

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 навесного оборудования для трактора Т-180

Обучающийся А.С. Присакару

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель канд. техн. наук, доцент Н.С. Соломатин

(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 навесного оборудования для трактора Т-180».

Цель работы – модернизация навесного оборудования для трактора Т-180.

Пояснительная записка включает в себя введение, шесть разделов, заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложения, всего 96 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, проведено теоретическое обоснование влияния угла резания на усилие копания грунта бульдозерным отвалом.

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

В третьем разделе выполнен расчет и разработка навесного оборудования с управляемым выступающим ножом, расчет привода механизма управления выступающим ножом, расчет на прочность элемента соединяющего гидроцилиндр и тягу рабочего отвала.

Модернизированный отвал позволяет выполнять более эффективную разработку грунта.

В четвертом разделе выбрана организационная форма сборки, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки навесного оборудования с управляемым выступающим ножом.

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

В шестом разделе определена экономическая эффективность проекта.

Abstract

The title of the graduation project is: «The modernization of an attachment for the «T-180» 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.....	6
1 Состояние вопроса	8
1.1 Тенденции и перспективы развития рабочих органов бульдозера.....	8
1.2 Общая классификация рабочих органов.....	11
1.3 Теоретическое обоснование влияние угла резания на усилие копания грунта бульдозерным отвалом.....	13
1.4 Характеристики среды взаимодействия	18
1.5 Анализ процесса взаимодействия с грунтом режущего элемента.....	19
2 Тягово-динамический расчет автомобиля	26
2.1 Тяговый расчет бульдозера.....	26
2.2 Выбор геометрических параметров конструктивной схемы бульдозера и определение центра тяжести бульдозера.....	28
2.3 Определение нагрузок на оборудование бульдозера	32
2.4 Расчет производительности бульдозера	34
3 Конструкторская часть	38
3.1 Расчет и разработка навесного оборудования с управляемым выступающим ножом.....	38
3.2 Расчет привода механизма управления ВСН.....	42
3.3 Расчет на прочность элемента соединяющего гидроцилиндр и тягу ВНТФ.....	47
4 Технологический раздел.....	54
4.1 Обоснование выбора технологического процесса.....	55
4.2 Проектирование технологического процесса сборки гидроцилиндра ..	58
5 Производственная и экологическая безопасность проекта	62
5.1 Характеристика технологического процесса обслуживания навесного оборудования для трактора Т-180 с конструктивно-технологической и организационно-технической стороны.....	63
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	64

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	66
5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	72
5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса обслуживания навесного оборудования для трактора Т-180	75
6 Экономическая эффективность проекта.....	77
Заключение	86
Список используемой литературы и используемых источников.....	87
Приложение А. Спецификации.....	92

Введение

Бульдозеры – это специальные машины для земляных работ, которые используются для перемещения земли, камней, песка и других материалов при строительстве дорог, зданий или различных инфраструктурных объектов. Бульдозеры оснащены большим лезвием на передней части, которое используется для выравнивания поверхности земли, возвышения или выемки грунта и создания канав. Они могут быть как самоходными, так и прицепными, и работают на дизельном топливе. Бульдозеры широко используются в строительной индустрии, а также в горнодобывающей и лесозаготовительной отраслях.

«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» [25].

«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» [21].

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 Состояние вопроса

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.

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 Украины, России и зарубежных стран в области бульдозеростроения позволили сделать аналитические выводы о развитии конструкции бульдозера.

Общие тенденции развития конструкции бульдозеров ведётся 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» [23].

«Цели данных направлений: снижение энергоёмкости процесса разработки грунта; расширение эксплуатационных возможностей; расширение зоны действия; управляемость оборудования; повышение надёжности конструкции; повышение производительности; упрощение конструкции; расширение технологических возможностей» [3].

На основании анализа авторских свидетельств, а так же трудов опубликованных в журналах «Строительные и дорожные машины», «Механизация строительства», были определены тенденции развития рабочего органа бульдозера. Основной целью которых является: снижению энергоёмкости при разработке грунта рабочим органом. Можно выделить следующие направлений развития бульдозерного оборудования: [8]

- 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.

«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» [7].

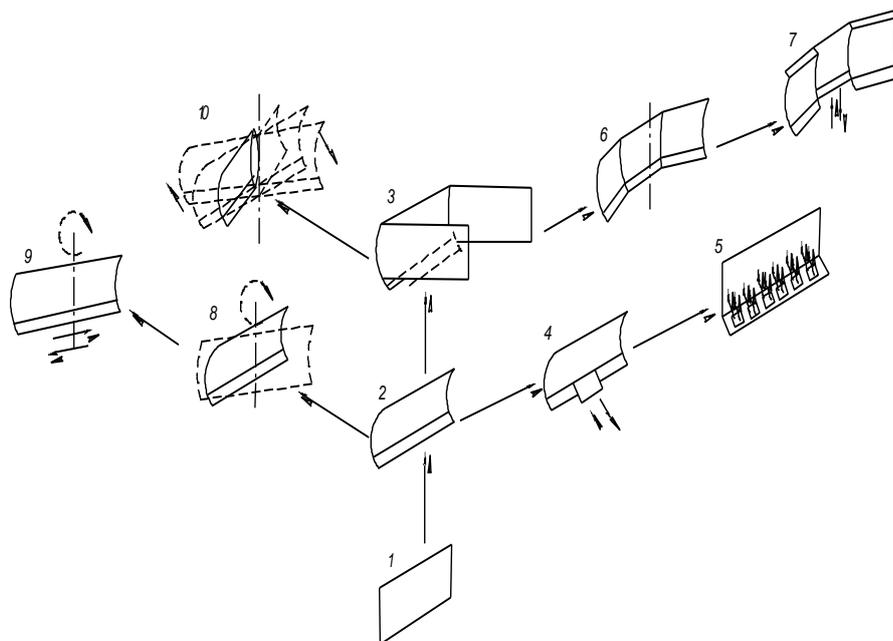


Рисунок 1 – Схема развития рабочих органов землеройных машин

«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 копанью. 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» [9].

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: [3]

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

Детализация по соответствующим классификационным признакам может производиться для рабочих органов конкретных типов землеройных машин.

«Рабочие органы динамического действия включают в себя свободнопадающие молоты – подвесные и в направляющих и виброклинья. Они предназначены для предварительного рыхления мерзлых грунтов. К рабочим органам комбинированного действия отнесены вибробуры, фрезы с вибратором крутильных колебаний, клинья с дизельным молотом, навесные рыхлители с активными зубьями, ковши с активными зубьями, предназначенные для различных видов работ с мерзлыми грунтами.

При определении энергоемкости процесса копания грунта и величин и характера изменения составляющих усилия резания, действующих на рабочий орган, необходим учет схемы его взаимодействия с грунтом» [16].

Данные исследований [20], подчеркивают значительное уменьшение усилия резания при увеличении числа открытых поверхностей у разрабатываемой среды.

Рабочие органы землеройных машин в процессе взаимодействия с грунтом испытывают случайные нагрузки, изменяющиеся во времени. В зависимости от типа рабочего органа, грунтовых и других условий случайные процессы изменения нагрузок различны. Поэтому важным является классификация как этих процессов, так и рабочих органов землеройных машин в зависимости от вида случайного процесса.

«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» [17].

1.3 Теоретическое обоснование влияние угла резания на усилие копания грунта бульдозерным отвалом

«В работе А.Д. Далина установлены зависимости сопротивления резанию среднего суглинка для углов резания $\alpha_p = 20 - 50^\circ$ [4].

$$P = P_{20} \cdot (1 + 0,017\alpha_p), \quad (1)$$

где P_{20} – сопротивление резанию грунта при угле резания равным 20° » [4].

Для углов $\alpha_p > 50^\circ$:

$$P = P_{20} \cdot (1 + 0,06\alpha_p). \quad (2)$$

При изменении угла резания в пределах от 20 до 38° сила резания возрастает в среднем на $1,7\%$ на градус увеличения угла резания, в пределах от 40 до 90° в среднем на 6% на градус увеличения угла резания.

«Предложена зависимость для определения вертикальной составляющей сопротивления копания, в функции от горизонтальной составляющей сопротивления копания:

$$P_B = \psi \cdot P_G, \quad (3)$$

где ψ – коэффициент, зависящий от соотношения скоростей копания и подачи, угла копания и затупления режущей кромки, принимается равным в диапазоне от $0,1-0,45$ » [4].

«Профессор А.Н. Зеленин исследовал вопрос физической сущности процесса резания грунтов, а также зависимости усилия резания от грунтовых условий и площади поперечного сечения стружки, ширины и глубины резания, угла резания [4]. Установлено, что число ударов динамического плотнометра ДорНИИ прямо пропорционально усилию резания для любого рабочего органа, и может являться критерием оценки прочности грунта. Учёт влияния угла резания осуществляется соотношением:

– для элементарных профилей (при $\alpha_p = 39-90^\circ$):

$$P = P_{30} \cdot \left(1 - \frac{90 \cdot \alpha_p}{180}\right) P_G, \quad (4)$$

– для периметров (при $\alpha_p = 20-60^\circ$):

$$P = P_{20} \cdot (1 + 0,0075 \cdot \alpha_p), \quad (5)$$

где P_{20}, P_{30} – сопротивление резанию грунта при соответствующих углах резания» [8].

«Оптимальный угол резания для периметров, с учётом минимального заднего угла резания, составляет $30-35^\circ$.

При углах резания $\alpha_p > 90^\circ - \varphi$ происходит затягивание ковша вниз, а при $\alpha_p < 90^\circ - \varphi$ происходит его выталкивание» [4].

«Величина и направление вертикальной силы P_v меняется в зависимости от угла резания α_p , угла внешнего трения грунта по металлу и величины затупления режущей кромки. При увеличении значения угла φ уменьшается оптимальная величина угла резания. Для значения $\varphi = 18-45^\circ$ оптимальный угол резания находится в узком диапазоне $23-30^\circ$.

Величина φ мало изменяется при $\alpha_p < 45^\circ$, но существенно возрастает при $\alpha_p > 45^\circ$ » [11].

«Предложена зависимость для определения коэффициента, учитывающего влияние угла резания:

$$\varphi = 1 + \beta \cdot (\alpha_p - 45^\circ), \quad (6)$$

где β – коэффициент, определяющий приращение сопротивления на 1° увеличения угла резания, принимается равным $0,07$ » [10].

«Снижение величины угла трения грунта по ножу вызывает смещение величины P_B/P_T в сторону больших углов резания. В работе экспериментальным путём определены закономерности изменения средней силы и энергоёмкости резания в зависимости от глубины резания, ширины среза и угла резания. При изменении угла резания от 20 до 90° средняя сила резания – ускоренно возрастает.

Коэффициент энергоёмкости является функцией, возрастающей по мере увеличения угла резания от наименьших практических значений до наибольших. При $\alpha_p > 80^\circ$ коэффициент энергоёмкости приближается к единицы, что свидетельствует о фактическом прекращении колебаний силы резания. Рекомендуется оптимальный угол резания от 35 до 40°.

Снижение величины угла трения грунта по ножу вызывает смещение величины P_B/P_T в сторону больших углов резания.

В работе экспериментальным путем определены закономерности изменения средней силы и энергоёмкости резания в зависимости от глубины резания, ширины среза и угла резания. При изменении угла резания от 20 до 90° средняя сила резания – ускоренно возрастает и для исследованных грунтов области минимума не имеет» [11].

«Н.Л. Жихарев в своих работах [5] исследовал характер протекания процесса взаимодействия неповоротного отвала бульдозера с грунтом на различных этапах резания.

«Основные выводы Н.Л. Жихарева, проведшего экспериментальную работу на физических моделях по изучении влияния угла резания, следующее: при копании глинистого, связного грунта вертикальная сила сопротивления копанию всегда стремится заглубить отвал (эта величина растёт с увеличением угла резания), при копании супесчаного, рыхлого грунта вертикальная сила при $\alpha_p < 60^\circ$ направлена сверху вниз, а при $\alpha_p > 60^\circ$ – наоборот.

В работе указано, что в конце процессе копания призма грунта перед отвалом будет тем больше, чем меньше сопротивление продвижению

срезанного грунта в эту призму. Рекомендован отвал упрощенного профиля с углом резания 30° и углом наклона 15° , что позволяет снижать энергоёмкость процесса копания связных грунтов на 25-30%» [8].

«Рассмотрение процесса копания грунта позволило З.В. Ничке выявить, что разрушение грунта при работе землеройно-транспортных машин происходит как за счет деформации сдвига, так и за счет отрыва. Вид разрушения определяется в первую очередь величиной угла резания. Переход от одного вида резания к другому характеризуется критическим углом резания, величина которого уменьшается с увеличением углов внутреннего и внешнего трения и ростом пригрузки и увеличивается с повышением связности грунта и сцепления» [5].

