (наибольший) на валу гидромотора при давлении 300 кгс/см² в гидромоторе привода хода определяем по формуле:

$$\begin{aligned} M_{\Gamma} &= \frac{p \cdot q_{\Gamma} \cdot \eta_{зм} \cdot g}{2\pi \cdot 100} = \frac{300 \cdot 89 \cdot 0,95 \cdot 9,81}{2\pi \cdot 100} = 396 \text{ Нм}, \\ P_{\kappa} &= \frac{396 \cdot 15,2 \cdot 0,85}{0,42} = 12,1 \text{ кН}. \end{aligned} \quad (32)$$

Тяга (наибольшая) от двух паромоторов составит:

$$\begin{aligned} P_{\kappa max} &= 2P_{\kappa}, \\ P_{\kappa max} &= 12,1 \cdot 2 = 24,2 \text{ кН}. \end{aligned} \quad (33)$$

Скорость погрузчика определяется по формуле:

$$V = 0,377 \frac{n_{\Gamma} \cdot r_{см}}{i_{mp}}, \quad (34)$$

где n_{Γ} – частота вращения гидромотора. Определяется по формуле:

$$n_{\Gamma} = \frac{Q_H \cdot \eta_{Гоб}}{q_{\Gamma}}. \quad (35)$$

где Q_H – действительная производительность гидронасоса 316.90.

$$Q_H = q_H \cdot n_H \cdot \eta_{Hоб} \quad (36)$$

где q_H – рабочий объем насоса сдвоенного типа 316.80, номинальный объем насоса составляет 45 см³;

n_H – частота вращения насоса, принимается равной номинальной частоте вращения дизеля, 1800 об/мин;

$\eta_{Hоб}$ – объемный КПД гидронасоса, $\eta_{Hоб} = 0,95$ » [6].

$$Q_H = 45 \cdot 1800 \cdot 0,95 = 76,9 \text{ л/мин},$$

$$n_G = \frac{76950 \cdot 0,95}{89} = 821 \text{ об/мин}.$$

Наибольшая скорость погрузчика:

$$V = 0,377 \cdot \frac{821 \cdot 0,42}{15,2} = 8,55 \text{ км/ч}.$$

«Наибольшие значения тяги и скорости погрузчика показаны на рисунке 5 пунктирной линией. С учетом мощности двигателя значения тяги и скорости показаны сплошной линией» [23].

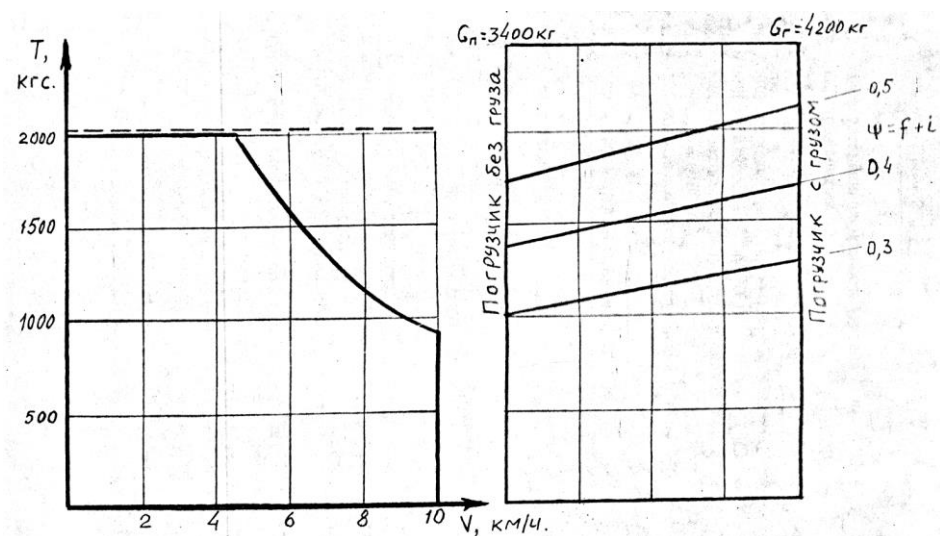


Рисунок 5– Диаграммы параметров передачи погрузчика

«Тягу на колесах и скорость погрузчика с учетом мощности дизеля определяем по формуле:

$$T = \frac{N_{\text{э}} \cdot 270 \cdot \eta_{\text{мп}}}{V}, \quad (37)$$

где $N_{\text{э}}$ – эксплуатационная мощность дизеля; $N_{\text{э}}=52$ л.с.; $\eta_{\text{мп}}$ – КПД трансмиссии;

$$\eta_{\text{мп}} = \eta_{\text{Н}} \cdot \eta_{\text{Г}} \cdot \eta_{\text{мех}}, \quad (38)$$

где $\eta_{\text{Н}}$ – КПД гидронасоса,

$\eta_{\text{Н}}=0,9$; $\eta_{\text{Г}}$ – КПД гидромотора, $\eta_{\text{Г}}=0,88$;

$\eta_{\text{мех}}$ – КПД планетарного редуктора и цепной передачи, $0,83$ » [23].

При тяге 20 кН скорость погрузчика при 52 л.с. будет:

$$V = \frac{52 \cdot 270 \cdot (0,9 \cdot 0,88 \cdot 0,83) \cdot 9,81}{20000} = 4,6 \text{ км/ч.}$$

При скорости 5 км/ч тяга будет:

$$T = \frac{52 \cdot 270 \cdot 0,66 \cdot 9,81}{5} = 18,2 \text{ кН.}$$

Расчет по сцеплению шин с грунтом (коэффициент сцепления $\varphi = 0,6$):

$$P_{\text{К}} = G_{\text{зп}} g \varphi - G_{\text{зп}} g f, \quad (39)$$

$$P_{\text{К}} = 4200 \cdot 9,81 \cdot (0,6 - 0,1) = 20,6 \text{ кН,}$$

$$\frac{P_{\text{К}}}{G_{\text{зп}} g} = f \cos \alpha + \sin \alpha, \quad (40)$$

$$0,1 \cos \alpha + \sin \alpha = 0,5, \quad (41)$$

$$\alpha = 24^\circ.$$

Расчет по двигателю:

$$\frac{P_K}{G_{zp} g} = f \cos \alpha + \sin \alpha = \frac{19800}{4200 \cdot 9,81} = 0,48,$$

$$0,1 \cos \alpha + \sin \alpha = 0,48,$$

$$\alpha = 23^\circ.$$

Выводы по разделу.

В данном разделе произведен тягово-динамический расчет, построена внешняя скоростная характеристика, проведен расчет передаточных чисел трансмиссии, определены тяговые, динамические характеристики, а также характеристики разгона погрузчика.

Определены топливо-экономические параметры погрузчика.

3 Конструкторская часть

Модернизация гидравлического насоса погрузчика может включать следующие шаги:

- замена старого насоса на новый, более эффективный и современный модель. Новый насос может иметь более высокую производительность, улучшенную эффективность и надежность;
- установка датчиков и сенсоров для контроля и мониторинга работы насоса. Это позволит оператору погрузчика отслеживать параметры работы насоса, такие как давление, температура и расход жидкости, что поможет предотвратить возможные поломки и улучшить общую производительность погрузчика;
- использование современных материалов и технологий для улучшения герметичности и снижения потерь энергии в системе гидравлики. Это может включать замену уплотнительных элементов, использование специальных покрытий и материалов для повышения эффективности работы насоса;
- программирование и настройка насоса для оптимальной работы в зависимости от конкретных условий эксплуатации погрузчика. Это может включать изменение параметров работы насоса, таких как скорость вращения и давление, для достижения наилучших результатов в различных ситуациях;
- установка дополнительных систем и компонентов, таких как фильтры и охладители, для улучшения надежности и долговечности работы насоса. Это поможет предотвратить загрязнение и перегрев системы гидравлики, что может привести к поломкам и снижению производительности погрузчика.

Все эти меры по модернизации гидравлического насоса погрузчика помогут повысить его производительность, эффективность и надежность, что в свою очередь улучшит работу погрузчика и повысит его эксплуатационные характеристики.

3.1 Конструирование и расчет основных параметров насоса

«Концепция данного расчета такова, что нам известен тип насоса и его рабочий объем, так как имеет место модернизация гидропривода. В базовой машине были установлены 2 насоса с объемной постоянной 33. Поскольку, уйдя от раздаточной коробки и приняв 1 насос вместо двух, мы должны получить такие же значения рабочих скоростей (или большие), примем в качестве базового насос с объемной постоянной в 90. Как видно из таблицы 5, габарит насоса 316.90 лишь немногим больше габарита насоса 316.33.

Таблица 5 – Габаритные размеры насосов

Типоразмер	Размеры, мм										
	<i>L</i>	<i>L1</i>	<i>L2</i>	<i>L3</i>	<i>L4</i>	<i>L5</i>	<i>L6</i>	<i>L7</i>	<i>L8</i>	<i>L9</i>	<i>L10</i>
33	340	270	224	100	93,7	47,6	16	284	58	55,6	81
71	381	311	259	111	119	48		314	83	68	85,8
90	394	320	270	118	127	49	17,5	327	91	77,8	95,25
112											

Также к исходным данным отнесем число цилиндров в насосе, равное 10, так как оно должно быть четным, чтобы обеспечить синхронность движения бортов, и не должно быть менее 10, так как менее 5 цилиндров на борт дадут чрезмерно высокую пульсацию давления в системе» [23].

Диаграмма давления для 5 цилиндров показана на рисунке 6.

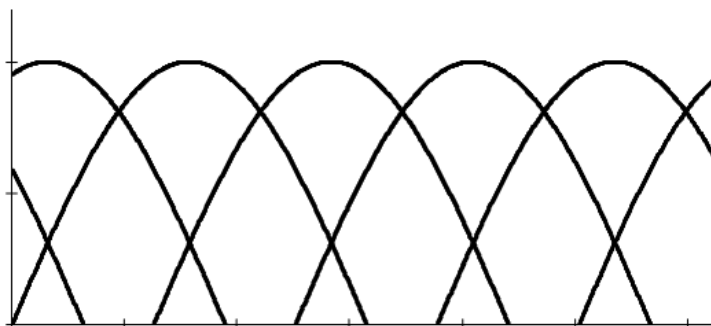


Рисунок 6 – Диаграмма пульсации давления

«Далее находят геометрические параметры аксиально-поршневой гидромашины. Диаметр поршня задают, исходя из рабочего объема гидромашины:

$$D = (1,4...1,5) \cdot \sqrt[3]{V_0 / (z^2 \operatorname{tg} \gamma)}, \quad (42)$$

где V_0 – рабочий объем насоса,

z – число цилиндров,

γ – максимальный угол наклона шайбы, примем $\gamma = 20^\circ$, так как при большем значении угла долговечность насоса резко снижается» [3].

Подставив значения в формулу (1), определим диаметр цилиндра:

$$D = (1,4...1,5) \sqrt[3]{90 / (10^2 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ)} = (1,4...1,5) \cdot 1,35 = 1,89...2 \text{ см.}$$

Примем диаметр цилиндра равным 20 мм.

Диаметр окружности расположения осей цилиндров

$$D_{оц} = (0,35...0,4) \cdot Dz, \quad (43)$$

$$D_{оц} = (0,35...0,4) \cdot 200 = 70...80 \text{ мм.}$$

Наружный диаметр блока равен:

$$D_{\bar{o}} = D_{оц} + D + 6 = 104 \text{ мм.} \quad (44)$$

Определяем ход поршня:

$$S = 4 \cdot V_0 / \pi \cdot D^2 \cdot z, \quad (45)$$

$$S = 4 \cdot V_0 / \pi \cdot D^2 \cdot z = 4 \cdot 90 / \pi \cdot 2^2 \cdot 10 = 2,86.$$

Уточним максимальный угол наклона упорной шайбы:
 $\gamma = \arctg(S / 2D_{от}) = 10,3^\circ.$

Расчет распределителя.

