

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 отвала бульдозера для гусеничного трактора

Обучающийся

В.О. Шитухин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент А.С. Тизиров

(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)

Тольятти 2023

Аннотация

Дипломный проект выполнен на тему: «Модернизация отвала бульдозера для гусеничного трактора».

Цель работы – модернизация отвала бульдозера для гусеничного трактора.

Пояснительная записка включает в себя введение, шесть разделов, заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложения, всего 90 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 рассмотрены тенденции и перспективы развития рабочих органов бульдозера, выполнена общая классификация рабочих органов.

Во втором разделе выполнено построение тягово-энергетической характеристики базовой машины трактора Т-180.

В третьем разделе выполнена модернизация рабочего органа бульдозера, конструкция которого включает в себя отвал и боковые ограничивающие стенки, спроектировано и рассчитано бульдозерное оборудование повышенной накопительной способности.

Модернизированный отвал позволяет выполнять более эффективную разработку грунта.

В четвертом разделе выбрана организационная форма сборки, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки модернизированного отвала бульдозера.

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

В шестом разделе определена экономическая эффективность

Abstract

The title of the graduation project is: «The modernization of the bulldozer blade for a caterpillar tractor».

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

The bulldozer is one of the main machines used in industrial, civil, road construction, because its design is simple, universal, and has a low cost of work.

The key issue of the graduation project is the modernization of the attachment (blade) construction of the «T-180» tractor for more efficient soil development.

The paper addresses the problem of improving the design of the bulldozer blade to enhance its performance.

The aim of the project is to modernize the design of the attachment for the «T-180» tractor.

The graduation project may be divided into several logically connected parts, which are: the review of the trends and prospects for the development of the bulldozer working units; the consideration of the general classification of the bulldozer working units; the theoretical justification of the influence of the cutting angle on the soil digging force with the bulldozer blade; the traction-dynamic calculation of the «T-180» tractor; the determination of the loads on the bulldozer units; the bulldozer productivity calculation; the development and calculation of the attachment with a controlled protruding knife; the calculation of the drive of the control mechanism of the protruding knife; the strength calculation of the element connecting the hydraulic cylinder and the thrust of the working blade; the determination of the organizational form of assembly of the attachment with a controlled protruding knife, its technological process and labor intensity; the analysis of the safety and environmental friendliness of the project; the calculation of the economic efficiency of the project.

Содержание

Введение.....	5
1 Состояние вопроса	7
1.1 Тенденции и перспективы развития рабочих органов бульдозера.....	7
1.2 Общая классификация рабочих органов.....	11
2 Тягово-динамический расчет автомобиля	13
3 Конструкторская часть	24
3.1 Описание бульдозера повышенной накопительной способности Т-180	24
3.2 Основной расчет бульдозера.....	27
4 Технологический раздел.....	50
4.1 Обоснование выбора технологического процесса.....	52
4.2 Проектирование технологического процесса сборки рабочего навесного оборудования для трактора Т-180	55
5 Производственная и экологическая безопасность проекта	58
5.1 Характеристика технологического процесса обслуживания навесного оборудования для трактора Т-180 с конструктивно-технологической и организационно-технической стороны.....	59
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	60
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	62
5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	68
5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса обслуживания навесного оборудования для трактора Т-180	71
6 Экономическая эффективность проекта.....	74
Заключение	83
Список используемой литературы и используемых источников.....	84
Приложение А. Спецификация.....	89

Введение

Машины для земляных работ являются неотъемлемой частью современного хозяйства. Они значительно ускоряют процесс выполнения различных задач и позволяют экономить время и ресурсы. Бульдозеры – один из самых распространенных типов машин для земляных работ. Они хорошо зарекомендовали себя благодаря своей простоте, производительности, универсальности и низкой стоимости.

За последние столетия машины для земляных работ претерпели огромные изменения. Они стали более эффективными, универсальными и легкими в управлении. Современные бульдозеры оснащены мощными двигателями и гидравлическими системами, которые обеспечивают быстрое и точное выполнение задач.

Бульдозеры широко используются в различных отраслях хозяйства: в строительстве дорог, туннелей и зданий, при проведении мелиоративных работ, при работах на горных склонах и многое другое. Они незаменимы при устранении чрезвычайных ситуаций, таких как землетрясения, наводнения и лесные пожары.

Наиболее широкое применение получили бульдозеры общего назначения.

Бульдозеры общего назначения широко используются в различных отраслях, включая строительство, горнодобывающую промышленность, сельское хозяйство и даже в экологических проектах.

В строительстве бульдозеры используются для выравнивания и уплотнения земли, разработки фундаментов под здания и сооружения, дорожного строительства, а также для сноса старых зданий и разрушения ненужных сооружений.

В горнодобывающей промышленности бульдозеры используются для разработки карьеров и угольных шахт, а также для перевозки горной массы.

Они также могут использоваться для очистки грунта от горных пород и упаковки промежуточных слоев в геотермальных проектах.

В сельском хозяйстве бульдозеры могут использоваться для разработки земли под посевы, строительства дорог и орошения, а также для переработки мусора сельхозпроизводства.

Важно отметить, что бульдозеры требуют профессиональных навыков управления. Поэтому, перед тем как приступать к работе, необходимо обучиться управлению данной машиной. Кроме того, необходимо соблюдать правила техники безопасности, чтобы избежать травм и аварий на рабочем месте.

Бульдозеры – это эффективный инструмент для выполнения земляных работ в различных отраслях хозяйства. Они хорошо зарекомендовали себя благодаря своей производительности, универсальности и низкой стоимости. Однако, необходимо помнить о правилах безопасности и профессиональной подготовке для управления данной машиной.

«Развитие конструкций современных бульдозеров предусматривает:

- увеличение мощности базовых машин;
- механизацию и автоматизацию управления базовой машиной и рабочим органом;
- создание машин специального назначения;
- совершенствование формы отвала и режущих ножей;
- применение отвалов с управляемыми режущими ножами и открылками;
- создание различного дополнительного оборудования, расширяющего область применения базовых машин бульдозеров и повышающего производительность при выполнении определенных работ» [1].

Создание рабочих органов принципиально нового типа, основанного на совершенно иных принципах воздействия на среду: взрывов, образование воздушной подушки, вибрация и так далее.

1 Состояние вопроса

«С созданием землеройной техники возникли вопросы об уменьшении удельных затрат труда и энергоемкости которые необходимо затратить на копание ими грунта, т.е. создание такого рабочего органа, работа которого позволила бы повысить производительность машины, повысить эффективность взаимодействия с грунтом и снизить стоимость выполненных работ. Для создания такого рабочего органа необходимо исследовать процесс резания грунта. Решению этих вопросов посвящено много научных трудов как отечественных, так и зарубежных ученых» [5].

1.1 Тенденции и перспективы развития рабочих органов бульдозера

«Бульдозер является одной из основных машин, используемых в промышленном, гражданском, дорожном строительстве, так как его конструкция проста, универсальна и имеет низкую себестоимость выполнения работы» [2].

Ученые и инженеры разрабатывают новые технологии и улучшают рабочие органы, что позволяет повышать эффективность и производительность данных машин. Такое совершенствование позволяет не только экономить время и снижать затраты, но и значительно увеличивает качество работы на различных объектах строительства и эксплуатации земельных участков.

Ведущими странами по производству бульдозеров являются США, Япония и СНГ.

Продукция компаний, занимающихся производством бульдозеров, постоянно совершенствуется и улучшается. Например, компания Caterpillar представила новый бульдозер D6 XE с гибридной системой питания, что позволяет сократить расход топлива на 35%. Компания Komatsu выпустила

бульдозер D475A-5EO с системой GPS, которая позволяет контролировать работу бульдозера и оптимизировать его эффективность.

Также наблюдается тенденция к увеличению мощности и грузоподъемности бульдозеров. Компания Liebherr выпустила бульдозер PR 776 с мощностью двигателя в 768 л.с. и грузоподъемностью в 90 тонн.

«Анализ научно-технической информации России, Украины и зарубежных стран в области бульдозеростроения позволили сделать аналитические выводы о развитии конструкции бульдозера.

Общие тенденции развития конструкции бульдозеров ведется в двух направлениях. Первый связан с совершенствованием конструкции базовых тракторов или тягачей, а второй менее материалоемкий, но такой же эффективный, связан с совершенствованием бульдозерного оборудования.

Наиболее важными способами совершенствование являются:

- расширение типоразмерного ряда в направлении создания малогабаритных и тяжёлых машин;
- повышение удельной мощности при сравнительно небольшом увеличении массы;
- разделение на функциональные элементы и узлы в соответствии с особенностями процессов взаимодействия с грунтом;
- применение устройств, интенсифицирующих копание, транспортирование и разгрузку грунта;
- применение устройств, обеспечивающих оптимизацию параметров в процессе работы в зависимости от выполняемых операций;
- применение новых физических методов разрушения грунтов;
- создание тяжёлых бульдозеров на базе спаренных тракторов;
- расширение номенклатуры бульдозерного оборудования;
- применение более прочных материалов, введение смазки, защитных устройств;

- гидрофикация всех операций (применение гидрофицированного перекоса отвала, применение для управления отвалом гидропривода);
- использование автоматических систем для управления отвалом, систем дистанционного управления бульдозером;
- расширение области применения бульдозера путём использования сменного рабочего оборудования;
- снижение трудоёмкости технического обслуживания.
- улучшение условий труда за счёт снижения трудоёмкости управления машиной, уменьшение шума, вибраций, загазованности, запылённости;
- повышения безопасности работы оператора, благодаря внедрению защиты» [6].

«Можно выделить следующие направлений развития бульдозерного оборудования:

- гидропривод рабочего органа, воздействующий на изменения геометрических параметров и величин лобовой поверхности и ножевой системы;
- рабочий орган (конструкция);
- дополнительное оборудование;
- способы соединения отвалов и бульдозера» [11].

«Общие тенденции развития бульдозерного оборудования представлены на рисунке 1, отражающие развитие не только рабочих органов отвального типа, но и устройств позволяющих изменять положение отвала тем самым, меняя способ копания грунта. Центральная ось этой схемы (позиции 1-3) иллюстрирует общее развитие рабочего органа бульдозера, а боковые ее ответвления показывают частные направления развития позиций основной оси» [11].

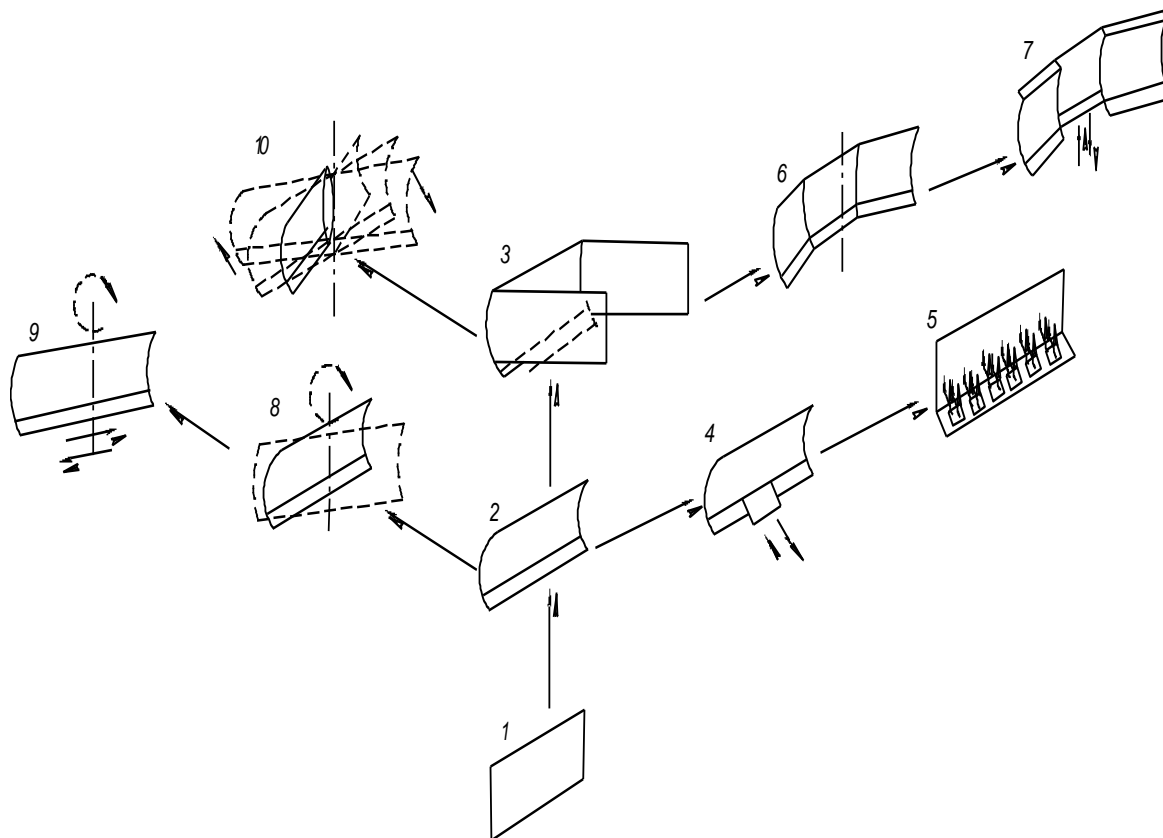


Рисунок 1 – Схема развития рабочих органов землеройных машин

«На 1 позиции представлен элементарный рабочий орган землеройной машин – отвал, имевший плоский вид, позиция 2 – отвал современной формы, то есть с криволинейным профилем рабочей поверхности, созданный с учетом влияния подъема стружки грунта по отвалу на общее сопротивление копанию. Позиция 3 - отвал со щеками, которые способствуют уменьшению потерь грунта из призмы волочения. Данная конструкция послужила прототипом при создании скреперных ковшей.

Развитие лобовых отвалов с боковыми щеками (исходная позиция 3) в одном из ответвлений характеризуется созданием более эффективных совковых отвалов с косо установленными крайними секциями (позиция 6) и их дальнейшим совершенствованием» [3].

1.2 Общая классификация рабочих органов

«Рабочие органы, применяемые на землеройных машинах различных типов для разных видов земляных работ и грунтовых и климатических условий, могут быть систематизированы по следующим основным классификационным признакам:

- назначению (для основных, отделочных или подготовительных работ);
- сложности (элементарные или сложные);
- типу (ножевой, отвальный, ковшовый, шнековый);
- форме режущей части поперечного сечения (прямоугольная, криволинейная);
- числу открытых поверхностей (одна, две и т.д.);
- схеме взаимодействия с грунтом (по числу открытых поверхностей у грунтового массива);
- траектория движения (прямолинейная, криволинейная);
- непрерывности взаимодействия с грунтом (циклическое, непрерывное);
- принципу воздействия на грунт (статическое, ударное, вибрационное, смешанное);
- виду случайного процесса нагружения (случайный стационарный, нестационарный процесс» [4].