«В.И. Баловнев используя методы и уравнения теории предельного равновесия, вывел ряд уравнений для определения сопротивления резанию грунтов.

В качестве расчетной предложена формула для определения горизонтальной составляющей сопротивления копания плоского ножа [2]:

$$P = (1 + ctg\alpha\rho \cdot tg\delta)ABh \left[\frac{\gamma h}{2} + C\omega ctg\rho \left(1 - \frac{1}{A}\right) + tg\rho \frac{\gamma\rho \cos^2\rho H^2}{K\psi h} + \gamma\rho H \right] + \gamma\rho \cos^2\rho \frac{BH^2}{2}, \quad (7)$$

где B – длина отвала;

h – глубина резания;

γ – объемная масса грунта с нарушенной структурой;

ρ – объёмная масса грунта с ненарушенной структурой;

H – высота призмы волочения, равна высоте отвала;

$C\omega$ – сцепление грунта с нарушенной структурой;

$K\psi$ – коэффициент, зависящий от угла сдвига ψ и угла резания, определяемый аналитическим путем» [7].

Первые сравнительные исследования показали, что у отвалов с переменным углом резания в процессе копания повышается производительность при разработке связных грунтов на 15%, а для отвалов с гибкой отвальной поверхностью – от 10 до 15 %. Снижение тягового усилия у обоих отвалов составит 25%.

1.4 Характеристики среды взаимодействия

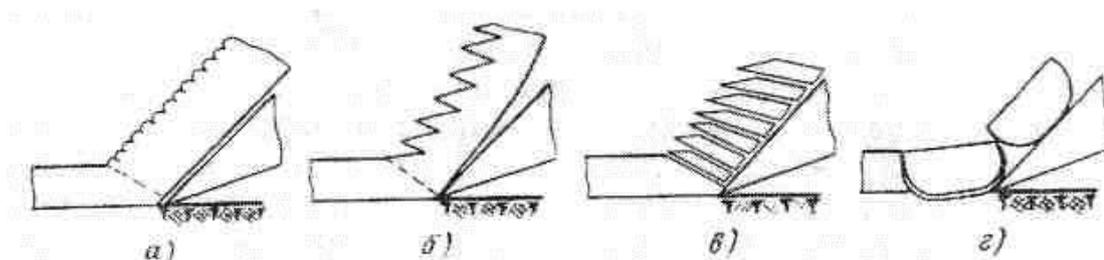
«Грунт – это поверхностный слой земли, образованный в результате выветривания горных пород. По происхождению, состоянию и механической прочности грунты делятся на скальные, полускальные, крупнообломочные, песчаные и глинистые.

Основными параметрами характеризующие состояние грунта являются его физико-механические свойства, а именно: гранулометрический состав, плотность, пористость, влажность, разрыхляемость, сжимаемость, прочность, сопротивление трению, абразивность, липкость, скорость распространения деформационных волн» [22].

«Существует несколько видов классификаций грунтов, но наиболее распространенным является классификация, предложенная Л.П. Зелениным, основанная на использовании плотномера ДорНИИ.

Во время резания грунтов с существенной анизотропией, особенно слоистых по направлению резания, при малых величинах угла резания инструмента, стружка отделяется обычно путём отрыва. Вместе с тем, в обычных для землеройных машин условиях процесса резания грунтов, в большинстве случаев образуется элементная стружка. Элементы стружки принимают в сечении закономерную форму, включая четко выраженную площадку смятия передней гранью ножа и остроугольное сопряжение поверхности отделения с их верхней поверхностью» [22].

«Преобладание у грунтов стружкоотделения (рисунок 2) свидетельствует о том, что деформации и напряжения, которые ему соответствуют, наиболее характерны» [20].



а – сливная; б – ступенчатая; в – элементная; г – отрыва

Рисунок 2 – Виды стружек при резании грунтов

«Но наряду с преобладанием у грунтов элементного стружкообразования зафиксированы также ступенчатые и сливные стружки.

Стружка надлома или отрыва образуется в виде несвязных между собой кусков материала неправильной формы. Резец отделяет эти куски главным образом отрывом, оставляя после себя неровную поверхность.

Ступенчатую стружку можно рассматривать как видоизменение элементной. Отличие заключается лишь в том, что последовательные элементы стружки после отделения от массива соединяются вновь. В результате этого стружка получает гладкую поверхность со стороны резца и ступенчатую снаружи. Наконец, сливная стружка отличается формой сплошной ленты, гладкой со стороны резца и шероховатой, но почти без существенных неровностей на внешней поверхности» [18].

1.5 Анализ процесса взаимодействия с грунтом режущего элемента

«Повышение производительности и эффективности работы бульдозера возможно за счет придания ножевой системе таких геометрических параметров, при которых усилие резания грунта будет минимальным, а

траектория перемещения срезаемой стружки грунта и ее компоновка будет способствовать увеличению призмы волочения, то есть затрачивать минимальное усилие на перемещение грунта по отвалу и уменьшить потерю грунта в боковые валики.

Создание режущего оборудования бульдозера преследующего данную цель возможно, однако необходимо провести анализ теории резания и поведения грунта в процессе его разработки, учитывая при этом характеристики и свойства грунта» [18].

«Общая сила сопротивления грунта разрушению воздействуют на грунт неодинаково. Так по боковым ребрам ножа действуют два усилия, в нижней части – усилие срезу:

$$P_{бок.ср.} = p_{бок.ср.} \cdot (1 - \kappa_{бок}) \quad (8)$$

В боковых расширениях прорези – усилие отрыва [16]:

$$P_{бок.} = p_{бок} \kappa_{бок}^2 \operatorname{ctg} \varphi h^2 \quad (9)$$

где $p_{бок.ср.}$ и $p_{бок}$ – удельная сила разрушению, соответственно боковыми ребрами ножа и в боковых расширениях прорези;
 $\kappa_{бок}$ – коэффициент глубины расширяющейся части прорези.

$$\kappa_{бок} = \frac{h_1}{h}, \quad (10)$$

где h – полная глубина;

h_1 – глубина расширяющейся части прорези» [18].

«Для землеройно-транспортных машин, со стандартными углами резания α_p , значения $\kappa_{бок}$ находится в пределах 0,7...0,95, но при увеличении

угла α_p до 75° составляющая коэффициента прогрессивно возрастает, приблизительно удваиваясь по сравнению с обычными значениями. Известно, также, что рост параметров боковых расширений прорези зависит от ширины среза B и глубины резания h . Поэтому глубина расширяющихся боковых поверхностей, при одинаковых параметрах ширины ножа и угла резания, возрастает до определенного значения глубины резания – критической глубины резания $h_{кр}=2,5...4B$, при достижении и переходе за которую, рост боковых расширений прорези прекращается. Одновременно нарушается пропорциональность между глубиной и расширяющейся частью прорези, коэффициент $\kappa_{бок}$, сохранявший до этого свою величину, начинает уменьшаться. Основная причина явления критической глубины резания заключается в сжимаемости грунтов под нагрузкой.

Таким образом, для каждой ширины среза имеется своя критическая глубина резания, начиная с которой возникают изменения в соотношении полной глубины прорези с глубиной и шириной ее расширяющихся частей.

Природу основания боковых расширений прорези можно охарактеризовать как образование вследствие полидисперсного строения и пористости грунта под действием нагрузок разрушающих их структурную связь, влияющих на относительное перемещение частиц, заполнение пор между ними, а также способствующих вытеснению воды и газовой фазы вещества из напряженной зоны массива в менее напряженную, что приводит к деформации, возрастанию которой, сопровождается увеличением давления на поверхности контакта, до тех пор, пока не будет утрачена устойчивость грунтового массива, и он не будет разрушен» [16].

«Основными геометрическими характеристиками, определяющими параметры грунтовой прорези являются: угол наклона боковых расширяющихся частей прорези – φ , коэффициент, характеризующий отношения глубин прорези и ее боковых расширений – $\kappa_{бок}$ и площадь поперечного сечения прорези: [20]

$$F_{np} = bhF_{бок}, \quad (11)$$

где $F_{бок}$ – площадь боковых частей поперечного сечения прорези» [8].

$$F_{бок} = \kappa_{бок}^2 ctg\varphi h^2. \quad (12)$$

«Также на физику процесса отделения стружки грунта от массива и периодичность сколов зависит от воздействия на отделяемый грунт ядра уплотнения, поясняющееся тем, что при внедрении режущего элемента в массив грунта на лобовой поверхности происходит формирование ограниченной области, отличающейся от основного массива повышенной плотностью. А создание в грунтовом массиве наклонного забоя, образуемого после первого цикла отделения стружки не обеспечивает синхронного контакта всей площади режущего элемента с грунтом. Так в нижней части возникают контактные процессы, способствующие образованию ядра уплотнения, которое влияет на массив и приводит к отрыву грунта до того как верхняя часть достигнет забоя. Причем высота основания ядра уплотнения $h_{я}$, влияющая на объем отделяемой стружки грунта, и имеет пропорциональное соотношение с высотой контакта $h_{конт}$ которая составляет 50...60% $h_{конт}$ » [18].

«Сопротивление массива грунта уплотненному ядру, также можно описать математически:

$$P = \sum_{i=1}^n s_i F_{я}^i \cos \beta_i + \sum_{i=1}^n t_i F_{я}^i \sin \beta_i, \quad (13)$$

где s_i и t_i – соответственно нормальные и касательные напряжения на i -той поверхности ядра;

$F_{я}^i$ – площадь i -той поверхности ядра;

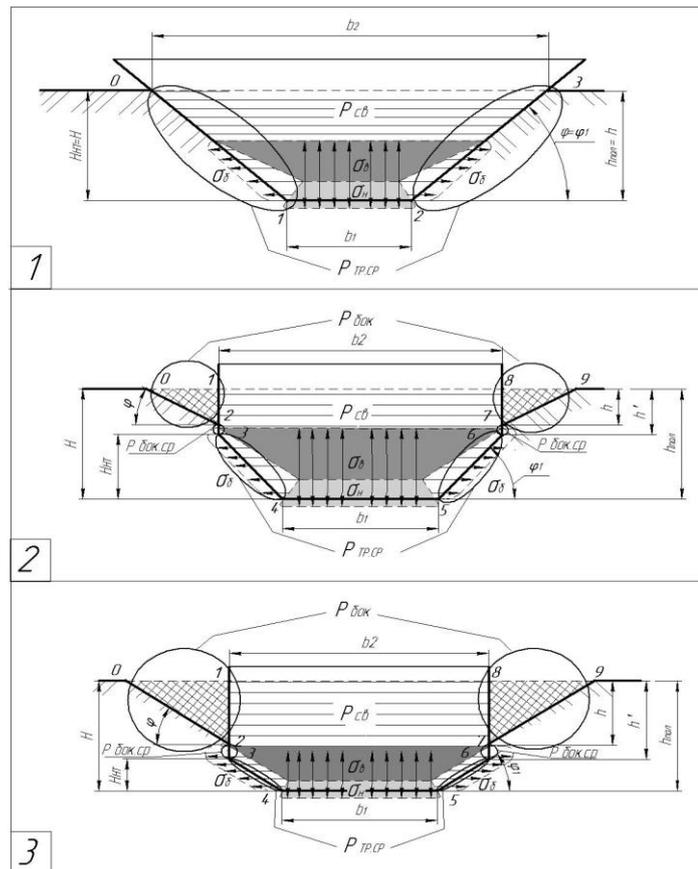
β_i – угол наклона i -той поверхности к оси x ;

n – количество поверхностей ядра уплотнения» [11].

«Проанализировав процесс разработки грунта можно сделать следующие выводы:

- при блокированном и полусвободном резании в грунтовом массиве образуется прорезь, геометрические параметры которой напоминают фигуру – трапецию;
- разрушении грунта в нижней и верхней ее частях;
- рост боковых расширений прорези, до определенных значений зависит от глубины резания и ширины среза;
- сила $P_{бок}$ затрачиваемая на разрушения грунта в боковых расширениях прорези пропорциональна площади их поперечного сечения и зависит от сопротивления отрыва и сдвига, а сила бокового среза $P_{бок\ ср}$ пропорциональна глубине резания и зависит от сопротивления срезу боковыми ребрами ножа у дна прорези;
- в зоне контакта режущего элемента с массивом грунта образуется уплотненное ядро, передающее через свои поверхности внешнюю нагрузку на массив грунта;
- объем уплотненного ядра растет пропорционально увеличению контактной поверхности режущего элемента, а значит и глубине внедрения в массив грунта, что способствует увеличению сопротивления внедрению» [8].