«Торцовый распределитель аксиально-поршневых гидромашин выполняется, как правило, в виде плоского или сферического диска с двумя полукольцевыми окнами, соединяющими блок с полостями нагнетания и всасывания. В течение одной половины оборота вала каждый цилиндр соединен со всасывающим окном, в течение другой – с нагнетательным.

Ширина перемычки между окнами (рисунок 7) обычно составляет

$$S = (1,1 \dots 1,2) \cdot t, \quad (46)$$

где t – длина окна в донышке цилиндра» [23].

«С целью улучшения качества рабочего процесса в насосах положительное перекрытие рабочих окон выполняют с обеих сторон (рисунок 7). При переходе из зоны всасывания в зону нагнетания жидкость предварительно сжимается на участке, что способствует устранению «заброса» давления в момент соединения запертой полости с полостью нагнетания, снижению шума, увеличению долговечности машины.

Площадь окна цилиндра выбирают такой, чтобы скорость жидкости в нем не превышала более чем в 2,5...3,2 раза среднюю скорость поршня [5]. При номинальной частоте вращения вала насоса в 1700 мин⁻¹ средняя скорость поршня составит 2,55 м/с. Отметим также, что для насосов с подпиткой наибольшая скорость жидкости не должна быть более 8,5 м/с. Приняв окно, составленное из 2 отверстий диаметром 6 мм с удаленной перемычкой между ними (рисунок 8), получим площадь сечения в 61,6 мм²» [23]. Ширину уплотнительных поясков принимают равной 0,125D.

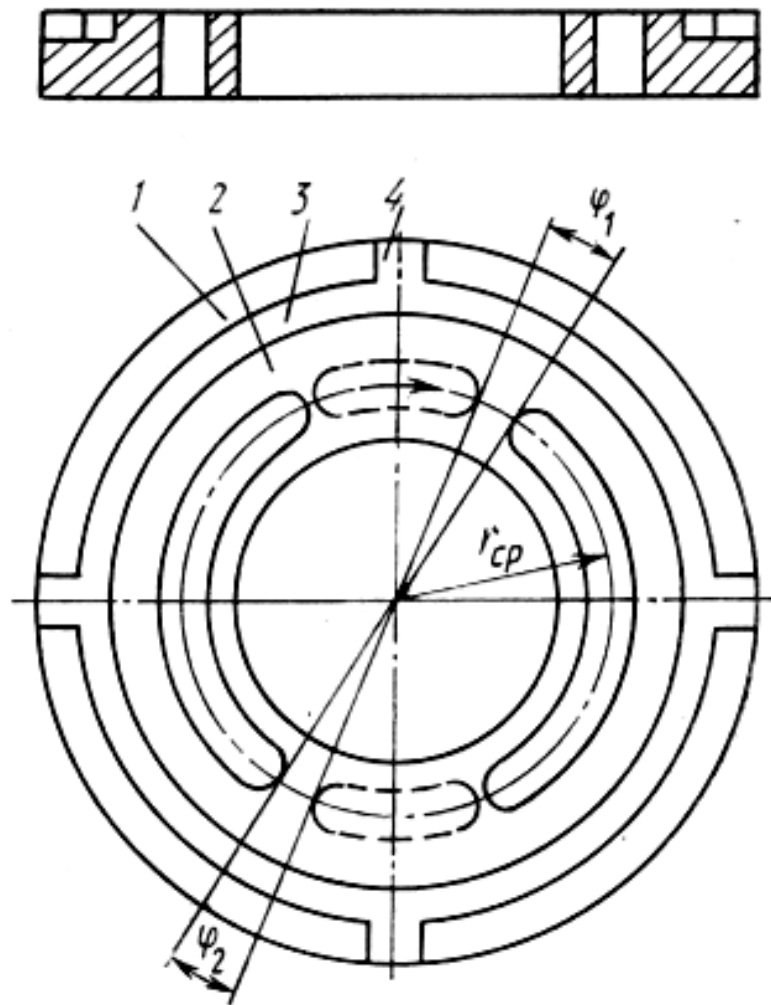


Рисунок 7 – Распределитель гидромашины одностороннего вращения

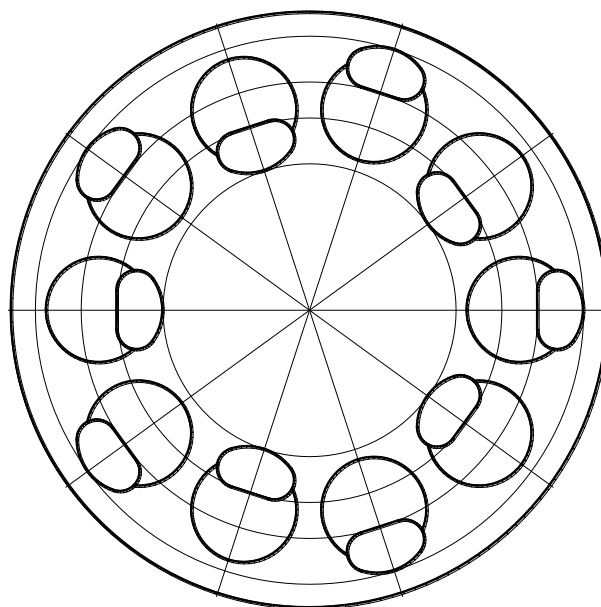


Рисунок 8 – Схема распределительного диска проектируемого насоса

Спецификация на насос агрегатный представлен в Приложении А (рисунки А.1, А.2, А.3, А.4).

«Поскольку изменения, вносимые в конструкцию насоса, ограничиваются блоком цилиндров и распределительным диском, расчет считаем законченным: параметры остальных деталей насоса соответствуют параметрам деталей базового насоса.

Расчет предохранительных клапанов. Шариковый предохранительный клапан предназначен для предохранения системы от перегрузок. Зададимся 20%-м значением перегрузки, то есть при давлении 240 атм клапан должен открыться.

Диаметр подвода к седлу шарика примем равным 3,3 мм.

Усилие отжатия шарика (начальное):

$$P_1 = p \frac{\pi \cdot d_{\text{ш}}^2}{4}, \quad (47)$$

$$P_1 = 240 \cdot \frac{\pi \cdot 0,33^2}{4} = 20 \text{ кгс}.$$

Далее расчет также будет вестись с использованием несистемной единицы килограмм-сила, так как эта единица применяется в используемой методике расчета» [6].

«Диаметр шарика берем в соответствии с рекомендациями [6] равным

$$1,5 \cdot d_0 = 1,5 \cdot 3 = 4,5 \approx 5 \text{ мм}. \quad (48)$$

Определим параметры пружины шарика. Рекомендуемый диаметр проволоки определим так:

$$d = 0,6 \cdot \sqrt{P_1} = 0,6 \cdot \sqrt{20} = 2,68 \text{ мм}.$$

Примем диаметр проволоки 2,7 мм. Диаметр пружины выберем из рекомендации:

$$D = (4...7) \cdot d = (4...7) \cdot 2,7 = 10,8...18,9 \text{ мм} . \quad (49)$$

Принимаем 16 мм.

Шаг пружины принимаем равным

$$(2,0...2,5) \cdot d = (2,0...2,5) \cdot 2,7 = 5,4...6,75 \text{ мм} . \quad (50)$$

Принимаем 6 мм» [23].

«Число рабочих витков найдем так:

$$n = \frac{H - id}{t} = \frac{80 - 1,5 \cdot 2,7}{6} = 12,7 . \quad (51)$$

Жесткость пружины:

$$C = \frac{Gd^4}{8nD^3} , \quad (52)$$

где G – модуль сдвига, принимается равным $8 \cdot 10^5$ кгс/см²» [23].

$$C = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot n \cdot D^3} = \frac{8 \cdot 10^5 \cdot 0,27^4}{8 \cdot 12,7 \cdot 1,6^3} = 10,22 \text{ кгс/см} . \quad (53)$$

Начальная деформация пружины для удержания давления:

$$\lambda = \frac{P_1}{C} = \frac{20}{10,22} = 1,96 \text{ см} = 19,6 \text{ мм} . \quad (54)$$

Определение гидрораспределителя

Давления известны и составляют соответственно 25 и 3 МПа, то расход определяется по формуле.

$$Q = \frac{qn}{2} = \frac{90 \cdot 1800}{2} = 81 \text{ л/мин} = 1350 \text{ см}^3/\text{сек}. \quad (55)$$

Проходные сечения каналов распределителя определяются по формуле:

$$F = \frac{Q}{v} = \frac{1350}{(5 \dots 6) \cdot 100} = (2,25 \dots 2,7). \quad (56)$$

«Жесткость пружины определим по формуле:

$$C = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot n \cdot D^3}, \quad (57)$$

$$C = \frac{8 \cdot 10^5 \cdot 0,4^4}{8 \cdot 14 \cdot 2^3} = 22,8 \text{ кгс/см}.$$

Проверим поведение пружины

– при подаче на нее усилия, равного

$$P_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot 0,95 \cdot p, \quad (58)$$

$$P_1 = \frac{\pi \cdot 25^2}{4} \cdot 3 \cdot 0,95 = 1,4 \text{ кН}.$$

– она сожмется на

$$H = \frac{P_1}{C}, \quad (59)$$

$$H = \frac{140}{22,8} = 6,14 \text{ см.}$$

Начальная деформация пружины для удержания давления:

$$P_2 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot 0,05 \cdot p, \quad (60)$$

$$P_2 = \frac{\pi \cdot 25^2}{4} \cdot 3 \cdot 0,95 = 73,6 \text{ Н,}$$

$$\lambda = \frac{P_1}{C}, \quad (61)$$

$$\lambda = \frac{7,36}{20,2} = 0,32 \text{ см} = 3,2 \text{ мм.}$$

Заметим, что эта величина деформации должна создаваться винтом регулировки давления при сборке клапана, т.е. длина резьбового соединения в собранном состоянии не должна быть менее 6 мм (с учетом фасок)» [13].

3.2 Определение параметров технико-эксплуатационных погрузчика

Расчет развески, нагрузок на колеса.

Исходные данные и результаты расчета приведены в таблице 6

Таблица 6 – Исходные данные для расчета

Наименование агрегатов, сборочных единиц, деталей	Масса, кг	Координаты центра тяжести, мм		
		X	Y	Z
1. Двигатель с глушителем	470,0	-0,330	0,000	0,870
2. Система охлаждения	50,0	-0,840	0,000	0,930
3. Насос	160,0	0,250	0,000	0,560
4. Аккумулятора с ящиками	160,0	0,590	0,090	0,960

Продолжение таблицы 6

Наименование агрегатов, сборочных единиц, деталей	Масса, кг	Координаты центра тяжести, мм		
		X	Y	Z
5. Гидрораспределители, шланги	80,0	0,900	0,000	0,660
6. Редуктора с моторами	280,0	1,050	0,080	0,420
7. Передние колеса	120,0	1,050	0,000	0,420
8. Задние колеса с тормозами	120,0	0,000	0,060	0,420
9. Рама передняя	250,0	0,300	0,000	0,550
10. Рама задняя с капотами, маслом и топливом	540,0	-0,570	0,060	0,950
11. Цепи с кожухом	120,0	0,525	0,060	0,420
12. Кабина	305,0	0,580	0,000	1,620
13. Оператор	75,0	0,425	0,060	1,300

Для проведения расчета нагрузок на колеса необходимо использовать следующие исходные данные:

- база машины – 1,050 м
- колея колес передних/ задних, м – 1,450/1450.