«Учет схем взаимодействия рабочих органов с грунтом важен как при анализе работы существующих землеройных машин, так и при создании новых. Одним из характерных примеров эффективного учета схем взаимодействия рабочих органов с грунтом служат исследования, проведенные в научно-производственном объединении «ВНИИЗеммаш», и разработанные на их основе предложения по возможным типам рабочих органов и схемам их взаимодействия с грунтом» [5].

«Общую классификацию случайных процессов изменения нагрузок,

действующих на рабочие органы землеройных машин можно провести по следующим основным классификационным признакам: стационарности – стационарные, нестационарные; эргодичности – эргодические, неэргодические; виду закона распределения мгновенных значений исследуемого параметра; дифференцируемости – дифференцируемые, недифференцируемые.

Классификация подобного рода позволяет использовать основные статистические характеристики и статистические свойства однотипных случайных процессов нагружения для анализа и оценки не только каждого рабочего органа землеройной машины, но и групп рабочих органов, подвергающихся режимам нагружения одного типа» [4].

Целью работы является определение рациональных параметров РО бульдозера и разработка новой конструкции отвала, с ограничивающими элементами.

Данная модернизация позволяет накапливать максимально возможную призму волочения и практически нулировать потери грунта в боковые валики, что приводит к увеличению производительности традиционной техники содержащей боковые ограничивающие элементы.

«Задачи, которые необходимо решить для достижения данной цели:

- просмотреть научные исследования в области модернизации рабочих органов;
- изучение среды взаимодействия;
- произвести анализ существующих конструкций отвалов;
- определения влияния параметров отвала на процесс разработки грунта;
- обоснование принятых параметров отвала;
- определение расположения и крепления гидроцилиндров» [11].

Выводы по разделу.

В разделе рассмотрены тенденции и перспективы развития рабочих органов бульдозера, выполнена общая классификация рабочих органов.

2 Тягово-динамический расчет автомобиля

Выполним построение тягово-энергетической характеристики базовой машины Т-180.

«Тяговый класс 150 кН (15 тс), предназначенный для работы с навесным и прицепным оборудованием на строительных объектах и в дорожном строительстве. На тракторе установлен четырехтактный, дизельный, шестицилиндровый двигатель Д-180 с вертикальным расположением цилиндров, предкамерным смесеобразованием, нераздельной камерой сгорания, жидкостной закрытой системой охлаждения, запуском от пускового двигателя П-23» [19].

Общие сведения приведены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Технические характеристики бульдозера ДЗ-35 [2]

Показатель	Значение
Показатели	ДЗ-35
Базовый трактор	Т-180
Наибольшая высота подъема РО над опорной поверхностью, мм	1250
Наибольшее опускание РО ниже опорной поверхности, мм	300
Высота РО, мм	1230
Ширина захвата РО, мм	3640
Угол въезда, град	25
Угол резания, град.	50
Масса, кг	17900

Таблица 2 – Техническая характеристика трактора Т-180 [2]

Показатель	Значение
Номинальная мощность двигателя, кВт (л.с.)	128,8 (175)
Частота вращения коленчатого вала при номинальной мощности, об/мин	1100
Диаметр цилиндра, мм	145
Ход поршня, мм	205
Рабочий объем цилиндров, л	20,28
Степень сжатия	14
Удельная затрата топлива при номинальной мощности, г/кВт·ч (г/кл.с.-ч)	238 (175)
Емкость топливного бака, л	325
База, мм	3220
Колея, мм	2040
Дорожный просвет, мм	550
Радиус поворота, м	2,04

Продолжение таблицы 2

Показатель	Значение
Ширина трака гусеницы, мм	580
Высота грунтозахватов, мм	75
Удельное давление на грунт, МПа (кгс/м ²):	
– твердый	0,05 (0,48)
– мягкий	0,03 (0,315)
Габаритные размеры, мм	5420 x 2740 x 2825
Конструктивная масса, кг	14950

«Для построения тягово-энергетической характеристики машины выбираем систему координат, в левом квадранте которой строим внешнюю характеристику основных параметров двигателя в функции крутящего момента. Наиболее часто используются следующие зависимости параметров двигателя: $n_e=f(M_e)$, $N_e=f(M_e)$, $G_t=f(M_e)$, $g_e=f(M_e)$ » [19].

«Для расчета и построения характеристик двигателя используются его данные по технической характеристики на номинальном режиме и следующие эмпирические зависимости:

– для дизелей на корректорной ветке характеристики:

Эксплуатационная мощность:

Для примера будем вести расчеты на 1 передаче, для $n_e=900$ об/мин.

$$N_{ex} = N_n \left[a \frac{n_x}{n_n} + b \left(\frac{n_x}{n_n} \right)^2 - c \left(\frac{n_x}{n_n} \right)^3 \right], \quad (1)$$

$$N_e = 128,8 \left[0,87 \frac{900}{1100} + 1,13 \left(\frac{900}{1100} \right)^2 - 1,00 \left(\frac{900}{1100} \right)^3 \right] = 118,6 \text{ кВт.}$$

Удельная затрата топлива:

$$g_{ex} = g_n \left[a_1 - b_1 \frac{n_x}{n_n} + c_1 \left(\frac{n_x}{n_n} \right)^2 \right], \quad (2)$$

$$g_e = 238 \left[1,55 - 1,55 \frac{900}{1100} + 1 \left(\frac{900}{1100} \right)^2 \right] = 257,5 \text{ г/кВт} \cdot \text{ч.}$$

– для дизелей на регуляторной ветке характеристики:

Для примера будем вести расчеты на 1 передаче, для 1175 об/мин» [11].

Эксплуатационная мощность:

$$N_{ex} = 10N_n \left(1,1 - \frac{n_x}{n_n} \right), \quad (3)$$

$$N_e = 10 \cdot 128,8 \left(1,1 - \frac{1175}{1100} \right) = 41 \text{ кВт.}$$

«Часовой расход топлива:

$$G_{ex} = 10(G_{mn} - G_{mxx}) \left(1,1 - \frac{n_x}{n_n} \right), \quad (4)$$

где N_n , n_n – соответственно мощность и частота вращения вала двигателя на номинальном режиме;

g_{en} – удельный эффективный расход топлива на номинальном режиме;

N_{max} , n_N – максимальная мощность двигателя и частота вращения, которое отвечает максимальной мощности;

g_{eN} – удельный расход топлива на режиме максимальной мощности;

n_x – расчетные частоты вращения двигателя;

a , b , c , a_I , b_I , c_I – коэффициенты аппроксимации, принимаются равными: $a=0,87$, $b=1,13$, $c=1,00$, $a_I=1,55$, $b_I=1,55$, $c_I=1,00$.

G_{mn} , G_{mxx} – часовой расход топлива на номинале и холостом ходу» [19].

$$G_{ex} = 10(30,65 - 6,7) \left(1,1 - \frac{1175}{1100} \right) + 6,7 = 14,32 \text{ кг/ч.}$$

Часовой расход топлива определяется по формуле:

$$G_t = g_e \cdot N_e \cdot 10^{-3}, \quad (5)$$

$$G_t = 257,5 \cdot 118,6 \cdot 10^{-3} = 26,84 \text{ кг/ч.}$$

Крутящий момент двигателя:

$$M_e = 9554 \frac{N_e}{n_e}, \quad (6)$$

$$M_e = 9554 \frac{900}{1100} = 1259 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

«Часовой расход топлива на режиме максимального холостого хода находим по графикам зависимости часового расхода топлива двигателя на максимальном холостом ходу от номинальной мощности двигателя» [19].

Регуляторную характеристику двигателей строим учитывая наклон регуляторной ветки. Согласно техническим условиям на двигатели наклон регуляторной ветки находится в пределах от 6 до 10%; поэтому частоту вращения, которая отвечает максимальному холостому ходу n_{xx} определяем из условия:

$$n_{xx} = 1,1 \cdot n_n, \quad (7)$$

$$n_{xx} = 1100 \cdot 1,1 = 1200 \text{ об/мин.}$$

Для режима работы двигателя на максимальном холостом ходу $N_H=0$;
 $M_e=0$.

«Для дизельных двигателей по данным зависимостями проводим расчеты на корректорной ветке характеристики в интервале частот вращения от n_n через каждые 100...300 об/мин. к частотам на 200..300 об/мин. меньше частоты вращения, еще отвечает максимальному крутящему моменту.

По регуляторной характеристике для частот вращения от n_n до n_{xx} через каждые 10...20 об/мин определяем аналогично все параметры, которые заносим в таблицу 4.

Выполним расчет и построение тяговой характеристики машины для заданных условий эксплуатации» [19].

Для всех скоростных режимов работы на каждой передаче расчетного ряда последовательно рассчитываем:

«Движущую силу:

$$P_k = \frac{M_e \cdot i_{mp} \cdot \eta_{mp}}{r_k}, \quad (8)$$

где M_e – крутящий момент двигателя для данного скоростного режима, Н/м;

i_{mp} – общее передаточное число трансмиссии на заданной передаче,

η_{mp} – КПД трансмиссии;

r_k – радиус качения колеса, или звездочки, м» [19].

$$P_k = \frac{1259 \cdot 68,79 \cdot 0,95}{0,61} = 135 \text{ кН.}$$

Теоретическая скорость движения:

$$V_m = \frac{0,377 \cdot r_k \cdot n_d}{i_{mp}}, \quad (9)$$

$$V_m = \frac{0,377 \cdot 0,61 \cdot 900}{68,79} = 3,01 \text{ км/ч.}$$

«Для определения действительной скорости строим кривую буксования в зависимости от тягового усилия по относительной силе тяги p , которая определяется по формуле:

$$p = \frac{P_{кр}}{\phi \cdot \lambda \cdot G}, \quad (10)$$

где ϕ – коэффициент сцепления, принимается равным 0,9;

$\lambda = 1$ – коэффициент нагрузки ведущих частей;

$P_{кр}$ – усилие на крюке машины;

G – вес машины, принимается равным 176 кН» [19].

$$p = \frac{(135 - 17,6)}{0,9 \cdot 1 \cdot 176} = 0,74.$$

Полученные результаты сводим в таблицу 3.

Таблица 3 – Коэффициент буксования

$P_{кр}, H$	p	δ
0	0,000	0,000
25000	0,100	0,001
50000	0,300	0,080
75000	0,370	0,012
100000	0,530	0,023
125000	0,670	0,039

Тогда действительную скорость машины определим по зависимости:

$$V_{\delta} = (1 - \delta) \cdot V_m, \quad (11)$$

$$V_{\delta} = (1 - 0,075) \cdot 3,01 = 2,78 \text{ км/ч.}$$

Тяговая мощность:

$$N_m = \frac{V_o \cdot P_k}{3600}, \quad (12)$$

$$N_m = \frac{2,78 \cdot 135}{3600} = 104 \text{ кВт.}$$

Удельная затрата топлива:

$$g_e = \frac{G_t \cdot 1000}{N_m}, \quad (13)$$

$$g_e = \frac{26,84 \cdot 1000}{104} = 257,5 \text{ г/кВт} \cdot \text{ч.}$$

Тяговый КПД:

$$\eta = \frac{N_m}{N}, \quad (14)$$

$$\eta = \frac{104}{128,8} = 0,81.$$

Расчеты заносим в таблицу 4.

Выполним построение тяговой характеристики.

«Тягово-энергетическая характеристика позволяет рассчитать оптимальные режимы работы самоходных машин и агрегатов и определить взаимосвязь между тягово-скоростными возможностями, показателями двигателя, сопротивлением рабочих органов, топливной экономичностью и производительностью машины.

С помощью этих характеристик можно также провести оценку на разных передачах таких показателей как максимальная тяговая мощность, оптимальная рабочая скорость, сила тяги при максимальной тяговой мощности, максимальная сила тяги на низшей передаче, скорость холостого хода, перепад между скоростями поступательного движения при

максимальной тяговой мощности, буксование, способность машины одолевать кратковременные перегрузки без перехода на низшую передачу, характер изменения максимальных значений тяговой мощности и другие» [19].

Таблица 4 – Данные расчета для построения тяговой диаграммы

n , об/мин	M_e , Н·м	N_e , кВт	G_m , кг/ч	P_k , Н	V_m , м/с	V_d , м/с	N_m , кВт	g_m , з/кВт·ч	$\eta_{мяг}$
1 передача						$i_{mp} =$		68,79	
1200	0,00	0,00	6,70	0	4,01	4,01	0,00	52,00	0,00
1175	333,23	40,98	14,32	35699	3,93	3,91	38,82	368,94	0,30
1125	845,23	99,53	25,21	90551	3,76	3,70	92,99	271,10	0,72
1100	1118,69	128,80	30,65	119847	3,68	3,54	118,02	259,75	0,92
900	1258,66	118,57	26,84	134843	3,01	2,78	104,25	257,50	0,81
700	1324,67	97,06	22,37	141915	2,34	2,11	83,03	269,48	0,64
2 передача						$i_{mp} =$		59,2	
1200	0,00	0,00	6,70	0	4,66	4,66	0,00	52,00	0,00
1175	333,23	40,98	14,32	30722	4,56	4,55	38,86	368,59	0,30
1125	845,23	99,53	25,21	77927	4,37	4,32	93,46	269,73	0,73
1100	1118,69	128,80	30,65	103139	4,27	4,17	119,61	256,29	0,93
900	1258,66	118,57	26,84	116044	3,50	3,39	109,43	245,30	0,85
700	1324,67	97,06	22,37	122130	2,72	2,62	88,75	252,11	0,69
3 передача						$i_{mp} =$		51,18	
1200	0,00	0,00	6,70	0	5,39	5,39	0,00	52,00	0,00
1175	333,23	40,98	14,32	26560	5,28	5,27	38,89	368,30	0,30
1125	845,23	99,53	25,21	67370	5,06	5,00	93,65	269,19	0,73
1100	1118,69	128,80	30,65	89167	4,94	4,86	120,46	254,47	0,94
900	1258,66	118,57	26,84	100324	4,04	3,96	110,22	243,55	0,86
700	1324,67	97,06	22,37	105585	3,15	3,07	90,04	248,50	0,70

«Тягово-энергетическую характеристику машины строим на основе тяговой характеристики, используя два нижних квадранта.

В нижнем правом квадранте строим характеристику рабочей среды при постоянном значении удельного сопротивления на рабочем органе от силы тяги машины.

Для этого вниз по оси ординат наносим шкалу значений параметра, а осью абсцисс служит шкала значений P_k , из тяговой характеристики. При фиксированных значениях удельного сопротивления зависимость имеет

линейный вид, который имеет начало линий в точке сечения осей координат, поэтому дополнительно определим значение параметра при одном значении P_k , и нанесем найденные значения на график, соединив полученные точки с началом координат. Построение лучевой номограммы выполняем, задаваясь разными значениями удельного сопротивления K с таким расчетом, чтобы охватить все возможные условия работы машины.

В левом нижнем квадранте системы координат строим номограмму для определения технической производительности машины при разных рабочих скоростях. Для построения этой номограммы используем по оси ординат шкалу параметра для правого нижнего квадранта, а по оси абсцисс - наносим шкалу производительности влево от начала координат» [19].

«Для построения используем зависимость:

$$P_m = F \cdot V_p, \quad (15)$$

где V_p – рабочая скорость» [19].