Рассмотренная в теоретическом анализе схема прорези, которая раскрывает физику процесса копания грунта прямоугольным ножом, послужила аналогом к предложенным схемам прорезей (рисунок 3), в основе которых лежит нож трапециевидной формы с разными параметрами образования трапеции.



1 – ножом формы $H_{HT}/H = 1$; 2 – ножом формы $H_{HT}/H = 0,5$; 3 – ножом формы $H_{HT}/H = 0,3$
 $P_{бок}$ – сила сопротивления фунта разрушению в боковых расширениях прорези; $P_{бок.ср}$ – сила сопротивления грунта срезу боковыми ребрами ножа; h – глубина начала образования боковых расширения прорези; h' – глубина копания прямоугольной части ножа

Рисунок 3 – Схема грунтовой прорези, зоны действия составляющих сил резания при копании ножом трапециевидной формы [8]

«Анализируя предложенные схемы можно сделать выводы: на схеме с ножом формой $H_{HT}/H = 1$ были ликвидированы зоны $P_{бок.ср}$ и $P_{бок}$ образуемые в процессе копания прямоугольным режущим элементом при боковом срезе и разрушении грунта в боковых расширениях прорези так как они (в данном случае) не точно описывали процесс, однако внедрено понятие «зона трапециевидного среза» $P_{TP.CP}$. В данном случае суммарная сила резания примет вид:

$$P(b, h, \delta) = \gamma m_{св} (b_1 + h_{нол} ctg \varphi) h_{нол} + 2 m_{TP.CP} h \quad (14)$$

В двух других предложенных схематических решения ($H_{HT}/H=0,3 \dots 0,5$) в отличии от $H_{HT}/H=1$, зоны действия сил $P_{бок}$ (0-1-2 и 7-8-9) и $P_{бок\ cr.}$ (2-3 и 77 6-7) существуют, но они смещены вверх от основания ножа b_1 , что придает характеризующей процесс формуле следующий вид:

$$P(b, h, \delta) = \left(\gamma m_{св} \left((b_1 + (h_{нол} - h') \operatorname{ctg} \varphi_1) \cdot (h_{нол} - h') + b_2 h' \right) \right) + \quad (15)$$

$$2 m_{TP.CP} (h_{нол} - h') + 2 P_{бок} \operatorname{ctg} \varphi_1 h'^2 + 2 P_{бок\ cr.} h'$$

Анализ предложенных схематических описаний влияния формы ножа на процесс разработки грунта является актуальной задачей, так как способствует определению наиболее эффективных параметров и форм ножа, способного разрабатывать грунт с минимальным усилием за счет результирующей траектории воздействия на грунт» [12].

Целью работы является определение рациональных параметров отвала бульдозера и разработка новой конструкции отвала, с управляемым выступающим ножом трапециевидной формы, который в рабочем состоянии имеет угол резания 65° .

Данная модернизация позволяет производить разработку более прочных категорий грунтов, а также способствует ускорению процесса заглубления отвала в грунт и стабильной работе бульдозера.

Выводы по разделу.

В разделе рассмотрены тенденции и перспективы развития рабочих органов бульдозера, выполнена общая классификация рабочих органов, проведено теоретическое обоснование влияние угла резания на усилие копания грунта бульдозерным отвалом.

2 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1 Тяговый расчет бульдозера

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

Условие движения бульдозера без буксования [19]:

$$T_{нб} \geq T_T \geq \sum P \quad (16)$$

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

T_T – тяговое усилие, развиваемое трактором, кН;

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

$$T_T = \frac{3,6 \cdot N \cdot \eta}{V}, \quad (17)$$

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 2,86 км/ч» [19].

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

«Сумма сопротивлений, возникающих в случае лобового резания и транспортирования грунта отвалом бульдозера [19]:

$$\sum P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4, \quad (18)$$

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.

$$P_1 = G_6 (f \cos \psi \pm \sin \psi), \quad (19)$$

где G_6 – сцепной вес бульдозера в рабочем состоянии, для гусеничных тракторов:

$$G_6 = (1,17 \dots 1,22) G_{\text{бм}}, \quad (20)$$

где $G_{\text{бм}}$ – вес базовой машины, кН.

$$G_6 = 1,2 \cdot 17,85 \cdot 9,8 = 209,9 \text{ кН.}$$

f – коэффициент сопротивления движению трактора по грунту для гусеничного движителя от 0,1 до 0,12 ψ – расчетный угол подъема от 15 до 20° (знак "+" принимается при работе на подъем.)

$$P_1 = 209,9 (0,1 \cos 15 + \sin 15) = 73 \text{ кН.}$$

$$P_2 = L \cdot h \cdot k_p, \quad (21)$$

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

h – глубина резания, принимается равной 0,1 м;

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

$$P_2 = 3,92 \cdot 0,1 \cdot 70 = 27,44 \text{ кН.}$$

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

$$P_3 = 0,5LH^2 \cdot \rho \cdot g \cdot \mu_1 \quad (22)$$

где H – высота отвала, м;

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

μ_1 – коэффициент трения грунта по грунту, для гравия принимается равным 0,84.

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

$$P_4 = 0,5LH^2 \rho \cdot g \cdot \mu_2 \cdot \cos^2 \alpha, \quad (23)$$

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

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

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

$$\sum P = 73 + 27,44 + 21,2 + 4,2 = 125,8 \text{ кН.} \quad (24)$$

$$189 \text{ кН} > 131 \text{ кН} > 125,8 \text{ кН.}$$

Условие движения бульдозера без буксования ($T_{нб} \geq T_T \geq \sum P$) выполняется [19].

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

Основными геометрическими конструктивными параметрами бульдозера являются:

- расстояние от центра задней звездочки ходового механизма b равное 1100 мм и от опорной поверхности m равное 420 мм до точки закрепления толкающих брусьев на тракторе;
- длина толкающих брусьев l_0 равное 4200 мм;

- координата точки закрепления гидроцилиндров подъема и опускания рабочего органа на тракторе и расстояние между точками закрепления гидроцилиндров и толкающих брусьев r .

«Значения b , m , l_o , r можно определить исходя из конструктивных соображений воспользовавшись конструкторской документацией прототипов.

Значение координаты закрепления гидроцилиндров подъема и опускания отвала определяем исходя из хода поршня.

Высоту подъема отвала рекомендуется выбирать из расчета достижения угла въезда не менее $20-30^\circ$ для бульдозеров с неповоротными отвалами» [19].

«Величину опускания отвалов ниже опорной поверхности базовой машины следует выбирать с учетом максимальной глубины копания определяемой по формуле [19]:

$$h_{\max} = \frac{T_{н.б} - G(f \cos \psi \pm \sin \psi)}{\varphi_k \cdot K_p \cdot L} \quad (25)$$

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° » [19].

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

Координаты положения места закрепления гидроцилиндров подъема (рисунок 4), 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 и отвал с толкающими брусками принятой длины.

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} » [19].

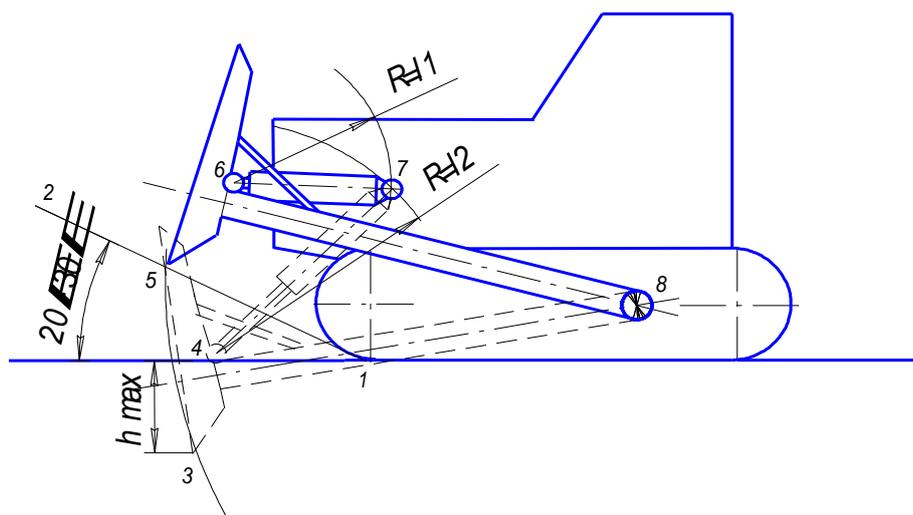


Рисунок 4 – Схема к определению координаты положения места закрепления гидроцилиндров подъема, опускания рабочего органа

«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» [19].

«Замечания:

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

- радиус l_1 является длиной гидроцилиндра с втянутым штоком с учетом проушин для закрепления, принимается равным 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» [19].

Ход поршня L принимается равным 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 (рисунок 5) принимаем из конструкторской документации прототипов либо определяем приближенно, 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: $m_{x.ч} = 8,925$ т; $m_{дв} = 7,14$ т; $m_{т.б} = 0,8$ т; $m_{отв} = 2,85$ т; $m_{г.ц} = 0,18$ т.

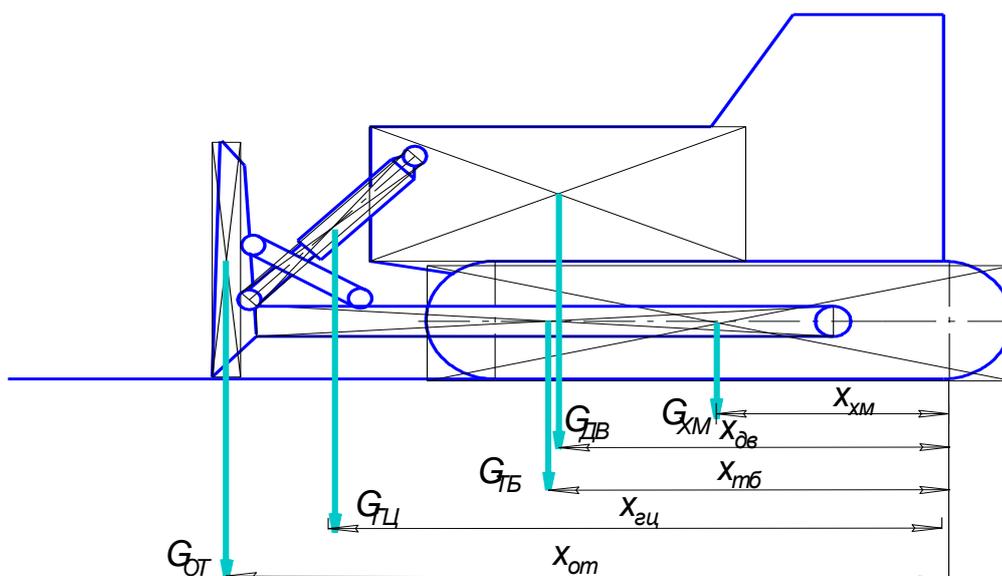


Рисунок 5 – Схема к расчету центра тяжести бульдозера.

Положение центра тяжести бульдозера a определим, воспользовавшись известной формулой из расчетной схемы [2]:

$$a = x_a = \frac{\sum m_i \cdot x_i}{\sum m_i} \quad (26)$$

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

2.3 Определение нагрузок на оборудование бульдозера

Величина действующего на отвал бульдозера максимального горизонтального усилия во время движения P_C^{\max} определяется как сумма тягового усилия по сцеплению и динамического усилия $P_{дин}$ (силы инерции) с учетом сопротивления передвижению базовой машины (рисунок 6), определяется по формуле:

$$P_c^{\max} = T_{нб} + P_{дин} - P_1. \quad (27)$$

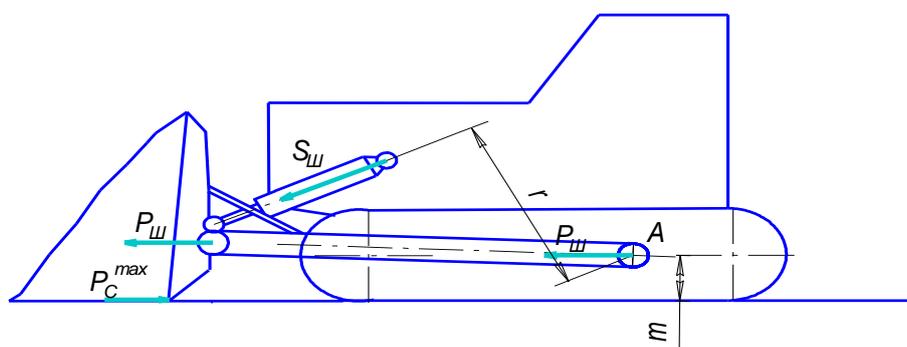


Рисунок 6 – Схема к расчету определения нагрузок в шарнирах рабочего органа

Динамическое усилие определяется для случая встречи машины массой m_b , движущейся со скоростью v_H , с препятствием на основе дифференциального уравнения движения [19]:

$$P_{дин} = \frac{v_n \sqrt{A_{np} m_o 1000}}{1000}, \quad (28)$$

где v_n – номинальная теоретическая скорость движения на расчетной передаче (примем номинальную скорость движения равную скорости бульдозера на первой передаче v_n 2,86 км/с=0,794 м/с), м/с;

A_{np} – приведенная жесткость (кН/м).

