

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 трактора Т-330

Обучающийся

Б.В. Переседов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент М.В. Прокопьев

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

Консультанты

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

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

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

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

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

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

Тольятти 2024

Аннотация

Дипломная работа посвящена модернизации промышленных тракторов на гусеничном ходу, а именно, это модернизация трактора Т-330. Пояснительный текст представлен в формате А4, графическая часть работы включает рисунки формата А1.

Часть I посвящена изложению сути работы, в которой рассматривается конструкция модернизированного транспортного средства.

Часть II - конструкторская часть дипломной работы. В этой части представлен тягово-динамический расчет нашей рабочей техники и расчет разработанного конструктивного узла.

Часть III - безопасность и экологичность, в которой перечислены опасные и вредные производственные факторы и представлены мероприятия, направленные на обеспечение безопасной эксплуатации объектов и экологической чистоты.

В четвертой части рассматривается процесс сборки обновленного агрегата.

В части V рассматриваются экономические аспекты проекта, где мы рассмотрим оценки эффективности проекта.

Abstract

The thesis focuses on the modernisation of tracked industrial tractors. The text is presented in A4 format, the graphic part of the work includes A1 drawings.

Part I is devoted to the essence of the work, which considers the design of the modernised vehicle.

Part II - the design part of the thesis. This part presents the traction-dynamic calculation of the vehicle and the calculation of the developed structural unit.

Part III - safety and environmental friendliness, which lists hazardous and harmful production factors and presents measures aimed at ensuring safe operation of facilities and environmental cleanliness.

Part IV discusses the assembly process of the upgraded unit.

Part V deals with the economic aspects of the thesis, where we will look at the estimates of the project's efficiency.

Содержание

Введение.....	5
1 Состояние вопроса	7
1.1 Обзорная информация и задачи проектирования	7
1.2 Виды конструкций.....	13
1.3 Выбор конструкции разрабатываемого узла	23
2 Конструкторская часть	25
2.1 Тяговый расчет трактора	25
2.1.1 Расчет производительности бульдозера.....	45
2.2 Расчет проектируемого узла.....	49
3 Технологическая часть	62
3.1 Анализ технологичности конструкции	62
3.1.1 Общие требования к технологичности конструкции	62
3.2 Разработка технологической схемы	62
3.2.1 Составление перечня сборочных работ	64
3.2.2 Определение трудоемкости сборки	67
3.3 Определение типа производства.....	67
3.4 Выбор организационной формы сборки	68
3.5 Составление маршрутной технологии	68
4 Безопасность и экологичность объекта	70
4.1 Общие требования	70
4.2 Требования к рабочему месту	71
4.3 Требования к обзорности.....	71
4.4 Требования к освещенности.....	72
4.5 Требования к узлам и агрегатам	73
4.6 Параметры вибрации.....	73
4.7 Пожарная безопасность	75
5 Экономическая эффективность проекта.....	77
5.1 Расчет себестоимости проектируемого узла транспорта	77
5.2 Расчет точки безубыточности	82
5.3 Расчет коммерческой эффективности проекта.....	84
Заключение	89
Список используемых источников.....	90
Приложение А	93

Введение

Бульдозеры - основной парк землеройных машин в строительстве и горнодобывающей промышленности. На их долю приходится более 40 % всех землеройных работ в стране и до 90 % работ в горнодобывающей промышленности.

Бульдозеры могут укладывать грунт без предварительного рыхления. Они также могут перемещать мерзлую почву, но для этого ее необходимо предварительно рыхлить. Бульдозер может быть оснащен задним рыхлительным оборудованием, помогающим разрабатывать прочные группы горных пород, способные пропускать через себя скорость звуковых волн до 3 км/ч. Он также может использоваться для разрушения мерзлых низкотемпературных групп (до $-15...25^{\circ}\text{C}$) в холодных климатических зонах. Экономически целесообразная дальность перемещения грунта для бульдозера составляет от 15 до 70 метров, в зависимости от мощности трактора. При использовании самых тяжелых машин в горнодобывающей промышленности она может достигать 150 метров.

Бульдозеры с рыхлителями - это рабочие лошадки строительной индустрии. Они используются для возведения земляных сооружений, откапывания, строительства насыпей, планировки площадок, разработки и засыпки канав и ям, а также для очистки дорог от растительности и снега. Они универсальны, просты в использовании, надежны и могут быть сконструированы для выполнения различных задач. Бульдозеры с рыхлителями обычно делятся на разные категории в зависимости от объема двигателя и способа работы трактора.

Главное, на что следует обратить внимание, когда речь идет о бульдозерах с рыхлителями, - это номинальное тяговое усилие. От него зависят остальные технико-экономические показатели. Существует четыре основные категории: очень легкие (малогабаритные) - номинальное тяговое усилие до 25 кН, легкие - 25...135 кН, средние - 135...200 кН, тяжелые - 200 кН и более. Существуют также бульдозеры с номинальным тяговым усилием 350 кН и сверхтяжелые - более 350 кН.

Гидрирование подъема-опускания, перекоса, наклона, поворота в плане бульдозерных отвалов обеспечивает максимальную адаптацию рабочих органов к условиям выполняемой работы, что значительно повышает эффективность машин. Этому же способствует совершенствование параметров рабочих органов и оборудования, а также автоматизация управления машиной.

В последнее время, чтобы упростить работу и сократить расходы, производители используют единое, одинаковое навесное оборудование для всех типоразмеров бульдозеров.

При разработке новых моделей они в первую очередь обращают внимание на то, насколько они эффективны, просты в обслуживании и сколько времени экономят на ремонте.

1 Состояние вопроса

1.1 Обзорная информация и задачи проектирования

Обзор и выбор бульдозера и погрузочного оборудования

«Бульдозер - это самоходная землеройная машина, предназначенная для копания, планирования и перемещения грунта слоями на расстояние до 300 метров.

Основная работа с бульдозерами - это строительство насыпей, разработка грунта и оборудование дренажных канав. Это работы, непосредственно связанные с оборудованием для земляных работ. Для таких работ мы используем парк землеройных, землеройно-транспортных и уплотняющих машин, основными из которых являются бульдозеры, скреперы, экскаваторы, грейдеры и катки.

Отделочные работы включают в себя планирование поверхности конструкции, нарезку ступеней на откосах и обеспечение заданных поперечных уклонов. На этих работах используются бульдозеры, скреперы, грейдеры.»[4]

Бульдозеры делятся на различные типы в зависимости от того, для чего они используются, как они приводятся в движение, от формы корпуса, который выполняет работу, от типа оборудования на задней части и от мощности двигателя.

Бульдозеры делятся на два основных типа: общего назначения и специального назначения.

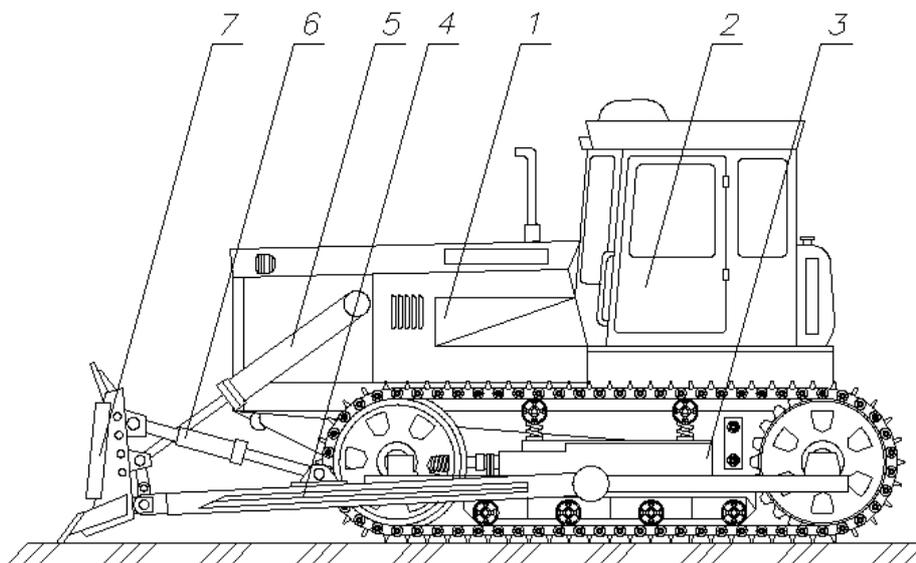
Гусеничные бульдозеры имеют гусеничную ходовую часть, а колесные - колесную.

По типу привода рабочего оборудования различают бульдозеры с гидравлическим и канатно-блочным управлением.

По тяговому классу различают бульдозеры следующих типов: малогабаритные (до 0,9, мощность от 18,5 до 37 кВт), легкие (классы от 1,4 до 4,

мощность от 37 до 103 кВт), средние (классы от 6 до 15, мощность от 103 до 154 кВт), тяжелые (классы от 25 до 35, мощность от 220 до 405 кВт), сверхтяжелые (классы от 50 до 100, мощность от 510 до 880 кВт).

Бульдозерное оборудование монтируется на базовый трактор, рисунок 1. Базовой машиной может быть колесный трактор, тягач или специальное шасси.



«1 – базовая машина; 2 - кабина управления; 3 - гусеничный движок; 4 - брус, который толкает; 5 - гидроцилиндр поднятия-опускания рабочего оборудования; 6 - винтовой раскос поперечного наклона бульдозерного оборудования; 7 - отвал бульдозера

Рисунок 1 - Бульдозер на гусеничном ходу»[4]

Кабина управления обычно размещается спереди (на тракторах "Беларус", Д7-75, Т-4АП2, Т-130М, Т-180Г) или посередине (на тракторах ДЭТ-250М) или перед машиной со стороны бульдозерного оборудования (на тракторах Т-330).

К раме гусеницы приварены шарниры, которые установлены на толкающих брусках прямоугольного сечения. На другом конце брусков находятся универсальные шарниры, на которых крепится бульдозерный отвал. Чтобы удерживать отвал в определенном положении и резать грунт с

минимальными затратами энергии, отвал оснащен гидравлическими цилиндрами, которые наклоняют его в поперечной плоскости.

T-330 - тяжелый промышленный трактор, выпускаемый Чебоксарским заводом промышленных тракторов с 1975 года. Это был первый трактор с передней кабиной, которая позволяла водителю лучше видеть бульдозерное оборудование.

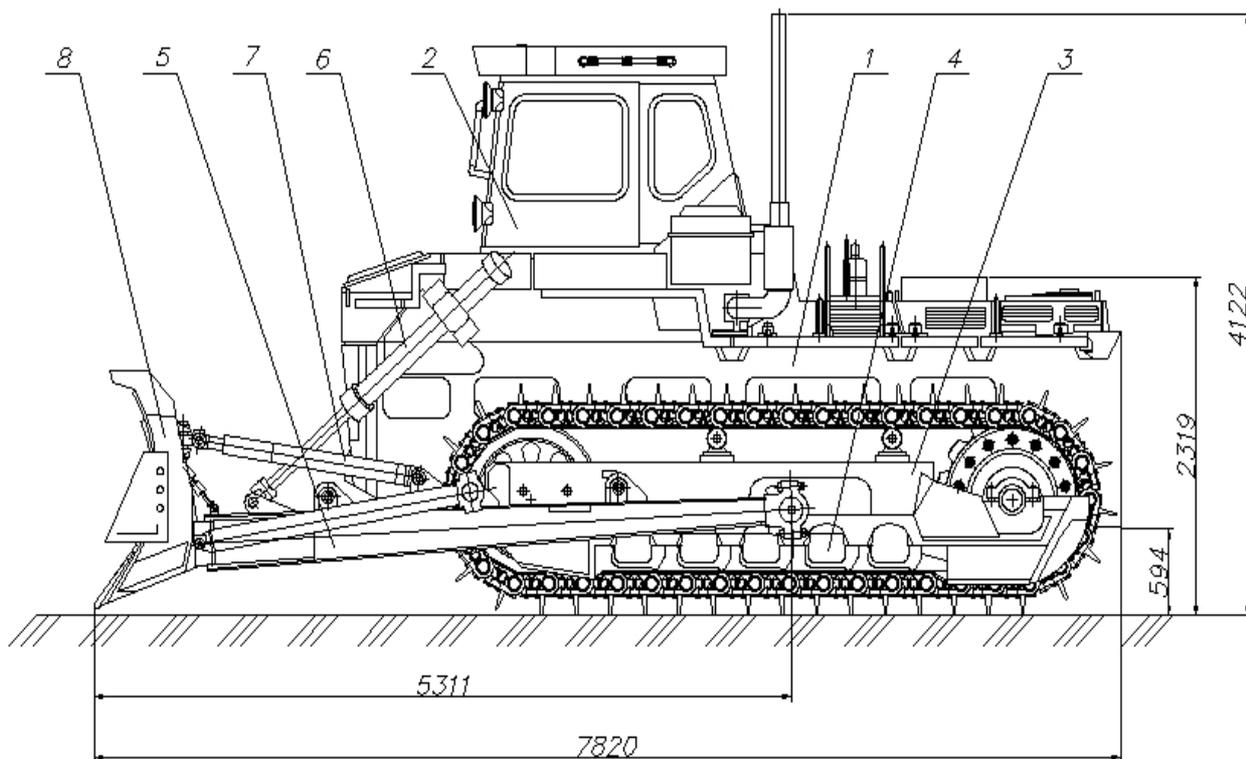
«Трактор оснащен гидромеханической трансмиссией, которая переключает передачи без разрыва крутящего момента. Кабина герметична, имеет вентиляцию, отопление и систему очистки воздуха.

Двигатель дизельный, четырехтактный, 8-цилиндровый, с воздушным охлаждением. Благодаря воздушному охлаждению трактор может работать как при низких температурах наружного воздуха (до -45 градусов), так и при высоких (до +40 градусов).

Гидромеханическая трансмиссия позволяет максимально использовать мощность двигателя на любой скорости, в том числе когда вам нужна максимальная тяга на подъеме. Коробка передач трактора позволяет управлять каждой гусеницей независимо, с возможностью реверса, что облегчает разворот в ограниченном пространстве.»[5]-[9]

Вы можете управлять всеми механизмами трактора из кабины, а некоторые из них автоматизированы. Это облегчает вашу работу.

На рисунке 2 показан промышленный трактор T-330.



«1 – базовая машина; 2 - кабина управления; 3 - гусеничный движитель; 4 - торсионная подвеска; 5 - толкающая рама; 6 - гидроцилиндр поднятия-опускания отвала; 7 - гидрораскос; 8 – отвал

Рисунок 2 - Промышленный трактор Т- 330»[10]

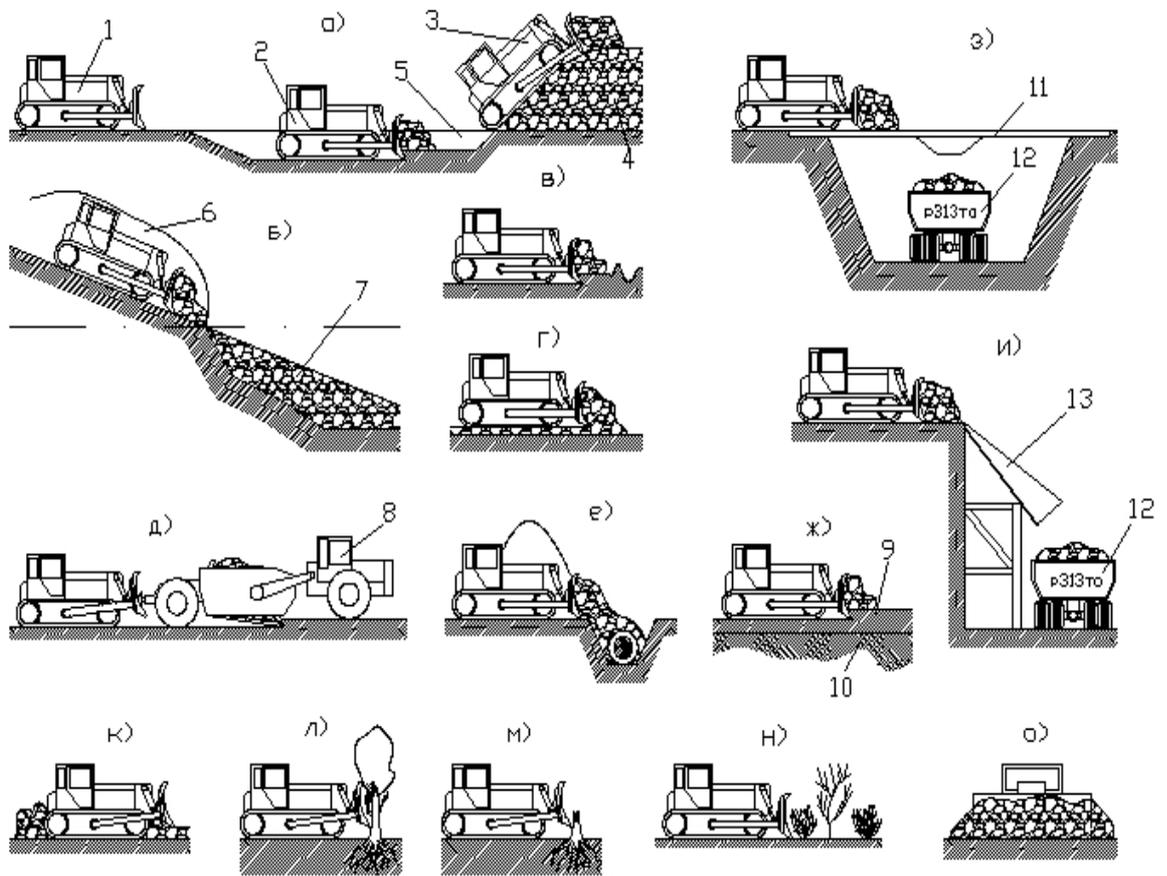
«Виды технических работ, выполняемых бульдозерами

Технологический процесс земляных работ состоит из подготовительных, основных и завершающих операций.

Бульдозеры используются практически во всех отраслях: гражданское, промышленное, дорожное, гидротехническое строительство, лесная промышленность, горнодобывающая промышленность, промышленность строительных материалов, мелиорация и ирригация, городское хозяйство, металлургическая и угольная промышленность, строительство нефте- и газопроводов и т.п. Эти машины выполняют все виды земляных работ, от строительства фундаментов для домов до создания насыпей для железных и транспортных дорог. Они также срезают откосы и засыпают котлованы,

выполняют прямое и обратное планирование, разравнивают материалы, толкают скреперы в сложных грунтовых условиях, загружают грунт или материал в транспортные средства и конвейеры с помощью эстакады или желоба, выравнивают площадку и роют траншеи для нефте- и газопроводов, строят плотины, дамбы и роют каналы для мелиорации и гидротехнического строительства. Бульдозеры могут выполнять все виды работ с деревьями, включая валку деревьев, удаление пней, вырубку мелкого леса и кустарника для строительства дорог и лесного хозяйства. Они также широко используются в открытых горных разработках для сбора грунта и пустой породы, а также для разработки и транспортировки угля, золотоносных песков и железных руд. Зимой бульдозеры используются для очистки дорог и территорий от снега, а также для снегозадержания в сельском хозяйстве.

На рисунке 3 показаны основные виды работ, для которых используются бульдозеры.»[11]-[15]



«а — разработка траншей, котлованов, каналов с отсыпанием грунта в кавальеры; б — срезка косогоров и засыпания; в — планирование передним ходом; г — разравнивание при переднем ходе машины; д — толкание скрепера при наполнении ковша грунтом; е — засыпание траншей; ж — снятие плодородного слоя или пустой породы; з — загрузка грунта в автотранспорт из эстакады; и — загрузка материалов в автотранспорт из лотка; к — планирование при заднем ходе машины; л — валка деревьев; м — корчевка пней; н — срезка кустарников и мелколесья; м — снегоочистительные работы; 1 — исходное положение бульдозера; 2 — резание и транспортировка грунта; 3 — бульдозер на насыпи; 4 — насыпь или кавальер; 5 — траншея; 6 -косогор; 7 — гравий; 8 — скрепер; 9 — плодородный слой или пустая порода; 10 — полезные ископаемые или строительные материалы; 11 — эстакада; 12 — автотранспорт; 13 — погрузочный лоток

Рисунок 3 - Основные виды работ, выполняемые бульдозерами»[16]

Чтобы найти технические решения по модернизации рабочего оборудования бульдозера, мы провели исследования. Мы описали, что искали, поставили задачи исследования и написали заметку о том, что нашли.

Основными способами использования информации являются:

- Изучение перспектив развития научных областей, а также объектов и процессов, составляющих технологию.
- Проверка того, насколько далеко продвинулись эти разработки, путем сравнения их с последними существующими объектами.
- Убедиться, что эти разработки актуальны и что их можно будет использовать за рубежом.

1.2 Виды конструкций

Для поиска используется научно-техническая и другая литература.

«Существует трактор с бульдозерным оборудованием, включающим самоходное шасси с толкающими брусьями с отвалом на нем. Они перемещают почву и другие материалы путем резания и сгребания, например, в сельском хозяйстве при закладке силоса, при удалении пней, при прокладке траншей, дорог и т.д.

Однако у бульдозерного оборудования трактора есть один большой недостаток: отвал перемещает почву или любой другой материал перед собой, поэтому он не может захватывать почву, материал или отходы порциями и перемещать их на большое расстояние, эта информация из руководства по эксплуатации трактора Т-4АП2 с бульдозерным оборудованием ТМП-4, изданное ОАО "Алтайский трактор".»[17]-[21]

«Популярной моделью является трактор ТВ-500 серии А с фронтальным погрузчиком и экскаваторным оборудованием, данные сведения использованы из литературы «Промышленные тракторы США», издательство ЦНТИ, Тракторосельхозмаш, 1970.