«Задаваясь разными значениями рабочей скорости из возможного диапазона строим номограмму аналогично предыдущий. Она представляет собой пучок прямых, которые выходят с начала координат.

В том же квадранте вниз по оси ординат наносим шкалу удельной затраты топлива:

$$g_{II} = \frac{G_m}{P_m}. \quad (16)$$

В координатах P_m, g_{II} строим кривые теоретической потери топлива на единицу производительности машины в зависимости от часовой затраты топлива G_m » [19].

На рисунке 2 представлена тягово-динамическая характеристика базовой машины Т-180.

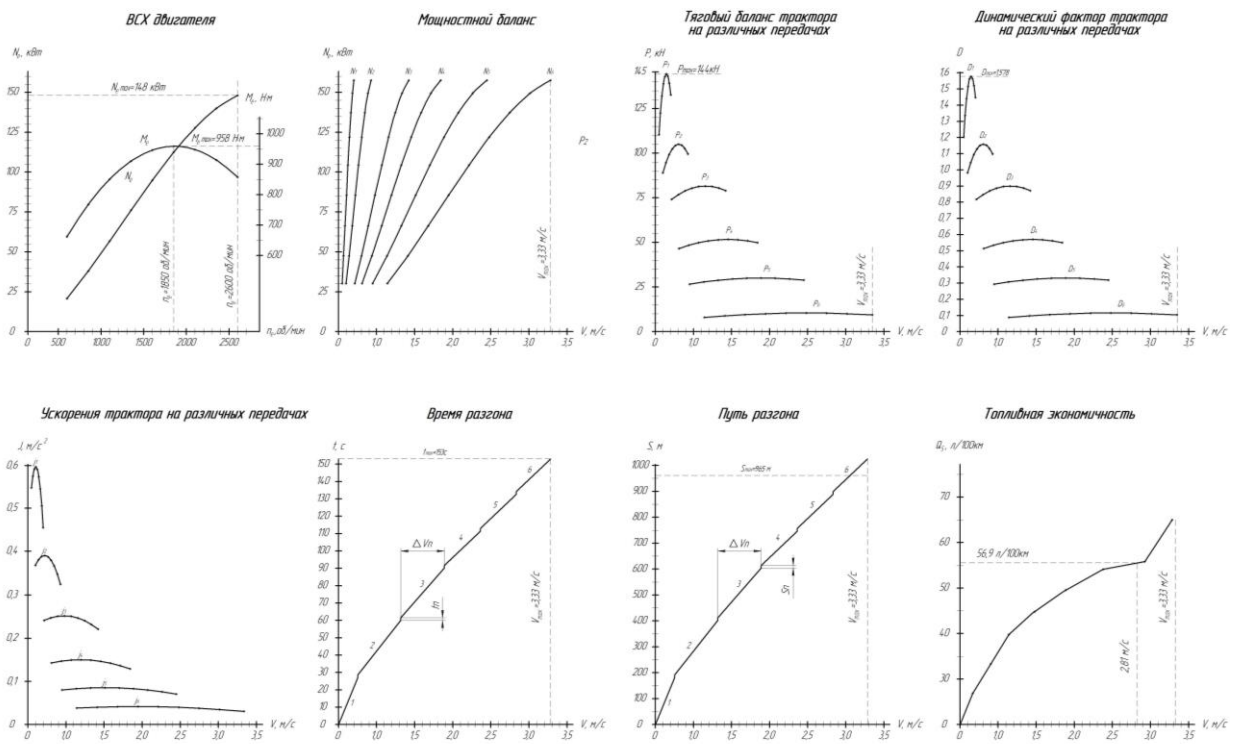


Рисунок 2 – Тягово-динамическая характеристика базовой машины Т-180

«Для определения эксплуатационной производительности, которая определяется зависимостью:

$$P_e = P_m \cdot K_e, \quad (17)$$

где K_e – коэффициент использования машины по времени, необходимо построить дополнительную номограмму в левом нижнем квадранте по такому же способу» [19].

«Задаваясь определенным значением технической производительности P_m , откладываем данную точку на шкале P_m .

Задаемся наименьшим возможным значением коэффициента использования машины по времени K_e , для данной машины и находим для заданной технической производительности эксплуатационную производительность при заданном наименьшем значении K_e . Полученное значение эксплуатационной производительности откладываем на шкале производительности и через эту точку проводим вниз прямую

перпендикулярную к оси абсцисс. На этой прямой откладываем произвольный отрезок, а тогда полученную точку соединяем прямой с точкой, которая отвечает технической производительности на оси абсцисс. Полученный отрезок разбиваем равномерной шкалой от $K_g=1$ до 0,7, что отвечает минимальным выбранным значениям. После этого соединяем точки шкалы с новым началом координат и, в конце концов, через разделители шкалы производительности проводим прямые параллельные наклонному отрезку» [19].

Выводы по разделу.

В разделе выполнен тягово-динамический расчёт трактора Т-180, определены нагрузки на оборудование бульдозера, проведен расчет производительности бульдозера.

3 Конструкторская часть

3.1 Описание бульдозера повышенной накопительной способности Т-180

Бульдозерное оборудование навешивается на тягач (Т-180) как комплект спаренного оборудования, в состав которого входит: отвал, боковые стенки, брусья, гидроцилиндры управления (рисунок 3).

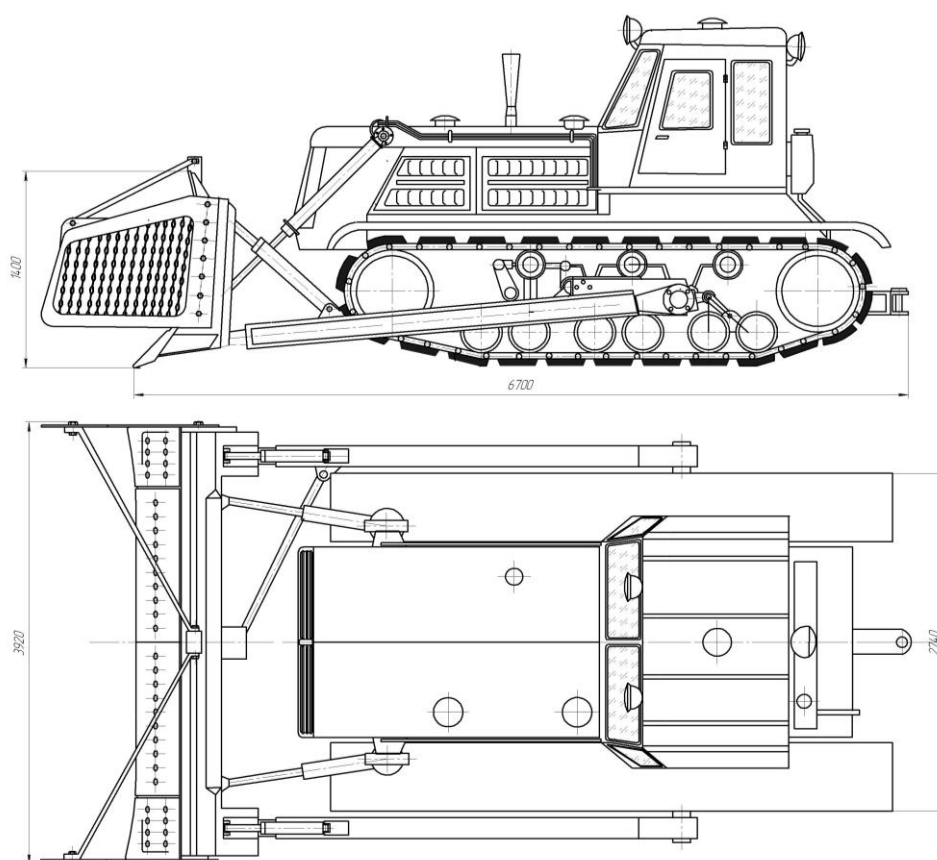


Рисунок 3 – Бульдозер повышенной накопительной способности

Определение тягового усилия бульдозера и параметров модернизированного отвала.

«Главный параметр бульдозера – номинальное тяговое усилие, под которым понимают усилие, развиваемое базовым трактором на плотном грунте с учетом догрузки от веса навесного оборудования при коэффициенте

буксования не выше 7% для гусеничных машин на низшей рабочей скорости определяется зависимостью:

$$T_{нб} = G_{б} \cdot \varphi_{опт}, \quad (18)$$

где $\varphi_{опт}$ – оптимальный коэффициент использования веса базовой машины с оборудованием по сцеплению, соответствующий допустимому буксованию движителей. Коэффициент $\varphi_{опт}$ для гусеничных промышленных тракторов – 0,90;
 $G_{б}$ – сцепной вес бульдозера в рабочем состоянии» [8].

$$T_{нб} = 209,9 \cdot 0,9 = 189 \text{ кН.}$$

«Для гусеничных тракторов:

$$G_{б} = (1,17...1,22) \cdot G_{бм}, \quad (19)$$

где $G_{бм}$ – вес базовой машины, принимается равным 17,85 т» [8].

$$G_{б} = 1,2 \cdot 17,85 \cdot 9,8 = 209,9 \text{ кН.}$$

«Длину неповоротного отвала L выбираем из расчета перекрытия габарита базовой машины по ширине или наиболее выступающих в стороны элементов толкающей рамы не менее 50 мм с каждой стороны» [9].

Принимается равной 3920 мм.

Высоту отвала определяем в зависимости от номинального тягового усилия бульдозера при скорости, подходящей для бульдозерных работ, параметров отвальной поверхности и грунтовых условий.

$$H \approx 500 \sqrt{0,1T_{нб} - 0,1T_{нб}}, \quad (20)$$

$$H \approx 500\sqrt[3]{0,1 \cdot 189} - 0,5 \cdot 189 = 1400 \text{ мм.}$$

Учитывая рассчитанную высоту и обеспечения хорошего обзора из кабины трактора примем высоту отвала от бокового ножа до козырька H_1 равной 1400 мм.

Профиль отвала

«Отвалы бульдозера оснащаются козырьком, высота которого составляет $(0,1 \dots 0,25)H$. Козырек при основном положении отвала устанавливается вертикально. Общая высота отвала с козырьком должна быть такой, чтобы в транспортном положении обеспечивались видимость пространства перед бульдозером и требуемый угол въезда» [10].

Высоту козырька отвала принимаем равной 0,2 м.

Параметры профиля отвала задаются углами резания α , опрокидывания β .

Экспериментально доказана целесообразность создания отвалов с постоянным радиусом кривизны, который выбирается в диапазоне:

$$R = (0,8 \dots 0,9) \cdot H, \tag{21}$$

$$R = 0,85 \cdot 1500 = 1190 \text{ мм} \approx 1200 \text{ мм.}$$

Параметры модернизированного отвала:

Ширина отвала, мм.....	3920.
Наибольшая высота, мм.....	1400.
Радиус кривизны лобовой поверхности, мм.....	1200.
Угол установки в плане отвала, град.....	75.
Угол резания, град.....	55.
Масса отвала, т.....	2.

Модернизированная конструкция отвала представлена на рисунке 4.

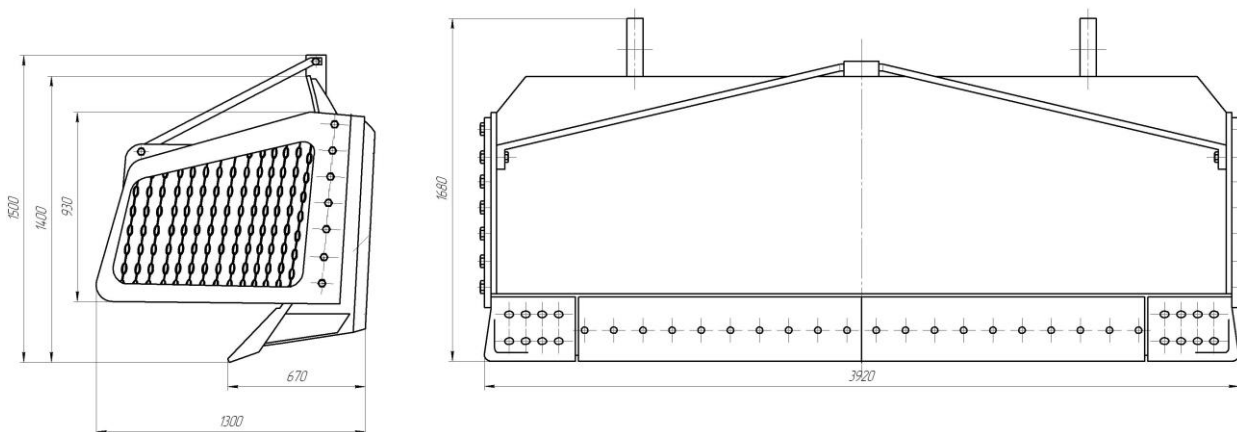


Рисунок 4 – Модернизированная конструкция отвала

3.2 Основной расчет бульдозера

«Перед началом расчета оговорим следующее условие: так как углы резания и величины ножевой системы различны, но эффективность от их применения выше, чем при традиционной ножевой системе тогда расчет будем производить, ссылаясь на традиционные параметры ножевой системы, чтоб задать определенный запас модернизированной конструкции» [19].

«Тяговый расчет бульдозера позволяет оценить возможности тягача при транспортировании грунта с подрезанием стружки, определить подъем, который может преодолеть машина с максимальной призмой волочения.

Условие движения бульдозера без буксования:

$$T_{нб} \geq T_T \geq \sum P, \quad (22)$$

где $T_{нб}$ – сила тяги по сцеплению, кН;

T_T – тяговое усилие, развиваемое трактором, кН;

$\sum P$ – сумма сопротивлений передвижению, кН.

$$T_T = 3,6 \cdot N \cdot \eta / V \quad (23)$$

где N – эффективная мощность двигателя, принимается равной 128,8 кВт;

η – КПД машины, принимается равным 0,8;

V – скорость машины на первой или второй передачах, принимается равной 2,86 км/ч» [19].

$$T_r = 3,6 \cdot 130 \cdot 0,8 / 2,86 = 131 \text{ кН.}$$

«Сумма сопротивлений, возникающих в случае лобового резания и транспортирования грунта отвалом бульдозера:

$$\sum P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4, \quad (24)$$

где P_1 – сопротивление движению бульдозера, кН;

P_2 – сопротивление грунта резанию, кН;

P_3 – сопротивление волочению призмы грунта впереди отвала, кН;

P_4 – сопротивление трению грунта по отвалу, кН.

$$P_1 = G_6 (f \cos \psi \pm \sin \psi), \quad (25)$$

где f – коэффициент сопротивления движению трактора по грунту для гусеничного движителя 0,1...0,12;

ψ – расчетный угол подъема 15°...20°. (Знак "+" принимается при работе на подъем.)

$$P_1 = 209,9(0,1 \cdot \cos 15^\circ + \sin 15^\circ) = 27 \text{ кН.}$$

$$P_2 = L \cdot h \cdot k_p, \quad (26)$$

где L – длина отвала, принимается равной 3,92 м;

h – глубина резания, принимается равной в диапазоне от 0,1 до 0,4 м;

k_p – удельное сопротивление грунта резанию, кПа» [19].

$$P_2 = 3,92 \cdot 0,1 \cdot 70 = 73 \text{ кН.}$$

«Для I группы грунтов (гравий) $k_p = 70$;

$$P_3 = 0,5LH^2 \cdot \rho \cdot g \cdot \mu_1, \quad (27)$$

где H – высота отвала, м;

ρ – плотность грунта, т/м³, для гравия принимается равным 1,5;

μ_1 – коэффициент трения грунта по грунту принимается равным 0,8.

$$P_3 = 0,5 \cdot 3,92 \cdot 0,96^2 \cdot 1,5 \cdot 9,8 \cdot 0,8 = 21,2 \text{ кН.}$$

$$P_4 = 0,5LH^2 \rho \cdot g \cdot \mu_2 \cdot \cos^2 \alpha, \quad (28)$$

где α – угол резания, град, принимается равным 50°;

μ_2 – коэффициент трения грунта по стали, принимается равным для гравия 0,4» [19].

$$P_4 = 0,5 \cdot 3,92 \cdot 0,96^2 \cdot 1,5 \cdot 9,8 \cdot 0,4 \cdot \cos^2 50 = 4,2 \text{ кН.}$$

$$\sum P = 73 + 27,44 + 21,2 + 4,2 = 125,8 \text{ кН.}$$

$$189 > 131 > 125,8.$$

Условие движения бульдозера без буксования выполняется.