«Приведенная жесткость определяется по формуле [8]:

$$A_{np} = \frac{A_1 A_2}{A_1 + A_2}, \quad (29)$$

где A_1 и A_2 – соответственно, жесткость препятствия» [19].

Жесткость препятствия A_1 принимается как массив мерзлого грунта равная 2500 кН/м.

«Жесткость металлоконструкции навесного оборудования бульдозера A_2 [2]:

$$A_2 \approx \alpha_{жс} m_{б.м}, \quad (30)$$

где $\alpha_{жс}$ – коэффициент жесткости навесного оборудования на 1 кг массы трактора, принимается равным в диапазоне от 0,1 до

$$1,0 \frac{\text{кН}}{\text{м} \cdot \text{кг}} \text{» [19].}$$

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

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

по формуле:

$$P_{дин} = 0,794 \cdot \frac{\sqrt{2480,5 \cdot 17,85 \cdot 1000}}{1000} = 5,28 \text{ кН.}$$

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

«Максимальная нагрузка, действующая на крепления шарниров толкающих брусьев [19]:

$$P_{ш} = \frac{T_{нб} + V_{маш} \cdot \sqrt{A_{np} \cdot 1000 \cdot (M_{б} - M_o) / 1000 - P_1}}{2}, \quad (31)$$

где M_o – масса отвала (т)» [19].

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

«Максимальная нагрузка в шарнирах гидроцилиндров [19]:

$$S_{ш} = -\frac{P_c^{max} \cdot m}{2 \cdot r} \quad (32)$$

где m – координата точки закрепления гидроцилиндра подъема;

r – координата точки закрепления гидроцилиндра опускания» [19].

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

2.4 Расчет производительности бульдозера

«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% 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 7, а), целесообразнее в начале работы заглабливать отвал на большую глубину, чем в конце цикла срезания (рисунок 7, б, в), то есть толщина стружки должна быть переменной» [6].

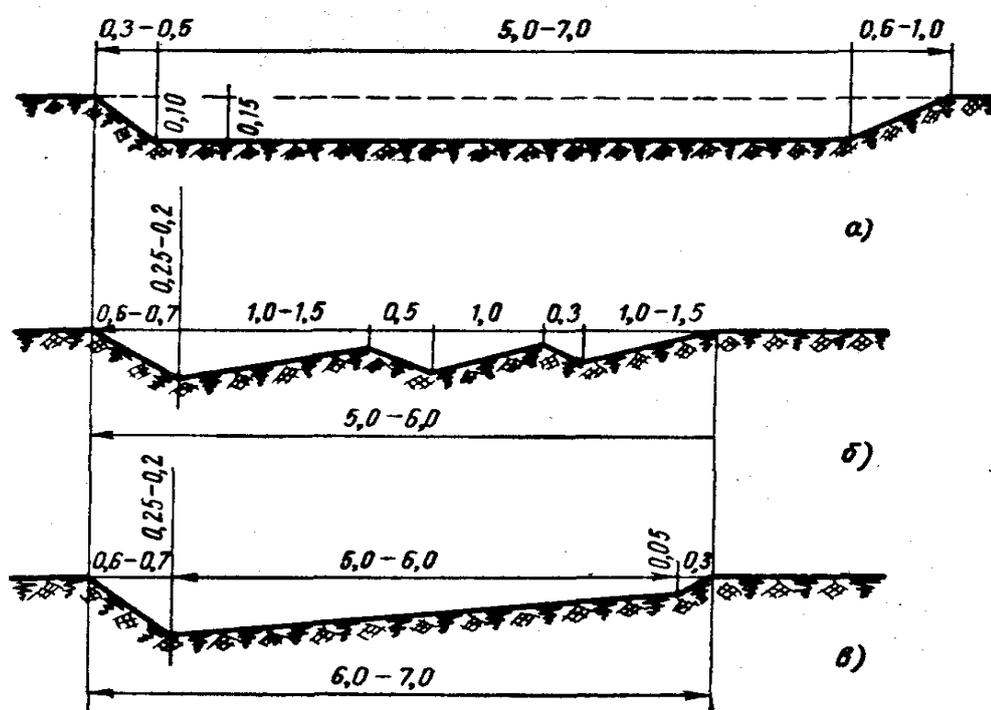


Рисунок 7 – Схема заглабливания отвала при снятии стружки

«При работе под уклон можно срезать стружку постоянного сечения на всем пути набора грунта, так как в результате работы под уклон появляется запас тяги, поскольку сопротивление перемещению грунта впереди отвала (так же, как и перемещение самого тягача) значительно меньше, чем при работе по горизонтали или на подъем.

Обычно путь, за который бульдозер набирает грунт впереди отвала, составляет от 5 до 7 м. Заглубление отвала и срезание грунта происходит на первой или второй передачах» [1].

«Эффективная работа в значительной степени зависит от режима перемещения. Обычно перемещают грунт на первой - третьей передачах.

Значительное время цикла работы занимает холостой ход. Поэтому при сравнительно малых расстояниях транспортирования (30-50 м) холостой ход целесообразно производить на максимальной скорости хода назад, выигрывая при этом время, которое шло бы на разворот трактора. При больших расстояниях холостой ход производят при ходе вперед» [8].

В зависимости от вида работ производительность определяют так.

«При резании и перемещении грунта [2]:

$$П = \frac{3600 \cdot V_{\phi} \cdot k_g \cdot k_{укл}}{T_{ц}}, \quad (33)$$

где k_g – коэффициент использования бульдозера по времени, принимается равным 0,85;

$k_{укл}$ – 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, принимается равным 1,5 для данного расчета;

$T_{ц}$ – продолжительность цикла в с.

$$П = \frac{3600 \cdot 1,8 \cdot 0,85 \cdot 1,5}{100} = 83 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$T_{ц} = \frac{l_p}{V_p} + \frac{l_n}{V_n} + \frac{l_o}{V_o} + t_c + t_o + 2t_n, \quad (34)$$

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

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

t_c – время на переключение передачи (около 5 с);

t_o – время на опускание отвала (1,5-2,5 с);

t_n – время на поворот трактора (около 10 с);

V_ϕ – фактический объем призмы волочения.

$$V_\phi = \frac{L \cdot H^2}{2 \cdot k_1}, \quad (35)$$

где k_1 – коэффициент зависящий от отношения $\frac{H}{L}$ [2]» [19].

$$\frac{H}{L} = \frac{1500}{3920} = 0,383.$$

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

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

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 Расчет и разработка навесного оборудования с управляемым выступающим ножом

Бульдозеры – это специальные машины для земляных работ, которые используются для перемещения земли, камней, песка и других материалов при строительстве дорог, зданий или различных инфраструктурных объектов. Бульдозеры оснащены большим лезвием на передней части, которое используется для выравнивания поверхности земли, возвышения или выемки грунта и создания канав. Бульдозерное оборудование с управляемым выступающим ножом (далее – ВСН) навешивается на бульдозер (Т-180) как комплект спаренного оборудования, в состав которого входит: бульдозерное оборудование и ВСН с управляемым приводом. Причем ВСН и его управляющий механизм закреплены на задней стенке отвала (рисунок 8). Спецификации на бульдозер, оборудование, в том числе гидроцилиндр, механизмы управления и отвал представлены в Приложении А (рисунки А.1, А.2, А.3, А.4, А.5).

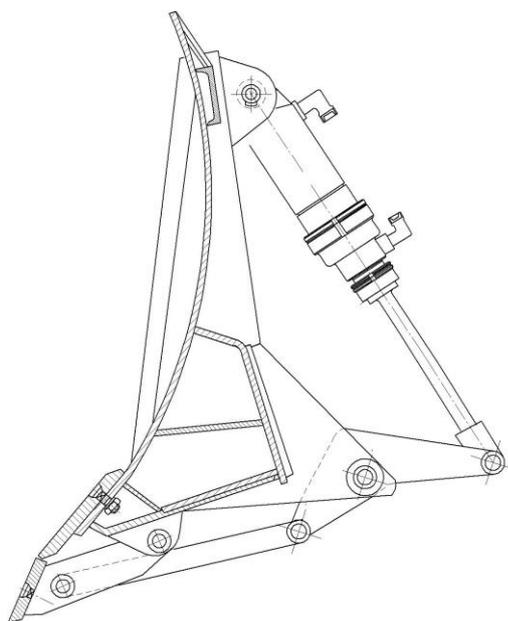


Рисунок 8 – Вид сбоку, установки управляемого ВСН на отвал

«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 [8]:

$$T_{нб} = G_{б} \cdot \varphi_{опт}, \quad (36)$$

где $\varphi_{опт}$ – оптимальный коэффициент использования веса базовой машины с оборудованием по сцеплению, соответствующий допустимому буксованию движителей, для гусеничных промышленных тракторов принимается равным 0,9;
 $G_{б}$ – сцепной вес бульдозера в рабочем состоянии» [13].

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

«Для гусеничных тракторов [8]:

$$G_{б} = (1,17...1,22) \cdot G_{бм}, \quad (37)$$

где $G_{бм}$ – вес базовой машины, кН» [13].

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

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, $L=3920$ мм.

Высоту отвала определяем в зависимости от номинального тягового усилия бульдозера при скорости, подходящей для бульдозерных работ, параметров отвальной поверхности и грунтовых условий [8]:

$$H \approx 500\sqrt{0,1T_{нб}} - 0,1T_{нб}, \quad (38)$$

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

Учитывая рассчитанную высоту и обеспечения хорошего обзора из кабины трактора примем высоту отвала от бокового ножа до козырька $H_1=1400$ мм, а от выступающего среднего ножа до козырька $H_2=1550$ мм. Анализируя выше приведенные параметры и габаритные размеры базовой машины примем для дальнейших расчетов $H=1500$ мм.

Профиль отвала

«Отвалы бульдозера оснащаются козырьком, высота которого составляет от 0,1 до 0,25 м. 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. Высоту козырька отвала принимаем равной 0,2 м. Параметры профиля отвала задаются углами резания, опрокидывания» [8].

Экспериментально доказана целесообразность создания отвалов с постоянным радиусом кривизны, который выбирается в диапазоне от 0,8 до 0,9 м.

$$R = 0,85 \cdot 1500 = 1275 \text{ мм.}$$

Выступающий средний нож.

«Теоретический анализ (представленный во 2 главе) взаимодействия позволил определить, что при разработке грунта рабочим органом бульдозера, на разрабатываемой поверхности образуется трапециевидная прорезь, которая способствует уменьшению трения боковой поверхности ножа, за счет чего уменьшается горизонтальная составляющая сопротивления грунта копанию.

Однако значительным недостатком ее является потеря грунта в боковые расширения прорези, что существенно отражается на общей массе призмы волочения. Анализируя выше сказанное и учитывая, что рабочий орган имеет выступающий нож, принимается решение о придании выступающему среднему ножу трапециевидной формы, что позволит избежать утрат грунта в боковые расширения прорези и увеличить массу призмы волочения и одновременно уменьшить горизонтальное сопротивление грунта копанию, а боковые косынки, которые соединяют, под некоторым углом, выступающий средний нож трапециевидной формы с боковыми ножами, позволяя срезанной стружке грунта беспрепятственно, перетекать по ножевой системе двигаясь к лобовой поверхности, образуя при этом, компактную призму волочения, и затрачивая минимальное усилие» [13].

Угол резания.

Основываясь на теоретических данных, приведенных в 1 главе, примем для уменьшения сил сопротивления копанию угол резания для боковых ножей равным $\alpha_p=55^\circ$, а для улучшения заглубления примем угол резания ВСН равным $\alpha_{p\text{ВСН}}=65^\circ$.

Параметры модернизированного отвала:

Ширина отвала, мм.....3920.

Наибольшая высота (от ВСН до козырька), мм.....1550.

Радиус кривизны лобовой поверхности, мм.....1300.

Угол установки в плане отвала, град.....75.

Угол резания:

– ВСН, град.....65;

– боковых ножей, град.....55.

Выступание ВСН, мм.....150.

Масса отвала, т.....3.