Недостатком этой модели является то, что фронтальный погрузчик не может выполнять работы по рытью траншей, удалению пней и т.д., а только

загружает разрыхленный грунт и другие материалы в специальные транспортные средства.

Наиболее близким по техническим характеристикам к предлагаемой машине является тракторный бульдозер с челюстным захватом, включающий самоходное шасси, например, гусеничного или колесного трактора, бульдозерное оборудование с толкающими брусьями и отвал, снабженный в верхней части кронштейнами и валом. Рычаги поворота челюстного захвата на концах приводятся в действие гидроцилиндром. Недостатком этого бульдозера является то, что его нельзя использовать для рытья траншей и т.д.»[22]-[25]

Идея изобретения RU 2206669, E02F3/76 заключается в том, чтобы сделать машину более производительной за счет уменьшения количества переключений.

Бульдозерное оборудование трактора оснащено поворотным челюстным захватом в верхней части отвала. «Он поворачивается и отрезает часть почвы, силоса или строительных материалов на отвале, когда на нем скапливается много почвы или другого материала. Отвал с челюстным зажимом и поднимающимися толкателями, и тогда почва транспортируется к месту проведения производственных работ.

На рисунке 4 показан тракторный бульдозер с челюстным захватом, вид сбоку; на рисунке 5 – вид спереди ковша; на рисунке 6 - тракторный бульдозер с челюстным захватом в транспортном положении.

Тракторный бульдозер с челюстным захватом имеет самоходное шасси (как у гусеничного или колесного трактора), бульдозерное оборудование с челюстным захватом и кабину.»[25]-[29]

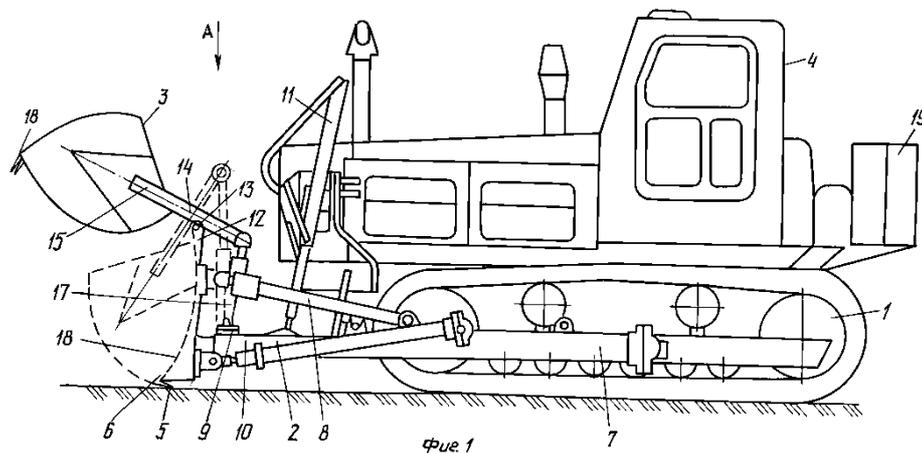


Рисунок 4 - тракторный бульдозер с челюстным захватом

«Бульдозер имеет два отвала 5 и 6, закрепленные на толкающих брусках 7 с помощью нижней и верхней растяжек 8 с винтовыми муфтами для регулировки наклона отвала. Толкающие бруска соединены поперечной балкой 9 в передней части и образуют раму 10, на которой установлен гидравлический поворотный цилиндр 11. Отвал в верхней части имеет кронштейны 12, на которых установлены подшипники 13. В подшипниках по краям и в середине закреплен вал 14 с рычагами 15 для поворота челюстного зажима 3 и вала 14 с помощью рычага 16. Он приводится в действие цилиндром 17, закрепленным на поперечной балке 9 рамы 10.»[30]-[33]

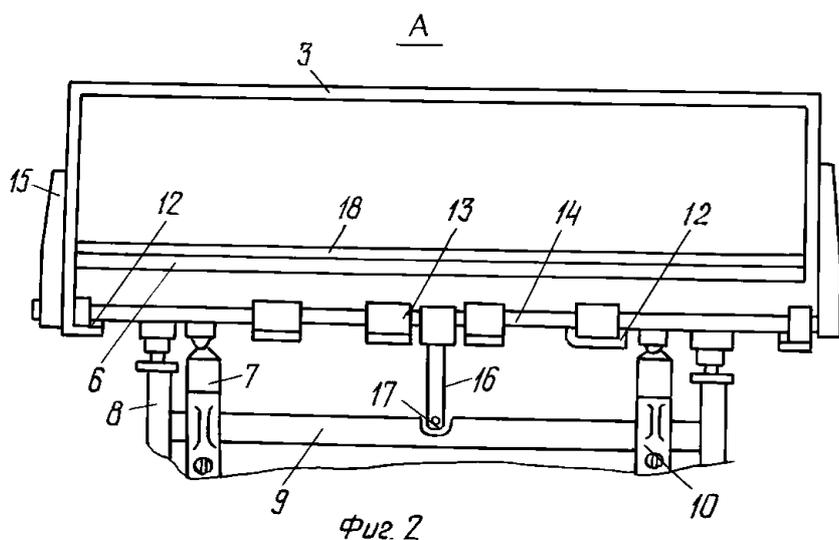


Рисунок 5 - тракторный бульдозер с челюстным захватом вид спереди ковша

«Нижняя часть челюсти оснащена ножом 18. При желании на отвал и челюстной захват можно установить ножи вилочного типа. Чтобы уравновесить трактор и избежать его галопирования во время движения, трактор оснащен противовесом, когда отвал и челюстной захват заполнены почвой, строительными материалами, силосом и т.д.»[34]

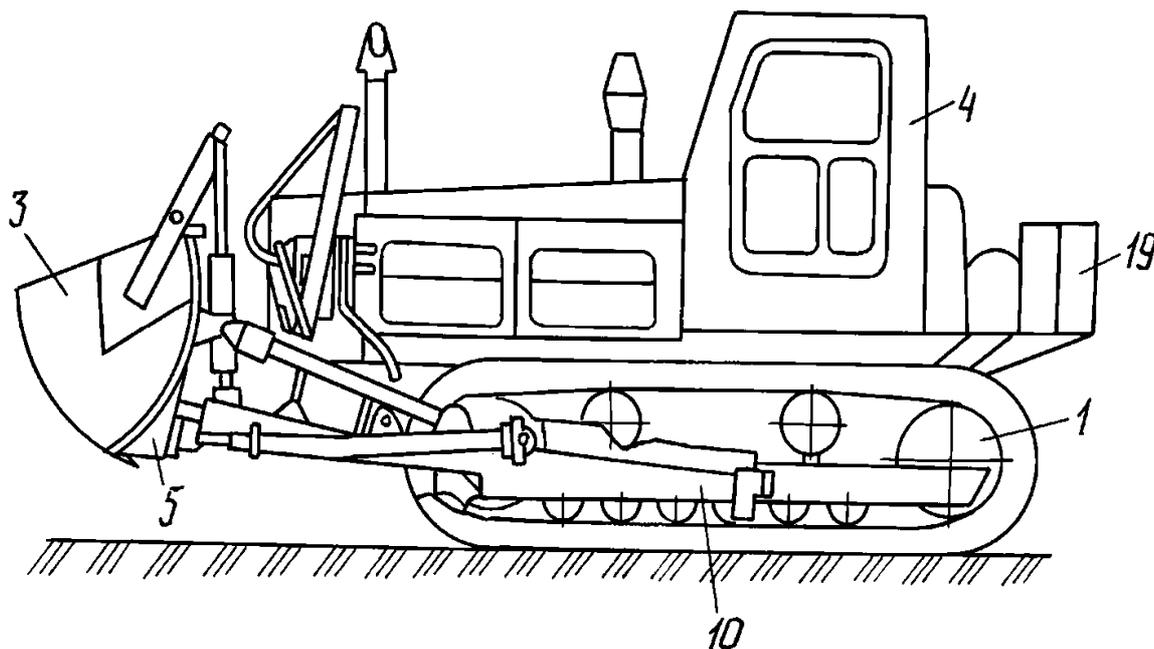


Рисунок 6 - Тракторный бульдозер с челюстным захватом в транспортном положении

Тракторный бульдозер с челюстным захватом можно использовать для резки почвы или других материалов. Он имеет два положения: крайнее верхнее и крайнее нижнее. В крайнем верхнем положении челюстной захват открыт, а в крайнем нижнем - закрыт. «Когда он находится в крайнем верхнем положении, лезвие перекрывает лезвие отвала. Между челюстным захватом и отвалом находится материал, предназначенный для транспортировки.

Бульдозер SU 724646, который мы выбрали в качестве прототипа, имеет базовую машину, навесное оборудование, включающее основной отвал и дополнительный отвал перед ним, толкающие брусья для основного и

дополнительного отвала, а также гидравлическую систему с органами управления и гидроприводами.»[35]

«У этого бульдозера есть несколько недостатков. При копании грунта с независимым управлением отвалами конструкция не позволяет основному и дополнительному отвалам влиять друг на друга. Так, например, когда вы прорезаете почву дополнительным отвалом, если сила сопротивления давит вниз, дополнительный отвал опускается, а вместе с ним и основной отвал. При работе на плотных почвах происходит то же самое. Будет происходить потеря почвы из призмы перед основным отвалом, потому что общая реакция дополнительного отвала направлена вверх.

Идея заключается в том, чтобы облегчить работу оператора и сделать бульдозер больше.

Для того чтобы дополнительный отвал не влиял на работу основного отвала при копании, например, слабосцепляющихся грунтов и потери грунта из призмы перед основным отвалом при копании плотных грунтов, предлагаемый бульдозер, включая базовую машину, имеет навесное оборудование, состоящее из основного отвала и расположенного перед ним дополнительного отвала, толкающих брусьев для основного и дополнительного отвалов, а также гидравлической системы с органами управления и гидроприводами. Толкающие брусья для дополнительного отвала имеют форму буквы Н и шарнирно соединены с гидроцилиндрами.»[36]

«Чтобы сделать бульдозер более производительным, мы добавили автоматическую систему управления отвалами. Она соединена с гидроцилиндрами трехпозиционными гидрораспределителями. Распределители гидроприводов отвалов и гидравлические линии с клапанами для гидроприводов отвалов, а также линия, соединяющая трехпозиционный гидрораспределитель с гидроцилиндром распределителя гидропривода дополнительного отвала, могут иметь регулируемую дроссельную заслонку.

На рисунке 7 показан бульдозер сбоку.»[37]

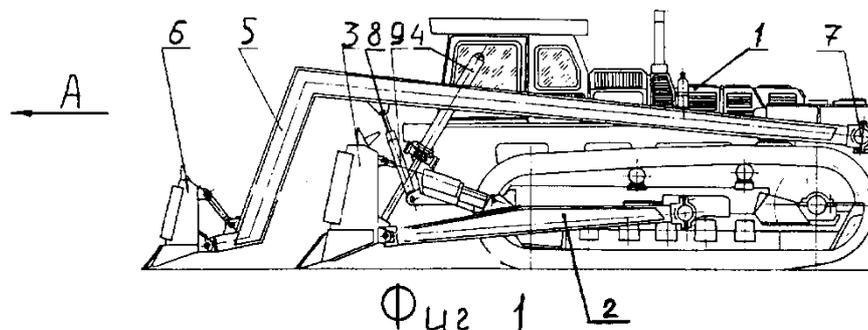


Рисунок 7 – тракторный бульдозер вид сбоку.

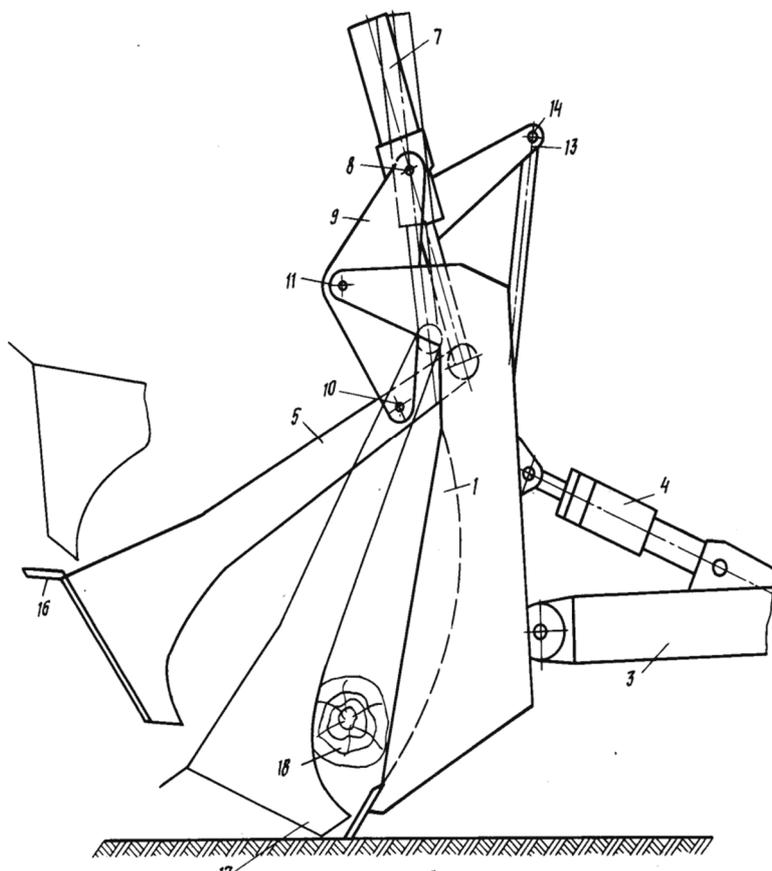
«Бульдозер имеет базовую машину, которая толкает основной отвал с помощью гидравлического привода. Основной отвал соединен с базовой машиной, а дополнительный отвал соединен с базовой машиной и гидравлическим приводом. Гидравлическая система бульдозера включает в себя гидравлический бак, гидравлический насос, перепускной клапан, трехпозиционный гидравлический клапан, а также трубопроводы и распределители, соединенные с гидравлическими цилиндрами, распределителями отвала и напорной гидравлической магистралью. Гидравлическая магистраль 15 имеет регулирующую дроссельную заслонку 24, клапаны 22, 23 соединены трубопроводами 25 с распределителями 18, 19, а последние соединены с баком 10 сливной магистралью 26 через фильтр 27.

Изобретение, описанное в авторском свидетельстве SU 899775, которое называется "Бульдозерное оборудование", относится к строительным и дорожным машинам бульдозерного типа и предназначено для подъема и удаления с места работ различных предметов.

Бульдозерное оборудование имеет траверсу, сочлененную с верхней частью отвала. Она жестко соединена между собой и коромыслами и рычагом. Таким образом, коромысла сочленяются с передней челюстью, которая соединена с другими концами коромысел с помощью дополнительных гидроцилиндров. Гидроцилиндр поворота челюсти соединен с рычагом.

Единственным недостатком является то, что из-за круговой траектории движения челюсти она не может достать предметы перед формовочной плитой. Это ограничивает его эксплуатационные возможности.»[38]

На рисунке 8 показана схема с челюстным захватом.



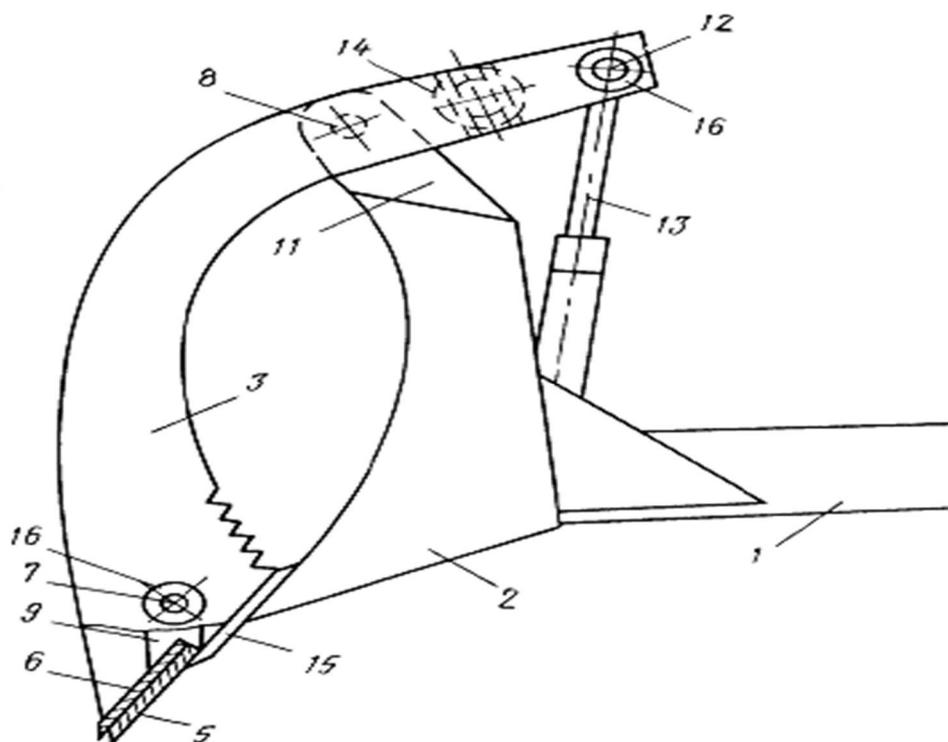
«1-отвал; 2- нож; 3-брусья; 4-раскосы; 5-челюсть; 6,8,10,11,14-шарнир; 7- гидроцилиндр; 9-коромысло; 13-рычаг; 16-дополнительный нож; 17-выступ; 18-предмет грунта.

Рисунок 8 - Схема ковша с челюстным захватом

Изобретение, рисунок 9, описанное в авторском свидетельстве SU 972011, "Бульдозерное оборудование", относится к машинам бульдозерного типа и предназначено для выполнения подготовительных, землеройных и планировочных работ. Предназначено для подъема и удаления различных предметов с места работ.»[38]

«Оборудование состоит из отвала, челюсти и ножа. Передняя челюсть имеет нож, состоящий из секций с верхними проушинами, каждая из которых одним концом крепится к соответствующей боковине. Передняя челюсть также имеет гидравлический цилиндр для раздвижения боковин, который закреплен на одной из них. Боковины соединены с другими горизонтальными стержнями. Первый стержень соединен с передней челюстью через кронштейны ножей, а второй - с гидроцилиндром, управляющим ее вращением.»[38] Третий стержень соединен с проушинами на секциях ножей передней челюсти. Горизонтальные штоки имеют фиксированные упоры на концах.

Недостатком этого оборудования является низкая эффективность при разрезании ножом различных типов почвы.



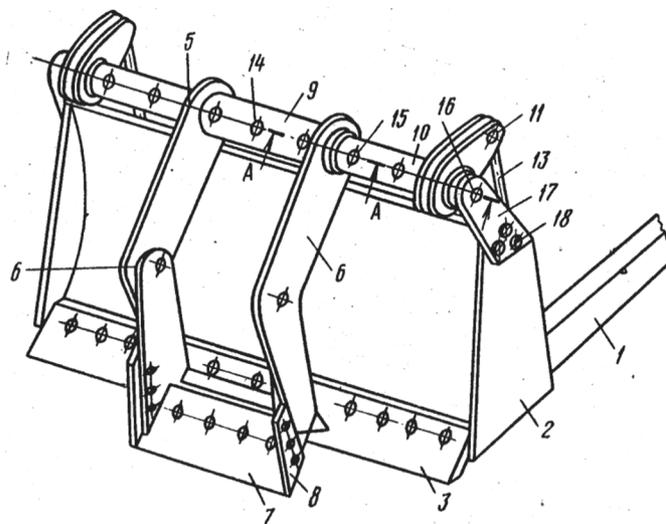
«1-брус; 2-отвал; 3-челюсть; 5,6-секции ножа; 7,8,12-штанги; 9,10,11-проушины; 13,14-гидроцилиндры; 15-нож отвала; 16-упоры.

Рисунок 9 - Схема конструкции по патенту

Изобретение, рисунок 10, описанное в авторском свидетельстве SU 1040054, "Бульдозерное оборудование", относится к дорожно-строительным машинам, а именно к землеройным машинам бульдозерного типа. Оно предназначено для захвата и удаления с места работ различных предметов.

Бульдозерное оборудование состоит из откидной передней челюсти с кронштейнами отвала из втулки, к которым крепятся боковые стенки челюсти. На кронштейнах отвала закреплена поворотная балка, пропущенная через втулку и соединенная с гидроцилиндрами управления. Втулка установлена на поворотной балке с возможностью продольного перемещения и фиксации, а кронштейны закреплены на верхних частях торцевых сторон отвала.

Недостатком этого бульдозерного оборудования является то, что его нельзя использовать для работы вблизи зданий, тротуаров и других труднодоступных мест, так как передняя челюсть закреплена в середине отвала.»[38] Это ограничивает его возможности.



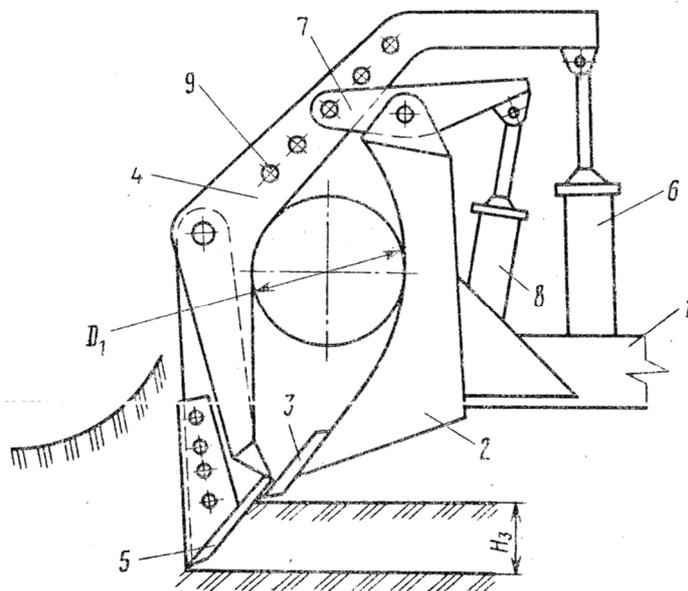
«1-брус; 2-отвал; 3-основной нож; 4,17-кронштейн; 5-челюсть; 6-боковая стенка; 7,8-дополнительные ножи; 9-гильза; 10-балка; 11-рычаги; 12,14-штыри; 13-гидроцилиндр; 15-отверстия; 16-ось; 18-болт.