«Среднее статическое удельное давление для гусеничных базовых машин:

$$q = \frac{G_6}{2 \cdot L \cdot b}, \quad (29)$$

где L – длина опорной поверхности гусениц с учетом полного погружения почвозацепов (рисунок 5), принимается равной 1,915 м;

b – ширина гусениц, принимается равной 0,58 м» [19].

$$q = \frac{16416,66}{2 \cdot 1,915 \cdot 0,58} = 7390 \text{ кН.}$$

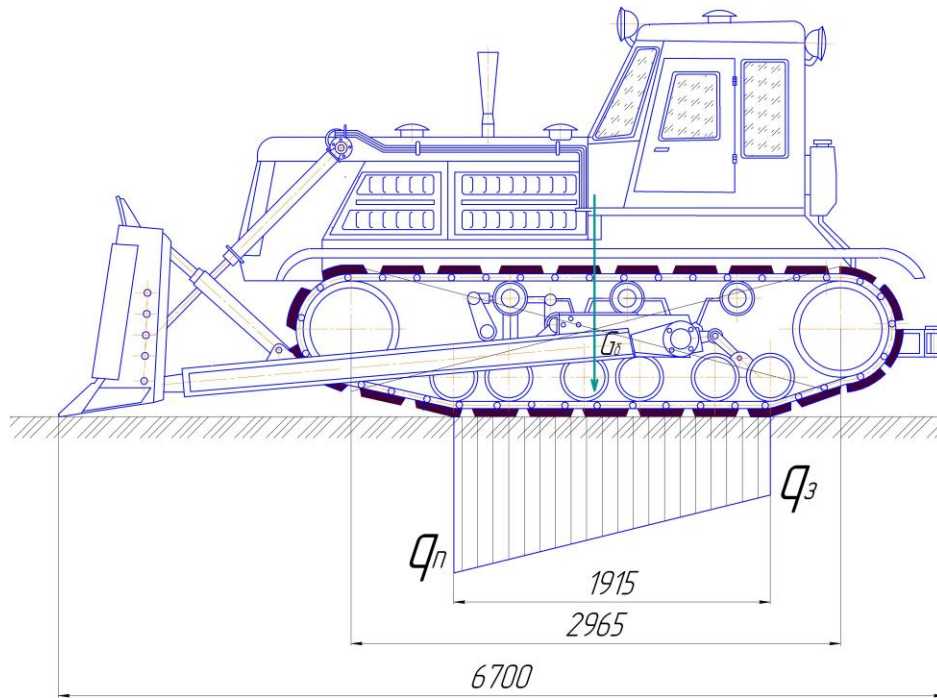


Рисунок 5 – Положение центра давления в случае, когда бульдозер движется по горизонтальной поверхности с максимально возможным объемом призмы волочения при одновременном резании грунта с оптимальной глубиной резания

Положение центра давления, то есть точки приложения равнодействующей всех нормальных реакций грунта на движитель базовой машины (рисунок 6).

«Определяем положение центра давления:

$$X = \frac{G_b \cdot d + R_z \cdot d_1 + R_x \cdot h_R}{N}, \quad (30)$$

где R_z – вертикальная составляющая результирующей силы сопротивления на отвал.

$$R_z = R_x \cdot \operatorname{tg} \nu, \quad (31)$$

R_x – горизонтальная составляющая результирующей силы сопротивления на отвал.

$$R_x = k_T \cdot T_{нб} \quad (32)$$

h_R – высота точки приложения результирующей сил сопротивления на отвале.

$$h_R = 0,17 \cdot H, \quad (33)$$

V – угол наклона результирующей силы сопротивления на отвал при копании плотного грунта., принимается равным 17° ;

d_1 – расстояние действия вертикальную составляющую результирующей силы сопротивления на отвал, принимается равным 4,7 м» [13].

Высота точки приложения результирующей сил сопротивления на отвале:

$$h_R = 0,17 \cdot 1660 = 282,2 \text{ мм.}$$

Горизонтальная составляющая результирующей силы сопротивления на отвал:

$$R_x = 0,3 \cdot 176,93 = 53,08 \text{ кН.}$$

Определяем координату смещения центра давления N от середины опорной поверхности гусениц:

$$x = \frac{L}{6}, \quad (34)$$

$$x = \frac{1915}{6} = 319,17 \text{ мм.}$$

Рассчитываем вертикальную составляющую результирующей силы сопротивления на отвал:

$$R_z = 53,08 \cdot \operatorname{tg}17^\circ = 53,08 \cdot 0,306 = 16,24 \text{ кН.}$$

Определяем значение центра давления от середины опорной поверхности гусениц:

$$N = G_6 + R_z = G_6 \cdot g + R_z,$$

$$N = 16,417 \cdot 9,81 + 16,24 = 177,29 \text{ кН.}$$

Вычисляем центр тяжести бульдозера:

$$X = \frac{G_6 \cdot d + R_z \cdot d_1 + R_x \cdot h_R}{N}, \quad (35)$$

$$X = \frac{16,417 \cdot 0,958 + 16,24 \cdot 4,200 + 53,08 \cdot 0,2822}{177,29} = 0,586 \text{ м.}$$

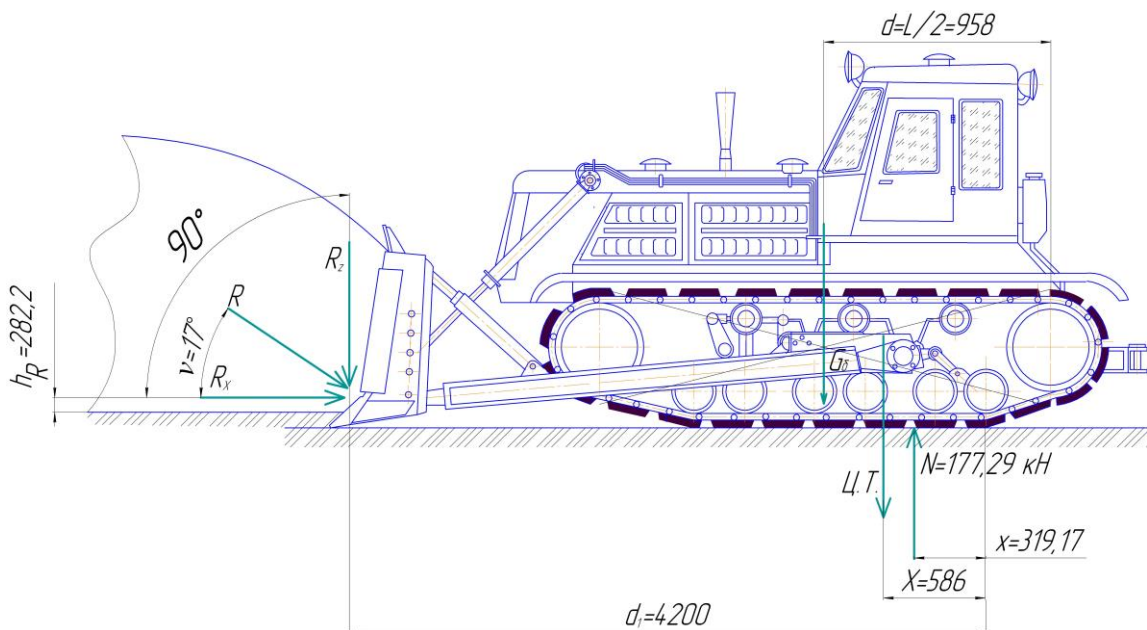


Рисунок 6 – Схема сил действующих на бульдозер, при определении центра давления

«По координате X для гусеничных машин находят смещение центра давления от середины опорной поверхности гусениц, которое для всех

расчетных случаев не должно превышать $1/6$, то есть длины этой поверхности $L/6$ » [19].

Определение удельных усилия на режущей кромке (рисунок 7).

Удельное напорное усилие на режущей кромке:

$$q_H = \frac{T_{нб}}{B}, \quad (36)$$

$$q_H = \frac{T_{нб}}{B} = \frac{176,93}{3,92} = 45,135 \text{ кН/м.}$$

Напорное усилие соответствует III группе грунтов q_H .

Наибольшее возможное вертикальное усилие на режущей кромке ножа отвала из условия опрокидывания базовой машины:

$$P_Z = G_{нб} \frac{l_A}{l + l_C}, \quad (37)$$

$$P_Z = 193,257 \frac{0,586}{1,915 + 2,285} = 26,96 \text{ кН.}$$

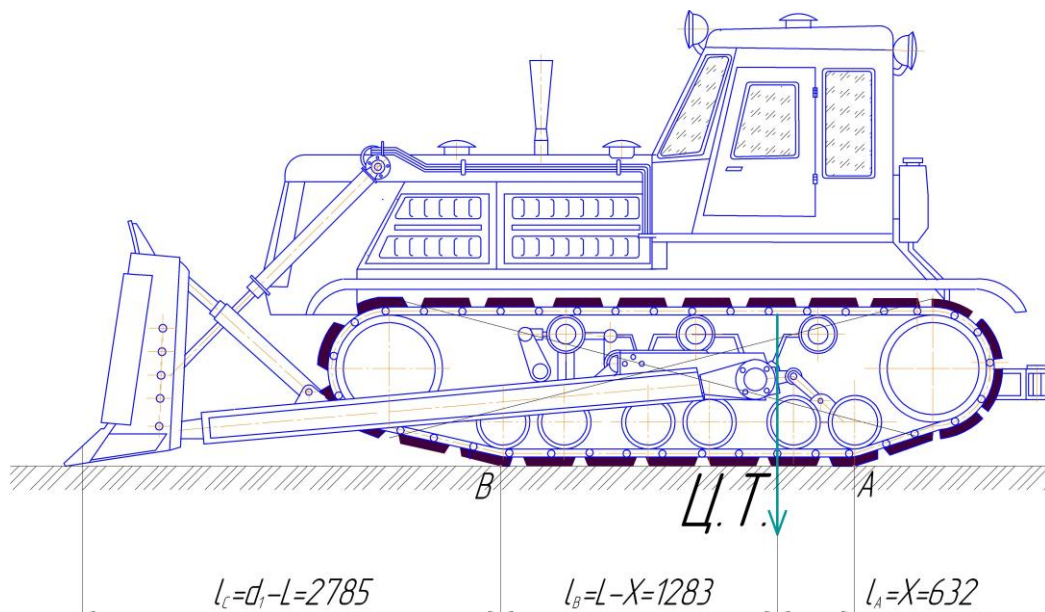


Рисунок 7 – Схема расстояний центра тяжести бульдозера

«Выбор геометрических параметров конструктивной схемы бульдозера и определение центра тяжести бульдозера

Основными геометрическими конструктивными параметрами бульдозера являются:

- расстояние от центра задней звездочки ходового механизма 1100 мм и от опорной поверхности 420 мм до точки закрепления толкающих брусьев на тракторе;
- длина толкающих брусьев 4200 мм;
- координата точки закрепления гидроцилиндров подъема и опускания рабочего органа на тракторе и расстояние между точками закрепления гидроцилиндров и толкающих брусьев» [12].

«Величину опускания отвалов ниже опорной поверхности базовой машины следует выбирать с учетом максимальной глубины копания определяемой по формуле:

$$h_{\max} = \frac{T_{н.б} - G(f \cos \psi \pm \sin \psi)}{\varphi_k \cdot K_p \cdot L}, \quad (38)$$

где φ_k – коэффициент, учитывающий влияние угла резания на удельное сопротивление грунта копанию, принимается равным 1,65;

f – коэффициент сопротивления движению;

ψ – расчетный угол подъема, принимается равным 15° » [15].

$$h_{\max} = \frac{189 - 209,9(0,1 \cos 15^\circ + \sin 15^\circ)}{1,65 \cdot 70 \cdot 3,92} = 0,25 \text{ м.}$$

«Координаты положения места закрепления гидроцилиндров подъема, опускания отвала определяют учитывая угол поворота толкающих брусьев в вертикальной плоскости определяющий ход исполнительного механизма.

При определении координаты положения места закрепления гидроцилиндров графо-аналитическим способом, схематично в масштабе, вычерчивают базовую машину (рисунок 8) и отвал с толкающими брусом принятой длины» [18].

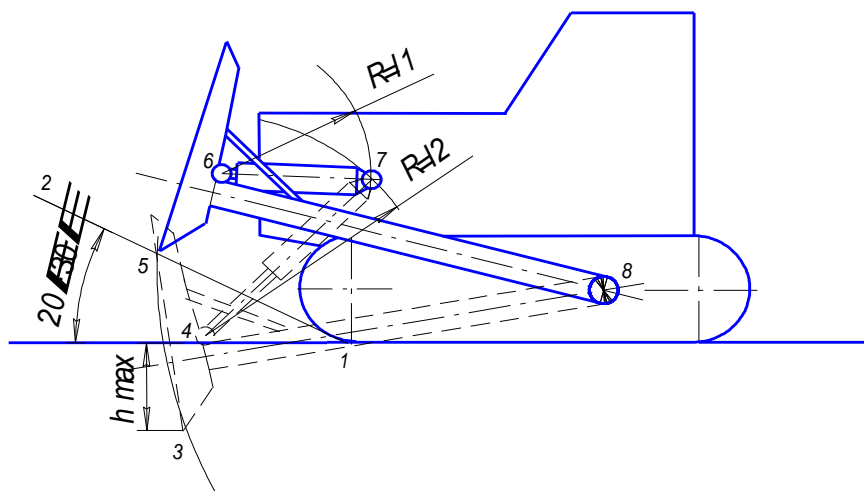


Рисунок 8 – Схема к определению координаты положения места закрепления гидроцилиндров подъема, опускания рабочего органа

«Вначале выполняют вспомогательные построения. Радиусом определяющим расстояние от точки закрепления толкающего бруса на базовой машине 8 до точки режущей кромки отвала 3, 5 проводят вспомогательную дугу 3-5. Затем из точки 1 проводят прямую 1-2. Точки пересечения 3 и 5 определяют верхнее и нижнее положение режущей кромки отвала. Точку 3 можно получить отложив по вертикали максимальную глубину копания h_{\max} .