Таблица 7 – Результаты расчета:

Наименование расчетного случая	Нагрузки на колеса и мосты			
	Передние		Задние	
	Левое	Правое	Левое	Правое
Ковш в транспортной положении	498,4	498,4	1171,6	1171,6
	996,9		2343,1	
Ковш в положении максимального вылета	548,0	548,0	1122,0	1122,0
	1096,0		2244,0	
Погрузчик с грузом 1000 кг. Ковш в транспортном положении	1450,8	1450,8	719,2	719,2
	2901,6		1438,4	
Ковш в положении максимального вылета	1786,1	1786,1	383,9	383,9
	3572,2		767,8	
Погрузчик без груза, без оператора, ковш в транспортном положении	483,3	483,3	1149,2	1149,2
	966,5		2298,5	
Погрузчик с грузом 1000 кг, без оператора, ковш в транспортной положении	1435,6	1435,6	696,9	696,9
	2871,3		1393,7	

Выглубляющая сила на ковше равна:

$$N_B = \frac{G_{II} \cdot (L - x)}{a}, \quad (62)$$

где a – расстояние от кромки ковша до оси переднего моста, равен 1,28 м;

G_{II} – масса погрузчика с оператором, 32765 Н;

x – расстояние от оси заднего колеса до центра тяжести погрузчика (ковш в рабочем положении), 0,305 м;

L – база погрузчика, 1,05 м [7].

$$N_B = \frac{32765 \cdot (1,05 - 0,305)}{1,28} = 19 \text{ кН.}$$

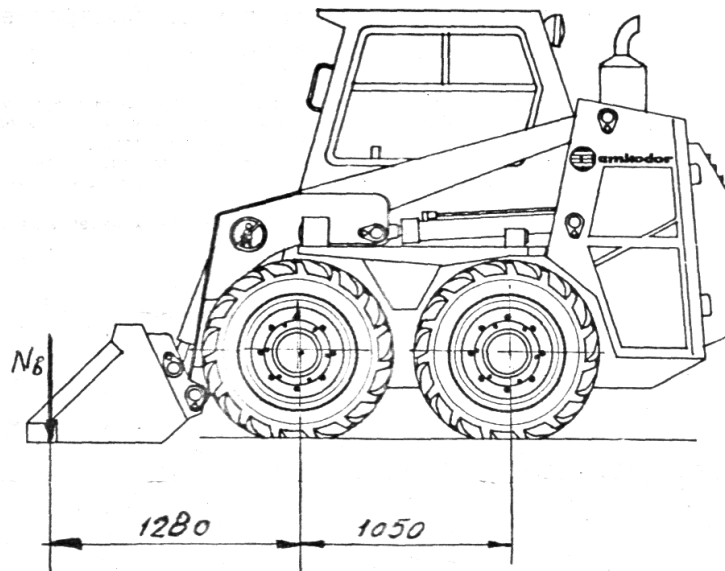


Рисунок 9 – Расчетная схема определения опорных реакций

Опорная реакция на передний мост:

$$R_1 = G_{II} + N_B^r, \quad (63)$$

$$R_1 = 32,7 + 19,0 = 51,7 \text{ кН.}$$

Заглубляющая сила на ковше равна:

$$N_3 = \frac{G_{II} \cdot x}{(a + L)}, \quad (64)$$

$$N_3 = \frac{32,7 \cdot 0,305}{(1,28 + 1,05)} = 4,32 \text{ кН}.$$

Опорная реакция на задний мост:

$$R_2 = G_{II} - N_3, \quad (65)$$

$$R_2 = 32,7 - 4,32 = 28,4 \text{ кН}.$$

Статическая нагрузка на одно колесо переднего моста (случай вывешивания заднего моста), 0 км/ч, нагрузка приложена посередине ковша.

$$R_{cm}^k = \frac{R_1}{2}, \quad (66)$$

$$R_{cm}^k = \frac{51,7}{2} = 25,9 \text{ кН}.$$

Нагрузка на одно колесо переднего моста при транспортном передвижении груженого погрузчика (масса груза в ковше 1000 кг):

$$R_{nz}^k = \frac{R_1}{2}, \quad (67)$$

$$R_{nz}^k = \frac{28,4}{2} = 14,2 \text{ кН}.$$

Нагрузка на одно колесо заднего моста при вывешивании переднего моста:

$$R_3^k = \frac{R_2}{2},$$

$$R_3^{\kappa} = \frac{28,4}{2} = 14,2 \text{ кН}.$$

Нагрузка на одно колесо заднего моста при транспортном передвижении порожнего погрузчика.

$$R_{3n}^{\kappa} = \frac{R_2}{2}, \quad (68)$$

$$R_{3n}^{\kappa} = \frac{23}{2} = 11,5 \text{ кН}.$$

Статическая нагрузка на шину при скорости 0 км/ч равна удвоенной полезной нагрузке при 30 км/ч, то есть:

$$S_{cm} = 2 \cdot S = 2 \cdot 11,5 = 23 \text{ кН}. \quad (69)$$

Расчет опрокидывающей нагрузки.

«Ковш с грузом находится в положении максимального вылета. Опрокидывающую нагрузку определяем для двух положений:

$$Q_{opr} = \frac{Q_{II} \cdot (L - x)}{b}, \quad (70)$$

где Q_{II} – вес погрузчика без груза с оператором, из расчета развески вес погрузчика равен 32,7 кН, вес погрузчика без оператора 32,0 кН;
 x – координата центра тяжести погрузчика без груза с оператором (ковш в положении максимального вылета) – 0,345 м, без оператора – 0,340 м;
 L – база погрузчика, 1,05 м;
 b – расстояние от оси переднего колеса до центра тяжести груза в ковше, 1,55 м» [7].

Погрузчик с оператором:

$$Q_{опр} = \frac{32,7 \cdot (1,05 - 0,345)}{1,55} = 14,9 \text{ кН.}$$

Погрузчик бег оператора:

$$Q_{опр} = \frac{32,0 \cdot (1,05 - 0,340)}{1,55} = 14,7 \text{ кН.}$$

«Предельный угол продольной статической устойчивости на подъем и спуск определяются по формулам 26, 27:

$$\alpha_{II} = \arctg \frac{X}{Z}, \quad (71)$$

$$\alpha_{V} = \arctg \frac{(L - X)}{Z}, \quad (72)$$

где X , Z – координаты центра тяжести погрузчика относительно продольной оси и по высоте, берем из расчета развески;
 L – база погрузчика, 1,05м» [7].

Вычисленные, углы α_{II} и α_{V} для порожнего и груженого погрузчика для трех основных положений стрелы приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Результаты вычислений

Расчетные положения	Погрузчик без груза, с оператором		Погрузчик с грузом массой 1000 кг	
	Подъем	Спуск	Подъем	Спуск
Транспортное положение ковша	19°42'	40°08'	41°57'	24°01'
Ковш на максимальном вылете	18°12'	33°54'	33°32'	8°07'
Ковш на максимальном подъеме	13°35'	32°29'	22°19'	11°0'

Полученные предельные углы статической продольной устойчивости на подъеме и уклоне сравниваются с наибольшими углами подъездных путей и рабочих площадок.

«При оценке собственной устойчивости погрузчика проверяются углы подъема и уклона при транспортном положении стрелы без груза в ковше:

$$\frac{\alpha_{yc}}{K_{\sigma}} \geq [\alpha_{д}], \quad (73)$$

$$\frac{\alpha_{Пс}}{K_{\sigma}} \geq [\alpha_{д}], \quad (74)$$

где K_{σ} – коэффициент безопасности, учитывающий влияние динамических нагрузок (торможение, наезд на препятствия и др), принимаем 1,5;

$[\alpha_{д}]$ – наибольший угол уклона подъездных путей, для промышленных погрузчиков 20°» [23].

Подъем:

$$\frac{\alpha_{Пс}}{K_{\sigma}} = \frac{19^{\circ}42'}{1,5} = 13^{\circ}.$$

Спуск:

$$\frac{\alpha_{Пс}}{K_{\sigma}} = \frac{40^{\circ}08'}{1,5} = 26^{\circ}40'.$$

С целью увеличения устойчивости погрузчика при подъеме на крутые подъездные пути, рекомендуется набрать в ковш 50...100 кг грунта.

«При расчете грузовой устойчивости погрузчика на наибольшем вылете и максимальном подъеме стрелы должно соблюдаться условие

$$\frac{\alpha_{y_2}}{K_{\delta}} \geq [\alpha_P],$$

$$\frac{\alpha_{\Pi_2}}{K_{\delta}} \geq [\alpha_P],$$
(75)

где α_{y_2} , α_{Π_2} – предельные углы статической продольной устойчивости с грузом в ковше на уклоне и подъеме соответственно;

K_{δ} – коэффициент безопасности, 2,0;

$[\alpha_P]$ – допустимый угол рабочей площадки, 5° . При массе груза в ковше 1000 кг $\alpha_{y_2} = 8^\circ 07'$ » [23].

$$\frac{\alpha_{y_2}}{K_{\delta}} = \frac{8^\circ 07'}{2} = 4^\circ 03' < [\alpha_P].$$

Продольная устойчивость погрузчика с грузом 1000 кг обеспечена.

При массе груза в ковше 800 кг координаты центра тяжести для стрелы в положении максимального вылета будут $X=0.780\text{м}$; $Z=1.240\text{м}$.

$$\alpha_{\Pi} = \arctg \frac{X}{2} = \arctg \frac{0,78}{2} = 32^\circ 10'.$$

$$\alpha_y = \arctg \frac{(L-X)}{2} = \arctg \frac{(1,05-0,78)}{2} = 12^\circ 17'.$$

$$\frac{\alpha_{y_2}}{K_{\delta}} = \frac{12^\circ 17'}{2} = 6^\circ 08' > [\alpha_P].$$

Следовательно, продольная устойчивость груженого погрузчика (масса, груза в ковше 800 кг) обеспечена.

Расчет боковой устойчивости.

«Для колесных погрузчиков с поворотными колесами и жесткой рамой предельные углы боковой статической устойчивости для порожнего и груженого состояния и трех положений стрелы определяем по формуле:

$$\gamma = \operatorname{arctg} \cdot \frac{0,5 \cdot B}{Z}, \quad (76)$$

где B – ширина колеи погрузчика, 1,45 м,
 Z – высота центра тяжести» [23].

Погрузчик без груза в ковше:

$$\gamma = \operatorname{arctg} \frac{0,725}{0,874} = 39^{\circ}40',$$

$$\gamma = \operatorname{arctg} \frac{0,725}{1,049} = 34^{\circ}38',$$

$$\gamma = \operatorname{arctg} \frac{0,725}{1,195} = 31^{\circ}14'.$$

Погрузчик с грузом в ковше:

$$\gamma = \operatorname{arctg} \frac{0,725}{0,781} = 42^{\circ}52',$$

$$\gamma = \operatorname{arctg} \frac{0,725}{1,303} = 29^{\circ}05',$$

$$\gamma = \operatorname{arctg} \frac{0,725}{1,749} = 22^{\circ}30'.$$

«Для безопасной эксплуатации погрузчика должно соблюдаться условие:

$$\frac{\gamma}{K_{\sigma}} \geq [\alpha_p], \quad (77)$$

где K_{σ} – коэффициент безопасности, учитывающий одновременность действия статических и динамических нагрузок, торможение погрузчика, проезд препятствий, принимаем 2,0;
 $[\alpha_p]$ – допустимый угол наклона рабочей площадки, 5° » [8].

$$\frac{22^{\circ}30'}{2} = 11^{\circ}15' \geq [\alpha_p].$$

Как видим, боковая устойчивость погрузчика достаточная.

Расчет производительности.

Определение производительности является довольно сложной задачей по причине универсальности погрузчика.

Рассмотрим схему их выполнения (рисунок 10).