Рисунок 10 - Схема конструкции ковша с верхним срединным отвалом

Изобретение, рисунок 11, описанное в авторском свидетельстве SU 1135857, "Бульдозерное оборудование", относится к дорожно-строительным машинам, а именно к землеройным машинам бульдозерного типа. Оно предназначено для захвата и удаления с места работ различных предметов.

Бульдозерное оборудование имеет толкающие брусья, отвал с основным отвалом, передние челюсти, шарнирно соединенные с кронштейном отвала и захватами, а также дополнительный шарнирный отвал и гидроцилиндры для управления челюстями.»[38]

Недостатком является то, что он ограничивает технологические возможности. Конструкция не позволяет регулировать высоту дополнительного ножа, поэтому вы не можете выполнять копание двумя ножами, когда режущие кромки челюсти и бульдозерного отвала установлены на одном уровне с основным ножом. Также нельзя регулировать захват челюстей для удержания длинных предметов разного диаметра. Кроме того, в текущей комплектации невозможно рыхлить почву челюстями, когда базовая машина движется задним ходом.



1-брус; 2-отвал; 3,5-нож; 4-челюсть; 6,8-гидроцилиндры; 7-коромысло;
9-монтажные отверстия.

Рисунок 11 - Схема конструкции ковша вид сбоку

1.3 Выбор конструкции разрабатываемого узла

Очевидно, что модернизация промышленных тракторов на гусеничном ходу - хорошая идея. Эти машины используются в самых разных отраслях, включая сельское хозяйство, строительство, горнодобывающую промышленность и транспорт. Улучшение качества этих тракторов позволяет предприятиям добиваться большего, тратить меньше денег и делать рабочие места более безопасными.

Одним из лучших преимуществ промышленных тракторов на гусеничном ходу является то, что они могут легко передвигаться по пересеченной местности. Гусеницы отлично подходят для грубых, неровных или скользких поверхностей. Они обеспечивают непревзойденную устойчивость и сцепление, поэтому такие тракторы могут эффективно работать даже в самых сложных условиях.

Модернизация также может привести к повышению топливной эффективности, стоимости обслуживания и общей производительности. Благодаря внедрению передовых технологий, таких как навигационные системы GPS, автоматизированные системы управления и телеметрия, промышленные тракторы на гусеничном ходу могут быть оптимизированы для достижения максимальной эффективности и производительности.

Одним словом, модернизация промышленных тракторов на гусеничном ходу - это ключ к инновациям и прогрессу в различных отраслях промышленности. Приняв эту технологию и внедрив ее в свою деятельность, предприятия смогут опередить время и достичь новых уровней успеха на современном конкурентном рынке.

Анализ показал, что челюстные захваты эффективны для небольшого объема погрузочных работ на бульдозерном оборудовании. Поэтому мы решили разработать бульдозер с челюстным захватом.

При создании конструкции рабочего органа бульдозера мы устранили проблему, при которой дополнительные гидроцилиндры могли

взаимодействовать с грунтом. Это упростит производство, монтаж и ремонт предлагаемого рабочего органа. Кроме того, это сделает агрегат более надежным и повысит производительность бульдозерных работ.

Я хотел бы представить вашему вниманию технический результат.

Рабочий орган бульдозера - это просто невероятная техника! Он включает в себя основной отвал с режущим ножом и расположенные на нем гидроцилиндры для управления дополнительным отвалом. Дополнительный отвал имеет режущий нож, заднюю стенку, боковые стенки, которые соединены и сочленены с дополнительным и основным отвалами.

Предлагаемый бульдозерный рабочий орган имеет ряд преимуществ перед серийно выпускаемыми.

а) При той же мощности трактора предлагаемый бульдозерный рабочий орган может перемещать больший объем грунта, что является отличной тенденцией для тех, кто хочет сделать больше за меньшее время!

б) Отсутствие катков и направляющих исключает износ и заклинивание дополнительного отвала, что является огромным преимуществом!;

в) меньшее количество металла означает снижение стоимости производства рабочего органа.

г) можно увеличить объем заполнения и нагрузку за счет захвата груза.

д) появляется возможность управлять направлением основного отвала вместе с верхним дополнительным челюстным захватом для более производительного взаимодействия бульдозера с грунтом.

Последнее достигается благодаря изменению конструкции толкающей рамы и шарнирному креплению основного отвала к ней, и также спроектированными и добавленными в конструкцию управляющими направлением отвала боковыми гидрораскосами. Изменилась также гидравлическая система проектного бульдозера, поскольку в ней появились четыре дополнительных гидроузла, это боковые гидрораскосы и гидроцилиндры управляющие челюстным захватом.

2 Конструкторская часть

2.1 Тяговый расчет трактора

«Тяговый расчет содержит в себе сумму уравнения силового баланса для двух характерных режимов работы машины - рабочего и транспортного. Уравнение силового баланса показывает, каким образом движущее усилие, создаваемое двигателем на ведущих колесах или звездочках, распределяется по отдельным видам сопротивлений движения машины.

Нормальным и достаточным условием движения машины, как на рабочем, так и на транспортном режимах, является условие, при котором максимальное тяговое усилие $T_{ДВ}$, которое развивается двигателем машины и передано на ее движитель, будет больше суммы всех сопротивлений ее движения ΣW и меньше максимальной силы тяги двигателя при условии его сцепления с поверхностью:»[17]

$$T_{сц} \geq T_{ДВ} \geq \Sigma W. \quad (1)$$

В случае, если

$$T_{сц} < T_{ДВ} \geq \Sigma W, \quad (2)$$

то будет иметь место пробуксовка ведущих колес движителя.

В случае, если

$$T_{сц} \geq T_{ДВ} < \Sigma W, \quad (3)$$

то машина двигаться не сможет и двигатель заглохнет.

«Выходными данными при тяговых расчетах могут быть: требования к машине и ее рабочему оборудованию из условия технологической схемы работы, тип движителя, коэффициенты сопротивления движения, вид и состояние грунта и др.

В общем случае суммарное сопротивление движения машины будет иметь такой вид:»[17]

$$\Sigma W = W_K + W_{ВН} + W_{КР} \pm W_{УК} \pm W_{И} + W_B + W_P, \quad (4)$$

«где W_K - сила сопротивления перекачиванию;

W_{BH} - внутреннее сопротивление в катках;

W_{KP} - сопротивление поворота при движении машины по кривой;

W_{YK} - сопротивление при движении машины по уклону;

W_{II} - сопротивление от силы инерции при трогании с места или торможении;

W_B - сопротивление воздуха;

W_P - рабочее сопротивление, которое возникает при взаимодействии рабочего органа с грунтом.

При тяговых расчетах на рабочем режиме из уравнения силового баланса исключают сопротивление поворота W_{KP} потому что процесс копания осуществляется, как правило, при движении машины по прямому участку, и сопротивление воздуха W_B через малые скорости движения.

Тогда»[17]

$$\Sigma W = W_K + W_{BH} \pm W_{YK} \pm W_{II} + W_P. \quad (5)$$

«При тяговых расчетах на транспортном режиме из уравнения силового баланса исключают рабочее сопротивление W_P .

Тогда:»[17]

$$\Sigma W = W_K + W_{BH} + W_{KP} \pm W_{YK} \pm W_{II} + W_B, \quad (6)$$

«Определим все сопротивления.

Сила сопротивления перекачивания движителя W_K Н:»[17]

$$W_K = G_M f \cos \alpha, \quad (7)$$

«где G_M - сила веса машины, Н;

f - коэффициент перекачиванию, который зависит от типа движителя и опорной поверхности (таблица 1);

α - угол уклона местности, град.»[17]

В таблице 1 представлены коэффициенты перекачивания по опорной поверхности.

«Таблица 1 - Коэффициент перекатывания по опорной поверхности»

Вид опорной поверхности	Пневмоколесный движитель				Гусеничный движитель	
	Шины высокого давления		Шины низкого давления			
	f	φ	f	φ	f	φ
Цементобетон	0,015 ...0,02	0,7 ...0,8	0,02	0,8... 0,9	0 ,06	0,5 ...0,6
Асфальтобетон	0,015 ...0,02	0,7 ...0,8	0,02	0,8... 0,9	-	-
Грунт. дорога: сухая, накатанная	0,02...0,06	0,6...0,7	0,025 ... 0,035	0,7 ... 0,8	0,06. ... 0,07	0,8 ... 1,0
Грязная, влажная	0,15 ...0,25	0,2 ...0,3	0,1 ... 0,2	0,3... 0,4	0,12 ...0, 15	0,5... 0,6
Грунт: пышный, свеженасыпанный	0,2... 0,3	0,3 ...0,4	0 ,1... 0,2	0, 4...0, 6	0 ,07 ... 0,1	0,6 ...0,7
Слежалый, уплотненный	0,1... 0,2	0,4 ...0,6	0 ,1... 0,15	0, 5...0, 7	0 ,08	0,8 ...1,0
Песок: влажный	0,1... 0,5	0,3 ...0,4	0,06 ... 0,15	0,4... 0,5	0,05 0,1	0,6... 0,7

Продолжение таблицы 1

сухой	0,3... 0,5	0,25... 0,3	0,2.. 0,3	0,3... 0,4	0,15 0,2	0,4... 0,5
-------	---------------	----------------	--------------	---------------	-------------	---------------

Значение коэффициента сопротивления движения f и сцепление φ »[17]

$$G_M = m \cdot g, \quad (8)$$

«где m - эксплуатационная масса машины, кг»[17]

$$G_M = 61250 \cdot 9.81 = 600862,5H;$$

$$W_K = 600862,5 \cdot 0,08 \cdot \cos 0^\circ = 48069H.$$

Внутреннее сопротивление в катках W_{BH} Н:

$$W_{BH} = (0,06...0,09) \cdot G_M, \quad (9)$$

$$W_{BH} = 0,06 \cdot 600862,5 = 36051,75H.$$

«Сопротивление повороту при движении машины по кривой W_{KP} Н.

Так, как в рабочем режиме машина движется только по прямой, то

$$W_{KP} = 0.$$

Сопротивление при движении машины по уклону W_{yK} Н.

В данном случае по горизонтальной прямой, следовательно $W_{yK} = 0$.

Сопротивление от силы инерции при трогании с места или торможении W_H , Н.

В случае равноускоренного движения это соотношение определяют из уравнения:»[17]

$$W_H = K_H \frac{G_M v_P}{g \cdot t_P}, \quad (10)$$

«где K_H - коэффициент, который учитывает инерцию вращающихся масс привода, принимают равным 1,05; 1,15;

v_P - рабочая скорость машины на первой передаче после начала движения с места, м/с;

t_P - время разгона, с.»[17]

$$W_H = 1,05 \frac{600862,5 \cdot 0,7}{9,81 \cdot 6} = 7510,78 \text{ Н.}$$

Сопротивление воздуха W_B Н целесообразно определяется для машин с большими скоростями.

«Через малые скорости нагрузкам ветра можно пренебречь, следовательно $W_B = 0$.

Рабочее сопротивление, которое возникает при взаимодействии рабочего органа с грунтом W_P Н.»[17]

$$W_P = W_{01}, \quad (11)$$

«где W_{01} - основная касательная составная сопротивлению грунта копанию.

Этот параметр был найден в расчетах сил сопротивления грунта резанию и копанию отвалом бульдозера (по методу Н. Г. Домбровского)»[17].

$$W_P = 223580 \text{ Н.}$$

«Найдя все сопротивления, определим их сумму по уравнению:»[17]

$$\Sigma W = 48069 + 36051,75 + 0 + 0 + 7510,78 + 0 + 223580 = 315211,53 \text{ Н.}$$

«Тяговое усилие $T_{ДВ}$ развиваемое двигателем машины определяется из уравнения:»[17]

$$T_{ДВ} = \frac{N_{ДВ} \cdot 10^3 \cdot \eta_{ТР}}{v_q}, \quad (12)$$

«где $N_{ДВ}$ - заданная мощность двигателя машины, кВт;

v_q - скорость движения машины на соответствующей передаче, м/с;

$\eta_{ТР}$ - КПД трансмиссии ходового оборудования.»[17]

$$T_{ДВ} = \frac{530 \cdot 10^3 \cdot 0,85}{0,7} = 505,5 \text{ кН.}$$

«Максимальная сила тяги на опорной поверхности:»[17]

$$T_{СИ} = G_M \cdot \varphi, \quad (13)$$

«где φ - коэффициент сцепления движителя с опорной поверхностью»[17]

$$T_{СИ} = 600862,5 \cdot 1,0 = 600862,5 \text{ Н.}$$

«По результатам расчетов условие нормального движения бульдозера в рабочем режиме выглядит так:»[17]

$$T_{дв} \geq T_{сц} \geq \Sigma W;$$

$$600862,5H \geq 315211,53H;$$

$$500500H \geq 315211,53H.$$

«Расчет тяговой характеристики трактора

Целью тягового расчета является определение тягово-сцепных, скоростных и экономических качеств трактора при прямолинейном поступательном движении. Тяговый расчет выполняется в процессе подготовки технического задания. Конструктор, как правило, получает от заказчика заявку, содержащую обоснованные технико-экономические требования к продукции, подлежащей разработке. В эту заявку включается назначение машины (функция машины), например, обеспечение механизации процессов выращивания пропашных культур или процессов осушения и освоения болот и заболоченных земель, горных склонов и др.

При проведении тягового расчета определяют массу проектируемого трактора и мощность двигателя, характеристику последнего и моменты, подводимые к ведущим колесам, коэффициенты полезного действия, тяговый и мощностной балансы, диапазоны скоростей движения и соответствующие передаточные числа (при применении ступенчатых трансмиссий), уточняют пределы сопротивления машин и орудий, агрегатируемых с трактором, а также оценивают разгонные качества проектируемой машины, т.е. способность трактора обеспечить стабильное движение агрегата на заданной скорости за определенный момент времени. В заключение тягово-сцепные, скоростные и экономические качества трактора при различных установившихся режимах работы (номинальных и частичных).»[17]

«Тяговые характеристики строят применительно к установившимся режимам работы трактора и при движении его по горизонтальному участку. Тяговую характеристику можно построить путем использования данных

испытаний трактора и расчетным путем. В первом случае ее называют экспериментальной тяговой характеристикой и она предназначена для оценки показателей тягово-сцепных и экономических качеств реального трактора. Во втором случае ее называют теоретической тяговой характеристикой и она предназначена для определения указанных выше качеств проектируемого трактора. Тяговые характеристики строят для конкретных типичных почвенных фонов: для сельскохозяйственного трактора типичным фоном является стерня суглинка нормальной влажности, для промышленного — суглинок со снятым дерновым покровом.»[17]

«Для построения теоретической тяговой характеристики необходимы следующие исходные данные.

1. Агротехнические требования, предъявляемые к трактору. К ним относятся условия работы трактора — типичные грунты и почвы, их физико-механические характеристики (σ_0 — предел прочности грунта на одноосное сжатие; $f_{п}$, $f_{ск}$ — коэффициенты трения грунта; k_t — коэффициент деформации; k — коэффициент объемного смятия грунта; $\tau_{ср}$ — напряжение среза; ω — влажность); набор агрегируемых машин и орудий (диапазон тяговых сопротивлений $F_{кр. max}$ — $F_{кр. min}$); диапазон скоростей движения (пониженный, рабочий, транспортный).

2. Данные тягового расчета проектируемого трактора: масса трактора (эксплуатационная и сцепная), тип двигателя с параметрами ходового аппарата (колесный r_0 , b , $r_{ш}$ h_r , t); передаточные числа трансмиссии (для ступенчатой механической передачи) или характеристики бесступенчатых передач (объемной гидропередачи, гидродинамической, электрической и др.); коэффициенты полезного действия ходовой части η_r , трансмиссии $\eta_{тр}$ и др.»[17]

3. «Регуляторная характеристика двигателя. В случае установки на проектируемый трактор нового двигателя эту

характеристику строят методами теории двигателя и ее можно представить аналитически, графически или в виде табличных данных. При установке серийного двигателя используют характеристику, полученную при тормозных испытаниях двигателя. Она также может быть представлена графически или табличными данными.

4. Буксование движителя. Если имеется прототип проектируемого трактора одинакового класса, массы и м подобным движителем, то используют зависимость коэффициента буксования от силы тяги на крюке (тяговая характеристика), полученной при государственных испытаниях прототипа.»[17]

«Методика расчета тяговой характеристики трактора.

Внешней скоростной характеристикой двигателя называется зависимость крутящего момента M_e , частоты вращения вала двигателя n , часового G_T и удельного g_e расходов топлива от эффективной мощности P_e .

Внешняя скоростная характеристика двигателя считается для максимальной частоты вращения коленчатого вала, а также номинальной частоты, холостого хода и промежуточных значений частоты. При этом определяются: мощность P_e , развиваемая двигателем, крутящий момент M_e , часовой расход топлива G_T , удельный часовой расход топлива g_e .

На основании ВСХ определяются некоторые параметры, характеризующие двигатель.

Максимальная частота вращения коленчатого вала»[17]

$$\omega_M = \frac{\pi \cdot n_M}{30} \quad M_M = \frac{N_M}{\omega_M} \quad G_M = \frac{g_{eM} \cdot N_M}{1000} \quad (14)$$

Номинальная частота вращения коленчатого вала

$$\omega_H = \frac{\pi \cdot n_H}{30} \quad M_H = \frac{N_H}{\omega_H} \quad G_M = \frac{g_{eH} \cdot N_H}{1000} \quad G_M = 1,25 \dots 1,3 G_H \quad (15)$$

$$N_{xx} = 0 \quad M_{xx} = 0 \quad G_M = (0,25 \dots 0,3)G_H \quad (16)$$

Частота вращения коленчатого вала при холостом ходе

$$F_{kp} = \frac{M_e \cdot \eta_{Mex} \cdot i_{TP}}{r_d} - G_{\Sigma} \cdot f \quad (17)$$

$$V_T = 0,377 \frac{r_d \cdot n}{i_{TP}} \quad (18)$$

где i_{TP} — передаточное число трансмиссии.

Расчетные данные в таблице 2.

Таблица 2 - Внешняя скоростная характеристика

Обороты дв-ля, об/мин	Угловая скорость, рад/с	Мощность дв-ля, кВт	Момент дв-ля, Н*м
573	60	182,8	3046,5
680	71	220,5	3097,1
790	83	259,3	3134,0
900	94	297,4	3155,6
1010	106	334,4	3161,9
1120	117	369,8	3152,9
1230	129	403,0	3128,6
1340	140	433,5	3089,1
1450	152	460,7	3034,2
1560	163	484,2	2964,1
1670	175	503,4	2878,6
1780	186	517,8	2777,9
1890	198	526,8	2661,9
2000	209	530,0	2530,6
2101	220	527,3	2396,7

По этим данным построены графики на рисунке 12.

Внешняя скоростная характеристика

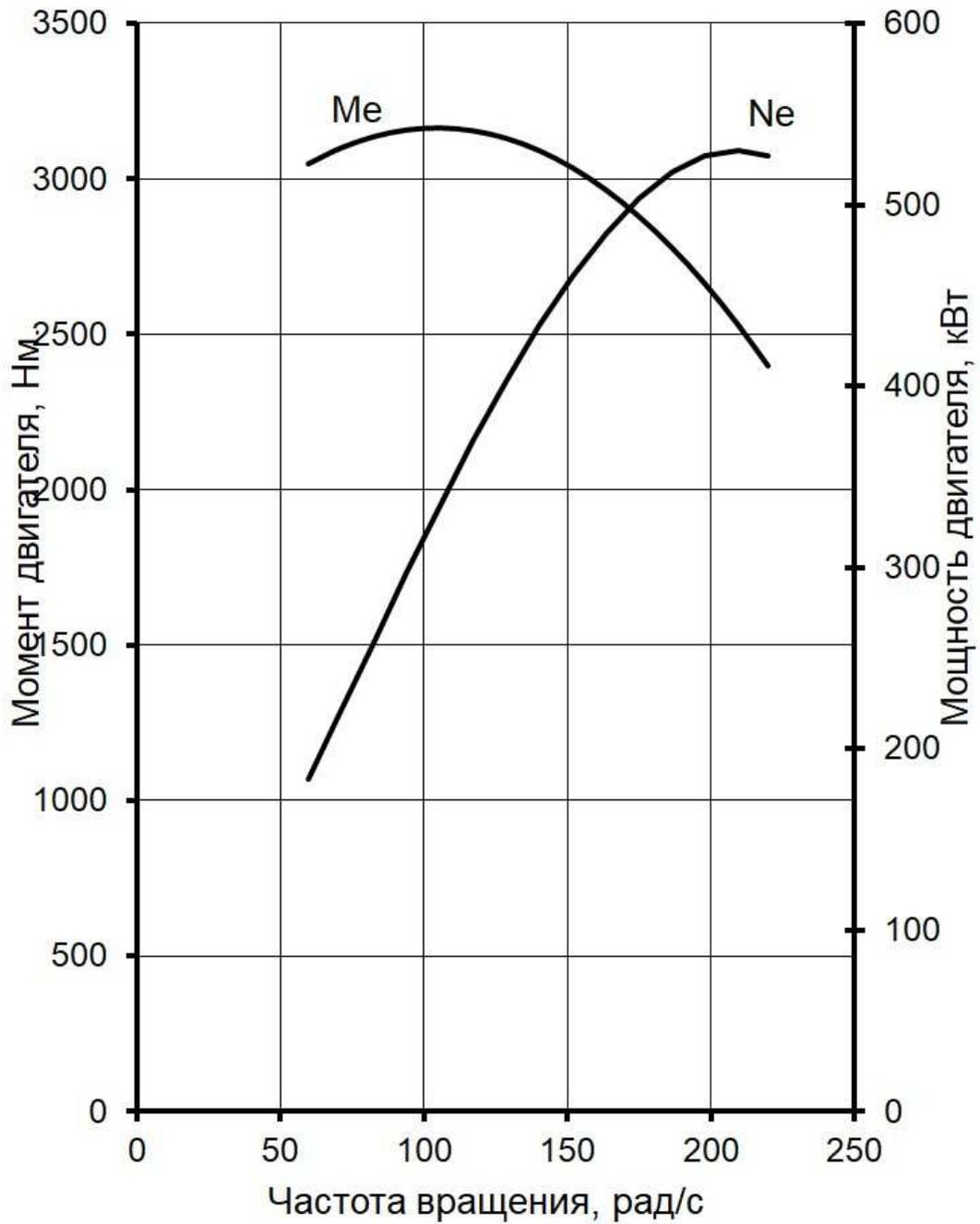


Рисунок 12 - Внешняя скоростная характеристика

Степень неравномерности регулятора (в процентах)

$$\delta = \frac{200(n_x - n_p)}{n_x + n_p}, \quad (19)$$

где n_x — максимальная частота вращения на регуляторе; n_p — частота вращения в начале действия регулятора.