После определения точек 3 и 5 из точек 4 и 6 проводят дуги радиусом l_1 и l_2 . Точка 7 пересечения дуг определяет координату места закрепления гидроцилиндров подъема, опускания отвала» [17].

Замечания:

- радиус l_2 является длиной гидроцилиндра с выдвинутым штоком с учетом проушин для закрепления, равен 2000 мм;

- радиус l_l является длиной гидроцилиндра с втянутым штоком с учетом проушин для закрепления, равен 1000 мм;
- при максимально опущенном отвале корпус гидроцилиндра не должен касаться ходовых траков, в противном случае следует изменить длину толкающих брусьев;
- предварительные размеры гидроцилиндра выбираются из источников

Ход поршня равен 1000 мм.

После выполнения соответствующих построений определяем ход поршня s_n и расстояние r от точки 7 до точки 8.

«Положение центра тяжести бульдозера a принимаем из конструкторской документации прототипов либо определяем приближенно (рисунок 9), пользуясь известной массой прототипа, полагая, что масса ходовой части составляет 50% от общей массы бульдозера масса двигателя 40%, масса толкающих брусьев 4,5%, масса отвала 4,5%, масса гидроцилиндров подъема и опускания отвала 1%» [11].

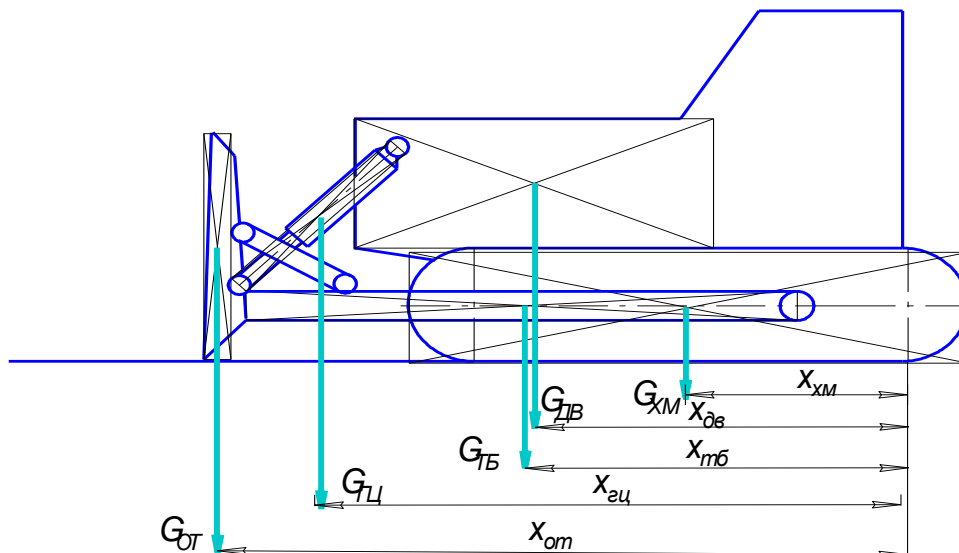


Рисунок 9 – Схема к расчету центра тяжести бульдозера

Значения a определим, воспользовавшись известной формулой из расчетной схемы:

$$a = x_a = \frac{\sum m_i \cdot x_i}{\sum m_i}, \quad (39)$$

$$a = \frac{8,925 \cdot 1694 + 7,14 \cdot 2882 + 0,8 \cdot 2906 + 0,18 \cdot 4095 + 0,8 \cdot 4889}{17,85} = 2390 \text{ мм.}$$

Расчет бульдозера на устойчивость.

«Для расчета устойчивости бульдозера рассмотрим следующее условие: на отвал бульдозера, кроме статических сил, направленных горизонтально, действует еще и вертикальная составляющая, направленная вверх и препятствующая его вертикальному заглублению.

При определенных усилиях, развиваемых гидравлической системой, трактор может опрокинуться вокруг точки A , вывешиваясь на отвале» [10].

«Величина горизонтальной статической силы, развиваемой тягачом, P_C уменьшается:

$$P_C = (G_{\delta} - P_z) \cdot \varphi_{онт} = T_{нб} - P_z \cdot \varphi_{онт}, \quad (40)$$

где P_z – вертикальная составляющая результирующей сил сопротивления на отвал;

$$P_z = T_{нб} \cdot \operatorname{tg} \nu, \quad (41)$$

где ν – угол наклона результирующей, при копании плотного грунта вниз равен 17° , а при копании рыхлого грунта и перемещении его в траншею равен нулю» [12].

$$P_C = T_{нб} = 189 \text{ кН.}$$

Сила резания может быть определена из условий равновесия системы:

$$\sum M_A = P_c \cdot m - P_z \cdot l_2 + G_p \cdot l_o + G_z \cdot l_1 - 2 \cdot S' \cdot r = 0, \quad (42)$$

$$S' = \frac{P_c \cdot m - P_z \cdot l_2 + G_p \cdot l_o + G_z \cdot l_1}{2 \cdot r}, \quad (43)$$

$$S' = \frac{189 \cdot 420 + 7.84 \cdot 2822 + 22,05 \cdot 2900}{2 \cdot 2100} = 39 \text{ кН.}$$

Определение нагрузок на оборудование бульдозера (рисунок 10).

Величина действующего на отвал бульдозера максимального горизонтального усилия во время движения определяется как сумма тягового усилия по сцеплению и динамического усилия с учетом сопротивления передвижению базовой машины, определяется по формуле:

$$P_c^{\max} = 189 + 5,28 - 73 = 121,28 \text{ кН.}$$

Величина динамического усилия определяется по формуле:

$$P_{\text{дин}} = (0,794) / 1000 = 5,28 \text{ кН.}$$

Величина приведенной жесткости определяется зависимостью:

$$A_{\text{пр}} = \frac{2500 \cdot 318622,5}{2500 + 318622,5} = 2480,5 \text{ кН.}$$

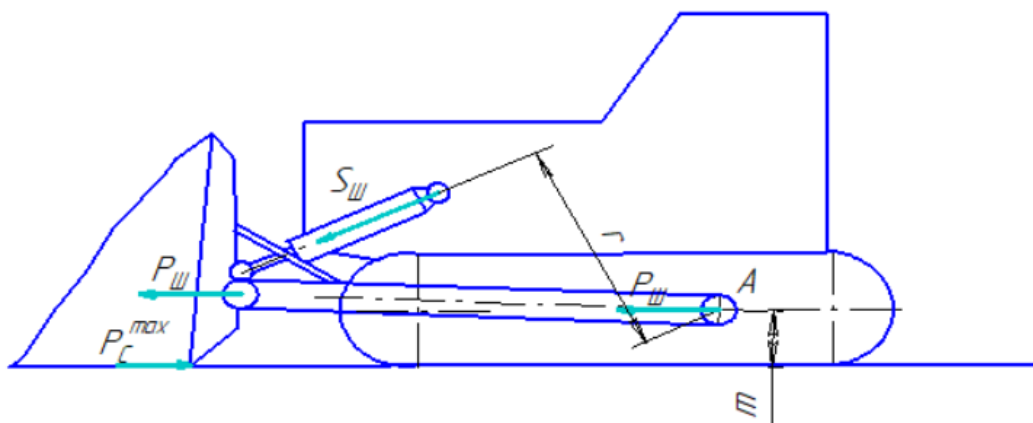


Рисунок 10 – Схема нагрузок в шарнирах рабочего органа

Жесткость препятствия принимается как массив мерзлого грунта 2500 кН/м.

Жесткость металлоконструкции навесного оборудования бульдозера:

$$A_2 \approx 17,85 \cdot 1000 \cdot 17,85 = 318622,5 \text{ кН/м.}$$

«Максимальная нагрузка действующая на крепления шарниров толкающих брусьев:

$$P_{ш} = \frac{T_{нб} + V_{маш} \cdot \sqrt{A_{нр} \cdot 1000 \cdot (M_{б} - M_{о}) / 1000 - P_1}}{2}, \quad (44)$$

где M_o – масса отвала» [19].

$$P_{ш} = \frac{189 + 0,794 \sqrt{2480,5 \cdot 1000(17,85 - 2,85) / 1000 - 73}}{2} = 60,4 \text{ кН.}$$

Из суммы моментов $\sum M_A = 0$ максимальная нагрузка в шарнирах гидроцилиндров:

$$S_{ш} = -\frac{P_c^{\max} \cdot m}{2 \cdot r}, \quad (45)$$

$$S_{ш} = -\frac{121,28 \cdot 540}{2 \cdot 2592} = 12,6 \text{ кН.}$$

Определение номинального давления в гидросистеме.

Номинальное давление в гидросистеме выбирается из нормального ряда согласно ГОСТ 12445-80.

Выбираем номинальное давление в гидросистеме равное 16 Мпа, и проверяем правильность его выбора на гидроцилиндрах, зная, что диаметр гидроцилиндра равен 63 мм, а усилие на штоке равно:

$$R_2' = \frac{\pi d^2}{4} \cdot p_n \cdot 10^6, \quad (46)$$

$$R_2' = \frac{3,14 \cdot 0,063^2}{4} \cdot 16 \cdot 10^6 = 49850,64 \text{ Н.}$$

Так как $R_2' > R_2$ – значит, давление обеспечит работу гидроцилиндров.

Выполним подбор гидроцилиндра (рисунок 11).

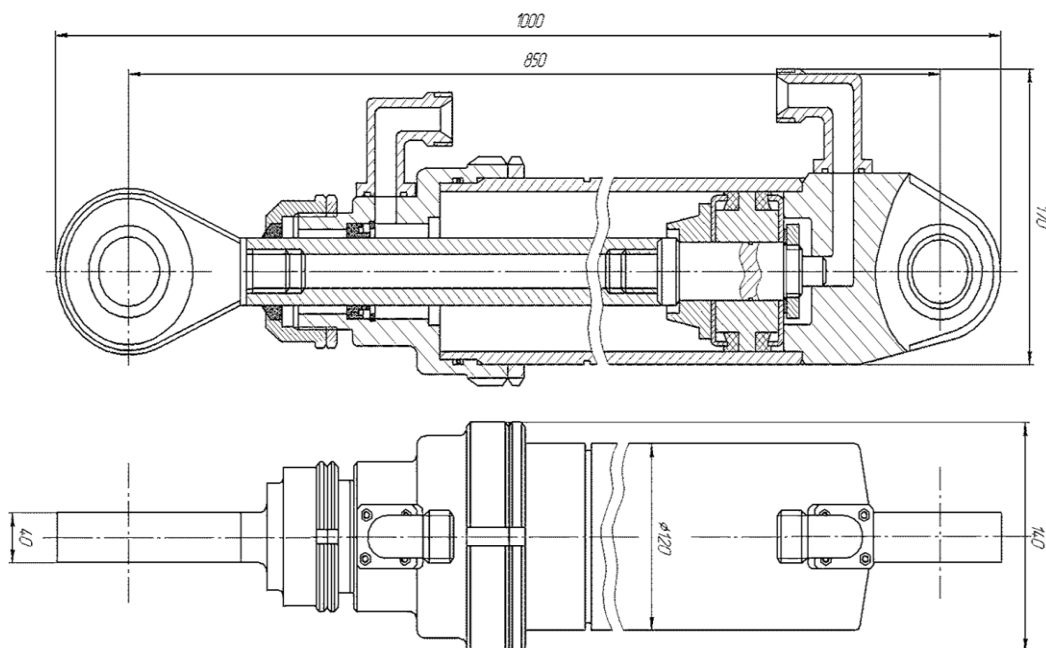


Рисунок 11 – Гидроцилиндр

«Выбор гидроцилиндра с диаметром именно 100 мм и диаметром штока 60 мм обосновывается конструктивными и экономическими соображениями. Это максимальный диаметр стандартного гидроцилиндра с ходом поршня 400 мм» [14].

Выбор рабочей жидкости.

«В зависимости от температурных условий, режима работы гидропривода и номинального рабочего давления выбирается рабочая

жидкость. Номинальной температурой рабочей жидкости при номинальном давлении выше 10 МПа считается температура 50-60°С» [10].

Учитывая, что данный гидропривод предназначен для работы при положительной и отрицательной температуре, выбираем рабочую жидкость ВМГЗ, ее параметры указаны в таблице 5.

Таблица 5 – Параметры рабочей жидкости

Удельный вес при 50°С, кг/м ³	Кинематическая вязкость при 50°С, мм ² /с	Температурный интервал применения, °С
860	10	-40...+65

Расчет параметров гидродвигателей.

Диаметр гидроцилиндра с односторонним штоком определяется в зависимости от схемы его включения и направления действия нагрузки.

При подаче жидкости в поршневую полость диаметр определяется по формуле:

$$D = 2 \sqrt{\frac{R}{\pi \Delta p_{ц} \eta_{гмц}}} \quad (47)$$

«При подаче жидкости в штоковую полость диаметр определяется по формуле:

$$D = 2 \sqrt{\frac{R\varphi}{\pi \Delta p_{ц} \eta_{гмц}}} \quad (48)$$

где R – нагрузка на штоке, Н;

$\Delta p_{ц}$ – перепад давления на гидроцилиндре, Па;

$\eta_{гмц}$ – гидромеханический коэффициент полезного действия гидроцилиндра, принимается равным в диапазоне от 0,93 до 0,97;

φ – отношение площадей поршневой и штоковой полости,

принимается равным 1,25» [15].

Перепад давления на гидроцилиндре предварительно можно принять:

$$\Delta p_u = (0,8...0,9) p_n, \quad (49)$$

$$\Delta p_u = 0,82 \cdot 16 = 13,12 \text{ МПа.}$$

Определяем диаметры гидроцилиндров при подаче рабочей жидкости в поршневую полость:

$$D_1^n = 2 \sqrt{\frac{29,28 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 13,12 \cdot 10^6 \cdot 0,94}} = 0,135 \text{ м,}$$

$$D_2^n = 2 \sqrt{\frac{36,12 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 13,12 \cdot 10^6 \cdot 0,94}} = 0,095 \text{ м.}$$

Определяем диаметр гидроцилиндров при подаче рабочей жидкости в штоковую полость:

$$D_1^u = 2 \sqrt{\frac{23,22 \cdot 10^3 \cdot 1,25}{3,14 \cdot 13,12 \cdot 10^6 \cdot 0,94}} = 0,055 \text{ м.}$$

Полученные значения диаметров гидроцилиндров округляют до стандартного (ближайшего большего) согласно ОСТ 22-1417-79. Принимаем диаметры гидроцилиндров равными: D_1 140 мм; D_2 100 мм.