Модернизированная конструкция отвала представлена на рисунке 9.

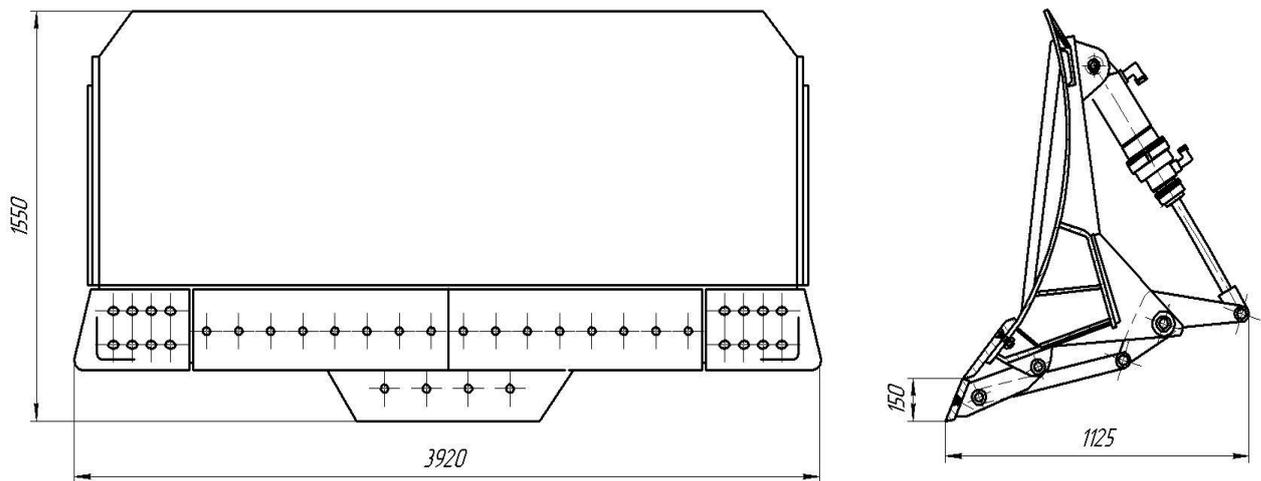


Рисунок 9 – Модернизированная конструкция отвала

3.2 Расчет привода механизма управления ВСН

Механизм управления ВСН (рисунок 10) состоит из гидроцилиндра (гидропривода), системы рычагов и ВСН.

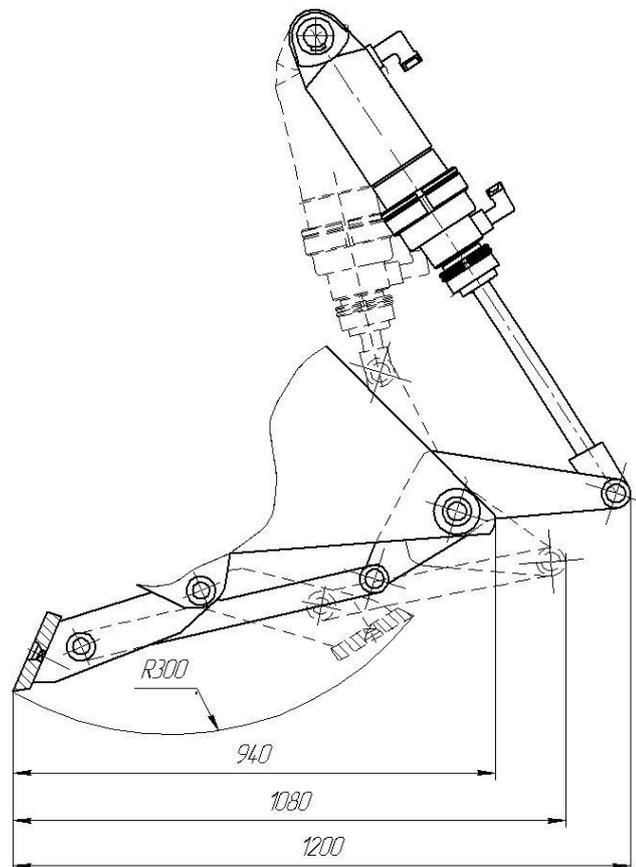


Рисунок 10 – Механизм управления ВСН

Исходными данными при проектировании гидравлического привода являются максимальное усилие, развиваемое цилиндром, S , ход поршня s_n , номинальное рабочее давление жидкости в системе p .

«Ход поршня принимаем в соответствии с полученными геометрическими параметрами механизма управления ВСН.

Если базовая машина не имеет встроенного гидропривода, который может быть использован для управления бульдозером, номинальное рабочее давление p рекомендуется выбирать равным 10, 16, 25, 32 МПа.

После определения исходных расчетных данных проектирование гидравлического привода производят в следующем порядке.

Разрабатывают принципиальную схему гидропривода, в которой указываются число насосов, распределителей, расположение предохранительных клапанов, бака, фильтров и других элементов системы. Здесь же устанавливаются длина трубопроводов, разность уровней, а также количество гидроцилиндров.

Количество исполнительных цилиндров принимается исходя из общей компоновки управляемого ВСН с учетом действующих на цилиндр усилий и возможностей унификации конструктивных элементов.

Внутренний диаметр гидроцилиндра d_u вычисляется в зависимости от значений максимального действующего усилия S (Н) (округляем полученное нами значения до 39000Н) и расчетного давления жидкости в системе p_p (Мпа). Принимаем p_p равное 10 МПа» [14].

С учетом гидравлических потерь от насоса до цилиндра для предварительных расчетов можно принимать [8]:

$$p_p = (0,85...0,9) p, \quad (39)$$
$$p_p = 0,85 \cdot 10 = 8,5 \text{ МПа}$$

При выдвигении штока:

$$d_u = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi \cdot p_p}}, \quad (40)$$

$$d_u = \sqrt{\frac{4 \cdot 39000}{3,14 \cdot 8,5}} = 76 \text{ мм.}$$

При втягивании штока диаметром равным 60 мм.

$$d_u = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi \cdot p_p} + d_{ш}^2}, \quad (41)$$

$$d_u = \sqrt{\frac{4 \cdot 39000}{3,14 \cdot 8,5} + 60^2} = 90 \text{ мм.}$$

«Полученное значение диаметра округляется до рекомендуемых размеров. ГОСТ 22-1417-79 устанавливает следующие размеры внутреннего диаметра гидроцилиндра – диаметра штока в миллиметрах соответственно: 100 – 60.

Принимаем гидроцилиндр: L_u равный 1000 мм; D равный 100 мм; $D_{ш}$ равный 60 мм, $H_{ш}$ равный 320 мм;

Подача насоса Q_n должна обеспечивать требуемую скорость перемещения штока. При этом потери жидкости за счет утечек принимаются в пределах от 3 до 8% от расхода жидкости, необходимого для работы n гидроцилиндров одновременно» [14].

Тогда:

$$Q_n = \frac{\pi \cdot d_u^2 \cdot V_n \cdot n}{4(0,92...0,97)}, \quad (42)$$

$$Q = \frac{3,14 \cdot 0,08^2 \cdot 0,3 \cdot 2}{4 \cdot 0,97} = 0,0031 \text{ л/ч.}$$

«Скорости движения поршня относительно корпуса цилиндра v_n по ГОСТ 22-1417-79 рекомендуется выбирать в пределах 0,3...0,5 м/с.

По значениям подачи и принятого номинального давления определяются тип и количество насосов, устанавливаемых на машине, или проверяется соответствие встроенного насоса базового тягача гидросистеме. В случае несоответствия частоты вращения вала отбора мощности базового тягача номинальной частоте вращения выбранного насоса рассчитываются параметры промежуточного редуктора или мультипликатора.

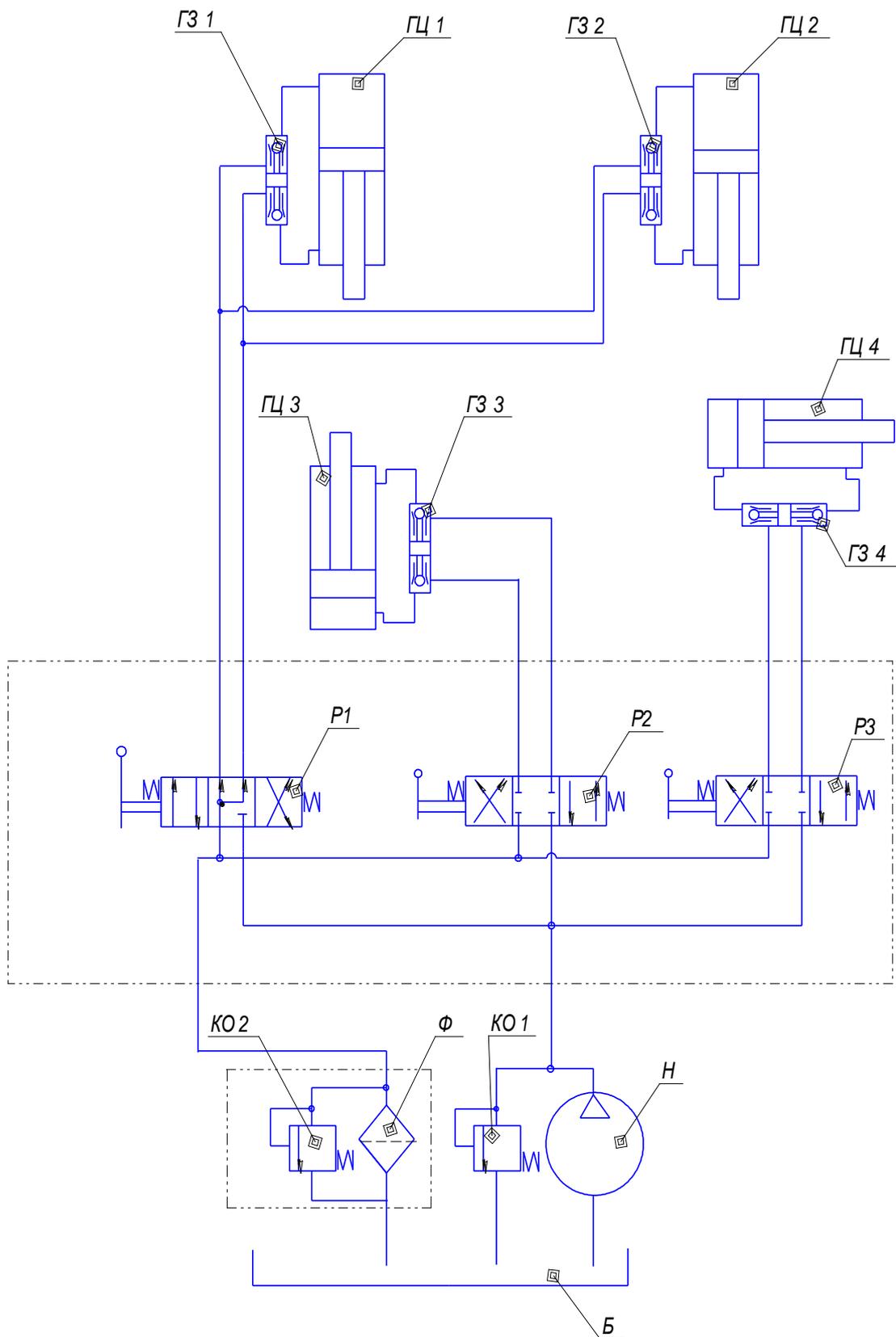
Внутренний диаметр трубопроводов выбирается таким, чтобы обеспечивалась средняя скорость жидкости 3...5 м/с в нагнетательном трубопроводе и до 1,5 м/с во всасывающем. Полученный расчетом внутренний диаметр округляется до рекомендуемого ближайшего большего. Рекомендуемые значения внутреннего диаметра трубопроводов в миллиметрах следующие: 2, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15, 20, 25, 32» [14].

Выбор гидросхемы.

«Определив выше приведенным расчетом гидроцилиндр управления ВСН 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: $100-70 \times 400$;
- гидроцилиндр управления ВСН: $100-60 \times 320$;
- остальные приспособления согласно паспортных данных бульдозера.

Примем гидросхему представленную на рисунок 11» [14].



ГЦ 1, ГЦ 2 – гидроцилиндр 140-80×1000; ГЦ 3 – гидроцилиндр 100-60×320; ГЦ 4 – гидроцилиндр 100-70×400; ГЗ 1-ГЗ 2, ГЗ 3-ГЗ 4 – гидрозамок; Н – насос; КО-1, КО-2 – клапан обратный; Ф – фильтр; P1 – распределитель; P2, P3 – распределитель; Б – гидробак

Рисунок 11 – Гидросхема

3.3 Расчет на прочность элемента соединяющего гидроцилиндр и тягу ВНТФ

Перед расчетом соединяющего элемента на прочность необходимо определить максимальное горизонтальное усилие, действующее на управляемый выступающий средний нож трапецевидной формы (далее – ВНТФ) (данное усилие возникает, в случае если управляемый ВНТФ внезапно упирается в препятствие при движении бульдозера по горизонтальной поверхности с цилиндром управления оборудованием в запертом положении) (рисунок 12).