Для тракторных дизелей $\delta = 4..6 \%$.

Коэффициент запаса крутящего момента (в процентах)

$$\mu = \frac{100(M_{eM} - M_{eN})}{M_{eN}}, \quad (20)$$

где M_{eM} — максимальный крутящий момент; M_{eN} — момент при номинальной частоте вращения.

Для оценки приспособляемости тракторных двигателей используют также коэффициент приспособляемости

$$K_M = \frac{M_{eM}}{M_{eN}}. \quad (21)$$

Коэффициент снижения частоты вращения двигателя, характеризуемый отношением частоты вращения коленчатого вала n_M на режиме максимального крутящего момента к частоте вращения n_N на номинальном режиме работы,

$$\alpha = \frac{n_M}{n_N}. \quad (22)$$

«У современных тракторных двигателей $\alpha = 0,65..0,75$.

У дизелей без турбонаддува коэффициент приспособляемости, как правило, не превышает 1,15. Дизели с турбонаддувом обеспечивают такие же или несколько меньше коэффициенты приспособляемости. Однако при соответствующих мероприятиях (повышение давления наддува, снижение коэффициента избытка воздуха при работе на режиме M_{eM} , оптимизация работы компрессора) можно обеспечить такой характер изменения крутящего момента, при котором обеспечивалась бы постоянная мощность на внешней характеристике двигателя. У существующих двигателей постоянной мощности (ДПМ) коэффициент приспособляемости составляет 1,35-1,45.»[17]

«При тяговом расчете трактора регуляторную характеристику двигателя необходимо перестроить, поскольку использование в качестве аргумента мощности P_e неудобно. Это объясняется тем, что у трактора основным показателем является тяговое усилие, непосредственно связанное с крутящим моментом. Поэтому в перестроенной регуляторной характеристике в качестве аргумента принимается крутящий момент M_e , в зависимости от которого определяются частота вращения n , эффективная мощность P_e , часовой G_T и удельный g_e расходы топлива.

Для расчета теоретической тяговой характеристики трактора на ЭВМ желательно регуляторную характеристику двигателя представить в виде функциональных зависимостей. Такие зависимости при использовании осредненных эмпирических коэффициентов позволяют также приближенно построить регуляторную характеристику для вновь проектируемого двигателя.

На регуляторном участке характеристики частота вращения двигателя линейно зависит от крутящего момента»[17]

$$n = n_x - (n_x - n_N) \frac{M_e}{M_{eN}}. \quad (23)$$

Найденной частоте вращения в мин^{-1} и заданному крутящему моменту соответствует мощность

$$P_e = \frac{\pi n}{30 \cdot M_e}. \quad (24)$$

Часовой расход топлива на регуляторном участке характеристики можно представить линейной функцией мощности

$$G_T = G_{T.X.} + (G_{TN} - G_{T.X.}) \frac{P_e}{P_{eN}}, \quad (25)$$

где $G_{T.X.}$ и G_{TN} — часовой расход топлива соответственно на режиме холостого хода и на номинальном режиме; P_{eN} — эксплуатационная мощность двигателя.

Рабочие участки корректурных ветвей характеристики можно построить по следующим формулам:

$$n = n_N \left[\alpha + (1 - \alpha) \frac{M_{eM} - M_e}{M_{eM} - M_{eN}} \beta \right];$$

$$P_e = \frac{\pi n}{30 \cdot M_e}; \quad (26)$$

$$G_T = G_{TN} \left[\frac{\gamma - \alpha^2}{1 - \alpha} \left(1 - \frac{n}{n_N} \right) + \left(\frac{n}{n_N} \right)^2 \right] \frac{P_e}{P_{eN}},$$

где γ — степень изменения удельного расхода топлива при максимальном моменте; β — показатель корректурной ветви регуляторной характеристики двигателя.

Обычно $\gamma = 1..1,1$; $\beta = 0,5..0,6$, для обычных двигателей и $\beta = 1..1,1$ для ДПМ.

Для обоих участков регуляторной характеристики удельных расход топлива рассчитывается по формуле

$$g_e = \frac{1000 G_T}{P_e}. \quad (27)$$

Здесь g_e в г/(кВт·ч); G_T в кг/ч; P_e в кВт.

Тягово-экономические показатели трактора рассчитываются в зависимости от тяговой нагрузки $F_{кр}$. Значения $F_{кр}$ в кН задаются шагом $\Delta F_{кр}$ от нуля до максимального значения ограниченного либо по сцеплению движителя с почвой либо максимальным моментом двигателя.

Касательная сила тяги F_k в кН рассчитывается по формуле

$$F_k = F_{кр} + F_f, \quad (28)$$

где F_f — сила сопротивления качению трактора, кН.

Момент в кН·м, развиваемый двигателем

$$M_e = \frac{F_k r_{k0}}{U_j \eta}, \quad (29)$$

где r_{k0} — расчетный радиус ведущего колеса, м (радиус ведущей звёздочки 0,385 м); U_j — передаточное число трансмиссии на j -ой ступени регулирования; η — механический КПД трансмиссии.

Удельная сила тяги на крюке

$$\varphi_{кр} = \frac{F_{кр}}{G_{сц} + F_{кр} h_{кр}/L}, \quad (30)$$

где $G_{сц}$ — сцепной вес трактора, кН; $h_{кр}$ — высота крюка, м; L — база трактора, м.

Для гусеничного и колесного полноприводного трактора сцепной вес равен весу трактора, а отношение $h_{кр}/L$ здесь условно принимается равным нулю.

Коэффициент буксования рассчитывается по формуле А.Греченко.

$$\delta = -\frac{1}{C} \ln \frac{\varphi_{крmax} - \varphi_{кр}}{B}, \quad (31)$$

где $\varphi_{кр max}$ — максимальная удельная сила тяги на крюке; B и C — эмпирические коэффициенты.

Действительная скорость трактора, м/с

$$v = \frac{\pi n}{30} \cdot r_{k0} (1 - \delta) / U_j. \quad (32)$$

Крюковая мощность, кВт

$$P_{кр} = F_{кр} v. \quad (33)$$

Тяговый КПД трактора

$$\eta_T = \frac{P_{кр}}{P_e}. \quad (34)$$

В результате расчета на каждой j-ой ступени регулирования получаем ряд значений δ , ν , η_T , $P_{кр}$ и G_T , соответствующий ряду значений $F_{кр}$.

Исходные данные к тяговому расчету приведены в таблице 3 и 4.

Исходные данные

Таблица 3 - исходные данные для трактора

Марка трактора	T-330
Агрофон	суглинок со снятым дерновым покровом
Высота крюка, м	0,4
Радиус ведущей звездочки, м	0,385
Коэффициент сцепления, ϕ .	0,95
Коэффициент сопротивления качению, f .	0,07

Таблица 4 - Передаточные числа трансмиссии

Номер передачи.	Передаточные числа, i .
2	134.499
8	32.983
11	29.881
12	21.832
15	13.769

Результаты тягового расчета приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Результаты расчета

Передаточное отношение трансмиссии 134.499 передача 2

Фкр, кН	Ркр, кВт	Гт, кг/ч	g_e , г/(кВт.ч)	V, км/ч	δ , %	η_t ,%
0,00	0,00	7,88	-	2,37	0,00	0,00
10,00	6,55	8,15	-	2,36	0,37	20,46
20,00	13,05	8,42	-	2,35	0,48	32,85
30,00	19,50	8,68	-	2,35	0,60	41,13
40,00	25,95	8,95	-	2,34	0,72	47,05
50,00	32,40	9,22	-	2,34	0,84	51,48
60,00	38,80	9,48	-	2,33	0,95	54,92
70,00	45,15	9,75	-	2,33	1,07	57,65
80,00	51,50	10,02	-	2,32	1,19	59,88
90,00	57,85	10,28	-	2,32	1,30	61,72
100,00	64,15	10,55	-	2,32	1,42	63,26
110,00	70,40	10,81	-	2,31	1,54	64,57
120,00	76,65	11,07	-	2,31	1,65	65,69
130,00	82,90	11,34	683,74	2,30	1,77	66,67
140,00	89,10	11,60	650,89	2,30	1,89	67,51
150,00	95,30	11,86	622,45	2,29	2,01	68,26
160,00	101,45	12,12	597,61	2,29	2,12	68,91
170,00	107,60	12,39	575,72	2,28	2,24	69,49
180,00	113,70	12,65	556,29	2,28	2,36	70,00
190,00	119,75	12,91	538,93	2,28	2,47	70,46
200,00	125,85	13,17	523,34	2,27	2,59	70,87
210,00	131,85	13,43	509,26	2,27	2,71	71,24
220,00	137,85	13,69	496,49	2,26	2,82	71,58
230,00	143,85	13,95	484,85	2,26	2,94	71,87
240,00	149,80	14,21	474,20	2,25	3,06	72,14
250,00	155,75	14,47	464,43	2,25	3,18	72,39
260,00	161,65	14,73	455,43	2,24	3,29	72,61
270,00	167,55	14,98	447,12	2,24	3,41	72,80
280,00	173,45	15,24	439,42	2,24	3,53	72,98
290,00	179,25	15,50	432,27	2,23	3,64	73,15
300,00	185,10	15,76	425,62	2,23	3,76	73,29
310,00	190,90	16,01	419,42	2,22	3,88	73,43
320,00	196,65	16,27	413,62	2,22	3,99	73,54
330,00	202,35	16,52	408,30	2,21	4,14	73,63
340,00	207,75	16,78	403,79	2,21	4,39	73,62
350,00	213,15	17,03	399,61	2,20	4,66	73,59
360,00	218,45	17,29	395,72	2,19	4,93	73,55
370,00	223,70	17,54	392,12	2,18	5,20	73,49
380,00	228,85	17,80	388,79	2,17	5,49	73,42
390,00	234,00	18,05	385,69	2,17	5,78	73,34
400,00	239,05	18,30	382,82	2,16	6,08	73,24

Продолжение таблицы 5

Передачное отношение трансмиссии 32.983 передача 8

Фкр, кН	Ркр, кВт	Гт, кг/ч	g_e , г/(кВт.ч)	V, км/ч	δ , %	η_T , %
0	0	10,42	-	9,58	0	0
7,5	19,8	11,22	-	9,53	0,338	16,351
15	39,45	12,03	-	9,5	0,426	27,334
22,5	59	12,83	-	9,47	0,513	35,212
30	78,45	13,62	-	9,44	0,601	41,131
37,5	97,75	14,42	737,54	9,41	0,689	45,735
45	116,9	15,21	650,31	9,38	0,777	49,416
52,5	135,95	15,99	588,07	9,35	0,864	52,421
60	154,9	16,77	541,43	9,32	0,952	54,918
67,5	173,7	17,55	505,2	9,29	1,04	57,023
75	192,4	18,33	476,26	9,26	1,128	58,819
82,5	210,95	19,1	452,62	9,23	1,215	60,368
90	229,4	19,86	432,95	9,2	1,303	61,716
97,5	247,7	20,63	416,34	9,17	1,391	62,898
105	265,9	21,39	402,13	9,14	1,479	63,941
112,5	284	22,14	389,84	9,11	1,566	64,867
120	301,95	22,89	379,11	9,08	1,654	65,694
127,5	319,8	23,64	369,67	9,05	1,742	66,436
135	337,5	24,39	361,31	9,03	1,829	67,104
142,5	355,1	25,13	353,84	9	1,917	67,708
150	372,55	25,87	347,14	8,97	2,005	68,255
157,5	389,9	26,6	341,1	8,94	2,093	68,753
165	407,15	27,33	335,63	8,91	2,18	69,208
172,5	424,25	28,06	330,65	8,88	2,268	69,623
180	441,25	28,78	326,1	8,85	2,356	70,004
187,5	458,15	29,5	321,94	8,82	2,444	70,353
195	468,15	29,71	317,34	8,67	2,532	70,674
202,5	457,65	28,55	311,99	8,16	2,619	70,97
210	442,45	27,32	308,75	7,61	2,707	71,243
217,5	420,5	25,93	308,31	6,98	2,795	71,495
225	379,5	23,81	313,66	6,09	2,882	71,728

Продолжение таблицы 5

Передаточное отношение трансмиссии 29.881 передача 11

Фкр, кН	Ркр, кВт	Гт, кг/ч	g_e , г/(кВт.ч)	V, км/ч	δ , %	η_T , %
0	0	10,76	-	10,57	0	0
7,5	21,8	11,65	-	10,5	0,338	16,351
15	43,5	12,54	-	10,47	0,426	27,334
22,5	65,05	13,42	-	10,43	0,513	35,212
30	86,4	14,29	826,99	10,4	0,601	41,131
37,5	107,65	15,16	704,33	10,36	0,689	45,735
45	128,75	16,03	622,61	10,33	0,777	49,416
52,5	149,7	16,89	564,31	10,29	0,864	52,421
60	170,5	17,75	520,63	10,26	0,952	54,918
67,5	191,15	18,6	486,7	10,22	1,04	57,023
75	211,65	19,45	459,59	10,19	1,128	58,819
82,5	232	20,3	437,45	10,15	1,215	60,368
90	252,2	21,14	419,04	10,12	1,303	61,716
97,5	272,3	21,97	403,49	10,08	1,391	62,898
105	292,25	22,8	390,19	10,05	1,479	63,941
112,5	312	23,63	378,69	10,01	1,566	64,867
120	331,65	24,45	368,65	9,98	1,654	65,694
127,5	351,15	25,27	359,82	9,94	1,742	66,436
135	370,5	26,08	352	9,91	1,829	67,104
142,5	389,75	26,89	345,01	9,87	1,917	67,708
150	408,8	27,7	338,75	9,84	2,005	68,255
157,5	427,75	28,5	333,11	9,8	2,093	68,753
165	446,55	29,29	327,99	9,77	2,18	69,208
172,5	463,05	29,92	323,08	9,69	2,268	69,623
180	452,55	28,65	316,56	9,08	2,356	70,004
187,5	436,5	27,29	312,64	8,4	2,444	70,353
195	412	25,73	312,24	7,63	2,532	70,674

Продолжение таблицы 5

Передачное отношение трансмиссии 21.832 передача 12

Фкр, кН	Ркр, кВт	Гт, кг/ч	g_e , г/(кВт.ч)	V, км/ч	δ , %	η_t , %
0	0	12,11	-	14,41	0	0
7,5	29,75	13,32	-	14,31	0,338	16,351
15	59,2	14,52	-	14,25	0,426	27,334
22,5	88,4	15,71	888,18	14,19	0,513	35,212
30	117,4	16,89	719,37	14,12	0,601	41,131
37,5	146,1	18,06	618,17	14,06	0,689	45,735
45	174,55	19,23	550,76	14	0,777	49,416
52,5	202,75	20,38	502,68	13,94	0,864	52,421
60	230,7	21,53	466,66	13,88	0,952	54,918
67,5	258,35	22,67	438,7	13,82	1,04	57,023
75	285,8	23,8	416,37	13,76	1,128	58,819
82,5	313	24,92	398,13	13,7	1,215	60,368
90	339,95	26,04	382,97	13,64	1,303	61,716
97,5	366,65	27,14	370,18	13,58	1,391	62,898
105	393,05	28,24	359,24	13,51	1,479	63,941
112,5	419,25	29,33	349,79	13,45	1,566	64,867
120	432,3	29,4	340	13,01	1,654	65,694
127,5	416,4	27,59	331,35	11,79	1,742	66,436
135	386,15	25,44	329,49	10,33	1,829	67,104

Продолжение таблицы 5

Передаточное отношение трансмиссии 13.769 передача 15

Фкр, кН	Ркр, кВт	Гт, кг/ч	g_e , г/(кВт.ч)	V, км/ч	δ , %	η_T , %
0	0	15,01	-	22,66	0	0
2,5	15,6	15,64	-	22,55	0,279	6,27
5	31,15	16,26	-	22,5	0,309	11,663
7,5	46,65	16,89	-	22,46	0,338	16,351
10	62,05	17,51	-	22,41	0,367	20,463
12,5	77,4	18,13	-	22,36	0,396	24,098
15	92,7	18,74	1010,8	22,31	0,426	27,334
17,5	107,95	19,36	896,7	22,26	0,455	30,234
20	123,1	19,97	811,15	22,22	0,484	32,846
22,5	138,15	20,58	744,62	22,17	0,513	35,212
25	153,2	21,18	691,42	22,12	0,543	37,363
27,5	168,15	21,79	647,89	22,07	0,572	39,329
30	183,05	22,39	611,64	22,03	0,601	41,131
32,5	197,85	22,99	580,97	21,98	0,63	42,789
35	212,65	23,59	554,7	21,93	0,66	44,319
37,5	227,3	24,18	531,93	21,88	0,689	45,735
40	241,95	24,78	512,03	21,84	0,718	47,05
42,5	256,5	25,37	494,47	21,79	0,747	48,274
45	271	25,96	478,87	21,74	0,777	49,416
47,5	285,45	26,54	464,92	21,69	0,806	50,483
50	299,8	27,13	452,37	21,65	0,835	51,482
52,5	314,1	27,71	441,03	21,6	0,864	52,421
55	328,35	28,29	430,72	21,55	0,894	53,303
57,5	342,5	28,86	421,31	21,5	0,923	54,134
60	356,65	29,44	412,7	21,46	0,952	54,918
62,5	370,65	30,01	404,78	21,41	0,981	55,658
65	368,65	29,13	395,08	20,48	1,011	56,359
67,5	363,95	28,19	387,22	19,47	1,04	57,023
70	356,35	27,18	381,44	18,38	1,069	57,653
72,5	344,75	26,07	378,15	17,17	1,098	58,251
75	325,85	24,67	378,57	15,68	1,128	58,819

По полученным данным строятся графики тяговой характеристики на листах графической части.

2.1.1 Расчет производительности бульдозера

«Производительность бульдозеров в значительной мере зависит от способа работы. Если бульдозер работает под уклон, то значительно повышается сила тяги, уменьшается сопротивление перемещению грунта, увеличивается объем призмы волочения. При работе на подъем происходят обратные явления. При 10%-ом подъеме производительность, например, уменьшается на 40%-50%.

По мере срезания слоя грунта и увеличения призмы волочения растет сопротивление перемещению бульдозера. Чтобы полностью использовать силу тяги бульдозера, не рекомендуется урезать на постоянную глубину, целесообразнее в начале работы углублять отвал на большую глубину, чем в конце срезания цикла, то есть толщина стружки должна быть переменной.

При работе под уклон можно срезать стружку постоянного сечения на всем пути набора грунта, потому что в результате работы под уклон появляется запас тяги, поскольку сопротивление перемещению грунта перед отвалом гораздо меньше, чем при работе из горизонтали или на подъем.

Обычно путь, за какой бульдозер набирает призму волочения, составляет 5 - 7 м. Углубление отвала и срезание грунта происходит на первой или второй передаче.

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

Чтобы уменьшить опадение грунта по бокам отвала, лучше всего вести перемещение по траншее глубиной до 0,6, получаемой при нескольких проходах бульдозера (высота валиков при этом достигает 0,2 - 0,25 м), на том же месте так, чтобы грунт, который осыпался по бокам отвала в виде валиков после нескольких проходов образовывал как бы коридор.»[17]

«Производительность растет, если одновременно работают два спаренных бульдозера, устанавливаемых один от другого на расстоянии 0,25-0,3 м для грунтов I и II категории и до 0,5 м для грунтов III категории.

При такой работе почти в 2 раза уменьшаются потери грунта и фактически увеличивается ширина захвата, поскольку к суммарной длине двух отвалов добавляется ширина расстояния между ними. В итоге производительность увеличивается на 10 - 15 %»[17]

«Для повышения производительности применяют также способ перемещения грунта в два или три этапа, когда разрабатываемая грунт перемещается сначала на половину пути или на одну треть, накапливается на этом промежуточном этапе к объему 100 - 200 м³, а потом перемещается дальше. При таком способе грунт меньше теряется, производительность при этом растет на 5 - 10 %.