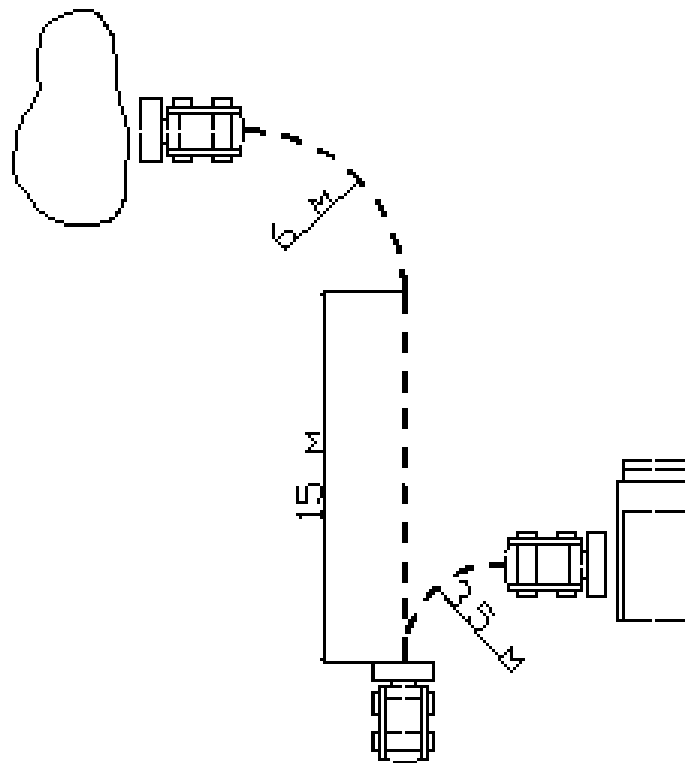


Рисунок 10– Расчетная схема для определения производительности

3.3 Описание конструкции узлов разрабатываемых

Спроектированный насосный агрегат в совокупности с двумя гидравлическими распределителями поворота заменяет присутствовавшие в конструкции базовой машины два управляемых насоса, один неуправляемый и раздаточную коробку.

Новизна конструкции насоса заключается в том, что каналы блока цилиндров 10 выходят на канавки разных радиусов распределительного диска 12. Так, 5 цилиндров соединены с наружными канавками, а 5 – с внутренними. В результате этого насос ведет себя как два независимых насоса, а подачи на выходе могут изменяться наклоном шайбы, но всегда остаются равны друг другу.

Наклонная шайба вращается в подшипниках 69, установленных в корпусе насоса. Для демонтажа наклонной шайбы в нижней стенке корпуса 2 насоса имеется паз соответствующего размера. Поворот шайбы осуществляется через люльку 15, надетую на цилиндрическую часть вала шайбы и стянутую болтом 51 с гайкой 57 и шайбами 80 и 81. Поворот на малые углы осуществляется посредством рычага 16, вращающегося относительно люльки вокруг болта-оси 17. При повороте на большие углы поршень 18 выбирает зазор и непосредственно воздействует на люльку.

Подшипники 69 удерживаются от осевого перемещения: верхний – планкой 25, присоединенной к корпусу двумя болтами 50 с шайбами 79, а нижний – нижней крышкой 19 через втулку 23. Нижняя крышка уплотнена резиновым кольцом 61.

Поршень 18 перемещается в цилиндрической отверстии корпуса 2. Уплотнения поршня производится по посадке. В поршне выполнен паз для люльки 15 и рычага 16. Внутри поршня установлены две возвратные пружины 73 с шайбами 77 по торцам. Перемещение шайб 77 ограничено шайбами 82 и стопорными кольцами 66. Через центральное отверстие поршня пропущен болт 52 с гайкой 58. Пружины обеспечивают

симметричное положение поршня относительно болта, а симметричное положение болта в корпусе осуществляется подбором потребного числа шайб 83, устанавливаемых под упорные пробки 24. При регулировке следует следить, чтобы поршень находился в строго центральном положении, и отсутствовало свободное осевое его перемещение.

Пробки вворачиваются в торцевые пробки 22, которые, в свою очередь, уплотняются резиновыми кольцами 62.

Блок цилиндров укреплен на валу 3 посредством эвольвентных шлицев. Поджатие блока цилиндров к распределительной шайбе осуществляется пружиной 72 через шайбу 14, упирающуюся в бурт вала, и кольцо 13, завальцованное в блок цилиндров. Осевая нагрузка от этой пружины передается через вал на подшипник 69, который, в свою очередь, фиксируется от перемещения крышкой 5 с установленной в ней манжетой 67 и стопорным кольцом 64. Задней крышкой насоса служит корпус клапанной коробки 26. Для образования в нем кольцевой канавки для подвода жидкости от насоса подпитки в корпус запрессована втулка 27. Распределительный диск 12 упирается в плоскую часть корпуса клапанной коробки и удерживается от проворачивания тремя винтами 56.

Клапанная коробка содержит 4 шариковых клапана подпитки (по одному на каждую ветвь – в соответствии с гидросхемой), 4 предохранительных клапана и клапан давления подпитки. Клапана подпитки состоят из седла 28, заворачиваемого в резьбовую часть горизонтального канала, шариков 84 и пружин 74. Давление срабатывания клапана определяется начальной длиной и жесткостью пружины; клапан не нуждается в регулировке.

Сброс жидкости через клапан давления и предохранительные клапана осуществляется в сливные каналы. Технологические выходы каналов закрыты заглушками 36 и 37. Сброс осуществляется в корпус насоса, а из него – через канал, закрытый пробкой 21, в бак.

Поворот машины осуществляется следующим образом. При отклонении рычага управления ходом машины («Джойстика») влево либо вправо на соответствующей линии управления возникает давление жидкости. «Джойстик» устроен таким образом, что это давление пропорционально отклонению рычага. Оно передается в управляющую полость соответствующего распределителя. Конструкция распределителя показана на листе 6 графической части. Он представляет собой корпус 5, выполненный из чугуна методом механической обработки. В корпусе распределителя перемещается золотник 6. Под левый (на чертеже) торец золотника подается давление от управляющей гидролинии. в отверстие с правого торца вложена шайба 15, в нее упирается пружина 13. при отсутствии давления управления пружина отодвигает золотник в крайнее левое положение. Подвод жидкости и отвод ее от распределителя осуществляется через штуцера 1 и 2, также представляющие собой пластины с приваренными к ним отрезками стальной трубы, на концах которых нарезана резьба. Штуцера также крепятся болтами 10 с шайбами 14, уплотняются резиновыми кольцами 12.

Принцип действия распределителя поворота заключается в том, что по мере перемещения золотника сначала появляется зазор, через который часть потока на гидромотор дросселируется, затем по мере дальнейшего перемещения золотника зазор увеличивается. В среднем положении вся жидкость от соответствующей секции насоса перепускается через распределитель, гидромотор колеса находится в плавающем положении, дальнейшее перемещение золотника плавно реверсирует колесо. В крайнем положении осуществляется разворот машины на месте.

Выводы по разделу.

В данном разделе проведена модернизация трансмиссии погрузчика Амкодор-208 и расчет основных элементов, определены технико-эксплуатационные параметры погрузчика, описаны конструкции разрабатываемых узлов.

4 Технологический раздел

Сборочный процесс в автомобиле- и тракторостроении представляет собой совокупность операций по соединению деталей в определенной последовательности для получения узлов, механизмов или законченного автомобиля (трактора), полностью отвечающих установленным техническим требованиям.

При производстве автомобилей и тракторов их собирают либо на том же заводе, где изготавливаются детали этого изделия, либо на специализированном сборочном предприятии. Первый вид организации производства в настоящее время преобладает в отечественном автотракторостроении.

Трудоемкость сборочных работ больше трудоемкости литейных, сварочных, кузнечно-прессовых и ряда других работ. Реальная возможность снижения трудоемкости сборки прежде всего путем ее механизации – это один из важных резервов производства.

В автотракторостроении преобладает массовое и крупносерийное производство. По сравнению с другими отраслями машиностроения здесь имеются более благоприятные условия для механизации и автоматизации процессов сборки и сокращения на этой основе ручного труда. Между тем, трудоемкость работ в заготовительных и обрабатывающих цехах большинства автомобильных и тракторных заводов снижается более быстрыми темпами, чем в сборочных. В связи с этим относительное значение трудоемкости сборки очень часто не сокращается, а растет.

Удельный вес сборочных работ в общей трудоемкости изготовления автомобилей и тракторов составляет в настоящее время 25-30%.

Исходными данными для проектирования технологического процесса сборки являются:

- сборочные чертежи (изделия, узла или машины);
- технические условия на сборку;

- рабочие чертежи деталей, входящих в изделие;
- заданная годовая программа или общая программа выпуска.

Также при проектировании технологического процесса сборки необходимо пользоваться вспомогательными материалами, такими как: каталоги, паспорта, характеристики сборочного оборудования и механизированного сборочного инструмента; ГОСТ и нормами на немеханизированный сборочный инструмент, технологические процессы сборки типовых узлов.

4.1 Обоснование выбора технологического процесса

Выбор технологического процесса сборки зависит от различных факторов, таких как тип изделия, его размеры, количество производимой продукции, требования к качеству и степени автоматизации процесса.

Одним из основных факторов является тип изделия. Например, для изделий, требующих высокой точности и мелких деталей, лучше использовать автоматизированный технологический процесс, чтобы уменьшить ошибки человеческого фактора и обеспечить повышенную точность.

Кроме того, размеры изделия могут определять, какой технологический процесс выбрать. Для производства больших изделий может потребоваться использование кранов и других тяжелых механизмов, а для мелких изделий могут использоваться автоматические линии сборки.

Ввиду того, что модернизация трансмиссии минипогрузчика Амкодор-208 не будет иметь большого спроса сборку можно осуществлять методом мелкосерийной сборки.

«В мелкосерийном производстве используют форму стационарной непоточной сборки с дифференциацией процесса на узловую и общую сборку. Процесс сборки осуществляется бригадами рабочих, имеющих профильную специальность по каждому виду сборочных работ.

Рассчитаем такт выпуска по формуле:

$$T_d = \frac{F_d \cdot 60 \cdot m}{N}, \quad (78)$$

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

m – количество смен, принимается равным 1;

N – годовой объем выпуска, принимается равным 100 шт» [11].

$$T_d = \frac{2070 \cdot 60 \cdot 1}{100} = 1242 \text{ ч.}$$

Далее составляем технологическую схему сборки.

Технологическая схема сборки – это графическое представление последовательности операций, необходимых для производства конечного продукта. Она описывает порядок выполнения всех этапов производства, начиная с получения исходных материалов и заканчивая готовым изделием.

Основные элементы технологической схемы сборки:

- получение исходных материалов;
- подготовительные операции – разметка материалов, нарезка, обработка и так далее;
- сборочные операции – сборка изделия из отдельных деталей;
- окончательная обработка – шлифовка, полировка, окраска и так далее;
- контроль качества – проверка соответствия готового изделия заданным требованиям;
- упаковка и хранение готового изделия.