«Определяем диаметры штоков гидроцилиндров по формуле:

$$d = D \sqrt{\frac{\varphi - 1}{\varphi}} \quad (50)$$

где D – диаметр гидроцилиндра» [15].

$$d_1 = 0,14 \sqrt{\frac{1,25-1}{1,25}} = 0,076 \text{ м},$$

$$d_2 = 0,1 \sqrt{\frac{1,25-1}{1,25}} = 0,068 \text{ м}.$$

Диаметры штоков гидроцилиндров также округляем до стандартных значений. Принимаем диаметры штоков равными: d_1 80 мм; d_2 70 мм.

«Расход рабочей жидкости гидроцилиндрами определяется исходя из необходимых скоростей по формуле:

$$Q_{ц} = 2 \frac{S v_n}{\eta_{оц}}, \quad (51)$$

где S – площадь соответствующей рабочей полости гидроцилиндра, м²;

v_n – скорость перемещения поршня, м/с.

$\eta_{оц}$ – объёмный КПД гидроцилиндра, принимается равным в диапазоне от 0,98 до 0,99» [21].

Площадь поршневой полости гидроцилиндров определяется по формуле:

$$S_{mn} = \frac{\pi D^2}{4}, \quad (52)$$

$$S_{mn}^1 = \frac{3,14 \cdot 0,14^2}{4} = 0,005 \text{ м}^2,$$

$$S_{mn}^2 = \frac{3,14 \cdot 0,1^2}{4} = 0,0031 \text{ м}^2.$$

Площадь штоковой полости гидроцилиндров определяется по формуле:

$$S_{un} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2), \quad (53)$$

$$S_{un}^1 = \frac{3,14}{4} \cdot (0,140^2 - 0,080^2) = 0,004 \text{ м}^2,$$

$$S_{ш.п.}^2 = \frac{3,14}{4} \cdot (0,1^2 - 0,07^2) = 0,0025 \text{ м}^2.$$

Определяем расход рабочей жидкости гидроцилиндрами при подаче в поршневую полость:

$$Q_{ц.1}^n = 2 \cdot \frac{0,005 \cdot 0,2}{0,98} = 0,002 \text{ м}^3 / \text{с},$$

$$Q_{ц.2}^n = 2 \cdot \frac{0,0031 \cdot 0,16}{0,98} = 0,001 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Определяем расход рабочей жидкости гидроцилиндрами при подаче в штоковую полость:

$$Q_{ц.1}^ш = 2 \cdot \frac{0,004 \cdot 0,2}{0,98} = 0,0016 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

$$Q_{ц.2}^ш = 2 \cdot \frac{0,0025 \cdot 0,16}{0,98} = 0,0008 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Потери давления в гидроцилиндре зависят от схемы его включения.

$$\Delta p_{ц} = \frac{R}{S_{ш.п.} \eta_{эмц}}. \quad (54)$$

Потери давления при подаче жидкости в поршневую полость:

$$\Delta p_{ц1} = \frac{R_1^n}{S_{ш.п.}^1 \eta_{эмц}}, \quad (55)$$

$$\Delta p_{ц1} = \frac{29,28 \cdot 10^3}{0,005 \cdot 0,94} = 6,23 \cdot 10^6 \text{ Па},$$

$$\Delta p_{ц2} = \frac{R_2^n}{S_{ш.п.}^2 \eta_{эмц}}, \quad (56)$$

$$\Delta p_{ц2} = \frac{36,12 \cdot 10^3}{0,0031 \cdot 0,94} = 12,4 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

Потери давления при подаче жидкости в штоковую полость:

$$\Delta p_{ш1} = \frac{R_1^{опуск.}}{S_{ш.л}^1 \eta_{зми}}, \quad (57)$$

$$\Delta p_{ш1} = \frac{23,22 \cdot 10^3}{0,004 \cdot 0,94} = 6,17 \cdot 10^6 \text{ Па.}$$

$\Delta p_{ш2} = 0$ так как при работе штоковой полости гидроцилиндров привода среднего ножа усилие на штоки равно нулю.

«Полная мощность гидроцилиндров определяется по формуле:

$$N_u = \frac{Rv_n}{\eta_u}, \quad (58)$$

где η_u – полный КПД гидроцилиндра, что можно принять равным 0,9» [21].

Мощность, развиваемая гидроцилиндрами при подъеме отвала:

$$N_{ш1} = 2 \frac{Rv_1}{\eta_u}, \quad (59)$$

$$N_{ш1} = 2 \cdot \frac{23,22 \cdot 0,2}{0,9} = 10,32 \text{ кВт.}$$

Мощность, развиваемая гидроцилиндрами при внедрении отвала в грунт:

$$N_{ш1.1} = 2 \frac{R_1 v_n}{\eta_u}, \quad (60)$$

$$N_{ш1.1} = 2 \cdot \frac{29,28 \cdot 0,2}{0,9} = 13,01 \text{ кВт.}$$

Результаты расчета параметров гидродвигателей сводим в таблицу 6.

Таблица 6 – Результаты расчета гидродвигателей

Гидро-двигатель	Усилие на штоке R , кН	Скорость поршня V , м/с	Диаметр гидроцилиндра/штока, мм	Расход гидроцилиндра Q , л/с	Перепад давления в гидроцилиндрах Δp , МПа	Полная мощность гидроцилиндров N , кВт
Ц1, Ц2	29,28 23,22	0,2	140/80	0,002 0,0016	6,23 6,17	13,01 10,32

Выбор гидросхемы.

«Определив выше приведенным расчетом гидроцилиндры и зная основные габаритные размеры и массовые характеристики прототипа выберем гидросхему, которая должна содержать следующие приспособления:

- гидроцилиндры управления бульдозерным оборудованием в количестве 2 штук, имеющие следующие характеристики: $D=140$ мм; $D_{ш}=80$ мм, $H_{ш}=1000$ мм то есть $(140-80 \times 1000)$;
- гидроцилиндр перекоса отвала: $100-70 \times 400$;
- остальные приспособления согласно паспортных данных бульдозера» [3].

Примем гидросхему обозначения которой приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Обозначения гидросхемы

Обозначение позиции	Наименование	Количество
Ц1, Ц2	Гидроцилиндр 140-80×1000	2
Н	Насос	1
КО-1, КО-2	Клапан обратный	2
Ф	Фильтр	1
Р1	Распределитель	1
Р2, Р	Распределитель	2
Б	Гидробак	1

Зависимость производительности бульдозера от вида работ.

«Производительность бульдозеров в значительной степени зависит от способа работы. Если бульдозер работает под уклон, то значительно повышается сила тяги, уменьшается сопротивление перемещению грунта,

увеличивается объем грунта, перемещаемого отвалом. При работе на подъем происходят обратные явления. При 10%-ном подъеме производительность, например, уменьшается на 40-50%.

По мере срезания слоя грунта и увеличения призмы волочения возрастает сопротивление перемещению бульдозера. Чтобы полностью использовать силу тяги бульдозера, не рекомендуется врезаться на постоянную глубину (рисунок 12, а), целесообразнее в начале работы заглабливать отвал на большую глубину, чем в конце цикла срезания (рисунок 12, б, в), т. е. толщина стружки должна быть переменной» [6].

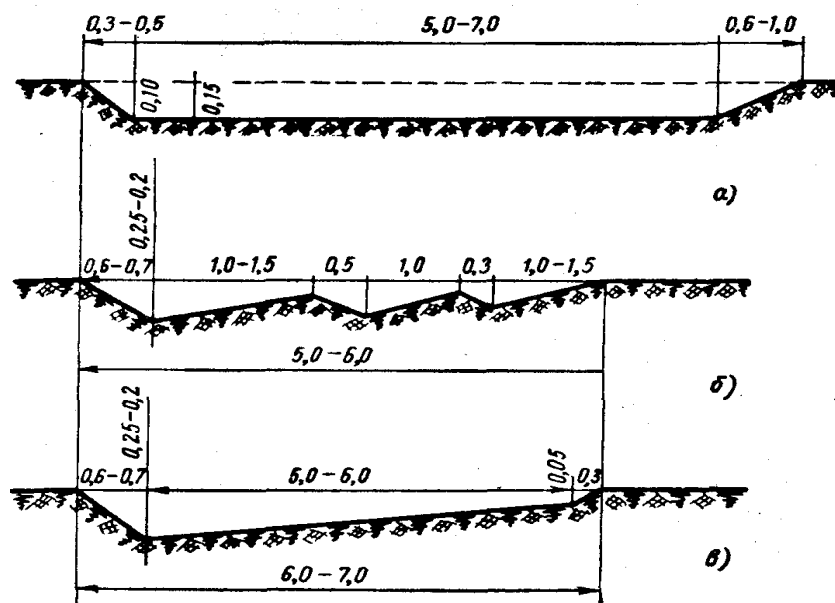


Рисунок 12 – Схема заглабления отвала при снятии стружки

Обычно путь, за который бульдозер набирает грунт впереди отвала, составляет 5-7 м. Заглабление отвала и срезание грунта происходит на первой или второй передачах.

«При резании и перемещении грунта производительность определяется по формуле:

$$П = \frac{3600 \cdot V_{\phi} \cdot k_{\phi} \cdot k_{укл}}{T_{ц}}, \quad (61)$$

где k_g – коэффициент использования бульдозера по времени, принимается равным 0,9;

$k_{укл}$ – коэффициент, учитывающий, работает бульдозер под уклон или на подъем; при уклоне от 0 до 15% $k_{укл}$ меняется от 1 до 2,25; при подъеме от 0 до 15% $k_{укл}$ меняется от 1 до 0,5;

V_ϕ – фактический объем призмы волочения;

$T_{ц}$ – продолжительность цикла.

$$T_{ц} = \frac{l_p}{V_p} + \frac{l_n}{V_n} + \frac{l_o}{V_o} + t_c + t_o + 2t_n, \quad (62)$$

где V_p , V_n и V_o – скорости трактора при резании, перемещении грунта и обратном ходе;

l_p , l_n и l_o – длина пути резания, перемещения грунта и обратного хода бульдозера;

t_c – время на переключение передачи, принимается равным 5 с;

t_o – время на опускание отвала, принимается равным 1,5 с;

t_n – время на поворот трактора, принимается равным 10 с» [22].

$$T_{ц} = \frac{80}{2,86} + \frac{80}{2,86} + \frac{80}{4,62} + 5 + 2 + 2 \cdot 10 \approx 100 \text{ с.}$$

$$V_\phi = \frac{L \cdot H^2}{2 \cdot k_1},$$

$$V_\phi = \frac{3920 \cdot 1500^2}{2 \cdot 1,15} \approx 1,8 \text{ м}^3.$$

$$П = \frac{3600 \cdot 1,8 \cdot 0,85 \cdot 1,5}{100} = 120 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Выводы по разделу.

В разделе рассмотрено описание бульдозера повышенной накопительной способности Т-180, выполнен основной расчет бульдозера.

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. Машины для земляных работ являются неотъемлемой частью современного хозяйства. Они значительно ускоряют процесс выполнения различных задач и позволяют экономить время и ресурсы. Бульдозеры – один из самых распространенных типов машин для земляных работ. Они хорошо зарекомендовали себя благодаря своей простоте, производительности, универсальности и низкой стоимости. За последние столетия машины для земляных работ претерпели огромные изменения. Они стали более эффективными, универсальными и легкими в управлении. Современные бульдозеры оснащены мощными двигателями и гидравлическими системами, которые обеспечивают быстрое и точное выполнение задач.

Бульдозеры широко используются в различных отраслях хозяйства: в строительстве дорог, туннелей и зданий, при проведении мелиоративных работ, при работах на горных склонах и многое другое. Они незаменимы при устранении чрезвычайных ситуаций, таких как землетрясения, наводнения и лесные пожары. Наиболее широкое применение получили бульдозеры общего назначения. Бульдозеры общего назначения широко используются в различных отраслях, включая строительство, горнодобывающую промышленность, сельское хозяйство и даже в экологических проектах.

В строительстве бульдозеры используются для выравнивания и уплотнения земли, разработки фундаментов под здания и сооружения, дорожного строительства, а также для сноса старых зданий и разрушения ненужных сооружений. В горнодобывающей промышленности бульдозеры используются для разработки карьеров и угольных шахт, а также для перевозки горной массы. Они также могут использоваться для очистки грунта от горных пород и упаковки промежуточных слоев в геотермальных проектах. В сельском хозяйстве бульдозеры могут использоваться для разработки земли под посевы, строительства дорог и орошения, а также для переработки мусора сельхозпроизводства.

Важно отметить, что бульдозеры требуют профессиональных навыков управления. Поэтому, перед тем как приступать к работе, необходимо обучиться управлению данной машиной. Кроме того, необходимо соблюдать правила техники безопасности, чтобы избежать травм и аварий на рабочем месте.

Бульдозеры – это эффективный инструмент для выполнения земляных работ в различных отраслях хозяйства. Они хорошо зарекомендовали себя благодаря своей производительности, универсальности и низкой стоимости. Однако необходимо помнить о правилах безопасности и профессиональной подготовке для управления данной машиной.

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.

«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» [23].

«Рассчитаем такт выпуска по формуле:

$$T_{д} = \frac{F_{д} \cdot 60 \cdot m}{N}, \quad (63)$$

где $F_{д}$ – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену, принимается равным 2070 ч. для стационарной сборки на необорудованном оборудовании;
 m – количество смен, принимается равным 1;
 N – годовой объем выпуска, принимается равным 120 шт» [24].

$$T_{д} = \frac{2070 \cdot 60 \cdot 1}{80} = 1552,5 \text{ ч.}$$

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 рабочего навесного оборудования для трактора Т-180 представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень сборочных работ

Содержание основного и вспомогательного перехода	Время на выполнение операции, мин.
Подборка отвала	
Взять лобовой лист при помощи грузоподъемного оборудования	5
Осмотреть лобовой лист на наличие повреждений и дефектов	2
Взять боковой нож (2 шт.)	4
Осмотреть боковой нож на наличие повреждений и дефектов	2
Взять средний нож (2 шт.)	4
Осмотреть боковой нож на наличие повреждений и дефектов	2
Взять болт М18×70 ГОСТ 7811-70 (24 шт.), шайбу 18 ГОСТ 11371-78 (24 шт.), гайку М18 ГОСТ 15526-70 (24 шт.)	2
Установить средний и боковые ножи на лобовой лист при помощи болтов М18×70 ГОСТ 7811-70 (24 шт.), шайб 18 ГОСТ 11371-78 (24 шт.), гаек М18 ГОСТ 15526-70 (24 шт.)	24
Взять балку (2шт.) при помощи грузоподъемного оборудования	4
Осмотреть балку на наличие повреждений и дефектов	2
Взять палец (4 шт.), палец (4 шт.)	1
Установить балки на отвал при помощи пальцев	10
Взять гидрораскос (2 шт.) при помощи грузоподъемного оборудования	3
Осмотреть гидрораскос на наличие повреждений и дефектов	2
Взять палец (2 шт.), палец (2 шт.)	1
Установить гидрораскос на балку и отвал при помощи пальцев	4
Взять тягу при помощи грузоподъемного оборудования	2
Осмотреть тягу на наличие повреждений и дефектов	1
Взять серьгу (2 шт.), палец (2 шт.), палец (2 шт.)	1
Установить тягу на балку и отвал при помощи пальцев	5
Взять гидроцилиндр (2 шт.) при помощи грузоподъемного оборудования	4
Осмотреть гидроцилиндр на наличие повреждений и дефектов	2
Взять палец (4 шт.), палец (4 шт.)	1
Установить гидроцилиндр на отвал и раму трактора при помощи пальцев	6
Проверить качество выполненных операций и при необходимости выполнить регулировку	20
Итого:	114

«Рассчитаем общее оперативное время на все виды работ по формуле:

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on1} + t_{on2} + \dots t_{on_n}, \quad (64)$$

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

$$t_{шт}^{общ} = t_{оп}^{общ} + t_{оп}^{общ} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100} \right), \quad (65)$$

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].

$$t_{шт}^{общ} = 114 + 114 \cdot \left(\frac{3+5}{100} \right) = 123,12 \text{ мин.}$$

4.2 Проектирование технологического процесса сборки рабочего навесного оборудования для трактора Т-180

Составим последовательность технологических операций с указанием приспособлений и затрачиваемого на выполнение операций времени заносим в таблицу 9.