Значительное время цикла работы занимает холостой ход. Поэтому при сравнительно малых расстояниях транспортировки(30 - 50 м) холостой ход целесообразно делать на максимальной скорости ходу назад, выигрывая при этом время на разворачивание трактора. При больших расстояниях холостой ход делают при движении вперед.

С учетом выше перечисленных факторов определим производительность бульдозера при перемещении грунта на 60 м и планировании участка длиной 120 м.

При резании и перемещении грунта, м³/ч:»[17]

$$П = \frac{3600 V_{пр} k_B k_{укл}}{T_{ц}} \quad , \quad (35)$$

«где $V_{пр}$ - объем призмы волочения ($V_{пр} = 9,46 \text{ м}^3$ из расчета сил сопротивления грунта резанию и копанию отвалом бульдозера);

k_B - коэффициент использования бульдозера по времени ($k_B = 0,85...0,9$);

$k_{укл}$ - коэффициент, который учитывает работы машины по уклону или на подъем;

$T_{ц}$ - длительность цикла, с.»[17]

$$T_{ц} = \frac{l_p}{v_p} + \frac{l_{II}}{v_{II}} + \frac{l_x}{v_x} + t_c + t_0 + 2t_{пов}, \quad (36)$$

«где l_p - длина пути резания, м;

l_{II} - длина пути перемещения, м;

l_x - длина пути обратного хода бульдозера, м;

v_p - скорость резания, м/с;

v_{II} - скорость перемещения грунта, м/с;

v_x - скорость обратного хода, м/с;

t_c - время на переключение передач, с;

t_0 - время на опускание отвала(1,5 - 2,5 с), с;

$t_{пов}$ - время на поворот трактора(около 10 с), с

Тогда:»[17]

$$T_{ц} = \frac{5}{0,7} + \frac{60}{1,1} + \frac{65}{4,55} + 2 + 1,5 + 2 \cdot 5 = 7,14 + 54,5 + 14,2 + 2 + 1,5 + 10 = 89,34с;$$

$$\Pi = \frac{3600 \cdot 9,46 \cdot 0,9 \cdot 1}{89,34} = 343,04 м^3 / ч,$$

Так как в данной модернизации участвуют два отвала, то производительность будет равна:

$$\Pi = \frac{3600(V_{II1} + V_{II2}k_{TP})k_B k_{УКЛ}}{T_{ц}}, \quad (37)$$

где V_{II1} - объем призмы волочения основного отвала, м³;

V_{II2} - объем призмы волочения дополнительного отвала, м³

($V_{II1} = V_{II2}$);

k_{TP} - коэффициент потери грунта при транспортировке $k_{TP} = 0,87...0,94$.

При этом длительность цикла тоже изменится:

$$T_{ц} = \frac{2l_P}{v_P} + \frac{l_X - 2l_P}{v_{II}} + \frac{l_X}{v_X} + t_C + t_0 + 2t_{пов}; \quad (38)$$

$$T_{ц} = \frac{2 \cdot 5}{0,7} + \frac{65 - 2 \cdot 5}{1,1} + \frac{65}{4,55} + 2 + 1,5 + 2 \cdot 5 = 14,2 + 50 + 14,2 + 2 + 1,5 + 10 = 91,9с;$$

$$\Pi = \frac{3600(9,46 + 9,46 \cdot 0,91) \cdot 0,9 \cdot 1}{91,9} = \frac{58542,26}{91,9} = 637,02 м^3 / ч$$

При планировании производительность определяют:

$$\Pi = \frac{3600 \cdot l(B \sin \varphi' - b)k_B}{n \left(\frac{l}{v_P} + t_{пов} \right)}, \quad (39)$$

где l - длина планируемого участка, м;

B - длина отвала, м;

φ' - угол поворота отвала, град;

b - ширина пройденной полосы, которая перекрывается при следующем смежном проходе, м;

n - число проходов по одному месту;

$$\Pi = \frac{3600 \cdot 120(4,86 \sin 27 - 0,4)0,9}{1 \left(\frac{120}{0,7} + 10 \right)} = 3871,1 м^2 / ч.$$

2.2 Расчет проектируемого узла

Расчет сил сопротивления грунта резанию и копанию отвалом бульдозера

На рисунке 13 представлена общая схема сил, которые действуют на режущий клин как со стороны рабочего органа P_i , так и со стороны грунта W_i , прилагаемых к его режущей кромке

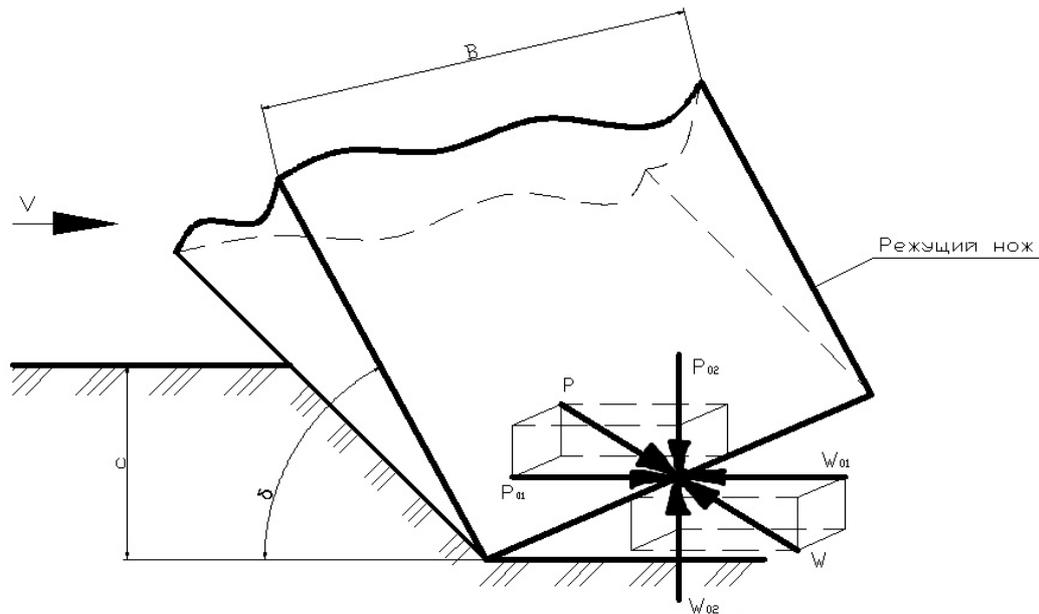


Рисунок 13 Схема сил, которые действуют на режущий клин

P , W - суммарные силы копания и сопротивления грунта копанию соответственно; P_{01} , W_{01} - касательные составные силы копания и сопротивления копанию грунта соответственно; P_{02} , W_{02} - нормальные составные силы копания и сопротивления копанию грунта соответственно; B и C - соответственно ширина и толщина стружки, которая срезается; δ - угол резания.

Основная касательная сила сопротивлению грунта копанию:

$$W_{01} = W_P + W_{IP} + W_{3АП} + W_{TP} + W_{ПЛ} , \quad (40)$$

где $W_p, W_{пр}, W_{зап}, W_{тр}, W_{пл}$ - сопротивление соответственно: резанию грунта; перемещению призмы грунта, которая образуется перед рабочим органом; заполнению рабочего органа грунтом; трению рабочего органа об грунт, которое учитывается только в случаях, когда рабочий орган не поддерживается в подвешенном состоянии; сопротивление затупления, которое возникает на площадке.

Сопротивление резанию грунта(кН) определяется по формуле

$$W_p = k_1 c B \sin \varphi, \quad (41)$$

где k_1 - удельное сопротивление грунта резанию, что зависят от категории грунта и вида рабочего органа машины, таблица 6, кПа;

c - толщина стружки, м;

B - ширина стружки, равна, как правило, ширине режущей кромки рабочего органа, м;

φ - угол захвата косо установленного отвала, изменяется в пределах от 0° до 90° .

Таблица 6 - Значение удельного сопротивления резанию острым ножом k_1

Категория грунта	Удельное сопротивление резанию k_1 , кПа;			
	Автогрейдер	Бульдозер	Скрепер	Экскаватор
I	15...40	60...90	40...60	12...65
II	40...60	90...100	60...90	60...130
III	60...100	100...140	90...110	120...200
IV	-	140...250	-	180...300

Тогда, сопротивление резанию грунта будет равно:

$$W_p = 100 \cdot 0,3 \cdot 4,86 \cdot \sin 65^\circ = 123,13 \text{ кН.}$$

Сопротивление перемещению призмы грунта (кН), которая образуется перед рабочим органом при углах резания $\delta = 35...60^{\circ}$, определяется по формуле:

$$W_{\text{ПР}} = (V_{\text{ПР}} \rho \cdot g \mu_1 \sin \varphi) / k_p , \quad (42)$$

где $V_{\text{ПР}}$ - объем призмы грунта перед рабочим органом, который зависит от конструкции рабочего органа и характера грунта, м³;

ρ - плотность грунта ($\rho = 1,4...1,8$ т/м³, для грунта III категории);

μ_1 - коэффициент трения о грунт, который зависит от вида и состояния грунтов, таблица 8;

k_p - коэффициент рыхления грунта, принимают в зависимости от вида грунта, таблица 9;

Для рабочего органа бульдозера $V_{\text{ПР}}$ определяется

$$V_{\text{ПР}} = (BH^2) / 2k_{\text{ПР}} , \quad (43)$$

где B – ширина (длина) отвала, м;

H - высота отвала, м;

$k_{\text{ПР}}$ - поправочный коэффициент, который зависит от соотношения H/B , таблица 7.

Таблица 7 - Значение коэффициента $k_{\text{ПР}}$

Вид грунта	$k_{\text{ПР}}$ при соотношении H/B				
	0,15	0,3	0,35	0,4	0,45
вязкий	0,7	0,8	0,85	0,9	0,95
сыпучий	1,15	1,2	1,25	1,3	1,5

Тогда объем призмы грунта при $k_{\text{ПР}} = 0,35$ и вязкого грунта будет равен:

$$V_{\text{ПР}} = (4,86 \cdot 1,82^2) / 2 \cdot 0,35 = 16,09 / 1,7 = 9,46 \text{ м}^3.$$

Таблица 8 - Значение коэффициента μ_1 и μ_2 для некоторых видов грунтов

Вид грунта	Состояние грунта			μ_2
	сухое μ_1	влажное μ_1	мокрое μ_1	
Гравий	0,7...0,84	0,7	0,58	0,4...0,65
Песок	0,53...0,62	0,7	0,47	0,27...0,6
Песок глинистый	0,7	0,7	0,58	0,26...0,41
Суглинок	0,84...1,2	0,58...0,7	0,36...0,58	0,5...0,7
Глина	0,84	0,53	0,27...0,36	0,4...0,5
Растительный грунт	0,53...0,7	0,58...1,0	0,47...0,58	0,3...0,42

Таблица 9 - Значение коэффициента рыхления грунтов k_p

Вид грунтов	k_p
Песок, супесь	1,12...1,17
Гравийно-галечные грунта	1,16...1,2
Лессовидный и легкий суглинок	1,18...1,24
Чернозем, солончак, растительная грунт	1,2...1,28
Мягкая глина, тяжелый суглинок	1,24...1,3
Ломовая и сланцевая глина, солончак, который отвердел	1,28...1,32

Сопротивление перемещению призмы грунта представляет:

$$W_{\text{пр}} = (9,46 \cdot 1,6 \cdot 9,81 \cdot 0,53 \cdot \sin 65^\circ) / 1,25 = 57,05 \text{ кН}.$$

Сопротивление заполнению рабочего органа грунтом (кН) определяют:

$$W_{\text{зап}} = \frac{BH^2 \rho g}{2k_{\text{пр}}k_p} \cdot \mu_2 \cdot (\cos^2 \delta \sin \varphi + \mu_1 \cos \varphi), \quad (44)$$

где μ_2 - коэффициент трения грунта о поверхности рабочего органа, что зависит от вида грунта, таблица 6;

δ - угол резания, принимаем $\delta = 60^0$

$$W_{зат} = \frac{4,86 \cdot 1,82^2 \cdot 1,6 \cdot 9,81}{2 \cdot 0,85 \cdot 1,25} \cdot 0,4 \cdot (\cos^2 60^0 \sin 65 + 0,53 \cdot \cos 65^0) = \frac{252,67}{2,125} \cdot 0,4 \cdot 0,45 = 21,4 \text{ кН}.$$

Сопротивление возникающее на площадке затупления (кН) при угле $\zeta = 35 \dots 60^0$:

$$W_{пл} = \rho_{y\delta} \cdot L, \quad (45)$$

где $\rho_{y\delta}$ - удельное сопротивление от затупления, зависимое от ширины площадки затупления и вида грунта, кН/м, таблица 10;

L - длина режущей кромки рабочего органа, практически равняется длине отвала:

$$L = B \cdot \sin \varphi; \quad (46)$$

$$L = 4,86 \cdot \sin 65^0 = 4,4 \text{ м},$$

Тогда, сопротивление возникающий на площадке затупления будет равно:

$$W_{пл} = 5 \cdot 4,4 = 22 \text{ кН}.$$

Таблица 10 - Значение удельного сопротивления $\rho_{y\delta}$ от затупления ножа, кН

Ширина площадки затупления a , мм	Категория грунта			
	I	II	III	IV
5	0,6...1,2	1,5...2,5	4,0...5,0	5,0...6,0
10	2,5...4,0	5,0...7,0	8,0...10,0	10,0...12,0
15	4,5...7,0	8,0...10,0	11,0...13,0	12,0...15,0

Основная касательная составная сопротивления грунта копанию равна:

$$W_{01} = 123,13 + 57,05 + 21,4 + 0 + 22 = 223,58 \text{ кН}.$$

Нормальную составную опору грунта копанию W_{02} определяют в частях от основной касательной составляющей W_{01} :

$$W_{02} = \psi W_{01}, \quad (47)$$

где ψ - коэффициент, который зависит от однородности и прочности грунта, степени затупления, размера и формы изнашивания задних граней режущего элемента, заднего угла резания α . Так, при $\alpha = 5...8^\circ$ для однородных грунтов II и IV категории и средней затупленности режущего инструмента $\psi \approx 0,15.0,3$; для более прочных неоднородных полускальных и мерзлых грунтов $\psi \approx 0,3.0,6$.

$$W_{02} = 0,25 \cdot 223,58 = 55,89 \text{ кН}.$$

Расчет сил сопротивления грунта простым ножом при прямом блокированном резании.

Известно, что в процессе блокированного резания простым ножом грунтов разрушается в пределах трапецевидного сечения, рисунок 14, при этом характер и величина сопротивлений разрушению грунта разные в разных зонах разреза. В связи с этим касательную составляющую силы резания в расчетах делят на четыре части, соответствующих характерным сопротивлениям

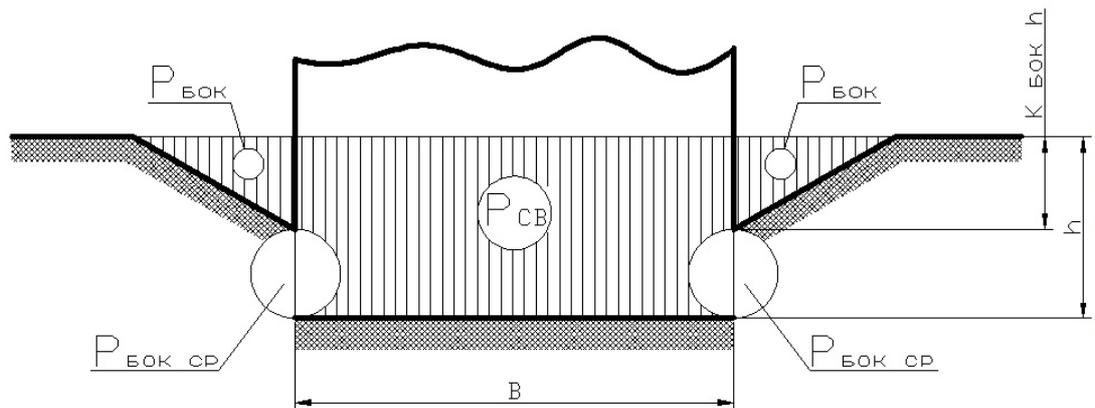


Рисунок 14 - Зона действия составляющих силы резания простым острым ножом

а) силу для преодоления лобовых сопротивлений ножа $P_{СВ}$, пропорциональную площади средней части разреза и зависящую от угла резания δ и прочности грунта :

$$P_{CB} = p_{CB} F_{CB}; \quad (48)$$

б) силу разрушения грунта в боковом разрезе $p_{БОК}$, пропорциональную площади их сечения, которое зависит от прочности грунта и независимую от угла резания и ширины среза, :

$$P_{БОК} = p_{БОК} F_{БОК}; \quad (49)$$

в) силу бокового среза $p_{БОК.СР}$ в дне разреза, пропорциональную толщине стружки, которая зависит от прочности грунта, а также независимую от ширины среза B и угла резания δ :

$$P_{БОК.СР} = p_{БОК.СР} L_{БОК.СР}; \quad (50)$$

г) силу для преодоления сопротивлений площадкой изнашивания (или затупление ножа) $p_{ПЛ.ЗН(ЗАТ)}$, пропорциональную длине режущей кромки, которая зависит от ширины площадки изнашивания или радиуса r затупления ножа, от толщины среза и независимую от угла резания :

$$P_{ПЛ.ИЗН(ЗАТ)} = p_{ПЛ.ИЗН(ЗАТ)} L_{ПЛ.ИЗН(ЗАТ)}. \quad (51)$$

В выражениях p_{CB} и $p_{БОК}$ - удельные силы разрушения грунта соответственно в лобовой и боковых сечениях, Па; F_{CB} и $F_{БОК}$ - площади в соответствии со средней и боковых частях сечения, m^2 ; $p_{БОК.СР}$ - удельная сила среза грунта боковыми гранями ножа в низу сечения, Па; $L_{БОК.СР}$ - суммарная длина линии бокового среза грунта, м; $p_{ПЛ.ИЗН(ЗАТ)}$ - удельная сила преодоления сопротивления грунта площадке изнашивания или затупления ножа, который придется на единицу длины его режущей кромки, Па; $L_{ПЛ.ИЗН(ЗАТ)}$ - длина затупленной или изношенной режущей кромки ножа, м.

Таким образом, суммарная сила P блокированного резания простым ножом равна:

$$P = p_{CB} F_{CB} + p_{БОК} F_{БОК} + p_{БОК.СР} L_{БОК.СР} + p_{ПЛ.ИЗН(ЗАТ)} L_{ПЛ.ИЗН(ЗАТ)}. \quad (52)$$

Определим все площади и длины :

$$F_{CB} = B \cdot c; \quad (53)$$

$$F_{CB} = 4.86 \cdot 0.3 = 1.45 m^2;$$

$$F_{БОК} = K_{БОК}^2 \cdot c^2 \cdot ctg \gamma, \quad (54)$$

где $K_{\text{БОК}}$ - коэффициент глубины расширяющей части прорези зависимой от характера грунта

$$F_{\text{БОК}} = 0,72^2 \cdot 0,3^2 \cdot \text{ctg } 30^\circ = 0,08 \text{ м}^2;$$

$$L_{\text{БОК.СР}} = 2c \cdot (1 - K_{\text{БОК}}); \quad (55)$$

$$L_{\text{БОК.СР}} = 2 \cdot 0,3 \cdot (1 - 0,85) = 0,09 \text{ м};$$

$$L_{\text{ПЛ.ИЗН(ЗЗАТ)}} = B \cdot \sin \varphi; \quad (56)$$

$$L_{\text{ПЛ.ИЗН(ЗЗАТ)}} = 4,86 \cdot \sin 65^\circ = 4,4 \text{ м};$$

Величину удельного сопротивления разрушению грунта в лобовой части можно выразить так:

$$p_{\text{СВ}} = \varphi' m_{\text{СВ}}, \quad (57)$$

где φ' - коэффициент угла резания, принимается по опытным данным;

$m_{\text{СВ}}$ - удельная сила резания в лобовой части прорези, Па.

Произведение $p_{\text{БОК}} \cdot F_{\text{БОК}}$ выражают функцией второй степени толщины среза

$$p_{\text{БОК}} \cdot F_{\text{БОК}} = 2m_{\text{БОК}} c^2, \quad (58)$$

где $m_{\text{БОК}}$ - коэффициент, который характеризует удельную силу разрушения грунта в боковых частях прорези.

Произведение $p_{\text{БОК.СР}} L_{\text{БОК.СР}}$ выражают функцией первой степени толщины среза из

$$p_{\text{БОК.СР}} L_{\text{БОК.СР}} = 2m_{\text{БОК.СР}} c, \quad (59)$$

где $m_{\text{БОК.СР}}$ - коэффициент, который характеризует удельную силу среза грунта одной из боковых граней ножа.

Удельную силу преодоления сопротивлений грунта изнашивания выражают эмпирической зависимостью

$$P_{\text{пл. изн (зат)}} = p_0 + p_{\text{усл}} \cdot \frac{c}{c + c_{\text{усл}}}, \quad (60)$$

где p_0 , $p_{\text{усл}}$, $c_{\text{усл}}$ - параметры, которые характеризуют сопротивление грунта упруго-пластичному сжатию, принимают по экспериментальным данным.

Изложенная схема расчетов касательной составной силы резания грунта простым ножом требует определения шести параметров сопротивления грунта : трех параметров сопротивления острому ножу - $m_{\text{СВ}}$, $m_{\text{БОК}}$, $m_{\text{БОК.СР}}$, и трех параметров резания затупленным или изношенным инструментом - p_0 , $p_{\text{усл}}$, $c_{\text{усл}}$.