Перечень сборочных работ узловой и общей сборки конструкции модернизированной трансмиссии минипогрузчика Амкодор – 208 представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень сборочных работ

Содержание основного и вспомогательного перехода	Время на выполнение операции, мин.
Осмотреть раму 208А-28.00.000 минипогрузчика Амкодор – 208 на наличие повреждений и деформаций	3
Взять двигатель Д-244 при помощи грузоподъемного приспособления	2
Осмотреть двигатель Д-244 на наличие повреждений и деформаций	3
Подготовить двигатель Д-244 к установке	5
Поднять двигатель над рамой при помощи грузоподъемного приспособления	2
Установить двигатель Д-244 на раму 208А-28.00.000 на специальных креплениях и зафиксировать болтами	15
Взять муфту сцепления	1
Осмотреть муфту сцепления на наличие повреждений и деформаций	2
Установить муфту сцепления на двигатель Д-244 и зафиксировать болтами	5
Взять агрегат насосный СДМО-09.04.000	1
Осмотреть агрегат насосный СДМО-0904.000 на наличие повреждений и деформаций	2
Установить агрегат насосный СДМО-0904.00 на муфту сцепления и зафиксировать болтами	6
Подключить агрегат насосный СДМО-0904.00 к гидравлической системе минипогрузчика с помощью соединительных шлангов	7
Взять распределитель поворота СДМО-0906.00	2
Осмотреть распределитель поворота СДМО-0906.00 на наличие повреждений и деформаций	2
Установить распределитель поворота СДМО-0906.00 на кронштейн	4
Соединить гидравлические шланги с распределителем поворота СДМО-0906.00	3
Подключить электрические контакты распределителя поворота поворота СДМО-0906.00 к генераторной панели погрузчика	5
Проверить правильность подключения	3
Взять гидромотор ГСТ-90	2
Осмотреть гидромотор ГСТ-90 на наличие повреждений и деформаций	2
Удалить все транспортные заглушки и предварительно смазать уплотнительные кольца.	2
Установить гидромотор ГСТ-90 на раму 208А-28.00.000 минипогрузчика Амкодор – 208 с левой стороны и зафиксировать крепежными винтами	5
Подсоединить гидравлические шланги к соответствующим гнездам гидромотора ГСТ-90	2
Взять гидромотор ГСТ-90	2
Осмотреть гидромотор ГСТ-90 на наличие повреждений и деформаций	2
Удалить все транспортные заглушки и предварительно смазать уплотнительные кольца	2

Продолжение таблицы 5

Содержание основного и вспомогательного перехода	Время на выполнение операции, мин.
Установить гидромотор ГСТ-90 на раму 208А-28.00.000 минипогрузчика Амкодор – 208 с правой стороны и зафиксировать крепежными винтами	5
Подсоединить гидравлические шланги к соответствующим гнездам гидромотора ГСТ-90	2
Взять редуктор колесный	1
Осмотреть редуктор колесный на наличие повреждений и деформаций	2
Установить редуктор колесный с левой стороны	10
Взять редуктор колесный	1
Осмотреть редуктор колесный на наличие повреждений и деформаций	2
Установить редуктор колесный с правой стороны	10
Взять цепную передачу	1
Осмотреть цепную передачу на наличие повреждений и деформаций	2
Установить цепную передачу на редуктор колесный	15
Взять тормоз стояночный	2
Осмотреть тормоз стояночный на наличие повреждений и деформаций	1
Установить тормоз стояночный на редуктор колесный	3
Взять распределитель рабочего оборудования 67020	1
Осмотреть распределитель рабочего оборудования 67020 на наличие повреждений и деформаций	2
Установить распределитель рабочего оборудования 67020 на раму 208А-28.00.000 на специальных креплениях и зафиксировать болтами	5
Подсоединить гидравлические шланги к соответствующим гнездам распределителя рабочего оборудования 67020	10
Проверить качество выполненных работ	20
Итого:	187

Рассчитаем общее оперативное время на все виды работ по формуле:

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on1} + t_{on2} + \dots t_{on_n}, \quad (79)$$

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on1} + t_{on2} + \dots t_{on_n}.$$

«Определяем суммарную трудоемкость сборки изделия по формуле:

$$t_{ум}^{общ} = t_{он}^{общ} + t_{он}^{общ} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100} \right), \quad (80)$$

где α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах, принимаем равным 3%;
 β – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах, принимаем равным 5%» [23].

$$t_{ум}^{общ} = 187 + 187 \cdot \left(\frac{3+5}{100} \right) = 201,96 \text{ мин.}$$

4.2 Проектирование технологического процесса сборки конструкции модернизированной трансмиссии минипогрузчика Амкодор – 208

Составим последовательность технологических операций с указанием приспособлений и затрачиваемого на выполнение операций времени заносим в таблицу 6.

Таблица 6 – Технологический процесс сборки модернизированной трансмиссии минипогрузчика Амкодор – 208

Номер операции	Наименование операции	Номер позиции	Содержание операции, перехода	Оборудование, инструмент, приспособление	Затрачиваемое время, мин.
005	Сборочная	1	Осмотреть раму 208А-28.00.000 минипогрузчика Амкодор – 208 на наличие повреждений и деформаций	Грузоподъемное приспособление, гайковерт, набор головок, рожковые ключи, динамометрический ключ, вороток	167
		2	Взять двигатель Д-244 при помощи грузоподъемного приспособления		
		3	Осмотреть двигатель Д-244 на наличие повреждений и деформаций		
		4	Подготовить двигатель Д-244 к установке		

Продолжение таблицы 6

Номер операции	Наименование операции	Номер позиции	Содержание операции, перехода	Оборудование, инструмент, приспособление	Затрачиваемое время, мин.
		5	Поднять двигатель над рамой при помощи грузоподъемного приспособления		
		6	Установить двигатель Д-244 на раму 208А-28.00.000 на специальных креплениях и зафиксировать болтами		
		7	Взять муфту сцепления		
		8	Осмотреть муфту сцепления на наличие повреждений и деформаций		
		9	Установить муфту сцепления на двигатель Д-244 и зафиксировать болтами		
		10	Взять агрегат насосный СДМО-09.04.000		
		11	Осмотреть агрегат насосный СДМО-0904.000 на наличие повреждений и деформаций		
		12	Установить агрегат насосный СДМО-0904.00 на муфту сцепления и зафиксировать болтами		
		13	Подключить агрегат насосный СДМО-0904.00 к гидравлической системе минипогрузчика с помощью соединительных шлангов		
		14	Взять распределитель поворота СДМО-		

Продолжение таблицы 6

Номер операции	Наименование операции	Номер позиции	Содержание операции, перехода	Оборудование, инструмент, приспособление	Затрачиваемое время, мин.
			0906.00		
		15	Осмотреть распределитель поворота СДМО-0906.00 на наличие повреждений и деформаций		
		16	Установить распределитель поворота СДМО-0906.00 на кронштейн		
		17	Соединить гидравлические шланги с распределителем поворота СДМО-0906.00		
		18	Подключить электрические контакты распределителя поворота поворота СДМО-0906.00 к генераторной панели погрузчика		
		19	Проверить правильность подключения		
		20	Взять гидромотор ГСТ-90		
		21	Осмотреть гидромотор ГСТ-90 на наличие повреждений и деформаций		
		22	Удалить все транспортные заглушки и предварительно смазать уплотнительные кольца.		
		23	Установить гидромотор ГСТ-90 на раму 208А-28.00.000 минипогрузчика Амкодор – 208 с левой стороны и		

Продолжение таблицы 6

Номер операции	Наименование операции	Номер позиции	Содержание операции, перехода	Оборудование, инструмент, приспособление	Затрачиваемое время, мин.
			зафиксировать крепежными винтами		
		24	Подсоединить гидравлические шланги к соответствующим гнездам гидромотора ГСТ-90		
		25	Взять гидромотор ГСТ-90		
		26	Осмотреть гидромотор ГСТ-90 на наличие повреждений и деформаций		
		27	Удалить все транспортные заглушки и предварительно смазать уплотнительные кольца		
		28	Установить гидромотор ГСТ-90 на раму 208А-28.00.000 минипогрузчика Амкодор – 208 с правой стороны и зафиксировать крепежными винтами		
		29	Подсоединить гидравлические шланги к соответствующим гнездам гидромотора ГСТ-90		
		30	Взять редуктор колесный		
		31	Осмотреть редуктор колесный на наличие повреждений и деформаций		
		32	Установить редуктор колесный с левой стороны		
		33	Взять редуктор колесный		
		34	Осмотреть редуктор		

Продолжение таблицы 6

Номер операции	Наименование операции	Номер позиции	Содержание операции, перехода	Оборудование, инструмент, приспособление	Затрачиваемое время, мин.
			колесный на наличие повреждений и деформаций		
		35	Установить редуктор колесный с правой стороны		
		36	Взять цепную передачу		
		37	Осмотреть цепную передачу на наличие повреждений и деформаций		
		38	Установить цепную передачу на редуктор колесный		
		39	Взять тормоз стояночный		
		40	Осмотреть тормоз стояночный на наличие повреждений и деформаций		
		41	Установить тормоз стояночный на редуктор колесный		
		42	Взять распределитель рабочего оборудования 67020		
		43	Осмотреть распределитель рабочего оборудования 67020 на наличие повреждений и деформаций		
		44	Установить распределитель рабочего оборудования 67020 на раму 208А-28.00.000 на специальных креплениях и зафиксировать болтами		
		45	Подсоединить гидравлические шланги к соответствующим гнездам		

Продолжение таблицы 6

Номер операции	Наименование операции	Номер позиции	Содержание операции, перехода	Оборудование, инструмент, приспособление	Затрачиваемое время, мин.
			распределителя рабочего оборудования 67020		
010	Реулировочная	1	Проверить качество выполненных работ		20

Технологическая схема сборки конструкции модернизированной трансмиссии минипогрузчика Амкодор – 208 представлена в графической части ВКР.

Выводы по разделу.

В разделе выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, спроектирован технологический процесс сборки конструкции модернизированной трансмиссии минипогрузчика Амкодор – 208 и представлен в графической части ВКР.

5 Производственная и экологическая безопасность проекта

В настоящее время возрос интерес к человеческим ресурсам, улучшились условия и качественные меры по охране труда на рабочем месте. В долгосрочной перспективе благополучие человеческих ресурсов является источником стабильности, процветания и производительности.

Стоимость несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в странах колеблется от 2,6% до 3,8% валового национального продукта.

Работники должны активно участвовать в процессе управления охраной труда и рисками для здоровья, так как это позволяет повысить эффективность мер по защите от опасностей на рабочем месте.

Участие работников в процессе управления охраной труда подразумевает:

- информирование сотрудников о возможных опасностях, связанных с работой и оказании первой помощи в случае необходимости;
- оценка рисков и выработка предложений по принятию мер по уменьшению их воздействия на работников;
- проведение обучения и тренингов по охране труда, продуктивному использованию рабочего времени и управлению стрессом;
- участие в разработке и контроле соблюдения инструкций по безопасности, а также в работе комиссии по охране труда.

Риск для здоровья работников может возникнуть в случае невнимательного отношения к охране труда, а также при недостаточной осведомленности о возможных опасностях и оказанию первой помощи в случае необходимости. Поэтому, активное участие работников в процессе управления охраной труда и рисками для здоровья является необходимым условием для создания безопасной и здоровой рабочей среды.

Работники должны иметь возможность выражать свое мнение и предлагать свои идеи по улучшению охраны труда в организации. Это

позволит улучшить культуру безопасности и создать атмосферу ответственности и заботы о здоровье друг друга.

5.1 Характеристика технологического процесса обслуживания минипогрузчика Амкодор-208 с конструктивно-технологической и организационно-технической стороны

В целях наиболее полного рассмотрения характеристики технологического процесса обслуживания минипогрузчика Амкодор-208 с конструктивно-технологической и организационно-технической стороны необходимо составить технологический паспорт (таблица 7).

Таблица 7 – Технологический паспорт технологического процесса обслуживания минипогрузчика Амкодор-208

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Обслуживание минипогрузчика Амкодор-208	- проверить уровень эксплуатационных жидкостей (масла, воды и охлаждающей жидкости), состояние ремней и шлангов; - регулярная замена масла и фильтров. Масло следует менять каждые 250-300 моточасов пробега, а фильтры каждые 500 моточасов;	Слесарь по ремонту автомобилей четвертого разряда	Рожковые ключи, специальный ключ, индикатор, набор щупов, плоскогубцы	Перчатки, краска, ветошь, масло трансмиссионное

Продолжение таблицы 7

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
	<p>- проверить состояние и при необходимости заменить изношенные детали (пневматические шины, тормозные колодки, гидробаки);</p> <p>- выполнить смазку всех подвижных узлов согласно карте смазки и химмотологической карте.</p> <p>- проверить систему гидравлики</p>			

5.2 Идентификация профессиональных рисков

Важным аспектом является необходимость идентификации риска в организации, чтобы поддерживать или улучшать правильное и всестороннее определение эффективности охраны труда.

Оценка профессионального риска представляет собой подробное изучение всех возможных происшествий, потенциально вредных действий, которые допустимы или недопустимы в организации. Одним из наиболее важных аспектов является то, что каждая организация должна определить и выбрать риски, которые находятся на пределе мер предосторожности, которые должны быть проанализированы и пересмотрены. Тяжесть

последствий отражает серьезность результата, который может быть вызван нежелательным и неожиданным событием. Вероятность возникновения события следует оценивать с учетом наличия или отсутствия систем управления.

Деятельность по идентификации рисков включает:

- выявление опасностей, присутствующих на рабочем месте и в рабочей среде;
- выявление опасностей, обнаруженных в ходе предыдущего управления рисками;
- выявление потенциальных последствий признанных опасностей – рисков, то есть потенциальных причин травматизма работников, несчастного случая на производстве, профессионального заболевания или профессионального заболевания.