Таблица 9 – Технологический процесс сборки рабочего навесного оборудования для трактора Т-180

Номер операции	Наименование операции	Номер позиции	Содержание операции, перехода	Оборудование, инструмент, приспособление	Затрачиваемое время, мин.
005	Сборочная	1	Подборка отвала	Приспособление грузоподъемное, набор головок, рожковые ключи, отвертка, молоток, плоскогубцы, вороток, центровка, электрический гайковерт зубило, сварочный аппарат	45
		2	Взять лобовой лист при помощи грузоподъемного оборудования		
		3	Осмотреть лобовой лист на наличие повреждений и дефектов		
		4	Взять боковой нож (2 шт.)		
		5	Осмотреть боковой нож на наличие повреждений и дефектов		
		6	Взять средний нож (2 шт.)		

Продолжение таблицы 9

Номер операции	Наименование операции	Номер позиции	Содержание операции, перехода	Оборудование, инструмент, приспособление	Затрачиваемое время, мин.
		7	Осмотреть боковой нож на наличие повреждений и дефектов		
		8	Взять болт М18×70 ГОСТ 7811-70 (24 шт.), шайбу 18 ГОСТ 11371-78 (24 шт.), гайку М18 ГОСТ 15526-70 (24 шт.)		
		9	Установить средний и боковые ножи на лобовой лист при помощи болтов М18×70 ГОСТ 7811-70 (24 шт.), шайб 18 ГОСТ 11371-78 (24 шт.), гаек М18 ГОСТ 15526-70 (24 шт.)		
010	Сборочная	1	Взять балку (2шт.) при помощи грузоподъемного оборудования		49
		2	Осмотреть балку на наличие повреждений и дефектов		
		3	Взять палец (4 шт.), палец (4 шт.)		
		4	Установить балки на отвал при помощи пальцев		
		5	Взять гидрораскос (2 шт.) при помощи грузоподъемного оборудования		
		6	Осмотреть гидрораскос на наличие повреждений и дефектов		
		7	Взять палец (2 шт.), палец (2 шт.)		
		8	Установить гидрораскос на балку и отвал при помощи пальцев		
		9	Взять тягу при		

Продолжение таблицы 9

Номер операции	Наименование операции	Номер позиции		Оборудование, инструмент, приспособление	Затрачиваемое время, мин.
			помощи грузоподъемного оборудования		
		10	Осмотреть тягу на наличие повреждений и дефектов		
		11	Взять серьгу (2 шт.), палец (2 шт.), палец (2 шт.)		
		12	Установить тягу на балку и отвал при помощи пальцев		
		13	Взять гидроцилиндр (2 шт.) при помощи грузоподъемного оборудования		
		14	Осмотреть гидроцилиндр на наличие повреждений и дефектов		
		15	Взять палец (4 шт.), палец (4 шт.)		
		16	Установить гидроцилиндр на отвал и раму трактора при помощи пальцев		
015	Регулировочная	1	Проверить качество выполненных операций и при необходимости выполнить регулировку		20

Технологическая схема рабочего навесного оборудования для трактора Т-180 представлена в графической части ВКР.

Выводы по разделу.

В разделе выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, спроектирован технологический процесс сборки рабочего навесного оборудования для трактора Т-180 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 навесного оборудования для трактора Т-180 с конструктивно-технологической и организационно-технической стороны

В целях наиболее полного рассмотрения характеристики технологического процесса обслуживания навесного оборудования для трактора Т-180 с конструктивно-технологической и организационно-технической стороны необходимо составить технологический паспорт (таблица 10).

Таблица 10 – Технологический паспорт технологического процесса обслуживания навесного оборудования для трактора Т-180

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего работу	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Обслуживание навесного оборудования для трактора Т-180	<ul style="list-style-type: none"> - проверить отсутствие посторонних стуков и шумов в конструкции навесного оборудования для трактора Т-180; - проверить состояние оборудования на наличие повреждений; - проверить состояние гидравлической системы привода; - выполнить смазку и регулировку механизмов 	Слесарь по ремонту автомобилей пятого разряда	Рожковые ключи, специальный ключ, плоскогубцы	Перчатки, ветошь, моторное масло ГОСТ 8581-78 М-8-Г2 (зимой), М-10-Г2 (летом); трансмиссионное масло с противозадирными свойствами ТАп-15В, ГОСТ 23652-79; - литол-24 ГОСТ 21150-87

Продолжение таблицы 10

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего работу	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
	навесного оборудования для трактора Т-180.			

Рассмотрев вопрос характеристики технологического процесса, предлагается перейти к идентификации профессиональных рисков.

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 и установки задач.

Для данной конструкции навесного оборудования для трактора Т-180 можно выделить следующие негативные проявления взаимодействия с окружающей средой.

К негативным относятся:

- возможный шум от стального ножа;
- возможное попадание смазочного материала от шарниров и гидроцилиндров в биосферу;
- загрязнение в результате истирания металлического ножа;
- загрязнение в результате коррозии металлических поверхностей.

Таблица 11 содержит результаты идентификации профессиональных рисков в процессе обслуживания навесного оборудования для трактора Т-180.

Таблица 11 – Результаты идентификации профессиональных рисков

Операция	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»	Источник возникновения ОиВПФ
- проверить отсутствие посторонних стуков и шумов в конструкции навесного оборудования для трактора Т-180;	«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях деталей	Элементы конструкции базовой машины

Продолжение таблицы 11

Операция	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»	Источник возникновения ОиВПФ
- проверить состояние оборудования на наличие повреждений; - проверить состояние гидравлической системы привода; - выполнить смазку и регулировку механизмов навесного оборудования для трактора Т-180.	трактора, навесного оборудования	
	Запыленность и загазованность воздуха	Поднимающаяся пыль от инструмента, ног» [10].
	«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования	Элементы конструкции базовой машины
	Возможность поражения электрическим током	Инструмент в зоне проведения технического обслуживания
	Отсутствие или недостаток естественного света	Недостаточное количество окон, световых колодцев в помещении, где производится технологический процесс» [12].
	«Динамические нагрузки. Статические, связанные с рабочей позой	Однообразно повторяющиеся технологические операции. Операции требующие повышенного внимания и точности» [12]
	Напряжение зрительных анализаторов	
Монотонность труда, вызывающая монотонию		

Рассмотрев вопрос идентификации профессиональных рисков, предлагается перейти к рассмотрению методов и средств их снижения.

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» [25].
- 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].

В целях частичного или полного устранения выявленных проблем выбираем методы и средства, которые соответствуют действующим нормативным документам.

Для уменьшения профессиональных рисков приведены мероприятия, которые представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования	Организационно-технические мероприятия: – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем состоянии	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [12].

Продолжение таблицы 12

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях автомобиля»	<p>Выполнение на регулярной основе планово-предупредительного обслуживания.</p> <p>Эксплуатация технологического оборудования в строгом соответствии с инструкцией.</p> <p>Санитарно-гигиенические мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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 	<p>Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [25].</p>
«Повышенный уровень шума»	<p>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</p>	<p>Защитные противошумные наушники, беруши противошумные» [20].</p>
«Возможность поражения электрическим током»	<p>Оформление допуска по электробезопасности, проведение инструктажа по работе с электрическими установками, применение заземляющего устройства</p>	<p>Индивидуальные защитные и экранирующие комплекты для защиты от электрических полей» [12].</p>
«Отсутствие или недостаток естественного света»	<p>Устройство дополнительных световых проемов в стенах, фонарей на крыше здания» [26]</p>	<p>–</p>
«Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой»	<p>Оздоровительно-профилактические мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> – медицинские осмотры (предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) и других медицинских осмотров; 	<p>–</p>

Продолжение таблицы 12

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
	<ul style="list-style-type: none"> – правильное оборудование рабочих мест, обеспечение технологической и организационной оснащённости средствами комплексной и малой механизации; – используемые в работе оборудование и предметы должны быть удобно и рационально расположены на столе» [17]. 	
«Монотонность труда	<ul style="list-style-type: none"> – объединение малосодержательных операций в более сложные и разнообразные: длительность объединённых операций не должна превышать 10-12 мин, иначе это повлечёт 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» [5]; – «внедрение научно обоснованных режимов труда и отдыха для предотвращения возникновения у работающих на монотонных работах отрицательных психологических состояний (психологического пресыщения, скуки, сонливости, апатии); – применение методов эстетического воздействия во время работы, что способствует улучшению психологических условий труда и включает озеленение, цветовой интерьер, 	–

Продолжение таблицы 12

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
	<p>оптимальную освещенность рабочего места, снижение шума, вибрации, запыленности и загазованности;</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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» [15]. 	

Рассмотрев вопрос методов и средств для снижения профессиональных рисков, предлагается перейти к рассмотрению вопроса по обеспечению пожарной безопасности объекта

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Анализируем вероятные источники возможного возникновения пожаров и выявляем опасные факторы, которые могут вызвать их появление (таблица 13).

Таблица 13 – 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» [17].

«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 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 навесного оборудования для трактора Т-180 (таблица 14).

Таблица 14 – Перечень мероприятий по пожарной безопасности при обслуживании навесного оборудования для трактора Т-180

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]

Продолжение таблицы 14

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности
«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» [31]
«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]

Рассмотрев вопрос обеспечения пожарной безопасности предлагается перейти к рассмотрению вопроса по обеспечению экологической безопасности.

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса обслуживания навесного оборудования для трактора Т-180

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 технологическом процессе обслуживания навесного оборудования для трактора Т-180 и сведем их в таблицу 15.

Таблица 15 – Идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов

Технологический процесс	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
«Обслуживание навесного оборудования для трактора Т-180»	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 навесного оборудования для трактора Т-180:

- 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);
- «гидросферу – контроль за процессами утилизации и захоронения выбросов, стоков и осадков сточных вод. Персональная ответственность за охрану окружающей среды» [22];
 - литосферу – внедрение программ по сбору и переработке отходов. Это включает создание системы отдельного сбора мусора, развитие рынка вторсырья.

Выводы по разделу.

В разделе:

- разработан паспорт производственно-технологического процесса обслуживания навесного оборудования для трактора Т-180;
- выявлены профессиональные риски при обслуживании навесного оборудования и определены методы и средства их снижения;
- идентифицирован класс и опасные факторы пожара, разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при обслуживании навесного оборудования для трактора;
- идентифицированы экологические факторы, возникающие при обслуживании навесного оборудования для трактора.

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

Базовая техника: бульдозер.

Новая техника: бульдозер с модернизированным отвалом.

Основные исходные данные для расчета экономической эффективности представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Исходные данные

Наименование	Условные обозначения	Единица измерения	БТ	НТ
Производительность	П	м ³ /ч	120	135
Масса техники	–	т	19	20
Установленная мощность	–	кВт	130	130
Количество обслуживающего персонала	–	чел	1	1
Оптовая цена	Ц	тыс. р.	160,0	240,0
Средняя трудоемкость устранения отказа	Г _о	чел.-ч.	4,5	4,5

«Годовая производительность машины определяется по формуле:

$$П = П_г \cdot T_г, \quad (66)$$

где $П_г$ – среднечасовая техническая производительность машины в натуральных измерениях;

$T_г$ – количество машино-часов работы в год на одну машину» [8].

«Количество машиночасов работы в год на одну машину определяется по формуле:

$$T_г = \frac{\Phi}{\left(\frac{1}{k_{см} \cdot t_{см}} + D_p + \frac{T_n}{T_{об}} \right)}, \quad (67)$$

где Φ – фонд рабочего времени, дней, принимается равным 255 дней;

$k_{см}$ – средний коэффициент сменности работы машины, см/дней, принимается равным 1,4 см/дней;

$t_{см}$ – средняя продолжительность рабочей смены, ч., принимается равным 7,71 ч.;

D_p – количество дней нахождения машины в ТО и Р приходящееся на 1 маш·ч./раб.;

$T_{п}$ – средняя продолжительность одной перебазировки машины, дней, так как не перебазировается, принимается равным 0;

$T_{об}$ – среднее количество машино-часов, маш.-ч., принимается равным 1000 маш.-ч» [8].

«Количество дней нахождения машины в ТО и Р:

$$D_p = \frac{\sum_{i=1}^n B_i H_i}{k_x \cdot T_{ц}} + \frac{B_0}{t_0}, \quad (68)$$

где k_x – коэффициент, принимается равным 1,2;

B_i – нормативная продолжительность выполнения технических обслуживаний и ремонтов;

H_i – количество технических обслуживаний и ремонтов за межремонтный цикл;

B_0 – средняя продолжительность устранения одного отказа, дни;

t_0 – наработка машины на отказ, принимается равным 150 маш.-ч.;

$T_{ц}$ – межремонтный цикл, маш.-ч» [8].

Величину $\sum_{i=1}^n \frac{B_i H_i}{T_{ц}}$ для традиционной техники принимаем равной

0,0103 дн./маш.-ч.

Тогда для БТ:

$$D_p = \frac{0,0103}{1,2} + \frac{0,35}{150} = 0,0109 \text{ дн/маш. - ч.},$$

$$T_z = \frac{255}{(0,093 + 0,0109)} = 2454 \text{ маш. - ч./год};$$

$$P_y = 67,16 \cdot 2454 = 164,811 \text{ тыс.м}^3/\text{год}.$$

Для НТ:

$$P_y = 84,83 \cdot 2454 = 208,173 \text{ тыс.м}^3/\text{год}.$$

«Величину капитальных затрат для БТ и НТ можно определить по формуле:

$$K = k_b \cdot C, \quad (69)$$

где k_b – коэффициент перехода от оптовой цены к среднебалансовой стоимости объекта капиталовложений;

C – оптовая цена» [8].

Для БТ: 134,4 тыс. руб., для НТ: 89,6 тыс. руб.

Определяем текущие затраты.

а) зарплата оператору.

«Затраты на основную заработную плату оператора определяются по формуле:

$$Z_o = 1,62 \cdot k_c \cdot n \cdot G, \quad (70)$$

где k_c – средний коэффициент к тарифной ставке, принимается равным 1,105;

n – количество операторов в одну смену;

G – часовая тарифная ставка работы, принимается равной 156,88 р./маш.-ч» [8].