В силу трудностей определения отмеченных параметров для ориентировочных расчетов можно основываться только на одном отмеченном параметре $m_{\text{СВ}}$. С учетом использования значений отношений удельных сил резания, установленных по данным испытаний разных грунтов, формула для определения суммарной силы блокированного резания простым ножом будет иметь вид:

$$P = m_{\text{СВ}} (\varphi F_{\text{СВ}} + \eta_{\text{БОК}} F_{\text{БОК}} + \eta_{\text{БОК.СР}} L_{\text{БОК.СР}} + \eta_{\text{пл. изн (зат)}} \cdot c \cdot L_{\text{пл. изн (зат)}}), \quad (61)$$

где $\eta_{\text{БОК}}$, $\eta_{\text{БОК.СР}}$, $\eta_{\text{пл. изн (зат)}}$ - коэффициенты пропорциональности, которые учитывают отношения соответствующих удельных сил резания, полученные по опытным данным. Так для обычных глинистых грунтов $\eta_{\text{БОК}} = 0,36$, $\eta_{\text{БОК.СР}} = 1,37$; для плотных грунтов $\eta_{\text{БОК}} = 0,52$, $\eta_{\text{БОК.СР}} = 7,6$. Значение коэффициента $\eta_{\text{пл. изн (зат)}}$ принимают по экспериментальным данным и равной 0,054.

Классификацию грунтов по параметру $m_{\text{СВ}} = p_{\text{СВ}}$ приведено в таблице 11 и также в таблице 12.

Суммарная сила блокированного резания простым ножом будет равна:

$$P = 200 \cdot 10^3 (2,05 \cdot 1,45 + 0,36 \cdot 0,08 + 1,37 \cdot 0,09 + 0,054 \cdot 0,3 \cdot 4,4) = 200 \cdot 10^3 \cdot 3,19 = 638 \cdot 10^3 \text{ кН}.$$

Среднюю силу резания за все время процесса определяют по формуле

$$P_{CP} = k_{\text{Э}} (m_{CB} \varphi F_{CB} + m_{CB} \eta_{\text{БОК}} F_{\text{БОК}} + m_{CB} \eta_{\text{БОК.СР}} L_{\text{БОК.СР}}) + m_{CB} \eta_{\text{ПЛ.ИЗН.ЗЗАТ}} \cdot c \cdot L_{\text{ПЛ.ИЗН.ЗЗАТ}} \quad (62)$$

где $k_{\text{Э}}$ - коэффициент энергоёмкости

$$P_{CP} = 0,84(200 \cdot 10^3 \cdot 2,05 \cdot 1,45 + 200 \cdot 10^3 \cdot 0,36 \cdot 0,08 + 200 \cdot 10^3 \cdot 1,37 \cdot 0,09) + 200 \cdot 10^3 \cdot 0,054 \cdot 0,3 \cdot 4,4 = \\ = 0,84(5945 \cdot 10^3 + 5,76 \cdot 10^3 + 24,66 \cdot 10^3) + 14,25 \cdot 10^3 = 0,84 \cdot 62492 \cdot 10^3 + 14,25 \cdot 10^3 = 539,18 \cdot 10^3 \text{ кН}$$

Таблица 11 - Характеристика зоны разрушения при блокированном резании и коэффициент энергоёмкости резания грунтов по экспериментальным данным

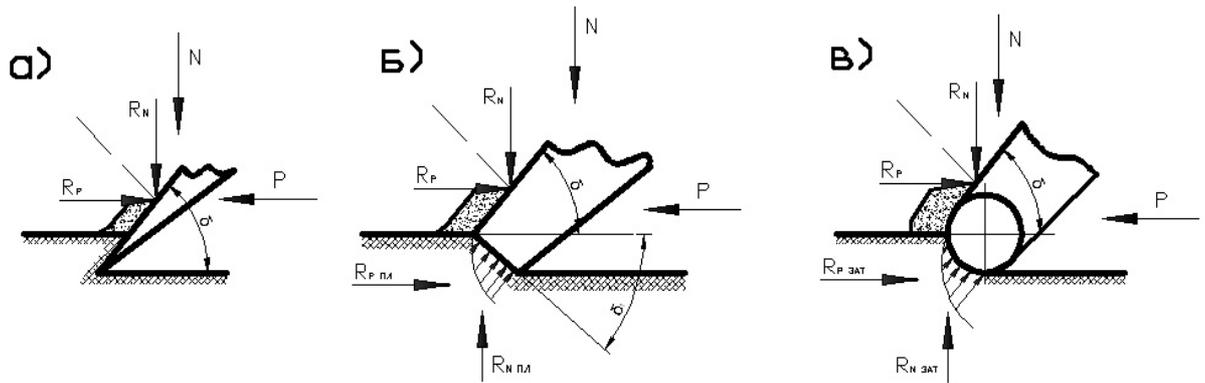
Грунт	Состояние грунта		Характеристика зоны разрушения		Коэффициент энергоёмкости, $k_{\text{Э}}$
	Влажность %	Категория грунта	$K_{\text{БОК}} = \frac{h_1}{h}$	γ град	
Песок мелкозернистый	14,2	I	0,73	46	0,92
Суглинок	19...20	I	0,78	30	0,87
Лессовидный суглинок	14,3	IV	0,73	45	0,88
Серо-зеленая мергельная глина	36,4	III	0,83	35	0,82
Темно-серая глина с известняковыми включениями	41	III	0,72	30	0,84
Глина обычная	20,6	II	0,85	36	0,9
Глина комковая	27,6	I	0,8	35	0,94

Таблица 12 - Классификация грунтов по параметру $m_{CB} = p_{CB}$

Категория грунта	Виды грунтов разрабатываемые МЗР	m_{CB} , кН
I	Достаточно слабые: пески, супеси, легкие суглинки, сыпучие мелко-кусочные материалы (гравий, щебни)	до 50
II	Слабые: суглинки без включений средней влажности, легкие глины средней и повышенной влажности.	50...100
III	Средней прочности: плотные суглинки слабо-увлажненные, тяжелые суглинки с включениями	100...250
IV	Повышенной прочности: аргиллит средней прочности, слабые песчанки на глинистом цементе	250...500

Нормальную составляющую полной силы резания для простого ножа при прямом блокированном резании определяют исходя из величины касательной составной силы резания, угла резания δ , угла наклона площадки изнашивания δ_1 или нижней поверхности грунтового нароста и затупления ножа, рисунок 15, и угла трения μ грунта об нож:

$$N = (P_{CB} + P_{БОК} + P_{БОК.СР}) \cdot ctg(\delta + \mu) - P_{ПЛ.ИЗН.(ЗАТ)} \cdot ctg(\delta_1 + \mu), \quad (63)$$



а - острый; б - с площадкой изнашивания; в - затупленного.

Рисунок 15 - Профили ножей, отделяющих стружку

где параметры P_{CB} , $P_{БОК}$, $P_{БОК.СР}$, $P_{ПЛ.ИЗН.(ЗАТ)}$ будут равны:

$$P_{CB} = m_{CB} \varphi F_{CB} ; \quad (64)$$

$$P_{БОК} = m_{CB} \eta_{БОК} F_{БОК} ; \quad (65)$$

$$P_{БОК.СР} = m_{CB} \eta_{БОК.СР} L_{БОК.СР} ; \quad (66)$$

$$P_{ПЛ.ИЗН.(ЗАТ)} = m_{CB} \eta_{ПЛ.ИЗН.(ЗАТ)} \cdot c \cdot L_{ПЛ.ИЗН.(ЗАТ)} , \quad (67)$$

Тогда

$$P_{CB} = 200 \cdot 10^3 \cdot 2,05 \cdot 1,45 = 594,5 \cdot 10^3 \text{ кН} ;$$

$$P_{БОК} = 200 \cdot 10^3 \cdot 0,36 \cdot 0,08 = 5,76 \cdot 10^3 \text{ кН} ;$$

$$P_{БОК.СР} = 200 \cdot 10^3 \cdot 1,37 \cdot 0,09 = 24,66 \cdot 10^3 \text{ кН} ;$$

$$P_{\text{пл.изн.}(ЗАТ)} = 200 \cdot 10^3 \cdot 0,054 \cdot 0,3 \cdot 4,4 = 14,25 \cdot 10^3 \text{ кН}.$$

Следовательно, нормальная составляющая полной силы резания для простого ножа при прямом блокированном резании, будет равняться:

$$N = (594,5 \cdot 10^3 + 5,76 \cdot 10^3 + 24,66 \cdot 10^3) \cdot \text{ctg}(65+15) - 14,25 \cdot 10^3 \cdot \text{ctg}(25+15) = 93,03 \cdot 10^3 \text{ кН}.$$

Вывод

Из наших расчетов следует, что при работе в сложных грунтовых условиях на отвал бульдозера может действовать ряд сил. К ним относятся сопротивление разрушению грунта при боковом расширении и сопротивление боковому сдвигу в нижней части секции. Также возможно, что боковой сдвиг в нижней части секции может воздействовать на почвенный массив, что может привести к возникновению силы резания, направленной вниз. Для поддержания заданной толщины среза грунта целесообразно удерживать нож с помощью гидравлических цилиндров, т.е. боковыми гидрораскосами.

3 Технологическая часть

3.1 Анализ технологичности конструкции

3.1.1 Общие требования к технологичности конструкции

«а) Возможность узловой сборки.

Сборка может осуществляться независимо от сборки всего транспортного средства.

б) Возможность одновременного и независимого присоединения узлов к базовому элементу изделия.

Ходовая часть соединяется с трансмиссией и после этого монтируется вместе с ней.

в) Возможность механизации сборочных работ.

Сборочные работы полностью механизированы.

г) Инструментальная доступность.

Инструмент располагается недалеко от рабочего (не более 1,5м) и на приемлемой высоте (около 1м), что обеспечивает хороший доступ к нему.

д) Контролепригодность.

Моменты затяжки болтов контролируются самим пневмоинструментом.

е) Высокая степень унификации деталей и сборочных единиц.

Большинство деталей унифицировано с серийно выпускаемой конструкцией.

ж) Применение несложных сборочных приспособлений.

Используются такие приспособления как рабочий стол и устройство для поддержки.

з) Использование методов обеспечения точности.

Использование метода полной взаимозаменяемости.»[1]

3.2 Разработка технологической схемы

«Производственный процесс представляет собой последовательность этапов, которые включают установку и сборку различных компонентов изделия

в соответствии со стандартами ГОСТ 2387-79. Этот процесс включает в себя сборочные операции, которые включают в себя соединение различных частей заготовки или готового изделия. Технологический переход является завершающим этапом производственного процесса, и он осуществляется с использованием того же оборудования и установок, что и на предыдущих этапах.»[1]

В процессе сборки выполняются различные виды работ, включая подготовительные мероприятия, такие как очистка и сортировка, а также такие задачи, как слесарные работы и подгонка, которые необходимы для обеспечения надлежащей функциональности изделия.

Фактическая сборка включает в себя соединение деталей в узлы и готовые изделия с использованием таких методов, как завинчивание, прессование, клепка, сварка и пайка, а также других. После завершения процесса сборки может возникнуть необходимость в проведении дополнительного контроля и частичной разборке, чтобы подготовить изделие к упаковке и транспортировке. Продолжительность этого процесса будет зависеть от сложности конструкции изготавливаемого изделия и конкретных требований заказчика.

Для успешного завершения процесса сборки важно иметь полное представление о схеме сборки и технических характеристиках изделия. Эту информацию можно получить в процессе установки, при котором изделие разбивается на компоненты, подгруппы и отдельные детали.

Компонент - это отдельная деталь, которая непосредственно входит в состав конечного продукта, в то время как подгруппа относится к набору деталей, которые объединены в более крупный компонент. Если подгруппа непосредственно включена в другую подгруппу, она называется подгруппой подгруппы. Эта взаимосвязь сохраняется до тех пор, пока мы не достигнем верхнего уровня, на котором весь продукт будет называться родительским компонентом. На диаграмме каждый отдельный компонент продукта представлен прямоугольной формой, которая разделена на три части. В верхней части страницы указано название компонента, а в левом нижнем углу указана

категория, к которой относится компонент. В правом нижнем углу указано количество компонента.

Схема производственного процесса - это графическое представление последовательных этапов производства изделия или компонента. Эта схема помогает наглядно представить порядок операций и определить время, необходимое для каждого этапа. Она также помогает определить оборудование, инструменты и приспособления, необходимые для каждого этапа производства. При проектировании процессов сборки необходимо определить последовательность этапов и время, необходимое для каждого этапа. Оборудование, приспособления, инструменты и условия эксплуатации выбираются исходя из конкретных требований процесса сборки. «Разрабатываются планы установки оборудования и устанавливаются нормы времени для каждой операции. Также определяется уровень квалификации монтажников с учетом сложности выполняемых задач. Сборочные операции выполняются в соответствии с принципами разделения труда и концентрации. Использование дифференцированного подхода позволяет параллельно выполнять отдельные узлы и сборку в целом, что позволяет использовать высокопроизводительное сборочное оборудование. Это сокращает время сборки и повышает эффективность. При поточной сборке используется дифференциация процессов, в то время как в других случаях используется сборка. Когда процесс сфокусирован, технологические операции выполняются одновременно, последовательно или в сочетании того и другого. Последовательность сборочных операций определяется планом сборки и конструкцией изделия с учетом следующих требований: чтобы предшествующие операции не мешали последующим; разделение процесса на отдельные этапы в зависимости от требований к гибкости сборки. После операций, связанных с регулировкой или установкой, а также после операций по устранению дефектов необходимо принять меры контроля.»[1]

3.2.1 Составление перечня сборочных работ

«Перечень представлен в виде таблицы, содержащей названия сборочных операций, расположенных в порядке, определенном технологическими

схемами сборки для общей и компонентной сборки, а также информацию о предоставлении всех необходимых видов сборки.

Эти операции весьма разнообразны и могут быть определены только путем расчета и анализа конкретных условий сборки. К ним относятся полная и точная механическая обработка деталей перед сборкой, методы, используемые для достижения замыкания, технологические приемы, используемые для выполнения соединений, и другие.

В зависимости от цели, процесс может быть разделен на несколько этапов, включая обработку, упаковку, демонтаж, изготовление отдельных компонентов, сборку соединений компонентов и действия, связанные с методами подъема и регулировки, выполняемые в зоне сборки.»[1]

Производственный процесс будет подробно описан ниже. В ходе этого процесса предварительно определенный продукт характеризуется перед изготовлением, и определяется, подходит ли он для крупномасштабного производства. Крупномасштабное производство предполагает широкое использование специализированного оборудования, механизацию и автоматизацию производственных процессов. «Строго придерживаясь принципа функциональной совместимости и назначая конкретные задачи соответствующему оборудованию с целью их упорядочивания в техническом процессе, можно добиться значительного сокращения времени сборки. Наиболее совершенной формой массового производства является непрерывное производство, которое предполагает одинаковое время обработки на каждом этапе производственной линии. Это гарантирует, что продукция обрабатывается и собирается в установленные сроки без задержек. Для выполнения задач, не укладывающихся в установленный производственный цикл, могут использоваться дополнительные инструменты.

В ходе производственного процесса осуществляется непрерывный контроль перемещения между этапами, что позволяет выполнять все операции одновременно на каждом рабочем месте. Список задач по сборке приведен в таблице 13.»[1]

Таблица 13 – Перечень сборочных работ

№оп	Основное и дополнительное содержание перехода	Операционное вр., топ, мин
1	2	3
1. Общая сборка гидрораскоса		
1	Взять корпус	2,12
2	Установить корпус в приспособление	3,82
3	Взять шток	2,69
4	Установить шток в приспособлении	3,96
5	Взять подшипник сферический	7,92
6	Установить подшипник сферический в шток	6,93
7	Взять крышку корпуса	7,78
8	Установить в приспособление	7,78
9	Взять прокладку крышки	8,20
10	Установить прокладку крышки	7,92
11	Взять манжету уплотнительную	4,38
12	Установить манжету уплотнительную	7,92
13	Взять крышку	6,93
14	Установить крышку	7,78
15	Взять кольцо уплотнительное	8,20
16	Установить кольцо уплотнительное	7,92
17	Взять поршень	4,38
18	Установить поршень на шток	7,92
19	Взять гайку	2,69
20	Установить гайку и завернуть	3,96
21	Взять шайбу пружинную	7,92
22	Установить шайбу пружинную	6,93
23	Взять винт	8,20
24	Установить винт и завернуть	7,92
25	Взять распределительное устройство	4,38
26	Взять гидрозамок	7,92
27	Установить распределительное устройство и гидрозамок	2,69
28	Взять штуцер	3,96
29	Установить штуцер	7,92
30	Взять подшипник сферический	6,93
31	Установить подшипник сферический на шток	8,20
32	Взять трубопровод	7,92
33	Установить трубопровод	4,38
34	Взять второй трубопровод	7,92
35	Установить второй трубопровод	2,69
36	Проверить качество выполненной работы	3,96
37	Передать сборку далее	7,92
	Всего Σ т оп	224,6

3.2.2 Определение трудоемкости сборки

«Общее оперативное время на все виды работ по сборке определяем как сумму отдельных оперативных времен:»[1]

$$t_{оп}^{общ} = \sum t_{оп} = 224.6 \text{ мин} \quad (68)$$

«Суммарная трудоемкость сборки:»[1]

$$t_{ум}^{общ} = t_{оп}^{общ} + t_{оп}^{общ} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100}\right) = 224.6 + 224.6 \cdot 0.06 = 238.1 \text{ мин}, \quad (69)$$

«где α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах. Принимаем $\alpha = 2\%$;

β – часть оперативного времени на перерывы для отдыха в процентах. Принимаем $\beta = 4\%$.»[1]

3.3 Определение типа производства

«Тип производства при сборке определяем по таблице в зависимости от годового выпуска и ориентировочной определенной суммарной трудоемкости сборки. Принимаем мелкосерийное производство.

«Определяем такт выпуска:»[1]

$$T = 60 \cdot F_d / N = 60 \cdot 400 / 100 = 240 \text{ мин}, \quad (70)$$

«где F_d – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену;

m – количество рабочих смен в сутки;

N – годовой объем выпуска.»[1]

3.4 Выбор организационной формы сборки

«Учитывая конструкцию, ее размеры и массу, объем выпуска, сроки (длительность) выпуска и тип производства принимаем как организационную форму сборки подвижную поточную сборку с расчленением процесса на операции и передачей собираемого объекта от одной позиции к другой посредством механических транспортирующих устройств.»[1] Маршрутная технология представлена в таблице 12.

3.5 Составление маршрутной технологии

«В этом подразделе технологической части дипломного проектирования происходит составление маршрутной технологической последовательности операций сборки гидрораскоса, который является частью моего проекта и который необходим для корректировки и изменения направления отвала проектного бульдозера. Составленная технологическая карта представлена ниже в таблице 14.»[1]

Таблица 14 – Технологическая карта

№ операции	Операция	Содержание переходов	Приспособление	Время
1. Сборка ступицы левого заднего колеса				
005	Общая сборка гидрораскоса в сборе	<p>Взять корпус установить корпус в приспособление взять шток установить шток в приспособлении взять подшипник стержневой установить подшипник сферический в шток взять крышку корпуса установить в приспособление взять прокладку крышки установить прокладку крышки взять манжету уплотнительную установить манжету уплотнительную взять крышку установить крышку взять кольцо уплотнительное установить кольцо уплотнительное взять поршень установить поршень на шток взять гайку установить гайку и завернуть взять шайбу пружинную установить шайбу пружинную взять винт установить винт и завернуть взять и распределительное устройство взять гидрозамок установить распределительное устройство и гидрозамок взять что уцер установить штуцер взять подшипник сферический установить подшипник сферический на шток взять трубопровод установить трубопровод взять второй трубопровод установить второй трубопровод проверить качество выполненной работы и передать сборку далее</p>	<p>Приспособление для сборки Пневмогайковёрт Ключи</p>	239

Вывод

В процессе работы над дипломной работой мы разработали блок-схему и технологию маршрутизации, которая приведена в формате А1.

4 Безопасность и экологичность объекта

4.1 Общие требования

Трактор изготовлен в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003-91, ГОСТ12.1.004-91.

Угол поперечной статической устойчивости составляет 35°.

Уровень звука внешнего шума не превышает 85 дБА.

Гидроприводы трактора соответствуют требованиям ГОСТ 12.2.040-79 и ГОСТ 12.2.086-83.

Трактор снабжен футляром для аптечки первой помощи, термосом для питьевой воды вместимостью 3 л., зеркалом заднего вида с регулировкой его положения, устройством для крепления верхней одежды тракториста и первичных средств пожаротушения (огнетушитель – 1 шт., штыковая лопата-1 шт.). Снятие и извлечение медикаментов, термоса и первичных средств пожаротушения осуществляется без применения инструмента.

Базовой точкой параметров рабочего места и его элементов является контрольная точка сиденья (КТС). КТС смещена по отношению к точке отсчета сиденья (ТОС) вперед на 130мм и вверх – на 97мм.

Трактор оборудован кабиной по ГОСТ 12.2.120-88.

Трактор имеет звуковой сигнал с включением из кабины. Уровень звука сигнала на 8 дБА выше уровня звука внешнего шума трактора на расстоянии 1м. [2]

Конструкция трактора исключает возможность самопроизвольного включения и выключения передач и приводов рабочих органов.

Люфт рулевого колеса при работающем двигателе не превышает 20°.

4.2 Требования к рабочему месту

Расстояние по высоте от плоскости опорной поверхности первой ступеньки лестницы до поверхности земли – 420 мм. Ширина опорной поверхности – 200 мм. Глубина опорной поверхности – 180 мм. Интервал между ступеньками – 300 мм. Расстояние по вертикали между последней ступенькой и порогом машины – менее 100 мм.

Высота верхнего края поручня относительно рабочих поверхностей ступеней составляет 1100 мм, диаметр охватываемой части поручня – 25 мм, расстояние между поручнем и кабиной – 70 мм. Все размеры удовлетворяют требованиям ГОСТ 12.2.121-88.