Работодатель также должен заменять опасные элементы на менее опасные или совсем неопасные, а также организовывать работу и условия труда таким образом, чтобы создать безопасную атмосферу на рабочем месте.

Еще один важный аспект – это адаптация работы к личности работника. Каждый человек уникален и его индивидуальные потребности и возможности должны учитываться при создании рабочего места.

Таблица 8 содержит результаты идентификации профессиональных рисков в процессе обслуживания минипогрузчика Амкодор-208.

Таблица 8 – Результаты идентификации профессиональных рисков

Операция	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы»	Источник возникновения ОиВПФ
- проверить уровень эксплуатационных жидкостей (масла, воды и охлаждающей жидкости),	«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на	Элементы конструкции погрузчика

Продолжение таблицы 8

Операция	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы»	Источник возникновения ОиВПФ
<p>состояние ремней и шлангов; - регулярная замена масла и фильтров. Масло следует менять каждые 250-300 моточасов пробега, а фильтры – каждые 500 моточасов; - проверить состояние и при необходимости заменить изношенные детали (пневматические шины, тормозные колодки, гидробаки и так далее); - выполнить смазку всех подвижных узлов конструкции машины согласно карте смазки и химмотологической карте; - проверить систему гидравлики.</p>	поверхностях деталей погрузчика	
	Запыленность, загазованность и загрязненность воздуха	Поднимающаяся пыль от инструмента, ног, транспорта» [12].
	«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования	Электроинструмент
	Возможность поражения электрическим током	Электроинструмент» [9].
	«Отсутствие или недостаток естественного света	Недостаточное количество окон, световых колодцев в помещении, где производится технологический процесс» [16].
«Динамические нагрузки. Статические, связанные с рабочей позой	Однообразно повторяющиеся технологические операции. Операции требующие повышенного внимания и точности» [12].	

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Основой снижения профессиональных рисков является подготовка и обучение сотрудников. Это поможет им понимать процессы своей работы и принимать правильные решения.

Правильное планирование задач поможет снизить риски и уменьшить вероятность возникновения проблем в работе.

Использование защитной экипировки и оборудования – в некоторых профессиях защитная экипировка необходима для снижения рисков. Например, обязательное использование шлемов и защитных очков в строительстве.

Регулярные проверки оборудования и обслуживание позволят выявлять и устранять возможные проблемы до их возникновения.

Правильное распределение нагрузки – риск травм и ранений может быть снижен.

«В обязанности работодателя входит обеспечение мероприятий, направленных на улучшение условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки условий труда (Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 № 426-ФЗ).

Работодатель должен направлять на эти цели, согласно статье 226 «Финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда» Трудового кодекса РФ, не менее 0,2% суммы затрат на производство продукции (работ, услуг)» [12].

Специальная оценка условий труда (далее – СОУТ) – это процесс анализа рабочей среды и рабочих операций с целью определения возможных рисков и определения мер по их устранению или снижению.

СОУТ проводится специалистами по охране труда и имеет законодательную базу во многих странах. Она является обязательной для всех организаций, где работники подвергаются воздействию вредных факторов, таких как шум, вибрация, химические вещества, пыль, излучения и другое.

Оценка проводится на основе измерений и анализа данных, полученных на рабочих местах. После проведения оценки, специалисты определяют уровень риска и рекомендуют меры по его снижению.

«Основные мероприятия:

- а) проведение специальной оценки условий труда (далее – СОУТ) позволяет оценить условия труда на рабочих местах и выявить О и

ВПФ и тем самым выполнить некоторые обязанности работодателя, предусмотренные Трудовым кодексом РФ:

- 1) информировать работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья, предоставляемых им гарантиях, полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;
 - 2) разработать и реализовать мероприятия по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда;
 - 3) установить компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда» [12].
- б) «обеспечение работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами;
- в) устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- г) приведение уровней естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в бытовых помещениях, местах прохода работников в соответствие с действующими нормами;
- д) устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха, помещений и комнат релаксации, психологической разгрузки, мест обогрева работников, а также укрытий от солнечных лучей и атмосферных осадков при работах на открытом воздухе; расширение, реконструкция и оснащение санитарно-бытовых помещений;
- е) обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация,

дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ;

- ж) приобретение стендов, тренажеров, наглядных материалов, научно-технической литературы для проведения инструктажей по охране труда, обучения безопасным приемам и методам выполнения работ, оснащение кабинетов (учебных классов) по охране труда компьютерами, теле-, видео-, аудиоаппаратурой, лицензионными обучающими и тестирующими программами, проведение выставок, конкурсов и смотров по охране труда;
- з) обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов;
- и) оборудование по установленным нормам помещения для оказания медицинской помощи и (или) создание санитарных постов с аптечками, укомплектованными набором лекарственных средств и препаратов для оказания первой помощи;
- к) и других мероприятий в рамках действующего законодательства (нормативно-правовых актов) РФ» [12].

Для решения выявленных проблем, используем методы и средства, соответствующие действующим нормативным документам. Также предлагаем меры, указанные в таблице 9, для уменьшения профессиональных рисков.

Таблица 9 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части	Организационно-технические мероприятия: – инструктажи по охране труда; – содержание технических	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда,

Продолжение таблицы 9

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
оборудования	устройств в надлежащем состоянии	средства защиты органов дыхания, зрения, слуха» [12].
«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях автомобиля	Выполнение на регулярной основе планово-предупредительного обслуживания. Эксплуатация технологического оборудования в строгом соответствии с инструкцией. Санитарно-гигиенические мероприятия: – обеспечение работника СИЗ, смывающими и обеззараживающими средствами; – предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования. – знаки безопасности, цвета, разметка по ГОСТ 12.4.026-2015; – обеспечение дистанционного управления оборудованием	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [12].
«Повышенный уровень шума	Применение звукоизоляции, звукопоглощения, демпфирования и глушителей шума (активных, резонансных, комбинированных); группировка шумных помещений в одной зоне здания и отделение их коридорами; введение регламентированных дополнительных перерывов; проведение обязательных медосмотров	Защитные противошумные наушники, беруши противошумные» [20].
«Возможность поражения электрическим током	Оформление допуска по электробезопасности, проведение инструктажа по работе с электрическими установками, применение заземляющего устройства	Индивидуальные защитные и экранирующие комплекты для защиты от электрических полей» [12].
«Отсутствие или недостаток естественного света	Устройство дополнительных световых проемов в стенах, фонарей на крыше здания» [24]	–
«Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	Оздоровительно-профилактические мероприятия: – медицинские осмотры (предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение	–

Продолжение таблицы 9

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
	<p>трудовой деятельности) и других медицинских осмотров согласно ст. 212 ТК РФ;</p> <ul style="list-style-type: none"> – правильное оборудование рабочих мест, обеспечение технологической и организационной оснащенности средствами комплексной и малой механизации; – используемые в работе оборудование и предметы должны быть удобно и рационально расположены на столе» [25]. 	
«Монотонность труда	<ul style="list-style-type: none"> – объединение малосодержательных операций в более сложные и разнообразные: 1. длительность объединенных операций не должна превышать 10-12 мин, иначе это повлечет снижение производственных показателей; чрезмерное укрупнение операций может не соответствовать уровню квалификации работника. При совмещении профессий следует учитывать перенос (положительное) и интерференцию (отрицательное) взаимодействие навыков новой и совмещаемой профессии» [30]; – «внедрение научно обоснованных режимов труда и отдыха для предотвращения возникновения у работающих на монотонных работах отрицательных психологических состояний (психологического пресыщения, скуки, сонливости, апатии); 	–

Продолжение таблицы 9

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
	<ul style="list-style-type: none"> – применение методов эстетического воздействия во время работы, что способствует улучшению психологических условий труда и включает озеленение, цветовой интерьер, оптимальную освещенность рабочего места, снижение шума, вибрации, запыленности и загазованности; – отбор работников на основе учета их индивидуальных психофизиологических особенностей; разработку и регулярное применение систем морального и материального стимулирования; – усложнение обязанностей в процессе дежурства, а именно выполнение дополнительных задач по изучению техники, ведение записей в журнале; – выбор компромиссной продолжительности периодического дежурства исходя из назначения системы человек-машина» [20]; – «установление оптимальной длительности ежесуточного пассивного отдыха (сна без перерывов) не менее 7 час (при отсутствии экстренной необходимости его прерывания); – чередование пассивного отдыха с активным» [14]. 	

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Анализируем вероятные источники возможного возникновения пожаров и выявляем опасные факторы, которые могут вызвать их появление (таблица 10).

Таблица 10 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
«Зона ТО	Технологическое оборудование, применяемое в зоне ТО	В	Пламя и искры, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, оборудования, технологических установок» [24].

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

- системы, установки АПС (автоматическая пожарная сигнализация), АУПТ (автоматическая установка пожаротушения), СОУЭ (системы оповещения и управления эвакуацией), пожарной связи, автоматики;
- первичные: мобильные средства пожаротушения (все виды огнетушителей, пожарные краны, пожарный инвентарь);
- пожарное оборудование;
- средства индивидуального/группового самоспасения, защиты органов дыхания;
- ручной, механизированный инструмент» [12].

«Выполним классификацию средств пожаротушения применяемых для данного технического объекта:

- первичные средства пожаротушения – внутренний пожарный кран, щит пожарный с песком и инвентарем (лом, багор пожарный, топор, комплект для резки электропроводов, лопата совковая, полотно асбестовое), универсальный огнетушитель порошковый ОП-10 – 1 шт., воздушно-пенный огнетушитель ОВП-12 – 1 шт.;

- мобильные средства пожаротушения предназначены для тушения пожаров с возможностью перемещения (мотопомпа для тушения возгораний);
- стационарные средства пожаротушения состоят из трубопроводов, в случае с наполнением из воды, пара или пены. Система трубопроводов соединяет автоматические устройства и оборудование. Приборы реагируют на повышенную температуру, сигнал передается на датчики. Затем происходит включение насосов, подающих воду» [26].

Разработка мероприятий по соблюдению требований пожарной безопасности является одним из главных этапов обеспечения безопасности в зданиях и сооружениях. Такие мероприятия должны быть разработаны в соответствии с законодательными и нормативными актами и утверждены руководством организации.

Первый шаг при разработке мероприятий – это проведение анализа рисков возможного возникновения пожара в здании или сооружении.

Для этого необходимо провести осмотр помещений, выявить наличие возможных источников возгорания, оценить состояние систем пожарной безопасности.

Выполним разработку мероприятий по соблюдению требований пожарной безопасности при обслуживании минипогрузчика Амкодор-208 (таблица 11), в целях обеспечения пожарной безопасности, определяющих порядок поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания территорий.

Таблица 11 – Перечень мероприятий по пожарной безопасности при обслуживании минипогрузчика Амкодор-208

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности
«Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности»	Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия» [15]
«Обучение правилам и мерам пожарной безопасности в соответствии с Приказом МЧС России 645 от 12.12.2007»	Проведение обучения, а также различных видов инструктажей по тематике пожарной безопасности под роспись» [22]
«Проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования»	Выполнение профилактики оборудования в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя лица, ответственного за выполнение данных работ» [24]
«Наличие знаков пожарной безопасности и знаков безопасности по охране труда по ГОСТ»	Знаки пожарной безопасности и знаки безопасности по охране труда, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ» [15].
«Рациональное расположение производственного оборудования без создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения»	Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей
Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта источников наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения»	Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком действия» [23]
«Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143–2009, ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ»	Наличие действующего плана эвакуации при пожаре, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах
Размещение информационного стенда по пожарной безопасности»	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [15]

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса обслуживания минипогрузчика Амкодор-208

Для обеспечения экологической безопасности технологического процесса необходимо принимать следующие меры:

- использование экологически чистых материалов и ресурсов. Например, замена опасных химических реагентов на более

безопасные аналоги;

- минимизация выбросов и отходов. Необходимо использовать эффективные системы очистки выбросов и переработки отходов;
- соблюдение норм и требований экологического законодательства. Технологический процесс должен соответствовать требованиям всех нормативных документов и лицензий;
- обучение и мотивация персонала. Сотрудники должны понимать важность экологической безопасности и использовать соответствующие методы;
- проведение экологической оценки технологического процесса

Выполняем идентификацию негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при обслуживании минипогрузчика Амкодор-208 и сведем их в таблицу 12.