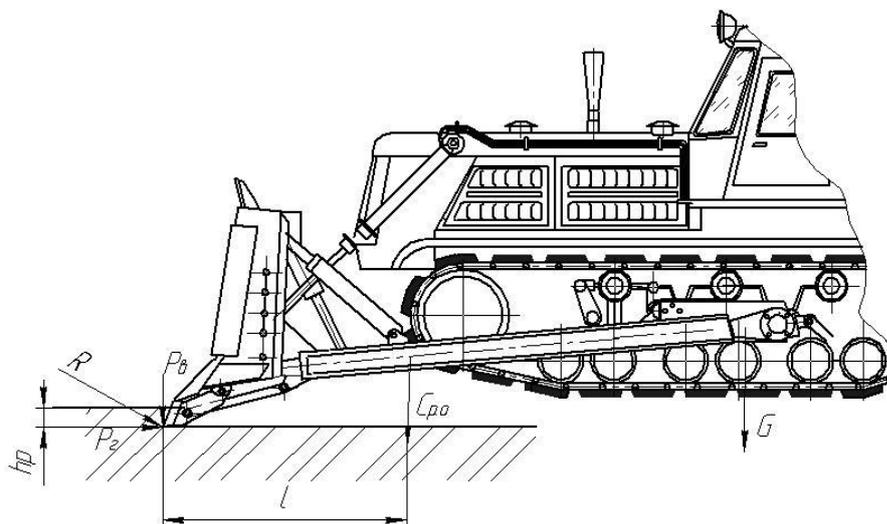


Рисунок 12 – Схема к определению нагрузки на элементы управляемого ВНТФ

Максимальное усилие определяется по формуле [8]:

$$R_n = G_b(\varphi_{\max} - f) + P_{\text{дин}}, \quad (43)$$

где G_b – сила тяжести бульдозера;

φ_{\max} – коэффициент сцепления, для гусеничных машин равен $=0,9...1,1$;

f – коэффициент сопротивления перемещению бульдозера, $f=0,06...0,07$;

$P_{дин}$ – динамическое усилие, действующее на базовую машину, возникающее при внезапном упоре в препятствие, кН.

Определим силу тяжести бульдозера по формуле [8]:

$$G_{\delta} = g m_{\delta}, \quad (44)$$

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

m_{δ} – масса бульдозера, принимается равной $18,760 \text{ т}$.

$$G_{\delta} = 9,81 \cdot 18,760 = 187,60 \text{ кН}.$$

Динамическое усилие определяется для случая встречи машины массой m_{δ} , движущейся со скоростью v_n , с препятствием на основе дифференциального уравнения движения [8]:

$$P_{дин} = \frac{v_n}{1000}, \quad (45)$$
$$P_{дин} = \frac{(v_n \sqrt{A_{np} m_{\delta} 1000})}{1000},$$

где v_n – номинальная теоретическая скорость движения на расчетной передаче (примем номинальную скорость движения равную скорости бульдозера на первой передаче $0,794 \text{ м/с}$), м/с;

A_{np} – приведенная жесткость (кН/м), определяется по формуле [8]:

$$A_{np} = \frac{A_1 A_2}{A_1 + A_2}, \quad (46)$$

где A_1 и A_2 – соответственно, жесткость препятствия (примем величину жесткости соответствующую гранитному массиву шириной 500 мм , A_1 равно 18200 кН/м) и металлоконструкции машины.

Для расчета жесткость металлоконструкции элементов механизма управления ВНТФ примем по рекомендации ВНИИстройдормаш [8]:

$$A_2 \approx \alpha_{жс} m_{б.м}, \quad (47)$$

где $\alpha_{жс}$ – коэффициент жесткости навесного оборудования на 1 кг массы трактора, принимается равным 0,1...1,0 кН/мкг.

Рассчитаем жесткость металлоконструкции оборудования [8]:

$$A_2 = 0,95 \cdot 18760 = 17632 \text{ кН/м.}$$

Определив все составляющие, найдем приведенную жесткость [8]:

$$A_{пр} = \frac{18200 \cdot 17632}{18200 + 17632} = 4794 \text{ кН/м.}$$

Зная значения приведенной жесткости, рассчитаем по формуле динамическое усилие [8]:

$$P_{дин} = \frac{(0,794 \cdot \sqrt{4794 \cdot 18760 \cdot 1000})}{1000} = 265,54 \text{ кН/м.}$$

Рассчитав динамическое усилие, определим максимальное усилие [8]:

$$R_{н} = 187,60 \cdot (0,95 - 0,07) + 334,09 = 389,42 \text{ кН.}$$

Таким образом, максимальное усилие возникает, в случае если управляемый ВНТФ внезапно упирается в препятствие равно 389,42 кН.

Зная максимальное усилие, действующее на управляемый ВНТФ, произведем расчет реакций опор действующих в соединяющем элементе механизма управления ВНТФ.

Расчет реакций опор.

Для нахождения реакций опор приведем расчетную схему (рисунок 13).

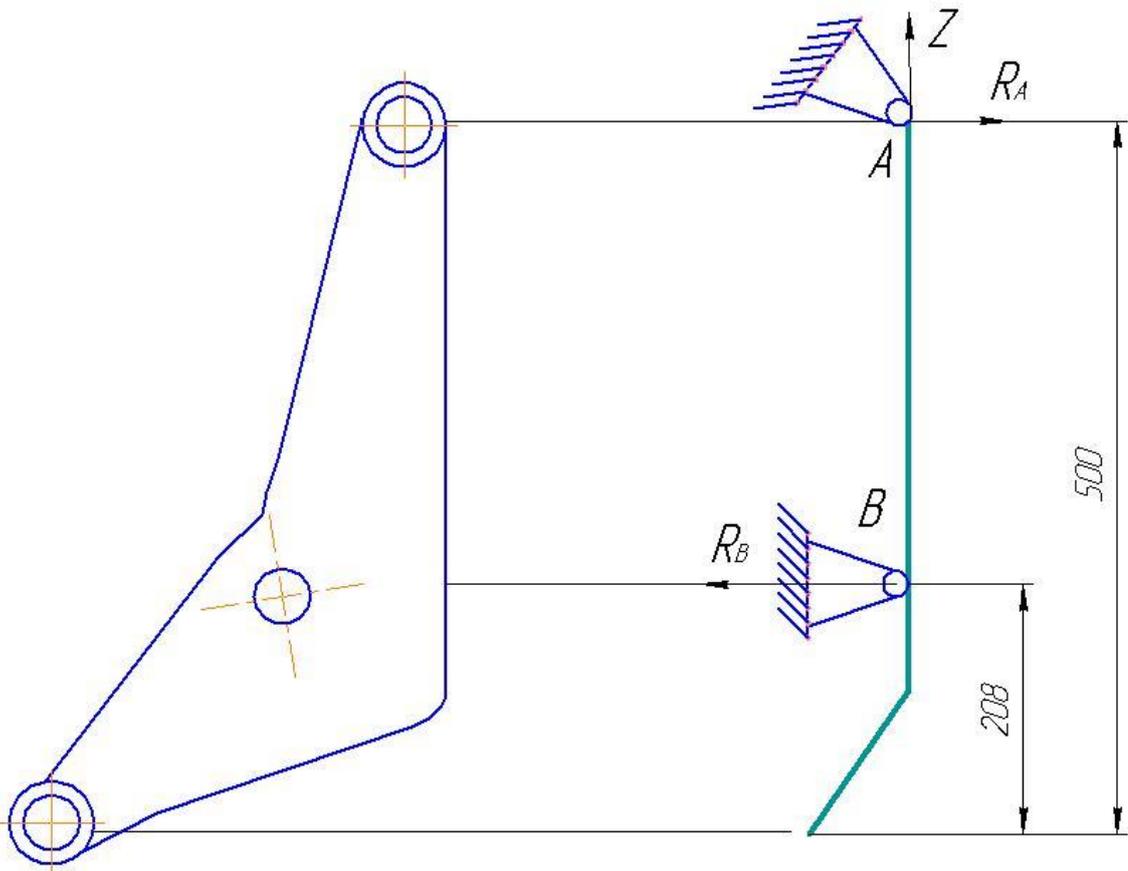


Рисунок 13 – Расчетная схема

Сумма моментов относительно точки А=0.

$$\Sigma M_{(A)} = 0; \quad (48)$$

$$R_H \cdot \vartheta - R_B (\vartheta - a) = 0, \quad (49)$$

$$R_B = \frac{R_H \cdot \vartheta}{\vartheta - a} \quad (50)$$

где R_H – максимальное усилие, действующее на соединяющий элемент, принимается равным 389,42кН;
 a и b – расстояния до опор, м.

$$R_H = \frac{389,42 \cdot 0,7}{0,7 - 0,24} = 592 \text{ кН.}$$

$$\Sigma Fk_{(y)} = 0,$$

$$R_A + R_H - R_B = 0,$$

$$R_A = 592 - 389,42 = 202,6 \text{ кН.}$$

Разобьем соединяющий элемент на два участка: I и II .

Изгибающий момент на первом участке будет равен:

$$M_I = R_H \cdot z, \quad (51)$$

$$M_{(0)} = R_H \cdot 0, \quad (52)$$

$$M_{(a)} = 389,42 \cdot 0,24 = 93,46 \text{ кН} \cdot \text{м} = 9,346 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{см.}$$

Проведем проверку на прочность в листе закрепления соединяющего элемента с ребром отвала, так как здесь сечение элемента ослаблено отверстием (рисунок 14), и на него действует наибольший изгибающий момент.

Найдем момент инерции сечения соединяющего элемента [8]:

$$I = 2 \left[\left(\frac{h-d}{2} \right)^3 b + b \frac{h-d}{2} \left(\frac{h-d}{4} \right)^2 \right], \quad (53)$$

где b , h , d – соответственно, ширина, высота и диаметр сечения соединяющего элемента, $b=60$ мм, $h=170$ мм, $d=32$ мм.

$$I = 2 \left[\left(\frac{170 - 32}{2} \right)^3 60 + 60 \frac{170 - 32}{2} \left(\frac{170 - 32}{4} \right)^2 \right] = 6053,5 \text{ см}^4.$$

По условию прочности допустимое напряжение в сечении (рисунок 14) должен быть [8]:

$$W \geq \frac{M_{\max}}{[\sigma]}, \quad (54)$$

где $[\sigma]$ – для стали 45 допустимое напряжение равно 160 МПа.

$$W \geq \frac{9,346 \cdot 10^6}{16000} = 584 \text{ см}^3.$$

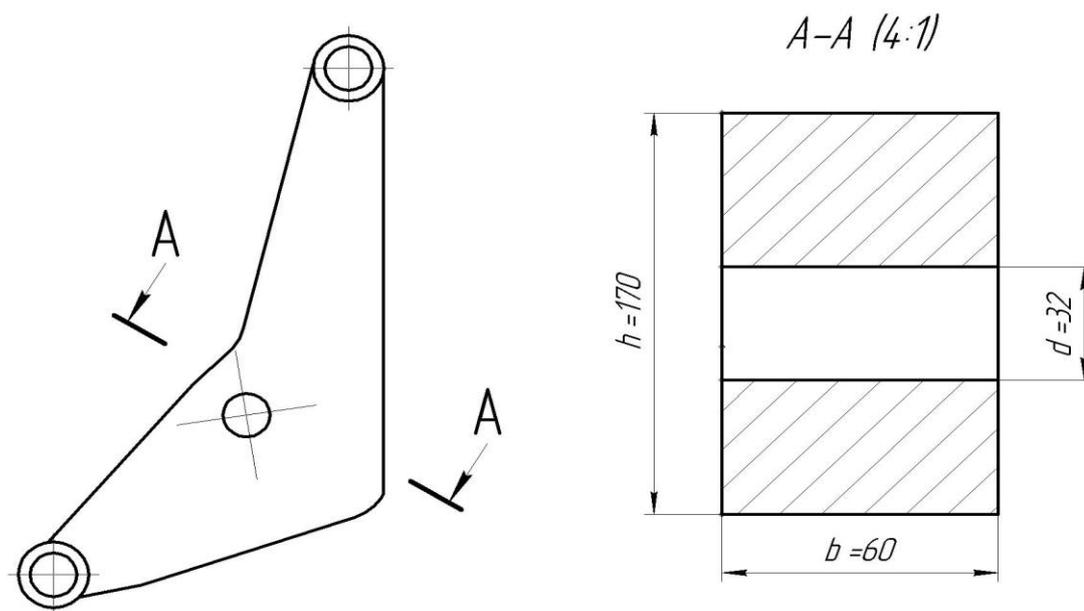


Рисунок 14 – Сечение соединяющего элемента в месте крепления к ребру отвалу

Определим напряжение в сечении [8]:

$$W = \frac{I}{Z_{\max}} = \frac{2I}{h^*}, \quad (55)$$

где h^* – расстояние определенное графически принимается равным 8,5 см.

$$W = \frac{6053,5}{8,5} = 712 \text{ см}^3,$$

$$712 \text{ см}^3 > 584 \text{ см}^3.$$

Таким образом, в наиболее опасном сечении соединяющего элемента допустимое значение не превышает нормы.