4.3 Требования к обзорности

Углы обзора через окна кабины трактора в соответствии с ГОСТ 12.2.120-88 имеют значения, приведенные в таблице 15.

Таблица 15 - Углы обзора через окна кабины трактора

Зона обзора	Обозначение угла обзора	Значение
Передняя	α_1	60
	β_1	5
	β_2	35
Боковая	$\gamma_1 \gamma_3$	5
	$\gamma_2 \gamma_4$	30
Задняя	α_2	30
	β_3	8
	β_4	30
Передняя (через часть лобового стекла, очищаемую стеклоочистителем)	α_3	20
	β_5	3
	β_6	20

4.4 Требования к освещенности

Трактор имеет транспортную и рабочую системы освещения и оборудован фарами. Количество фар – две передних и две задние. Указанные системы включаться независимо. Рабочая система предназначена для освещения участков поля при выполнении технологических операций, а транспортная – дороги и участков поля.

Освещенность рабочих зон трактора имеет значения, указанные в таблице 16, которые соответствуют ГОСТ 3940 – 84. [2]

Таблица 16 - Освещенность рабочих зон трактора

Зона	Среднее значение уровня освещенности E_m , лк	Плоскость, в которой нормируется освещенность
Площадка в передней зоне обзора шириной, равной захвату рабочего органа, на расстоянии 10м от него	15	Вертикальная
Площадка в передней зоне обзора шириной 16м на расстоянии 10м от рабочего органа.	5	То же
Рабочие органы в поле зрения	20	Горизонтальная
Передняя зона обзора на ширине захвата рабочего органа на расстоянии 20м от него	5	Вертикальная
Зона выгрузки (загрузки) технологического продукта.	15	Горизонтальная

Рабочие фары установлены так, чтобы их свет не мешал оператору непосредственно или косвенно за счет отражения зеркалами заднего вида и другими светоотражающими поверхностями трактора.

В конструкции трактора предусмотрена возможность подключения переносной лампы мощность не менее 20Вт.

4.5 Требования к узлам и агрегатам

Топливные баки трактора приспособлены для механизированной заправки.

Для защиты от засорения сердцевины радиатора и воздухозаборника технологическим продуктом (соломой, сеном и т.д.) предусмотрены быстросъемные сетки.

Электрооборудование трактора соответствует требованиям ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 3940-84.

Аккумуляторные батареи размещаются вне кабины под защитным кожухом. Подобное размещение исключает попадание на них токопроводящего материала, горючего технологического продукта и скопления газов.

Трактор оснащен гидронавесной системой, позволяющей трактористу осуществлять сцепку или навеску агрегатируемых орудий.

4.6 Параметры вибрации

Вибрация отрицательно сказывается на состоянии оператора машины.

Поэтому необходимо стремиться ограничить параметры вибрации в пределах стандартов.

Параметры вибрации в вертикальном направлении на сидении оператора при использовании трактора на основной операции не превышают значений, указанных в таблице 17.

Таблица 17 - Параметры вибрации в вертикальном направлении на сидении

Класс трактора	Среднеквадратические значения ускорений в вертикальном направлении, м/с ² , в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц.				
	2	4	8	16	31,5
4 (гусеничные)	1,30	0,45	0,35	0,40	–

Параметры вибрации в горизонтальном направлении на сидении оператора при использовании тракторов на основной операции – в таблице 18

Таблица 18 - Параметры вибрации в горизонтальном направлении на сидении

Наименование параметра	Значения параметра в октановой полосе со среднегеометрической частотой, Гц.						
	1	2	4	8	16	31,5	63
Среднеквадратическое значение ускорения, м/с ²	0,632	0,846	1,6	3,21	6,39	12,76	25,52

Параметры вибрации на органах управления при использовании трактора на основной операции не превышают значений, указанных в таблице 19.

Таблица 19 - Параметры вибрации на органах управления трактора

Наименование параметра	Значения параметра в октановой полосе со среднегеометрической частотой, Гц.				
	16	31,5	63	125	250
Среднеквадратическое значение ускорения, м/с ²	$4,0 \cdot 10^{-2}$	$2,8 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$
Уровень скорости, дБ	118	115	112	109	106

4.7 Пожарная безопасность

Трактор по ГОСТ 12.1.004-91 и ГОСТ 12.1.041-83 оборудован средствами предупреждения возникновения пожаров и взрывов, исключаящие образование внутри кабины и агрегата в целом горючей среды и появление в горючей среде (в топливной системе вне двигателя) источников зажигания. В соответствии с ГОСТ 12.1.004-91 предотвращение образования горючей среды обеспечивается изоляцией горючей смеси и поддержанием её безопасной концентрации. [3]

В соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003-91, ГОСТ 12.1.004-91 трактор снабжён огнетушителем, который по ГОСТ 12.2.037-78:

- обладает внешними признаками, способствующими опознаванию;
- обеспечивает удобную доставку к месту загорания и быстроту приведения в действие;

- обеспечивает безопасность при работе в режиме ожидания и в режиме пожаротушения;

Кронштейн, удерживающий огнетушитель, не закрывает своими элементами конструктивные надписи, безопасен в работе и удобен для установки и оперативного извлечения огнетушителя.

Усилие, необходимое для приведения огнетушителя в действие, не превышает 230 Н (23 кгс) при пуске и 100 Н (10 кгс) — при нажатии большим пальцем.

Вывод

Результатом проведения анализа участка сборки проектного узла данного дипломного проекта, является выявление опасных и вредных производственных факторов присутствующих в цеховых помещениях и разработка мероприятий по их устранению или уменьшению их воздействия на работающего человека.

5 Экономическая эффективность проекта

5.1 Расчет себестоимости проектируемого узла транспорта

Исходные данные в таблице 20, расчетные данные в таблицах 21, 22, 23, 24.

«Таблица 20 - Исходные данные

Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Значение
Годовая программа выпуска изделия	<i>V_{год.}</i>	шт.	100
Коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС	<i>Есоц.н.</i>	%	30
Коэффициент общезаводских расходов	<i>Еобзав.</i>	%	197
Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов	<i>Еком.</i>	%	0,29
Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Еобор.</i>	%	194
Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов	<i>Ктзр.</i>	%	1,45
Коэффициент цеховых расходов	<i>Ецех.</i>	%	172
Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	<i>Еинстр.</i>	%	3
Коэффициент рентабельности и плановых накоплений	<i>Крент.</i>	%	30
Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве	<i>Квып.</i>	%	14
Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	<i>Кпрем.</i>	%	12
Коэффициент возвратных отходов	<i>Квот.</i>	%	1
Часовая тарифная ставка 5-го разряда	<i>Ср5</i>	руб.	195,29
Часовая тарифная ставка 6-го разряда	<i>Ср6</i>	руб.	199,44
Часовая тарифная ставка 7-го разряда	<i>Ср7</i>	руб.	203,53
Коэффициент капиталообразующих инвестиций	<i>Кинв.</i>	%	0,16

Расчет статьи затрат "Сырьё и материалы" производится по формуле:

$$\Sigma M = \Sigma C_{mi} \cdot Q_{mi} + (K_{тзр}/100 - K_{вот}/100)$$

(75)

где - C_{mi} - оптовая цена материала i -го вида, руб.,

Q_{mi} – норма расхода материала i -го вида, кг, м.

$K_{тзр}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов, %

$K_{вот}$ – коэффициент возвратных отходов, %.»[9]

«Таблица 21 - Расчет затрат на сырье и материалы

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.изм,руб	Норма расхода	Сумма, руб
Литье СЧ-21	кг	345,5	32,7	11297,85
Прокат Сталь 3	кг	147,36	45,1	6645,94
Поковка 20ХГНМ	кг	230,07	12,5	2875,88
Бронза (отходы)	кг	103,1	12,1	1247,51
Штамповка Сталь 20	кг	234,72	33,8	7933,54
Черные металлы (отходы)	кг	25,7	21,5	552,55
Итого				30553,26
<i>Ктзр</i>		1,45		443,02
<i>Квот</i>		1		305,53
Всего				31301,81

$$M = 31301,81 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затра "Покупные изделия" производится по формуле:

$$\Sigma \Pi u = \Sigma C_i \cdot n_i + K_{тзр} / 100 \quad (76)$$

где - C_i - оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида, руб.

n_i - количество покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида, шт.

Таблица 22 - Покупные изделия

Наименование	Ед. изм	Цена за ед.,руб	Кол-во, шт	Сумма, руб
Болт	шт.	155,63	6	933,78
Гайка	шт.	112,52	6	675,12
Шайба	шт.	110,1	6	660,60
Шайба пружинная	шт.	111,3	6	667,80
Подшипник роликовый	шт.	1306,98	2	2613,96
Подшипник шариковый	шт.	1204,73	2	2409,46
Итого				7960,72
<i>Ктзр</i>		1,45		115,43
Всего				8076,15

$$\Pi u = 8076,15 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат "Основная заработная плата производственных рабочих" производится по формуле:

$$Z_o = Z_t (1 + K_{прем} / 100) \quad (77)$$

где – Z_t – тарифная заработная плата, руб., которая рассчитывается по формуле:»[9]

$$\langle Zm = Cp.i \cdot Ti \quad (78)$$

где - $Cp.i$ – часовая тарифная ставка, руб.,

Ti – трудоемкость выполнения операции, час.

$Kпрем.$ – коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве, %.

Таблица 23 - Расчет затрат на выполнение операций

Виды операций	Разряд работы	Трудоёмкость	Часовая тарифная ставка, руб	Тарифная зарплата, руб
Заготовительная	5	1,12	195,29	218,72
Токарная	6	1,20	199,44	239,33
Фрезерная	5	1,40	195,29	273,41
Термообработка	7	1,15	203,53	234,06
Шлифовальная	5	1,10	195,29	214,82
Сборочная	7	1,35	203,53	274,77
Итого				1455,10
$Kпрем$		12		174,61
Всего				1629,72

$$Zo = 1629,72 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат "Дополнительная заработная плата производственных рабочих" выполняется по формуле:

$$Здоп = Zo \cdot Kвып \quad (79)$$

где - $Kвып$ - коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве

$$Здоп = 1629,72 \cdot 0,14 = 228,16 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат "Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС" выполняется по формуле:

$$Cсоц.н. = (Zo + Здоп) \cdot Eсоц.н. / 100 \quad (80)$$

где - $Eсоц.н.$ - коэффициент страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС, %

$$Cсоц.н. = (1629,72 + 228,16) \cdot 0,3 = 557,36 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат "Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования" выполняется по формуле:

$$Cсод.обор. = Zo \cdot Eобор. / 100 \quad (81)$$

где - $Eобор.$ - коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, %;»[9]

$$\langle \text{Ссод.оборот.} = 1629,72 \cdot 1,94 = 3161,65 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат «Цеховые расходы» выполняются по формуле:

$$С_{цех} = З_о \cdot E_{цех} / 100 \quad (82)$$

где - $E_{цех}$. - коэффициент цеховых расходов, %

$$С_{цех} = 1629,72 \cdot 1,72 = 2803,11 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат «Расходы на инструмент и оснастку» выполняются по формуле:

$$С_{инстр.} = З_о \cdot E_{инстр.} / 100 \quad (83)$$

где - $E_{инстр.}$ - коэффициент расходов на инструмент и оснастку, %

$$С_{инстр.} = 1629,72 \cdot 0,03 = 48,89 \text{ руб.}$$

Расчет цеховой себестоимости выполняется по формуле:

$$С_{цех.с.с.} = М + П + З_о + С_{соц.н.} + З_{доп.} + С_{сод.оборот.} + С_{цех.} + С_{инстр.} \quad (84)$$

$$С_{цех.с.с.} = 31301,81 + 8076,15 + 1629,72 + 557,36 + 228,16 + 3161,65 + 2803,11 + 48,89 = 47806,85 \text{ руб.}$$

Расчет статьи затрат «Общезаводские расходы» выполняется по формуле:

$$С_{обзав.} = З_о \cdot E_{обзав.} / 100 \quad (85)$$

где - $E_{обзав.}$ - коэффициент общезаводских расходов, %

$$С_{обзав.} = 1629,72 \cdot 1,97 = 3210,54 \text{ руб.}$$

Расчет общезаводской себестоимости выполняется по формуле:

$$С_{об.зав.с.с.} = С_{обзав.} + С_{цех.с.с.} \quad (86)$$

$$С_{об.зав.с.с.} = 3210,54 + 47806,85 = 51017,39 \text{ руб.}$$

Расчет статьи «Коммерческие расходы» выполняется по формуле:

$$С_{ком.} = С_{об.зав.с.с.} \cdot E_{ком.} / 100 \quad (87)$$

где - $E_{ком.}$ - коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов

$$С_{ком.} = 51017,39 \cdot 0,0029 = 147,95 \text{ руб.} \rangle [9]$$

«Расчет полной себестоимости выполняется по формуле:

$$\text{Сполн.с.с.} = \text{Соб.зав.с.с.} + \text{Ском.} \quad (88)$$

$$\text{Сполн.с.с.} = 51017,39 + 147,95 = 51165,34 \text{ руб.}$$

Расчет отпускной цены для базового и проектируемого изделия выполняется по формуле:

$$\text{Цотп.б.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot (1 + \text{Крент}/100) \quad (89)$$

где - *Крент.* - коэффициент рентабельности и плановых накоплений, %

$$\text{Цотп.б.} = 51165,34 \cdot (1 + 0,3) = 66514,94 \text{ руб.}$$

Таблица 24 - Сравнительная калькуляция себестоимости базового и проектируемого изделия

Наименование показателей	Обозна-чение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
Стоимость основных материалов	<i>М</i>	32866,90	31301,81
Стоимость покупных изделий	<i>Пи</i>	8479,96	8076,15
Основная заработная плата производственных рабочих	<i>Зо</i>	1629,72	1629,72
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	<i>Здоп.</i>	228,16	228,16
Страховые взносы	<i>Ссоц.н.</i>	557,36	557,36
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	<i>Ссод.обор.</i>	3161,65	3161,65
Цеховые расходы	<i>Сцех.</i>	2803,11	2803,11
Расходы на инструмент и оснастку	<i>Синстр.</i>	48,89	48,89
Цеховая себестоимость	<i>Сцех.с.с.</i>	49775,75	47806,85
Общезаводские расходы	<i>Собзав.</i>	3210,54	3210,54
Общезаводская себестоимость	<i>Соб.зав.с.с.</i>	52986,29	51017,39
Коммерческие расходы	<i>Ском.</i>	153,66	147,95
Полная себестоимость	<i>Сполн.с.с.</i>	53139,95	51165,34
Отпускная цена	<i>Цотп.</i>	69081,93	69081,93

5.2 Расчет точки безубыточности

Для расчета безубыточного объема продаж необходимо вычислить следующие показатели:»[9]

«Определение переменных затрат:
на единицу изделия (для базы и для проекта):

$$З_{перем.уд.б.} = М + П_{и} + З_{о} + З_{доп} + С_{соц.н.} \quad (90)$$

$$З_{перем.уд.пр.} = М + П_{и} + З_{о} + З_{доп} + С_{соц.н.} \quad (91)$$

$$\begin{aligned} З_{перем.уд.б.} &= 32866,90 + 8479,96 + 1629,72 + 228,16 + 557,36 = \\ &= 43762,10 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{перем.уд.пр.} &= 31301,81 + 8076,15 + 1629,72 + 228,16 + 557,36 = \\ &= 41793,20 \text{ руб.} \end{aligned}$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$З_{перем.б.} = З_{перем.уд.б.} \cdot V_{год} \quad (92)$$

$$З_{перем.пр.} = З_{перем.уд.пр.} \cdot V_{год} \quad (93)$$

где - $V_{год}$ - объём производства

$$З_{перем.б.} = 43762,10 \cdot 100 = 4376209,82 \text{ руб.}$$

$$З_{перем.пр.} = 41793,20 \cdot 100 = 4179320,01 \text{ руб.}$$

Определение постоянных затрат:
на единицу изделия (для базы и для проекта):

$$З_{пост.уд.б.} = С_{сод.обор.} + С_{инстр.} + С_{цех.} + С_{обзав.} + С_{ком.} \quad (94)$$

$$З_{пост.уд.пр.} = С_{сод.обор.} + С_{инстр.} + С_{цех.} + С_{обзав.} + С_{ком.} \quad (95)$$

$$\begin{aligned} З_{пост.уд.б.} &= 3161,65 + 48,89 + 2803,11 + 3210,54 + 153,66 = \\ &= 9377,85 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} З_{пост.уд.пр.} &= 3161,65 + 48,89 + 2803,11 + 3210,54 + 147,95 = \\ &= 9372,14 \text{ руб.} \end{aligned}$$

на годовую программу выпуска изделия:

$$З_{пост.б.} = З_{пост.уд.б.} \cdot V_{год} \quad (96)$$

$$З_{пост.пр.} = З_{пост.уд.пр.} \cdot V_{год} \quad (97)$$

$$\langle \text{Зпост.б.} = 9377,85 \cdot 100 = 937784,79 \text{ руб.}$$

$$\text{Зпост.пр.} = 9372,14 \cdot 100 = 937213,81 \text{ руб.}$$

Определение амортизационных отчислений:

$$\text{Ам.уд.} = (\text{Ссод.обор.} + \text{Синстр.}) \cdot H_A / 100 \quad (98)$$

где - H_A - доля амортизационных отчислений, %

$$H_A = 12 \%$$

$$\text{Ам.уд.} = (3161,65 + 48,89) \cdot 12 / 100 = 385,26 \text{ руб.}$$

Расчет полной себестоимости годовой программы выпуска изделия:

$$\text{Сполн.год.пр.} = \text{Сполн.с.с.} \cdot V_{\text{год}} \quad (99)$$

$$\text{Сполн.год.пр.} = 51165,34 \cdot 100 = 5116533,82 \text{ руб.}$$

Расчет выручки от реализации изделия:

$$\text{Выручка} = \text{Цотп.пр.} \cdot V_{\text{год}} \quad (100)$$

$$\text{Выручка} = 69081,93 \cdot 100 = 6908192,99 \text{ руб.}$$

Расчет маржинального дохода:

$$\text{Дмарж.} = \text{Выручка} - \text{Зперем.пр.} \quad (101)$$

$$\text{Дмарж.} = 6908192,99 - 4179320,01 = 2728872,98 \text{ руб.}$$

Расчет критического объема продаж:

$$\text{Акрит.} = \text{Зпост.пр.} / (\text{Цотп.пр.} - \text{Зперем.уд.пр.}) \gg [9] \quad (102)$$

$$\text{Акрит.} = 937213,81 / (69081,93 - 41793,20) = 34,34 \text{ шт.}$$

$$\text{Акрит.} = 35 \text{ шт.}$$

5.3 Расчет коммерческой эффективности проекта

«Срок эксплуатации нового изделия определяем в 5 лет.
Следовательно, объем продукции увеличивается равномерно с
каждым годом нарастающим итогом на:

$$\Delta = \frac{V_{\text{мак}} - A_{\text{крит}}}{n - 1} \quad (103)$$

где – $V_{\text{мак}} = V_{\text{год}}$ – максимальный объем продукции, шт.
 $A_{\text{крит}}$ – критический объем продаж проектируемого изделия, шт.
 n – количество лет, с учётом предпроизводственной подготовки.

$$\Delta = \frac{100 - 35}{6 - 1} = 13 \text{ шт.}$$

Для определения чистого дохода необходимо рассчитать следующие
показатели:

Объем продаж по годам:

$$V_{\text{прод.}i} = A_{\text{крит}} + i\Delta \quad (104)$$

где – $V_{\text{прод.}i}$ – объем продаж в i - году, шт.

$$V_{\text{прод.}1} = 35 + 1 \cdot 13 = 48 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}2} = 35 + 2 \cdot 13 = 61 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}3} = 35 + 3 \cdot 13 = 74 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}4} = 35 + 4 \cdot 13 = 87 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{прод.}5} = 35 + 5 \cdot 13 = 100 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{выр.}i} = C_{\text{отп.}} \cdot V_{\text{прод.}i} \quad (105)$$

$$V_{\text{выр.}1} = 69081,93 \cdot 48 = 3315932,64 \text{ руб.}$$

$$V_{\text{выр.}2} = 69081,93 \cdot 61 = 4213997,72 \text{ руб.}$$

$$V_{\text{выр.}3} = 69081,93 \cdot 74 = 5112062,81 \text{ руб.}$$

$$V_{\text{выр.}4} = 69081,93 \cdot 87 = 6010127,90 \text{ руб.}$$

$$V_{\text{выр.}5} = 69081,93 \cdot 100 = 6908192,99 \text{ руб.} \gg [9]$$

для проектного варианта:

$$\text{Сполн.пр.}i = \text{Зперем.пр.}i + \text{Зпост.пр.} \quad (106)$$

$$\text{Сполн.пр.1} = 2006073,60 + 937213,81 = 2943287,41 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.2} = 2549385,20 + 937213,81 = 3486599,01 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.3} = 3092696,81 + 937213,81 = 4029910,61 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.4} = 3636008,41 + 937213,81 = 4573222,22 \text{ руб.}$$

$$\text{Сполн.пр.5} = 4179320,01 + 937213,81 = 5116533,82 \text{ руб.}$$

Налогооблагаемая прибыль по годам:

$$\text{Пр.обл.}i = (\text{Выручка} - \text{Сполн.пр.}i) - (\text{Выручка} - \text{Сполн.б.}i) \quad (107)$$

$$\begin{aligned} \text{Пр.обл.1} = & (3315932,64 - 2943287,41) - (3315932,64 - \\ & - 3038365,50) = 95078,09 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Пр.обл.2} = & (4213997,72 - 3486599,01) - (4213997,72 - \\ & - 3607272,78) = 120673,77 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Пр.обл.3} = & (5112062,81 - 4029910,61) - (5112062,81 - \\ & - 4176180,06) = 146269,44 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Пр.обл.4} = & (6010127,90 - 4573222,22) - (6010127,90 - \\ & - 4745087,33) = 171865,12 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Пр.обл.5} = & (6908192,99 - 5116533,82) - (6908192,99 - \\ & - 5313994,61) = 197460,79 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам

$$\text{Нпр.}i = \text{Пр.обл.}i \cdot 0,20 \quad (108)$$

$$\text{Нпр.1} = 95078,09 \cdot 0,20 = 19015,62 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.2} = 120673,77 \cdot 0,20 = 24134,75 \text{ руб.} \text{ »[9]}$$

$$\text{«Нпр.3} = 146269,44 \cdot 0,20 = 29253,89 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.4} = 171865,12 \cdot 0,20 = 34373,02 \text{ руб.}$$

$$\text{Нпр.5} = 197460,79 \cdot 0,20 = 39492,16 \text{ руб.}$$

Прибыль чистая по годам

$$\text{Пр.ч.}i = \text{Пр.обл.}i - \text{Нпр.}i \quad (109)$$

$$\text{Пр.ч.1} = 95078,09 - 19015,62 = 76062,47 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.2} = 120673,77 - 24134,75 = 96539,01 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.3} = 146269,44 - 29253,89 = 117015,55 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.4} = 171865,12 - 34373,02 = 137492,09 \text{ руб.}$$

$$\text{Пр.ч.5} = 197460,79 - 39492,16 = 157968,63 \text{ руб.}$$

Расчет экономии от повышения надежности и долговечности проектируе-мого узла, конструкции.

$$\text{Пр.ож.д.} = \text{Цотп.} \cdot \text{Д2/Д1} - \text{Цотп.} \quad (110)$$

где - Д1 и Д2 - долговечность изделия соответственно по базовому и проектируемому варианту

$$\text{Д1} = 100000 \text{ циклов}$$

$$\text{Д2} = 150000 \text{ циклов}$$

$$\text{Пр.ож.д.} = 69081,93 \cdot 150000 / 100000 - 69081,93 = 34540,96 \text{ руб.}$$

Следовательно, текущий чистый доход (накопленное сальдо) составит:»[9]

$$\text{ЧД}i = \text{Пр.ч.}i + \text{Ам} + \text{Пр.ож.д.} \cdot \text{Vпрод.}i \quad (111)$$

$$\text{ЧД1} = 76062,47 + 38526,47 + 34540,96 \cdot 48 = 1772555,26 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД2} = 96539,01 + 38526,47 + 34540,96 \cdot 61 = 2242064,34 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД3} = 117015,55 + 38526,47 + 34540,96 \cdot 74 = 2711573,42 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД4} = 137492,09 + 38526,47 + 34540,96 \cdot 87 = 3181082,51 \text{ руб}$$

$$\text{ЧД5} = 157968,63 + 38526,47 + 34540,96 \cdot 100 = 3650591,59 \text{ руб}$$

«Дисконтирование денежного потока.