Таблица 12 – Идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов

Технологический процесс	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
«Обслуживание минипогрузчика Амкодор-208	Мелкодисперсная пыль в воздушной среде, испарения смазочно-охлаждающей жидкости с поверхности новых деталей.	Масло трансмиссионное	Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые / коммунальные отходы коммунальный мусор), металлический лом, стружка» [11].

Выполним разработку мероприятий, направленных на снижение негативного антропогенного воздействия при обслуживании минипогрузчика Амкодор-208:

- атмосферу – использование технологий снижения выбросов и загрязнений: установка фильтров на промышленные предприятия, ограничение использования транспорта с высокими выбросами, утилизация отходов, популяризация и переход на использование

- возобновляемых источников энергии (установка солнечных панелей, ветрогенераторов, гидроэлектростанций и так далее);
- литосферу – внедрение программ по сбору и переработке отходов. Это включает создание системы раздельного сбора мусора, развитие рынка вторсырья.

Выводы по разделу.

В разделе:

- разработан паспорт производственно-технологического процесса обслуживания минипогрузчика;
- выявлены профессиональные риски при обслуживании минипогрузчика и определены методы и средства их снижения;
- идентифицирован класс и опасные факторы пожара, разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при обслуживании минипогрузчика;
- идентифицированы экологические факторы, возникающие при обслуживании минипогрузчика и разработаны мероприятия по их снижению.

Также необходимо подчеркнуть, что участие работников в процессе управления охраной труда подразумевает:

- информирование сотрудников о возможных опасностях, связанных с работой и оказании первой помощи в случае необходимости;
- оценка рисков и выработка предложений по принятию мер по уменьшению их воздействия на работников;
- проведение обучения и тренингов по охране труда, продуктивному использованию рабочего времени и управлению стрессом;
- участие в разработке и контроле соблюдения инструкций по безопасности, а также в работе комиссии по охране труда.

6 Экономическая эффективность проекта

Для определения финансовых затрат на модернизацию трансмиссии минипогрузчика Амкодор - 208 необходимо учесть следующие факторы:

- стоимость материалов: необходимо определить, какие материалы будут использоваться для создания конструкции, и рассчитать их стоимость;
- трудозатраты: необходимо определить количество человеко-часов, которые будут потрачены на разработку конструкции подвески, и рассчитать стоимость труда в соответствии с тарифами на работу;
- оборудование: необходимо определить, какое оборудование будет необходимо для создания конструкции (например, инструменты, станки и так далее) и рассчитать их стоимость;
- дополнительные расходы: необходимо учесть все дополнительные расходы, такие как аренда помещения, расходы на транспортировку материалов и оборудования, расходы на электроэнергию и так далее.

После того как все факторы были учтены, можно рассчитать общую сумму финансовых затрат.

«Затраты на модернизацию трансмиссии минипогрузчика Амкодор-208 определяем по формуле:

$$C_{\text{кон}} = C_{\text{к.д}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{н.д}} + C_{\text{сб.н}} + C_{\text{о.н}}, \quad (81)$$

где $C_{\text{к.д}}$ – стоимость изготовления корпусных деталей, р.;

$C_{\text{о.д}}$ – затраты на изготовление оригинальных деталей, р.;

$C_{\text{н.д}}$ – цена покупных деталей, изделий, агрегатов, р.;

$C_{\text{сб.н}}$ – полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{\text{о.н}}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, р» [9].

«Стоимость изготовления корпусных деталей рассчитывается по формуле:

$$C_{к.д} = Q_k \cdot C_k, \quad (82)$$

где Q_k – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг;

C_k – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, принимается равной 140,0 р./кг» [9].

Корпусные детали для данной конструкции трансмиссии не разрабатывались.

«Затраты на изготовление оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_{о.д} = C_{пр} + C_m, \quad (83)$$

где $C_{пр}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей, с учетом дополнительной зарплаты и отчислений, р.;

C_m – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, р» [9].

«Зарботную плату рассчитываем по формуле:

$$C_{пр} = t \cdot C_ч \cdot \kappa_t, \quad (84)$$

где t – средняя трудоемкость на изготовление оригинальных деталей, (кронштейн крепления гидромоторов 1 чел.-ч.; кронштейн крепления агрегата насосного 1 чел.-ч.);

$C_ч$ – часовая ставка рабочих, отчисляемая по среднему разряду, р./ч.;

κ_t – коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате, принимается равным 1,03» [9].

«Тарифная ставка определяется на основании минимального размера оплаты труда (далее – МРОТ). Для Самарской области с 1 января 2023 года МРОТ составляет 16242 р.

Принимаем тарифную ставку из учета МРОТ для первого разряда: $16242/(7 \cdot 21) = 110,48$ 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» [12].

Дальнейшие расчёты ведём по IV разряду: $110,48 \cdot 1,42 = 156,88$ р./ч.

$$C_{np} = 2 \cdot 156,88 \cdot 1,03 = 323,17 \text{ р.}$$

Определяем дополнительную заработную плату по формуле:

$$C_o = (5 \dots 12) \cdot C_{np} / 100, \quad (85)$$

$$C_o = 10 \cdot 323,17 / 100 = 32,31 \text{ р.}$$

Начисления на заработную плату определяем по формуле:

$$C_{соц} = 30 \cdot (C_{np} + C_o) / 100, \quad (86)$$

$$C_{соц} = 30 \cdot (323,17 + 32,31) / 100 = 106,64 \text{ р.},$$

$$C_{\Sigma np} = 323,17 + 32,31 + 106,64 = 462,12 \text{ р.}$$

Таким образом, заработная плата на изготовление оригинальных деталей составляет 462,12 р.

«Стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_M = C \cdot Q_3, \quad (87)$$

где C – цена 1 кг материала заготовок, р./кг;

Q_3 – масса заготовки, кг» [9].

$$C_M = 160 \cdot 7 = 1120 \text{ р.}$$

$$C_{o,d} = 462,12 + 1120 = 1582,12 \text{ р.}$$

Таким образом, затраты на изготовление оригинальных деталей составляют 622,12 р.

«Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определяется по формуле:

$$C_{сб.п} = C_{сб} + C_{д.сб} + C_{соц.сб}, \quad (88)$$

где $C_{сб}$ – основная заработная плата рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{д.сб}$ – дополнительная заработная плата рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{соц.сб}$ – страховые взносы в фонды, р» [9].

«Основная заработная плата рабочих, занятых на сборке рассчитывается по формуле:

$$C_{сб} = T_{сб} \cdot C_{д.сб} \cdot k_t, \quad (89)$$

где $T_{сб}$ – нормативная трудоемкость на сборку конструкции, чел.-ч.

$$T_{сб} = k_c \cdot \sum t_{сб}, \quad (90)$$

где $t_{сб}$ – трудоемкость сборки составных частей, чел.-ч ;

k_c – коэффициент, учитывающий непредусмотренные работы, 1,1...1,5» [9].

По справочным данным принимаем $t_{сб}$ равную 6,0 чел.-ч.

$$T_{сб} = 1,25 \cdot 6 = 7,5 \text{ чел.-ч.}$$

Тогда заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определится:

$$C_{сб} = 7,5 \cdot 156,88 \cdot 1,03 = 1211,89 \text{ р.,}$$

$$C_{д.сб} = 0,1 \cdot 1211,89 = 121,19 \text{ р.,}$$

$$C_{соц.сб} = 0,3 \cdot (1211,89 + 121,19) = 399,92 \text{ р.,}$$

$$C_{сб.н} = 1211,89 + 121,19 + 399,92 = 1733 \text{ р.}$$

Таким образом, полная заработная плата производственных рабочих занятых на сборке составит 1733 р.

«Общепроизводственные накладные расходы на изготовление приспособления определяем по формуле:

$$C_{он} = \frac{(C'_{np} \cdot R_{он})}{100}, \quad (91)$$

где C'_{np} – основная заработная плата производственных рабочих, участвующих в изготовлении, р.;

$R_{он}$ – процент общепроизводственных накладных расходов, %» [12].

$$C'_{np} = (C_{np} + C_{сб}), \quad (92)$$

$$C'_{np} = 323,17 + 1211,89 = 1535,06 \text{ р.}$$

$$C_{он} = \frac{(1535,06 \cdot 15)}{100} = 230,26 \text{ р.}$$

Стоимость покупных деталей, изделий, агрегатов представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Затраты по статье «Материалы» на конструкторскую разработку

Значение	Числовое значение, руб.
Гидромотор ГСТ-90 (2 шт.)	56000
Агрегат насосный СДМО-0904.00	62000
Метизы	500
Итого:	118500

$$C_{nd} = 56000 + 62000 + 500 = 118500 \text{ р.}$$

Далее рассчитаем годовую экономию, годовой экономический эффект и срок окупаемости нашей разработки.

Затраты на изготовление конструкции:

$$C_{кон} = 0 + 1582,12 + 118500 + 1733 + 230,26 = 122045,38 \text{ р.}$$

Затраты на модернизацию трансмиссии минипогрузчика Амкодор-208 сведем в таблицу 14.

Таблица 14 – Затраты на модернизацию трансмиссии минипогрузчика Амкодор-208

Обозначение	Числовое значение, руб.
Стоимость изготовления корпусных деталей	0
Стоимость изготовления оригинальных деталей	1582,12
Общая заработная плата на сборку	1733
Общепроизводственные накладные расходы	230,26
Стоимость покупных изделий	118500
Итого:	122045,38

Общие затраты на модернизацию трансмиссии минипогрузчика Амкодор - 208 равны 122045,38 р.

«Годовая экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции составит:

$$\mathcal{E}_Г = C_{ПР} - C_{КОН}, \quad (93)$$

где $C_{ПР}$ – стоимость прототипа, р» [9].

$$\mathcal{E}_Г = 200000 - 122045,38 = 77954,62 \text{ р.}$$

Срок окупаемости определяем по формуле:

$$O_{ОК} = \frac{C_{КОН}}{\mathcal{E}_Г}, \quad (94)$$

$$O_{ОК} = \frac{122045,38}{77954,62} = 1,56 \text{ года.}$$

Годовой экономический эффект от внедрения конструкции составит:

$$\mathcal{E}_{ЭФ} = \mathcal{E}_Г - 0,15 \cdot C_{КОН}, \quad (95)$$

$$\mathcal{E}_{ЭФ} = 77954,62 - 0,15 \cdot 122045,38 = 59647,81 \text{ р.}$$

В таблице 15 представлены основные показатели проекта.

Таблица 15 – Основные показатели проекта

Показатели	Единица измерения	Значение	
		До внедрения	После внедрения
Стоимость изготовления конструкции	р.	200000	122045,38
Экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции	р.	–	77954,62
Экономический эффект при внедрении конструкции	р.	–	59647,81
Срок окупаемости	год	–	1,56

Выводы по разделу.

В разделе определена эффективность модернизации трансмиссии минипогрузчика Амкодор - 208 с экономической стороны.

Стоимость модернизации трансмиссии минипогрузчика Амкодор - 208 составляет 122045,38 р., срок окупаемости равен 1,56 года, что является допустимым для данной конструкции.

Заключение

В соответствии с утвержденной темой дипломного проекта была проведена модернизация трансмиссии минипогрузчика Амкодор - 208.

Ключевым вопросом дипломной работы является модернизация существующей гидрообъемной трансмиссии погрузчика Амкодор-208 с целью повышения его управляемости.