Выводы по разделу.

В разделе выполнен расчет и разработка навесного оборудования с управляемым выступающим ножом, расчет привода механизма управления выступающим ножом, расчет на прочность элемента соединяющего гидроцилиндр и тягу рабочего отвала.

4 Технологический раздел

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

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

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

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

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

Исходными данными для проектирования технологического процесса сборки являются:

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

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

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

4.1 Обоснование выбора технологического процесса

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

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

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

Ввиду того, что модернизация навесного оборудования для трактора Т-180 не будет иметь большого спроса, сборку можно осуществлять методом мелкосерийной сборки.

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

Рассчитаем такт выпуска по формуле:

$$T_{д} = \frac{F_{д} \cdot 60 \cdot m}{N}, \quad (56)$$

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.

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

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 гидроцилиндра для навесного оборудования для трактора Т-180 представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень сборочных работ

Содержание основного и вспомогательного перехода	Время на выполнение операции, мин.
Взять корпус позиция 1	1
Осмотреть корпус на наличие повреждений и дефектов	2
Взять шток позиция 2	1
Осмотреть шток на наличие повреждений и дефектов	2
Взять ось поршня позиция 3	1
Осмотреть ось поршня на наличие повреждений и дефектов	2
Установить ось поршня на шток	5
Взять шайбу позиция 4	1
Осмотреть шайбу на наличие повреждений и дефектов	0,5
Установить шайбу на шток	1
Взять поршень позиция 5	1
Осмотреть поршень на наличие повреждений и дефектов	2
Установить поршень на шток	3
Взять уплотнительную манжету 100×80 позиция 14	0,5
Осмотреть уплотнительную манжету 100×80 на наличие повреждений и дефектов	0,6
Установить уплотнительную манжету 100×80 на шток	2
Взять гайку	0,3
Затянуть гайку на штоке с моментом 50-60 Н·м	1
Взять уголок позиция 6	0,5
Осмотреть уголок на наличие повреждений и дефектов	1
Установить уголок на корпус	2
Взять кранбуксу позиция 7	0,5
Осмотреть кранбуксу на наличие повреждений и дефектов	2
Установить кранбуксу на корпус	4
Взять втулку позиция 8	0,8
Осмотреть втулку на наличие повреждений и дефектов	1
Установить втулку в корпус	5
Взять клапан позиция 13	0,8
Осмотреть клапан на наличие повреждений и дефектов	1,5
Установить клапан на шток	5
Взять уплотнительное кольцо позиция 12	0,5
Осмотреть уплотнительное кольцо на наличие повреждений и дефектов	1
Установить уплотнительное кольцо на шток	1,5
Взять крышку позиция 9	0,8
Осмотреть крышку на наличие повреждений и дефектов	1
Установить крышку на корпус, затянув крепления с моментом 20-30 Н·м	6
Взять проушину с резьбой позиция 11	1
Осмотреть проушину с резьбой на наличие повреждений и дефектов	1
Установить проушину с резьбой на шток	3
Залить амортизаторную жидкость	5
Проверить качество выполненных операций и выполнить испытание гидроцилиндра.	60

Продолжение таблицы 1

Содержание основного и вспомогательного перехода	Время на выполнение операции, мин.
Гидроцилиндр в сборе испытать: На прочность давлением 25 МПа рабочей жидкостью с выдержкой не менее 30 с. в двух крайних положениях. Наружную герметичность проверить при давлении не менее 20 МПа. Течь через стыки, сварные швы и соединения не допускается.	
Итого:	131,8

Рассчитаем общее оперативное время на все виды работ по формуле:

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on1} + t_{on2} + \dots + t_{on_n}, \quad (57)$$

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

«Определяем суммарную трудоемкость сборки изделия по формуле:

$$t_{ум}^{общ} = t_{on}^{общ} + t_{on}^{общ} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100} \right), \quad (58)$$

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

$$t_{ум}^{общ} = 131,8 + 131,8 \cdot \left(\frac{3+5}{100} \right) = 142,34 \text{ мин.}$$

4.2 Проектирование технологического процесса сборки гидроцилиндра

Составим последовательность технологических операций с указанием приспособлений и затрачиваемого на выполнение операций времени заносим в таблицу 2.

Таблица 2 – Технологический процесс сборки гидроцилиндра для навесного оборудования для трактора Т-180

Номер операции	Наименование операции	Номер позиции	Содержание операции, перехода	Оборудование, инструмент, приспособление	Затрачиваемое время, мин.
005	Сборочная	1	Взять корпус позиция 1	Приспособление грузоподъемное, набор головок, рожковые ключи, отвертка, молоток, плоскогубцы, вороток, центровка, электрический шуруповерт зубило, сварочный аппарат	71,8
		2	Осмотреть корпус на наличие повреждений и дефектов		
		3	Взять шток позиция 2		
		4	Осмотреть шток на наличие повреждений и дефектов		
		5	Взять ось поршня позиция 3		
		6	Осмотреть ось поршня на наличие повреждений и дефектов		
		7	Установить ось поршня на шток		
		8	Взять шайбу позиция 4		
		9	Осмотреть шайбу на наличие повреждений и дефектов		
		10	Установить шайбу на шток		
		11	Взять поршень позиция 5		
		12	Осмотреть поршень на наличие повреждений и дефектов		
		13	Установить поршень на шток		
		14	Взять уплотнительную манжету 100×80 позиция 14		
		15	Осмотреть уплотнительную манжету 100×80 на наличие повреждений и дефектов		
		16	Установить уплотнительную манжету 100×80 на шток		
		17	Взять гайку		
		18	Затянуть гайку на штоке с моментом 50-60 Н·м		
		19	Взять уголок позиция 6		

Продолжение таблицы 2

Номер операции	Наименование операции	Номер позиции	Содержание операции, перехода	Оборудование, инструмент, приспособление	Затрачиваемое время, мин.
		20	Осмотреть уголок на наличие повреждений и дефектов		
		21	Установить уголок на корпус		
		22	Взять кранбуксу позиция 7		
		23	Осмотреть кранбуксу на наличие повреждений и дефектов		
		24	Установить кранбуксу на корпус		
		25	Взять втулку позиция 8		
		26	Осмотреть втулку на наличие повреждений и дефектов		
		27	Установить втулку в корпус		
		28	Взять клапан позиция 13		
		29	Осмотреть клапан на наличие повреждений и дефектов		
		30	Установить клапан на шток		
		31	Взять уплотнительное кольцо позиция 12		
		32	Осмотреть уплотнительное кольцо на наличие повреждений и дефектов		
		33	Установить уплотнительное кольцо на шток		
		34	Взять крышку позиция 9		
		35	Осмотреть крышку на наличие повреждений и дефектов		
		36	Установить крышку на корпус, затянув крепления с моментом 20-30 Н·м		

Продолжение таблицы 2

Номер операции	Наименование операции	Номер позиции	Содержание операции, перехода	Оборудование, инструмент, приспособление	Затрачиваемое время, мин.
		37	Взять проушину с резьбой позиция 11		
		38	Осмотреть проушину с резьбой на наличие повреждений и дефектов		
		39	Установить проушину с резьбой на шток		
		40	Залить амортизаторную жидкость		
010	Регулировочная	1	Проверить качество выполненных операций и выполнить испытание гидроцилиндра. Гидроцилиндр в сборе испытать: На прочность давлением 25 МПа рабочей жидкостью с выдержкой не менее 30 с в двух крайних положениях. Наружную герметичность проверить при давлении не менее 20 МПа. Течь через стыки, сварные швы и соединения не допускается.	Стенд для испытаний гидроцилиндров	60

Технологическая схема сборки гидроцилиндра для 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 гидроцилиндра для 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 3).

Таблица 3 – Технологический паспорт технологического процесса обслуживания навесного оборудования для трактора Т-180

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

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

Таблица 4 – Результаты идентификации профессиональных рисков

Операция	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы»	Источник возникновения ОиВПФ
- 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 навесного оборудования для трактора Т-180.	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях деталей трактора, навесного оборудования	Элементы конструкции базовой машины
	Запыленность и загазованность воздуха	Поднимающаяся пыль от инструмента, ног
	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования	Элементы конструкции базовой машины
	Возможность поражения электрическим током	Инструмент в зоне проведения технического обслуживания

Продолжение таблицы 4

Операция	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы»	Источник возникновения ОиВПФ
	Отсутствие или недостаток естественного света	Недостаточное количество окон, световых колодцев в помещении, где производится технологический процесс
	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» [12].

- б) «обеспечение работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами;
- в) устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- г) приведение уровней естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в бытовых помещениях, местах прохода работников в соответствии 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 5.

Таблица 5 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования»	Организационно-технические мероприятия: – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем состоянии	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [12].
«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях автомобиля»	Выполнение на регулярной основе планово-предупредительного обслуживания. Эксплуатация технологического оборудования в строгом соответствии с инструкцией. Санитарно-гигиенические мероприятия: – обеспечение работника СИЗ,	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [12].

Продолжение таблицы 5

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
	<p>смывающими и обеззараживающими средствами;</p> <ul style="list-style-type: none"> – предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования. – знаки безопасности, цвета, разметка по ГОСТ 12.4.026-2015; – обеспечение дистанционного управления оборудованием 	
«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 противозумные наушники, беруши противозумные» [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» [22]</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 согласно ст. 212 ТК РФ; – правильное оборудование рабочих мест, обеспечение технологической и организационной оснащенности средствами комплексной и малой механизации; 	<p>–</p>

Продолжение таблицы 5

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
«Монотонность труда»	<ul style="list-style-type: none"> – объединение малосодержательных операций в более сложные и разнообразные: длительность объединенных операций не должна превышать 10-12 мин, иначе это повлечет снижение производственных показателей; – чрезмерное укрупнение операций может не соответствовать уровню квалификации работника. При совмещении профессий следует учитывать перенос (положительное) и интерференцию (отрицательное) взаимодействие навыков новой и совмещаемой профессии Должны загружаться различные психофизиологические функции работника» [22]; – «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, оптимальную освещенность рабочего места, снижение шума, вибрации, запыленности и загазованности; – отбор работников на основе учета их индивидуальных психофизиологических особенностей; разработку и регулярное применение систем морального и материального стимулирования; 	–

Продолжение таблицы 5

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
	<ul style="list-style-type: none"> – 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; – 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 (таблица 6).

Таблица 6 – 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» [22].

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

проведение анализа рисков возможного возникновения пожара в здании или сооружении. Для этого необходимо провести осмотр помещений, выявить наличие возможных источников возгорания, оценить состояние систем пожарной безопасности.

Выполним разработку мероприятий по соблюдению требований пожарной безопасности при обслуживании навесного оборудования для трактора Т-180 (таблица 7).

Таблица 7 – 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]
«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 экологических факторов, возникающих при технологическом процессе обслуживания навесного оборудования для трактора Т-180 и сведем их в таблицу 8.

Таблица 8 – 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 обслуживания навесного оборудования для трактора Т-180;
- выявлены профессиональные риски при обслуживании навесного оборудования для трактора Т-180 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 Т-180;
- идентифицированы экологические факторы, возникающие при обслуживании навесного оборудования для трактора Т-180.

6 Экономическая эффективность проекта

Базовая техника: бульдозер на базе трактора Т-180.

Новая техника: бульдозер на базе трактора Т-180 с модернизированным отвалом с управляемым выступающим ножом трапецевидной формы.

Основные исходные данные для расчета экономической эффективности представлены в таблице 9.

Таблица 9 – 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:

$$P = P_g \cdot T_r, \quad (59)$$

где P_g – среднечасовая техническая производительность машины в натуральных измерениях;

T_r – количество машино-часов работы в год на одну машину» [9].