Тогда для БТ

$$Z_o = 1,62 \cdot 1,105 \cdot 1 \cdot 156,88 = 280,83 \text{ р./маш.-ч.}$$

НТ:

$$Z_o = 1,62 \cdot 1,105 \cdot 1 \cdot 156,88 = 280,83 \text{ р./маш.-ч.}$$

б) затраты на ТО и текущий ремонт.

«Затраты на выполнение ТО и Р машины определяются по формуле:

$$P_{\text{рем}} = 1,3 \cdot 1,2 k_c c_T \left[\frac{\sum_{i=1}^n r_i H_i}{k_x T_u} + \frac{r_o}{t_o} \right] \cdot (1 + 0,846 \cdot k_{зч}), \quad (71)$$

где k_c и r_o – трудоемкость выполнения ТО и текущих ремонтов;

принимается равным 1,105 и 4,5 чел.-ч.;

1,2 – средний коэффициент, учитывающий премии рабочим;

c_T – часовая тарифная ставка среднего разряда работы 139,2 р.

$k_{зч}$ – коэффициент перехода от суммы основной заработной платы технической эксплуатации машины к стоимости запасных частей, принимаем равным 1,3;

t_o – средняя наработка на отказ» [8].

$\frac{\sum_{i=1}^n r_i H_i}{T_u}$ принимаем для БТ равным 0,0147.

Для БТ и НТ:

$$P_{рем} = 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,05 \cdot 139,2 \cdot \left[\frac{0,0147}{0,82} + \frac{4,5}{150} \right] \cdot (1 + 0,846 \cdot 1,3) = 0,52 \text{ р./маш. - ч.}$$

в) «амортизационные отчисления машины определяются по формуле:

$$A = 1,1 \cdot a_n \frac{K}{T_z}, \quad (72)$$

где a_n – нормы амортизационных отчислений в долях единицы, принимаем равным 0,15» [8].

$$A_{БТ} = 1,1 \cdot 0,24 \frac{134,4}{2454} = 14,46 \text{ р.},$$

$$A_{НТ} = 1,1 \cdot 0,24 \frac{89,6}{2454} = 9,64 \text{ р.}$$

г) «затраты на топливо для строительных машин определяются по формулам:

$$Z_{ом} = 1,1 \sum_{i=1}^n \Pi_{Эi} \cdot W_i, \quad (73)$$

где: $\Pi_{Эi}$ – тариф на топливо;

W_i – затраты топлива на 1 маш.-ч. работы машины» [8].

$$W_i = N_{Э} \cdot k_{СП}. \quad (74)$$

$$Z_{омБТ} = 1,1 \cdot 50,5 \cdot 0,198 = 10,99 \text{ р./маш. - ч.},$$

$$Z_{омНТ} = 1,1 \cdot 50,5 \cdot 0,198 = 10,99 \text{ р./маш. - ч.}$$

д) «затраты на смазочные материалы определяются по формуле:

$$Z_c = k_e \cdot Z_{om}, \quad (75)$$

где k_e – коэффициент перехода от затрат на электроэнергию к затратам на смазочные материалы, принимается равным 0,22» [8].

$$Z_{сБТ} = 0,22 \cdot 10,99 = 2,42 \text{ р./маш. – ч.},$$

$$Z_{сНТ} = 0,22 \cdot 10,99 = 2,42 \text{ р./маш. – ч.},$$

Расчетные величины сводим в таблицу 17.

Таблица 17 – Калькуляция текущих затрат

Статьи затрат	Обозначения	Затраты, руб.	
		БТ	НТ
Зарплаты операторам	Z_o	280,83	280,83
Отчисления на социальные нужды	30%	84,25	84,25
Затраты на ТО и Р	$P_{рем}$	0,52	0,52
Отчисления на амортизацию	A	14,46	9,64
Затраты на топливо	$Z_{дт}$	10,99	10,99
Затраты на смазку	Z_c	2,42	2,42
Общая сумма затрат	C	393,47	393,47

«Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$\mathcal{E} = \Pi'' \left[\frac{C}{\Pi'_g} - \frac{C''}{\Pi''_g} + E_n \left(\frac{k'}{\Pi'} - \frac{k''}{\Pi''} \right) \right], \quad (76)$$

где Π'' – годовой объем работ, выполняемый с использованием НТ;

C – себестоимость;

k – капиталовложения;

E_n – нормативный коэффициент сравнения эффективности капитальных вложений, принимается равным 0,15» [8].

$$\mathcal{E} = 208,179 \cdot \left[\frac{393,47}{67,17} - \frac{25,22}{84,83} + 0,15 \cdot \left(\frac{134,400}{164,811} - \frac{89,600}{208,179} \right) \right] = 86,8 \text{ р.}$$

Удельная фондоемкость вычисляется по формуле:

$$\Phi_y = \frac{K}{P_y}. \quad (77)$$

$$\Phi_{yBT} = \frac{134,4}{164,811} = 0,45 \text{ р./м}^3,$$

$$\Phi_{yHT} = \frac{89,6}{208,179} = 0,30 \text{ р./м}^3.$$

Годовые эксплуатационные издержки вычисляются по формуле:

$$\mathcal{E}_u = C \cdot P_i, \quad (78)$$

$$\mathcal{E}_u = 30,04 \cdot 2454 = 73718 \text{ р.},$$

$$\mathcal{E}_u = 25,22 \cdot 2454 = 61890 \text{ р.}$$

«Снижение затрат на материалы определим по формуле:

$$\Delta Q = (g_y' - g_y'') P'', \quad (79)$$

где g_y' и g_y'' -соответственно, удельная материалоемкость продукции, вырабатываемой техникой до и после модернизации» [8].

«Определим удельную материалоемкость по формуле:

$$g_y = \frac{Q}{T_{сл} \cdot k_M \cdot P}, \quad (80)$$

где Q – масса машины, т;

k_M – коэффициент использования материала, принимается равным 0,8;

$T_{сл}$ – срок службы машины» [8].

$$g_y' = \frac{13,1}{8 \cdot 0,8 \cdot 164,811} = 0,011 \text{ кг/м}^3,$$

$$g_y'' = \frac{6,9}{8 \cdot 0,8 \cdot 208,179} = 0,005 \text{ кг/м}^3.$$

Тогда ΔQ будет:

$$\Delta Q = (0,011 - 0,005) \cdot 208,179 = 1,250 \text{ т/год.}$$

Срок окупаемости затрат вычисляем по формуле:

$$T_{ок} = \frac{Ц_M}{\mathcal{E}_z}, \quad (81)$$

$$T_{цнт} = \frac{80,0}{43,46} = 1,8 \text{ года.}$$

«Снижение затрат труда на единицу выпускаемой продукции, (на 1 модернизацию машины) вычисляем по формуле:

$$\Delta R = \left[\frac{T_z \left(n + \frac{r_o'}{t_o'} \right)}{\Pi'} - \frac{T_z \left(n + \frac{r_o''}{t_o''} \right)}{\Pi''} \right] \Pi'', \quad (82)$$

где n – число членов экипажа, чел» [8].

$$\Delta R = \left[\frac{2454 \left(1 + \frac{4,5}{150} \right)}{164,811} - \frac{2454 \left(1 + \frac{4,5}{150} \right)}{208,179} \right] \cdot 208,179 = 315 \text{ чел.ч/год.} \quad (83)$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 18.

Таблица 18 – Основные технико-экономические показатели модернизации

Показатели	Единица измерения	Величины	
		Проект	База
Масса машины	т	20	19
Мощность двигателя	кВт	130	130
Эксплуатационная часовая производительность	м ³ /ч	135	120
Инвентарно-расчетная стоимость машины	тыс. р.	160,0	240,0
Удельная фондоемкость	р./т	0,30	0,45
Годовые эксплуатационные издержки	р./год	61890	73718
Затраты на модернизацию	р.	80000	–
Снижение удельной металлоемкости	т	1,250	–
Годовой экономический эффект	тыс. р.	86,8	–
Срок окупаемости затрат	год	1,8	–
Снижение затрат труда	чел.-ч./год	315	–

Выводы по разделу.

В разделе определена целесообразность разработки конструкции модернизированного отвала для трактора Т-180 с экономической стороны, затраты на модернизацию составили 80000 р.

Заключение

В соответствии с утвержденной темой дипломного проекта была проведена модернизация отвала бульдозера для гусеничного трактора.

Бульдозер является одной из основных машин, используемых в промышленном, гражданском, дорожном строительстве, так как его конструкция проста, универсальна и имеет низкую себестоимость выполнения работы.

Ключевым вопросом дипломной работы является модернизация отвала бульдозера для гусеничного трактора. Модернизированный отвал позволяет выполнять более эффективную разработку грунта.

В работе затрагивается проблема необходимости совершенствования конструкции бульдозерного отвала для повышения его производительности.

В ходе выполнения дипломного проекта было сделано следующее:

- рассмотрены тенденции и перспективы развития рабочих органов бульдозера, выполнена общая классификация рабочих органов;
- выполнено построение тягово-энергетической характеристики базовой машины Т-180;
- выполнена модернизация рабочего органа бульдозера, конструкция которого включает в себя отвал и боковые ограничивающие стенки, спроектировано и рассчитано бульдозерное оборудование повышенной накопительной способности;
- выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки модернизированного отвала бульдозера;
- рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта;
- определена целесообразность модернизация отвала бульдозера для гусеничного трактора с экономической стороны.

Список используемой литературы и используемых источников

1 Банников С. А. Трактор Т-150 [Текст] : [Учебник для подгот. рабочих на производстве] / С.А. Банников, В.А. Родичев. - Москва : Высш. школа, 1977. - 200 с.

2 Беляев В. П. Конструкция автомобилей и тракторов [Текст] : учебное пособие для самостоятельной работы студентов : для студентов вузов, обучающихся по специальности "Автомобиле- и тракторостроение" / В. П. Беляев ; М-во образования и науки Российской Федерации, Южно-Уральский гос. ун-т, Каф. "Автомобили". - Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, 2010. - 74, [1] с

3 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, [1] с.

4 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.

5 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.

6 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.

7 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, [1] с.

8 Демура Н. А. Экономика предприятия [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, Л. И. Ярмоленко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова, 2018. - 124 с.

9 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.

10 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, [1] с

11 Кротов С. В. Расчеты на прочность и жесткость элементов конструкций и сооружений с применением ANSYS : учебное пособие / С. В. Кротов ; Росжелдор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" (ФГБОУ ВО РГУПС). - Ростов-на-Дону : РГУПС, 2022. - 95 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, [1] 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, [4]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. Перегудов Н. Е. Основы создания трехмерных моделей деталей и сборочных единиц автотракторной техники : учебное пособие / Н. Е. Перегудов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Липецкий государственный технический университет". - Липецк : Изд-во ЛГТУ, 2021. - 112 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 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.

19 Черепанов Л. А. Наземные транспортно-технологические средства. Выполнение дипломного проекта : электронное учебно-методическое пособие / Л. А. Черепанов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения. - Тольятти : Тольяттинский гос. ун-т, 2021. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см.

20 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, сор. 2018. - 65 с.

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

22 Heisler H. Advanced vehicle technology / Heinz Heisler. - 2. ed. - Oxford [etc.] : Butterworth - Heinemann, 2002. - IX, 654, [1] p.

23 Pacejka, H. B. Tyre and vehicle dynamics / Hans B. Pacejka. - Oxford [etc.] : Butterworth - Heinemann, 2002. - XIII, 627, [1] p.

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

25 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.	Примечание
						<i>Документация</i>		
		A1			<i>23.ДП.01.150.61.00.000.В0</i>	<i>Вид общий</i>	1	
		A4			<i>23.ДП.01.150.61.00.000.ПЗ</i>	<i>Пояснительная записка</i>	1	
Справ. №						<i>Сборочные единицы</i>		
			1		<i>23.ДП.01.150.61.01.000</i>	<i>Трактор Т-180</i>	1	
		A1	2		<i>23.ДП.01.150.61.02.000</i>	<i>Оборудование бульдозерное</i>	1	
Подп. и дата								
Инв. № д/опл.								
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
					<i>23.ДП.01.150.61.01.000</i>			
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Инв. № подл.	Разраб.			Шитухин В.О.			Лит	Лист
	Пров.			Тузиков А.С.			Д	Листов
	Нконтр.			Тузиков А.С.			1	
	Утв.			Бодровский А.В.			<i>ТГУ, АТс-1801В</i>	
						<i>Вид общий бульдозера на базе трактора Т-180</i>		
						<i>Копировал</i>	<i>Формат А4</i>	

Рисунок А.1 – Спецификация на общий вид бульдозера

Продолжение Приложения А

Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.				<u>Документация</u>		
	A1		23.ДП.01.150.61.02.000.СБ	Сборочный чертеж	1	
Справ. №				<u>Сборочные единицы</u>		
	A1	1	23.ДП.01.150.61.01.000	Отвал	1	
		2	23.ДП.01.150.61.02.000	Брус	2	
		3	23.ДП.01.150.61.03.000	Гидрораскос	1	
		4	23.ДП.01.150.61.04.000	Гидроцилиндр	2	
	A3	5	23.ДП.01.150.61.05.000	Тяга	1	
				<u>Детали</u>		
Подп. и дата	A3	6	23.ДП.01.150.61.02.006	Серьга	1	
	A4	7	23.ДП.01.150.61.02.007	Палец	1	
	A4	8	23.ДП.01.150.61.02.008	Палец	1	
Взам. инв. №	Инв. № эъл.					
Подп. и дата						
			23.ДП.01.150.61.02.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Шитухин В.О.			Оборудование	Лит
Проб.		Тизилов А.С.				
Н.контр.		Тизилов А.С.			бульдозерное	Листов
Утв.		Бадровский А.В.				
					ТГУ, АТс-1801в	
					Формат А4	

Рисунок А.2 – Спецификация на оборудование для бульдозера

Продолжение Приложения А

		Формат	Знак	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Перв. примен.						<i>Документация</i>			
	A1				23.ДП.01.150.61.01.000	Сборочный чертеж	1		
Справ. №						<i>Сборочные единицы</i>			
			1		23.ДП.01.150.61.01.000	Баковой нож	2		
			2		23.ДП.01.150.61.02.000	Средний нож	2		
			3		23.ДП.01.150.61.03.000	Лобовой лист	1		
						<i>Стандартные изделия</i>			
			4			Болт М18 х 70 ГОСТ 7811-70	24		
		5			Шайба 18 ГОСТ 11371-78	24			
		6			Гайка М18 ГОСТ 15526-70	24			
Подп. и дата									
Изм. №									
Взам. инв. №									
Изм. №									
Подп. и дата									
					23.ДП.01.150.61.01.000				
Изм. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Отвал	Лит.	Лист	Листов
	Разраб.	Шитыхин В.О.					Д		1
	Пров.	Тизялов А.С.							
	Исполн.	Тизялов А.С.							
Утв.	Бабровский АВ					ТГУ, АТс-1801В			
					<i>Копировал</i>	<i>Формат А4</i>			

Рисунок А.3 – Спецификация на оборудование для бульдозера