В работе затронута проблема низкой управляемости погрузчика из-за низкого качества гидроагрегатов и особенностей реализации бортового поворота. В работе мы разрабатываем и предлагаем принципиально новое усовершенствование конструкции основного гидравлического насоса.

В ходе выполнения дипломного проекта было сделано следующее:

- рассмотрено устройство и принцип работы минипогрузчика Амкодор-208;
- выполнен тягово-динамический расчёт минипогрузчика Амкодор-208;
- выполнено конструирование и расчет основных параметров насоса, определены технико-эксплуатационные параметры погрузчика, описана конструкция разрабатываемых узлов. Спроектированный насосный агрегат в совокупности с двумя гидравлическими распределителями поворота заменяет присутствовавшие в конструкции базовой машины два управляемых насоса, один неуправляемый и раздаточную коробку;
- выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки гидрообъемной трансмиссии погрузчика ;
- рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта;
- определена целесообразность модернизации существующей гидрообъемной трансмиссии погрузчика Амкодор-208 с экономической стороны.

Список используемой литературы и используемых источников

1 Бурмистрова О. Н. Машины для строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог. Дорожные катки и одноковшовые погрузчики [Текст] : учебное пособие / О. Н. Бурмистрова, А. М. Бургонутдинов ; Минобрнауки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ухтинский государственный технический университет» (УГТУ). - Ухта : УГТУ, 2017. - 152 с.

2 Вахламов В. А. Конструкция, расчет и эксплуатационные свойства автомобилей : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (Автомобильный транспорт)» направления подготовки «Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования» / В. К. Вахламов. - 2-е изд., стер. - Москва : Академия, 2009. - 556, с.

3 Войнаш А. С. Конструкция, теория и расчет малогабаритных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Наземные транспортно-технологические средства» / А. С. Войнаш, С. А. Войнаш, Т. А. Жарикова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет имени И. И. Ползунова», Рубцовский индустриальный институт. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2015. - 132 с.

4 Гаврилов М. С. Программы расчета элементов деталей машин (в помощь конструктору) [Текст] / М. С. Гаврилов. - Москва : Спутник+, 2015. - 118 с.

5 Герасимов М. Д. Конструкции наземных транспортно-технологических машин [Текст] : учебное пособие для студентов специальности 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства

по дисциплине «Конструкции подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования» : [практикум] / М. Д. Герасимов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. - 115 с.

6 Горина Л. Н., Фесина М. И. Раздел бакалаврской работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие (2-е изд. Доп.). - Тольятти: изд-во ТГУ, 2021. - 22 с.

7 Гребнев В. П. Тракторы и автомобили [Электронный ресурс] : теория и эксплуатационные свойства : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / В. П. Гребнев, О. И. Поливаев, А. В. Ворохобин ; под общ. О. И. Поливаева. - 2-е изд., стер. - Москва : КНОРУС, 2015. - 260 с.

8 Губарев А. В. Конструирование и расчет наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие : для студентов вузов, обучающихся по специальности «Наземные транспортно-технологические средства» / А. В. Губарев, А. Г. Уланов ; М-во образования и науки Российской Федерации, Южно-Уральский гос. ун-т, Каф. «Колесные, гусеничные машины и автомобили». - Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, 2015. - 564, с.

9 Демура Н. А. Организация и планирование производства [Текст] : учебное пособие для студентов специальности 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства и направления подготовки 15.03.02 - Технологические машины и оборудование / Н. А. Демура, ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : БГТУ им. В. Г. Шухова, 2019. - 122 с.

10 Дубинин Н. Н. Эксплуатация наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие для студентов специальности 190109 - Наземные транспортно-технологические средства

специализации «Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях» / Н. Н. Дубинин ; М-во образования и науки Российской Федерации, Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова. - Белгород : Изд-во БГТУ, 2014. - 258 с.

11 Зузов В. Н. Механика наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие / В. Н. Зузов ; Московский гос. технический ун-т им. Н. Э. Баумана. - Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. - 185, с

12 Лебедев В. А. Технология машиностроения: проектирование технологии сборки изделий : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» / В. А. Лебедев ; Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования Дон. гос. техн. ун-т, Азов. технол. ин-т. - Ростов-на-Дону : Изд. центр ДГТУ, 2005. - 161 с.

13 Митрохин Н. Н. Ремонт и утилизация наземных транспортно-технологических средств : учебник : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», 15.03.01 «Машиностроение» (квалификация (степень) "бакалавр") / Н. Н. Митрохин, А. П. Павлов. - Москва : ИНФРА-М, 2020. - 262, с.

14 Михайлов В. А. Экологичные системы защиты воздушной среды объектов автотранспортного комплекса : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Наземные транспортно-технологические средства» / В. А. Михайлов, Е. В. Сотникова, Н. Ю. Калпина. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 213 с.

15 Основные характеристики и тенденции развития современных отечественных и зарубежных сельскохозяйственных тракторов : учебное пособие / А. П. Иншаков [и др.] ; Федеральное агентство по образованию,

Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования «Мордовский гос. ун-т им. Н. П. Огарева». - Саранск : Изд-во Мордовского ун-та, 2007. - 162, с.

16 Поливаев О. И. Тракторы и автомобили. Конструкция [Текст] : учебное пособие для вузов / О. И. Поливаев [и др.] ; под общ. ред. О. И. Поливаева. - Москва : КноРус, 2016. - 251 с.

17 Савкин А. Н. Основы расчетов на прочность и жесткость типовых элементов транспортных средств [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 190109 «Наземные транспортно-технологические средства» / А. Н. Савкин, В. И. Водопьянов, О. В. Кондратьев ; М-во образования и науки Российской Федерации, Волгоградский гос. технический ун-т. - Волгоград : ВолгГТУ, 2014. - 211 с.

18 Специальные, строительные и дорожные машины : справочник / [М. И. Грифф и др.]. - Москва : Автополис - плюс, 2006-. - 25 см. Ч. 1: Подъемно-транспортные машины,. Ч. 1. Погрузчики общего назначения, строительные и специальные погрузчики, погрузчики-экскаваторы / под общ. ред. М. И. Гриффа. - 2006. - 461 с.

19 Уханов А. П. Конструкция и основы теории транспортных машин [Текст] : учебное пособие / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, М. В. Рыблов ; М-во сельского хозяйства Российской Федерации, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия. - Пенза : РИО ПГСХА, 2015. - 226 с.

20 Школьников А. И. Электрооборудование автомобилей и тракторов [Текст] : учебное пособие / А. И. Школьников ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Южно-Уральский гос. ун-т, Каф. радиотехнических систем. - Челябинск : ЮУрГУ, 2009. - 63, с.

21 Шубин А. А. Разработка технологического процесса изготовления детали [Текст] : учебное пособие к выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология производства наземных транспортно-

технологических средств» / А. А. Шубин ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (Национальный исследовательский университет), Калужский филиал. - Калуга : Манускрипт, cop. 2018. - 65 с.

22 Garrett T.K. The Motor Vehicle / T.K Garrett, K. Newton, W. Steeds. 13th ed. - Oxford: Butterworth-Heinemann, 2014. - 1214 p.

23 Heisler H. Advanced vehicle technology / Heinz Heisler. - 2. ed. - Oxford [etc.] : Butterworth - Heinemann, 2002. - IX, 654, p.

24 Pacejka H. B. Tyre and vehicle dynamics / Hans B. Pacejka. - Oxford [etc.] : Butterworth - Heinemann, 2002. - XIII, 627, p.

25 Regan F. J. Re-entry vehicle dynamics / Frank J. Regan. - New York : Amer. inst. of aeronautics a. astronautics, 1984. - X, 414 p.

26 Zanten A., Erhardt R., Pfaff G. An Introduction to Modern Vehicle Design /Edited by Julian Happian-Smith. Reed Educational and Professional Publishing Ltd 2012. - 600 p.

Приложение А
Спецификации

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание	
						<u>Документация</u>		
	A4			23.ДП.01.163.61.00.000.ПЗ	Пояснительная записка			
	A1			23.ДП.01.163.61.00.000.СБ	Сборочный чертеж	1		
Справ. №					<u>Сборочные единицы</u>			
			1	23.ДП.01.163.61.01.000	Насос привода рабочего оборудования (неуправляемый)	1		
					<u>Детали</u>			
Подп. и дата			4	23.ДП.01.163.61.00.002	Корпус управляемого насоса	1		
			5	23.ДП.01.163.61.00.003	Вал насоса	1		
Инв. № д/фл.			6	23.ДП.01.163.61.00.004	Шайба наклонная	1		
			7	23.ДП.01.163.61.00.005	Направляющая	2		
Взам. инв. №			8	23.ДП.01.163.61.00.006	Шайба опорная	1		
			9	23.ДП.01.163.61.00.007	Башмаки	1		
Подп. и дата			10	23.ДП.01.163.61.00.008	Кольцо стопорное	1		
			11	23.ДП.01.163.61.00.009	Колпак сферический	1		
			12	23.ДП.01.163.61.00.010	Блок цилиндров	1		
			13	23.ДП.01.163.61.00.011	Поршень	1		
			14	23.ДП.01.163.61.00.012	Диск распределительный	1		
				23.ДП.01.163.61.00.000				
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разраб.		Хусейнов В.В.			Лит.	Лист	Листов
	Пров.		Турбин И.В.				1	4
	Н.контр.		Турбин И.В.			ТГУ, АТс-1801z		
	Утв.		Бодровский А.В.					

Копировал

Формат А4

Рисунок А.1 – Спецификация на насос агрегатный

Продолжение Приложения А

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
		15	23.ДП.01.163.61.00.013	Кольцо завальцованное	1		
		16	23.ДП.01.163.61.00.014	Шайба поджимная	4		
		17	23.ДП.01.163.61.00.015	Люлька	2		
		18	23.ДП.01.163.61.00.016	Рычаг	1		
		19	23.ДП.01.163.61.00.017	Ось (болт)	1		
		20	23.ДП.01.163.61.00.018	Поршень	1		
		21	23.ДП.01.163.61.00.019	Крышка нижняя	1		
		22	23.ДП.01.163.61.00.020	Втулка	1		
		23	23.ДП.01.163.61.00.021	Держатель клапана	1		
		24	23.ДП.01.163.61.00.022	Пробка торцевая	1		
		25	23.ДП.01.163.61.00.023	Втулка	1		
		26	23.ДП.01.163.61.00.024	Пробка упорная	1		
		27	23.ДП.01.163.61.00.025	Планка верхняя	1		
		28	23.ДП.01.163.61.00.026	Корпус клапанной коробки	1		
		29	23.ДП.01.163.61.00.027	Втулка	1		
		30	23.ДП.01.163.61.00.028	Седло клапана	1		
		31	23.ДП.01.163.61.00.029	Седло предохранительного клапана	1		
		32	23.ДП.01.163.61.00.030	Держатель	1		
		33	23.ДП.01.163.61.00.031	Пробка	1		
		34	23.ДП.01.163.61.00.032	Крышка клапана давления	1		
		35	23.ДП.01.163.61.00.033	Седло клапана	1		
		36	23.ДП.01.163.61.00.034	Держатель клапана	1		
		37	23.ДП.01.163.61.00.035	Колпачок защитный	1		
		38	23.ДП.01.163.61.00.036	Заглушка верхняя	1		
		39	23.ДП.01.163.61.00.037	Заглушка нижняя	1		
		40	23.ДП.01.163.61.00.038	Штуцер насоса	1		
		41	23.ДП.01.163.61.00.039	Штуцер гидросистемы	4		
		42	23.ДП.01.163.61.00.040	Корпус шестеренного насоса	1		
		43	23.ДП.01.163.61.00.041	Крышка насоса	1		
		44	23.ДП.01.163.61.00.042	Крышка насоса	1		
		45	23.ДП.01.163.61.00.043	Прокладка прижимная	1		
		46	23.ДП.01.163.61.00.044	Кольцо защитное	1		
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	23.ДП.01.163.61.00.000		Лист
							2
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

Копировал

Формат А4

Рисунок А.2 – Спецификация на насос агрегатный