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

$$T_r = \frac{\Phi}{\left(\frac{1}{k_{cm} \cdot t_{cm}} + D_p + \frac{T_n}{T_{об}} \right)}, \quad (60)$$

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_{II} – 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» [9].

«Количество дней нахождения машины в ТО и Р:

$$D_p = \frac{\sum_{i=1}^n B_i H_i}{k_x \cdot T_{ц}} + \frac{B_0}{t_0}, \quad (61)$$

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» [9].

Величину $\sum_{i=1}^n \frac{B_i H_i}{T_{\text{ц}}}$ 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:

$$K = k_B \cdot C, \quad (62)$$

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

C – оптовая цена» [9].

Для БТ: $K = 1,12 \cdot 120,000 = 134,4$ тыс.р.

Для НТ: $K = 1,12 \cdot 80,0 = 89,6$ тыс.р.

Определяем текущие затраты.

а) зарплата оператору.

«Затраты на основную заработную плату оператора определяются по формуле [33]:

$$Z_o = 1,62 \cdot k_c \cdot n \cdot G, \quad (63)$$

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» [9].

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:

$$P_{рем} = 1,3 \cdot 1,2 k_c c_T \left[\frac{\sum_{i=1}^n r_i H_i}{k_x T_u} + \frac{r_o}{t_o} \right] \cdot (1 + 0,846 \cdot k_{зч}), \quad (64)$$

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 рабочих;

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

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

t_0 – средняя наработка на отказ» [9].

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

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.

«Амортизационные отчисления машины определяются по формуле:

$$A = 1,1 \cdot a_n \frac{K}{T_z}, \quad (65)$$

где a_n – нормы амортизационных отчислений в долях единицы, принимаем равным 0,15» [9].

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

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

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

$$Z_{\text{от}} = 1,1 \sum_{i=1}^n C_{\text{Э}i} \cdot W_i, \quad (66)$$

где: $C_{\text{Э}i}$ – тариф на топливо;

W_i – затраты топлива на 1 маш.-ч. работы машины» [9].

$$W_i = N_{\text{Э}} \cdot k_{\text{СП}}. \quad (67)$$

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

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

д) «затраты на смазочные материалы определяются по формуле:

$$Z_c = k_e \cdot Z_{\text{от}}, \quad (68)$$

где k_e – коэффициент перехода от затрат на электроэнергию к затратам на смазочные материалы, принимается равным 0,22» [9].

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

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

Расчетные величины сводим в таблицу 10.

Таблица 10 – Калькуляция текущих затрат

Статьи затрат	Обозначения	Затраты, руб.	
		БТ	НГ
Зарплаты операторам	Z_o	280,83	280,83
Отчисления на социальные нужды	30%	84,25	84,25
Затраты на ТО и Р	$P_{\text{рем}}$	0,52	0,52
Отчисления на амортизацию	A	14,46	9,64
Затраты на топливо	$Z_{\text{дт}}$	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:

$$\mathcal{E} = \Pi'' \left[\frac{C'}{\Pi_3'} - \frac{C''}{\Pi_3''} + E_H \left(\frac{k'}{\Pi} - \frac{k''}{\Pi''} \right) \right], \quad (69)$$

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

C – себестоимость;

k – капиталовложения;

E_H – нормативный коэффициент сравнения эффективности капитальных вложений, принимается равным 0,15» [9].

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

Удельная фондоемкость вычисляется по формуле:

$$\Phi_y = \frac{K}{\Pi_3}. \quad (70)$$

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

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

Годовые эксплуатационные издержки вычисляются по формуле:

$$\mathcal{E}_u = C \cdot \Pi_i, \quad (71)$$

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

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

«Снижение затрат на материалы определим по формуле:

$$\Delta Q = (g'_y - g''_y) \Pi, \quad (72)$$

где g'_y и g''_y -соответственно, удельная материалоемкость продукции, вырабатываемой техникой до и после модернизации» [9].

«Определим удельную материалоемкость по формуле:

$$g_y = \frac{Q}{T_{cl} \cdot k_M \cdot \Pi}, \quad (73)$$

где Q – масса машины, т;

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

T_{cl} – срок службы машины» [9].

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

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

Тогда ΔQ будет:

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

Срок окупаемости затрат вычисляем по формуле:

$$T_{ок} = \frac{Ц_M}{\mathcal{E}_z}, \quad (74)$$

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

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

$$\Delta R = \left[\frac{T_z \left(n + \frac{r'_o}{t'_o} \right)}{\Pi'} - \frac{T_z \left(n + \frac{r''_o}{t''_o} \right)}{\Pi''} \right] \Pi'' , \quad (75)$$

где n – число членов экипажа, чел» [9].

$$\Delta R = \left[\frac{2454 \left(1 + \frac{4,5}{150} \right)}{164,811} - \frac{2454 \left(1 + \frac{4,5}{150} \right)}{208,179} \right] \cdot 208,179 = 315 \text{ чел.ч/год.} \quad (76)$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 11.

Таблица 11 – 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 навесного оборудования для трактора Т-180.

Ключевым вопросом дипломной работы является модернизация конструкции навесного оборудования (отвала) трактора Т-180 для более эффективной разработки грунта.

В работе затрагивается проблема необходимости совершенствования конструкции бульдозерного отвала для повышения его производительности. Модернизированный отвал позволяет выполнять более эффективную разработку грунта.

В ходе выполнения дипломного проекта было сделано следующее:

- рассмотрены тенденции и перспективы развития рабочих органов бульдозера, выполнена общая классификация рабочих органов, проведено теоретическое обоснование влияния угла резания на усилие копания грунта бульдозерным отвалом;
- выполнен тягово-динамический расчёт трактора Т-180, определены нагрузки на оборудование бульдозера, проведен расчет производительности бульдозера;
- выполнен расчет и разработка навесного оборудования с управляемым выступающим ножом, расчет привода механизма управления выступающим ножом, расчет на прочность элемента соединяющего гидроцилиндр и тягу рабочего отвала;
- выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки навесного оборудования (отвала) трактора Т-180;
- рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта;
- определена целесообразность разработки конструкции (отвала) трактора Т-180 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 Вахламов В. А. Конструкция, расчет и эксплуатационные свойства автомобилей : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (Автомобильный транспорт)" направления подготовки "Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования" / В. К. Вахламов. - 2-е изд., стер. - Москва : Академия, 2009. - 556, с.
- 3 Войнаш А. С. Конструкция, теория и расчет малогабаритных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / А. С. Войнаш, С. А. Войнаш, Т. А. Жарикова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Алтайский государственный технический университет имени И. И. Ползунова", Рубцовский индустриальный институт. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2015. - 132 с.
- 4 Гаврилов М. С. Программы расчета элементов деталей машин (в помощь конструктору) [Текст] / М. С. Гаврилов. - Москва : Спутник+, 2015. - 118 с.
- 5 Герасимов М. Д. Конструкции наземных транспортно-технологических машин [Текст] : учебное пособие для студентов специальности 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства по дисциплине "Конструкции подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования" : [практикум] / М. Д. Герасимов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский

государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. - 115 с.

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

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

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

9 Демура Н. А. 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.

10 Дубинин Н. Н. Эксплуатация наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие для студентов специальности 190109 - Наземные транспортно-технологические средства специализации "Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях / Н. Н. Дубинин ; М-во образования и науки

Российской Федерации, Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова. - Белгород : Изд-во БГТУ, 2014. - 258 с.

11 Кондратьева-Бейер М. В. Automobil und traktor [Текст] = Автомобиль и трактор : Немецкая хрестоматия / М. В. Кондратьева-Бейер, Ю. В. Бейер. - Москва ; Ленинград : Гос. техн.-теоретич. изд-во, 1933 (М. : 17 тип. треста "Полиграфкнига"). - Обл., 179 с.

12 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.

13 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.

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

15 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.

16 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, p.

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

Перый примен.		Формат	Экз	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
Справ. №						<i>Документация</i>				
		A1			23.ДП.01.14.16.100.000.В0	Вид общий	1			
		A4			23.ДП.01.14.16.100.000.ПЗ	Пояснительная записка	1			
							<i>Сборочные единицы</i>			
			1	23.ДП.01.14.16.101.000	Трактор Т-180	1				
	A1		2	23.ДП.01.14.16.102.000	Оборудование бульдозерное	1				
								<i>Стандартные изделия</i>		
	A4		3	23.ДП.01.14.16.100.003	Пружина	1				
Подп. и дата										
Инв. № экз.										
Взам. инв. №										
Подп. и дата										
					23.ДП.01.14.16.101.000					
Инв. № подл.		Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Вид общий бульдозера на базе трактора Т-180 ТГУ, АТс-1801В				
Разраб.		Присахару АС			Лит.				Лист	Листов
Проб.		Соломатин НС			Д					1
Исполн.		Соломатин НС								
Утв.		Бодровский АВ								
					Копировал		Формат А4			

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.01.14.16.102.000.СБ	Сборочный чертеж	1		
				<u>Сборочные единицы</u>			
A1	1		23.ДП.01.14.16.101.000	Отвал с управляемым выступающим ножом	1		
	2		23.ДП.01.14.16.102.000	Брус	2		
	3		23.ДП.01.14.16.103.000	Гидрораскос	1		
	4		23.ДП.01.14.16.104.000	Гидроцилиндр	2		
A3	5		23.ДП.01.14.16.105.000	Тяга	1		
				<u>Детали</u>			
A3	6		23.ДП.01.14.16.102.006	Серьга	1		
A4	7		23.ДП.01.14.16.102.007	Палец	1		
A4	8		23.ДП.01.14.16.102.008	Палец	1		
			23.ДП.01.14.16.102.000				
			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
			Разраб.	Присакару А.С.			
			Проб.	Соломатин Н.С.			
			Исконтр.	Соломатин Н.С.			
			Утв.	Бабровский А.В.			
					Оборудование бульдозерное		Лит. Лист Листов Д 1 1
					ТГУ, АТс-1801в		
					Копировал		Формат А4

Рисунок А.2 – Спецификация на оборудование для бульдозера

Продолжение Приложения А

Формат Экз	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание	Герб. примен.	
						Стр.	№
			<u>Документация</u>				
A2		23.ДП.01.14.161.04.000.СБ	Сборочный чертеж	1			
			<u>Сборочные единицы</u>				
A3	1	23.ДП.01.14.161.01.001	Корпус	1			
	2	23.ДП.01.14.161.01.002	Шток	1			
A3	3	23.ДП.01.14.161.01.003	Ось поршня	1			
	4	23.ДП.01.14.161.01.004	Шайба	1			
A4	5	23.ДП.01.14.161.01.005	Поршень	1			
	6	23.ДП.01.14.161.01.006	Уголк	1			
	7	23.ДП.01.14.161.01.007	Кранбукса	1			
A4	8	23.ДП.01.14.161.01.008	Втулка	1			
A3	9	23.ДП.01.14.161.01.009	Крышка	1			
	10	23.ДП.01.14.161.01.010	Гайка	1			
	11	23.ДП.01.14.161.01.011	Проушина с резьбой	1			
	12	23.ДП.01.14.161.01.012	Уплотнительное кольцо	1			
	13	23.ДП.01.14.161.01.013	Клапан	1			
			<u>Стандартные изделия</u>				
	14		Уплотнительная манжета 100x80	2			
	15		Уплотнительная манжета 65x45	2			
		23.ДП.01.14.161.04.000					
Изм. / лист		№ докум.	Подп.	Дата			
Разработ.		Обьянников Д.В.			Лит.	Лист	Листов
Пров.		Бабровский А.В.			Д		1
Н.контр.		Бабровский А.В.			Гидроцилиндр ТГУ, АТс-1801В		
Утв.		Бабровский А.В.					
				Копировал	Формат А4		

Рисунок А.3 – Спецификация на гидроцилиндр

Продолжение Приложения А

Формат Экз.	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание	Перв. примен.	Справ. №	Изм./лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № инв.	Подп. и дата
			Документация												
A1		23.ДП.01.14.162.00.000.СБ	Сборочный чертеж	1											
			Сборочные единицы												
	1	23.ДП.01.14.162.01.000	Гидроцилиндр	1											
	2	23.ДП.01.14.162.02.000	Тяга	1											
A3	3	23.ДП.01.14.162.03.000	Нож	1											
23.ДП.01.14.162.00.000															
Инд. № подл.	Разраб. Пров.	Присакарц А.С. Соломатин Н.С.	Механизм управления выступающим ножом				Лит	Лист	Листов						
	И.контр. Утв.	Соломатин Н.С. Бадровский А.В.					Д		1						
							ТГУ, АТс-1801В								
Копировал _____ Формат А4															

Рисунок А.4 – Спецификация на механизм управления выступающим ножом