Осуществляется дисконтирование путем умножения значения денежного потока на коэффициент дисконтирования, который рассчитывается по формуле:

$$\alpha_{ti} = 1/(1 + Ecm.i)t \quad (112)$$

где - $Ecm.i$ - процентная ставка на капитал

t - год приведения затрат и результатов

$$Ecm. = 15 \%$$

$$\alpha_1 = 0,870 \quad \alpha_2 = 0,756 \quad \alpha_3 = 0,658 \quad \alpha_4 = 0,572 \quad \alpha_5 = 0,497$$

Для оценки эффективности ИП по шагам расчетного периода используется дисконтированное сальдо суммарного потока реальных денег по шагам (текущий чистый дисконтированный доход):

$$ДСП_i = ЧД_i \cdot \alpha_i \quad (113)$$

$$ДСП_1 = 1772555,26 \cdot 0,870 = 1542123,07 \text{ руб.}$$

$$ДСП_2 = 2242064,34 \cdot 0,756 = 1695000,64 \text{ руб.}$$

$$ДСП_3 = 2711573,42 \cdot 0,658 = 1784215,31 \text{ руб.}$$

$$ДСП_4 = 3181082,51 \cdot 0,572 = 1819579,20 \text{ руб.}$$

$$ДСП_5 = 3650591,59 \cdot 0,497 = 1814344,02 \text{ руб.}$$

Суммарное дисконтированное сальдо суммарного потока за расчетный период рассчитывается по формуле:

$$\Sigma ДСП = \Sigma ДСП_i \quad (114)$$

$$\Sigma ДСП = 1542123,07 + 1695000,64 + 1784215,31 +$$

$$+ 1819579,20 + 1814344,02 = 8655262,24 \text{ руб.}$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$J_0 = K_{инв} \cdot \Sigma Сполн.пр.i \quad (115)$$

где - $K_{инв}$. – коэффициент капиталобразующих инвестиций.

$$J_0 = 0,16 \cdot (2943287,41 + 3486599,01 + 4029910,61 +$$

$$+ 4573222,22 + 5116533,82) = 3223928,49 \text{ руб.} \gg [9]$$

«Чистый дисконтированный доход равен:

$$ЧДД = \Sigma ДСП - J_0 \quad (116)$$

$$ЧДД = 8655262,24 - 3223928,49 = 5431333,75 \text{ руб.}$$

Индекс доходности определяется по следующей формуле:

$$ID = ЧДД / J_0 \quad (117)$$

$$ID = 5431333,75 / 3223928,49 = 1,68$$

Срок окупаемости проекта

$$Токуп. = J_0 / ЧДД \quad (118)$$

$$Токуп. = 3223928,49 / 5431333,75 = 0,59$$

Заключение

В современных условиях значительно повышаются требования к разрабатываемым конструкциям машин и оборудования, применяемым во всех отраслях промышленности, поэтому необходимо коренным образом улучшить производственно экономические показатели работы техники. Оценка экономической эффективности создания и использования новой техники осуществляется методом сопоставления данных, рассчитанных для технологического процесса выполняемого при новой (проектируемой) и базовой машине. На основании этого анализа делается вывод об экономической целесообразности создания и использования новой техники. К стандартному бульдозерному оборудованию – отвалу, с помощью тяг и двух гидрораскосов монтируется дополнительный челюстной отвал. Данная модернизация позволяет производить разработку грунта с большей производительностью. Кроме того челюстным отвалом можно выполнять небольшие погрузо-разгрузочные работы (перевозка бревен, пней, валунов и др.)

Экономический эффект от использования в строительном производстве модернизированного бульдозера достигается за счет расширения функциональных возможностей машины и увеличения часовой технической производительности на 85%. Кроме вышеизложенного, проведена проработка технологического процесса с определением режимов техпроцесса норм времени, обеспечивающего значительное удешевление технологического процесса получения готовой конструкции. Также в работе рассмотрены условия труда оператора трактора при его эксплуатации и определены основные сертификационные параметры, заложенные в конструкции согласно действующим стандартам.

В результате модернизации бульдозера, повысилась часовая техническая производительность и годовая эксплуатационная производительность, уменьшились удельные текущие затраты. Работа показывает эффективность применения челюстных захватов на бульдозерном оборудовании для небольшого объема погрузочных работ.

Список используемых источников

1. Анурьев В.И. «Справочник конструктора-машиностроителя» - М., «Машиностроение», 1980г.
2. Белов С.В., Козьяков А.Ф. «Охрана труда при производстве и эксплуатации дорожных машин» - М., «Машиностроение» 1986г.
3. Белов С.В., Бабриков Д.А. и др. «Охрана окружающей среды» - М., «Высшая школа» 1991г.
4. Гаркави Н.Г., Аринченков В.И. и др. «Машины для земляных работ», издательство «Высшая школа» 1982г.
5. Герасимова Н.Ф., Герасимов М.Д. «Оформление текстовых и графических работ» - Белгород, 2008 г.
6. Гинзбург Ю.В. и др «Промышленные тракторы» - М.: Машиностроение, 1986 г.
7. Гоберман Л.А., Степанян К.В. «Строительные и дорожные машины», атлас конструкций - М., «Машиностроение» 1985г.
8. Горбацевич А.Ф. «Курсовое проектирование по технологии машиностроения», издательство «Высшая школа» - Минск 1975г.
9. Дергачёв А.Ф., М.Д. Пилула «Экономика строительного и дорожного машиностроения» - М., «Машиностроение» 1984г.
10. Дунаев П.Ф. «Конструирование узлов и деталей машин» - М., «Высшая школа».
11. Ефремов И.М., Зеньков С.А., Баторнин В.П. «Методы и средства разработки грунтов в районах с холодным климатом», учебное пособие.
12. Забродский В.М., Кутин Л.Н., Файнлейб А.М справочник «Ходовые системы тракторов», М.; Агропромиздат, 1986г.
13. Захарчук Б.З., Шлайдо Г.А., Яркин А.А, Телушкин В.Д. «Бульдозеры и рыхлители», издательство «Машиностроение» 1987г.
14. Зенкин А.С., Допуски и посадки. Справочник. – К.: Техника, 1995.- 250 с.

15. Золотницкий Н.Д., Пчелинцев В.А. Охрана труда в строительстве. – М.: Высш. шк., 1978. – 328с.
16. Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К. «Справочник технолога-машиностроителя», «Машиностроение» 1985г.
17. Михайлов А.А., Лепешкин А.В., Фатеев И.В. «Гидравлика, гидромашины и гидропривод» - Москва, 1998 г.
18. Плешаков Д.И., Хейфец М.И., Яркин А.А. «Бульдозеры, скреперы, грейдеры», М.: «Высш. школа», 1976 г.
19. Пчелинцев В.А., Виноградов Д.В., Коптев Д.В. Охрана труда в производстве строительных изделий и конструкций. –М.: Высш. шк., 1986. – 311с.
20. Рабинер Е.Г. Монтаж и эксплуатация подшипниковых узлов. М.: Машгиз, 1960, 130 с.
21. Редукторы. Каталог-справочник. - М.: НИИинформтяжмаш, 1976, 265 с.
22. Справочник технолога-машиностроителя. Т.1 и 2./Под ред. Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К. М.: Машиностроение, 1985.
23. Холодова А.М. «Проектирование машин для земляных работ», - Х.: Высш. школа, 1986 г.
24. Catalin, Alexandru. Vlad, Totu, Method for the multi-criteria optimization of car wheel mechanisms / Alexandru, Catalin. Totu, Vlad;. - Ingeniería e Investigación, 2016. – 137s.
25. Dainius, Luneckas. Vilius Bartulis, Research on Probability for Failures in VW Cars During Warranty and Post-Warranty Periods / Luneckas, Dainius. Bartulis, Vilius;. - Mokslas: Lietuvos Ateitis, 2014. -85s.
26. Donnel Hant. Farm Power und Mahderscher. KTBL - Schrift, № 321, 1988.
27. Duna, Tariq Yaseen, Graphical user interface (GUI) for design of passenger car system using random road profile / Tariq Yaseen, Duna;. - International Journal of Energy and Environment, 2016. – 97s.

28. Eingeschalten, Anwendungsbereiche und Anwendungsgrenzen von Ynstundhaltungsmethoden //Agrartechnik. 1975, № 9. - S. 455-459/
29. Francesca Staniar. Bulldozer: The Evolution of a Machinery Icon. Motorbooks. 2006. - ISBN: 978-0760324942
30. John Deere. Tractor Design and Performance. John Deere. 2023. - URL: [https://www.deere.com/en/tractors/]
31. Jan, Ziobro. Analysis of element car body on the example silentblock / Ziobro Jan;. - Advances in Science and Technology Research Journal, 2015. -37s.
32. Johnson B. Perspectives on Land Use and Ownership in Nebraska. Dep. of Agr. Economics. University of Nebraska Lincoln, 1981.
33. K. C. Borrmann. Einfluss der Pflege und wartuceng auf die Yrenznutzungsdaner landtechnischer Arbechtsmittel // Agrartechnik. 1973. -№1.-S. 31-32/
34. Lucian, Roman, Mathematical model and software simulation of system from opel cars / Roman, Lucian;. - Annals of the Oradea University: Fascicle Management and Technological Engineering, 2014. -77s.
35. Robert Huzij, Angelo Spano, Sean Bennett. Modern Diesel Technology: Heavy Equipment Systems. Cengage Learning. 2018. - ISBN: 978-1337567587
36. Schwache Liste zum orientiren. Unterschidliches Preisniveau fur gebrauchte Traktoren in Osten, Norden und Suden. - DLZ, 1997, № 6. -S. 44-50.- 180
37. Timothy W. Dell. Heavy Equipment Power Trains and Systems. Cengage Learning. 2012. - ISBN: 978-1111134911
38. Xun Xu. Advanced Design and Manufacturing Based on STEP. Springer-Verlag. 2004. - ISBN: 978-1852339223

Приложение А

Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
										Формат	Экз.
							<i>Документация</i>				
						24.ДП.01.179.08.03.000.СБ	Сборочный чертеж				
							<i>Сборочные единицы</i>				
						1 24.ДП.01.179.08.03.001.СБ	Нож боковой	2			
						2 24.ДП.01.179.08.03.002.СБ	Нож средний	1			
						3 24.ДП.01.179.08.03.003.СБ	Упор	2			
						4 24.ДП.01.179.08.03.004.СБ	Втулка сферическая	1			
						5 24.ДП.01.179.08.03.05.СБ	Кронштейн	4			
						6 24.ДП.01.179.08.03.006.СБ	Прошина	2			
						7 24.ДП.01.179.08.03.007.СБ	Упор	4			
						8 24.ДП.01.179.08.03.008.СБ	Прошина	2			
						9 24.ДП.01.179.08.03.009.СБ	Опора	2			
							<i>Детали</i>				
						10 24.ДП.01.179.08.03.010	Палец	4			
						11 24.ДП.01.179.08.03.011	Крышка	1			
						12 24.ДП.01.179.08.03.012	Болт специальный М20*6г	30			
						24.ДП.01.179.08.03.000					
						Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
						Разработ.	Переседов Б.В.				
						Пров.	Пракопьев МВ				
						Руковод.	Пракопьев МВ				
						Н.контр.					
						Утв.	Байрацкий А.В.				
						Отвал дополнительный в сборе			Лит.	Лист	Листов
										1	2
									ТГУ, ИМ, гр. АТС-1901а		

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.		
							№	дата	
				Документация					
		1	24.ДП.01.179.10.00.001.СБ	Насос шестеренный НШ-250	1				
		2	24.ДП.01.179.10.00.002.СБ	Насос шестеренный НШ-50 43-Л	1				
		3	24.ДП.01.179.10.00.003.СБ	Блок клапанов	1				
		4	24.ДП.01.179.10.00.004.СБ	Фильтрующий блок	1				
		5	24.ДП.01.179.10.00.005.СБ	Гидробак	1				
		6	24.ДП.01.179.10.00.006.СБ	Гидрораспределитель трансмиссии	1				
		7	24.ДП.01.179.10.00.007.СБ	Гидрораспределитель основного отвала	1				
		8	24.ДП.01.179.10.00.008.СБ	Гидрораспределитель дополнительного отвала	1				
		9	24.ДП.01.179.10.00.009.СБ	Гидрораспределитель рыхлительного оборудования	1				
		10	24.ДП.01.179.10.00.010.СБ	Гидромотор	2				
		11	24.ДП.01.179.10.00.011.СБ	Гидроцилиндр подъема-опускания основного отвала	2				
		12	24.ДП.01.179.10.00.012.СБ	Гидроцилиндр перекоса отвала	1				
		13	24.ДП.01.179.10.00.013.СБ	Гидроцилиндр подъема-опускания дополнительного отвала	2				
		14	24.ДП.01.179.10.00.014.СБ	Гидроцилиндр управления рыхлительным оборудованием	1				
		15	24.ДП.01.179.10.00.015.СБ	Гидрозамок d=20мм	1				
		16	24.ДП.01.179.10.00.016.СБ	Гидроклапан-регулятор d=20мм	2				
		17	24.ДП.01.179.10.00.017.СБ	Гидроклапан-регулятор d=28мм	2				
			24.ДП.01.179.10.00.000						
			Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
			Разработ.	Переседов Б.В.			Лит.	Лист	
			Пров.	Пракопьев М.В.				Листов	
			Руковод.	Пракопьев М.В.				1	
			Н.контр.				ТГУ, ИМ,		
			Утв.	Бойровский А.В.			гр. АТС-1901а		
			Гидравлическая схема модернизированного трактора с челюстным захватом				Формат А4		

Копировал

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
<i>Документация</i>							
Перв. примен.	A1		24.ДП.01.179.08.02.000.СБ	Отвал основной в сборе.			
		<i>Сборочные единицы</i>					
		Справ. №	1	24.ДП.01.179.08.02.001.СБ	Нож боковой	2	
			2	24.ДП.01.179.08.02.002.СБ	Нож средний	1	
			3	24.ДП.01.179.08.02.003.СБ	Упор	2	
			4	24.ДП.01.179.08.02.004.СБ	Втулка сферическая	1	
			5	24.ДП.01.179.08.02.005.СБ	Кронштейн	4	
			6	24.ДП.01.179.08.02.006.СБ	Проушина	2	
			7	24.ДП.01.179.08.02.007.СБ	Упор	4	
			8	24.ДП.01.179.08.02.008.СБ	Проушина	2	
9	24.ДП.01.179.08.02.009.СБ		Опора	2			
<i>Детали</i>							
Подп. и дата	10	24.ДП.01.179.08.02.010	Палец	4			
	11	24.ДП.01.179.08.02.011	Крышка	1			
	12	24.ДП.01.179.08.02.012	Болт специальный М20*6g	30			
Инв. № дубл.	<i>Стандартные изделия</i>						
	Взам. инв. №	13	24.ДП.01.179.08.02.013	Гайка М24*15-6H04 ГОСТ 5915-70	30		
		14	24.ДП.01.179.08.02.014	Масленка 12 Ц6 ГОСТ 198-53-74	1		
15		24.ДП.01.179.08.02.015	Шайба 24 65Г 029 ГОСТ 6402-70	30			
Подп. и дата	24.ДП.01.179.08.02.000						
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Инв. № подл.	Разраб.	Переседов Б.В.				Лит.	
	Пров.	Пракопьев М.В.					Лист
	Руковод.	Пракопьев М.В.				Листов	
	Н.контр.						1
Утв.	Бойровский А.В.				ТГУ, ИМ, гр. АТС-1901а		

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.		
							Справ. №		
				Документация					
A1			24.ДП.01.179.08.04.000.СБ	Сборочный чертеж					
				Сборочные единицы					
		1	24.ДП.01.179.08.04.001.СБ	Корпус	1				
		2	24.ДП.01.179.08.04.002.СБ	Гидрозамок	1				
		3	24.ДП.01.179.08.04.003.СБ	Распределительное устройство	1				
		4	24.ДП.01.179.08.04.004.СБ	Трубопровод	1				
				Детали					
		5	24.ДП.01.179.08.04.005	Крышка	1				
		6	24.ДП.01.179.08.04.006	Крышка	1				
		7	24.ДП.01.179.08.04.007	Поршень	1				
		8	24.ДП.01.179.08.04.008	Шток	1				
		9	24.ДП.01.179.08.04.009	Подшипник сферический	2				
		10	24.ДП.01.179.08.04.010	Штуцер	1				
			24.ДП.01.179.08.04.000						
Изм. лист		№ докум.		Подп.		Дата			
Разраб.		Переседов Б.В.							
Пров.		Прокопьев М.В.							
Руковод.		Прокопьев М.В.							
Н.контр.									
Утв.		Бойровский А.В.							
Гидрораскос в сборе						Лит.		Лист	
						1		2	
						ТГУ, ИМ, г.р. АТС-1901а			
						Формат А4			

Копировал

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Стандартные изделия		
		11	24.ДП.01.179.08.04.011	Гайка М20х2-6Н.04 ГОСТ 5915-70	1	
		12	24.ДП.01.179.08.04.012	Винт АМ24-6д.50.48 ГОСТ 1491-80	6	
		13	24.ДП.01.179.08.04.013	Шайба пружинная 24.65Г.02.9 ГОСТ 6402-70	6	
		14	24.ДП.01.179.08.04.014	Кольцо уплотнительное	1	
		15	24.ДП.01.179.08.04.015	Прокладка крышки	1	
		16	24.ДП.01.179.08.04.016	Манжета уплотнительная	1	

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инд. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	24.ДП.01.179.08.04.000	Лист
						2

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			24.ДП.01.179.08.05.000 СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
		1	24.ДП.01.179.08.05.001	Кронштейн	2	
		2	24.ДП.01.179.08.05.002	Сфера	2	
		3	24.ДП.01.179.08.05.003	Лист накладной	2	
		4	24.ДП.01.179.08.05.004	Проушина	6	
		5	24.ДП.01.179.08.05.005	Проушина	4	
		6	24.ДП.01.179.08.05.006	Пластина	4	
		7	24.ДП.01.179.08.05.007	Пластина	2	
		8	24.ДП.01.179.08.05.008	Пластина	1	
<i>Стандартные изделия</i>						
		9	24.ДП.01.179.08.05.009	Болт М22х150.58 ГОСТ 7798-70	8	
		10	24.ДП.01.179.08.05.010	Гайка М22.5.01 ГОСТ 5927-70	8	
		11	24.ДП.01.179.08.05.011	Шайба 22.65Г.016 ГОСТ 6402-70	8	
24.ДП.01.179.08.05.000						
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.		Переседов Б.В.				
Пров.		Прокопьев М.В.				
Руковод.		Прокопьев М.В.				
Н.контр.						
Утв.		Байровский А.В.				
Рама толкающая в сборе				Лит. Лист Листов 1		
ТГУ, ИМ, гр. АТС-1901а						

Копировал

Формат А4