

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса**

Специальность 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

Специализация «Автомобили и тракторы»

Кафедра «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание квалификации (степени) «специалист»**

Тема: Проектирование трактора тягового класса 40 кН с разработкой
конструкции отвала

Шифр ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ

Студент группы С251-07  Хаматханов И.Ф.

Руководитель доцент  Усенков Р.А.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите (протокол № 11 от 17 июня 2020 г.)

И.о. зав. кафедрой доцент  Хафизов Р.Н.

Казань – 2020 г.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса**

Специальность 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

Специализация «Автомобили и тракторы»

Кафедра «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

«УТВЕРЖДАЮ»

 о. зав. кафедрой ТАиЭУ
/Хафизов Р.Н./

« 12 » марта 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Хаматханову Ильназу Фанилевичу

Тема ВКР: Проектирование трактора тягового класса 40 кН с разработкой
конструкции отвала

утверждена приказом по вузу от «22» мая 2020 г. № 178

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР 15.06.2020

3. Техническое задание на ВКР _____

– Проектировать трактор тягового класса 40 кН

– Тип ходовой части – гусеничный,

– Подобрать основные оптимальные параметры трактора: G – массу трактора, кН; Ne – мощность двигателя, кВт.

– Произвести тяговый расчет трактора.

– Разработать конструкцию отвала

– Разработать технологию изготовления детали

– Разработать мероприятия безопасности жизнедеятельности и охраны окружающей среды.

– Произвести экономическое обоснование.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов 1. Расчет трактора. 2. Эскизная компоновка. 3. Конструкторская разработка. 4. Технология изготовления детали. 5. Безопасность жизнедеятельности. 6. Охрана окружающей среды. 7. Экономическое обоснование.

5. Перечень графических материалов 1 Результаты тягового расчета трактора. 2. Эскизная компоновка проектируемого трактора. 3. Обзор существующих конструкций. 4. Общий вид трактора с отвалом. 5. Сборочный чертеж рабочего оборудования. 6. Сборочный чертеж отвала. 7, Чертежи нестандартных деталей и сборочных единиц. 8. Технологическая карта на изготовление детали. 9. Экономическое обоснование

6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Технология изготовления детали	Марданов Р.Х.
Безопасность жизнедеятельности	Гаязиев И.Н.
Экология и охрана окружающей среды	Макарова О.И.
Экономическое обоснование	Сафиуллин И.Н.

7. Дата выдачи задания 12.03.2020

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Тягово-динамический расчет	10.05.2020	
2	Конструкторская часть	25.05.2020	
3	Технология изготовления детали	28.05.2020	
4	Экономическое обоснование	10.06.2020	

Студент _____  _____ (Хаматханов И.Ф)

Руководитель ВКР _____  _____ (Усенков Р.А.)

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Хаматханова И.Ф. «Проектирование трактора тягового класса 40 кН с разработкой конструкции отвала»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 100 страницах машинописного текста и графической части на 9 листах. Записка состоит из введения, 7 разделов, вывода и включает 23 рисунков и 8 таблиц. Список используемой литературы содержит 15 наименований.

В первом разделе представлен тяговый расчет и определены основные параметры проектируемого трактора.

Во втором разделе приводится эскизная компоновка проектируемого трактора.

В третьем разделе приведен анализ существующих конструкций, дано описание проектируемой конструкции, проведены конструктивные расчеты.

В четвертом разделе представлены технологические расчеты по изготовлению детали.

В пятом разделе рассмотрены мероприятия по безопасности жизнедеятельности.

В шестом разделе рассмотрены вопросы охраны окружающей среды.

В седьмом разделе представлено экономическое обоснование конструкции.

Пояснительная записка также содержит заключение, список использованной литературы, приложения и спецификации.

ABSTRACT

To the final qualifying work of Khamathanova I.F. «Designing a tractor of traction class 40 kN with the development of the blade design».

The final qualification work consists of an explanatory note on 100 pages of typewritten text and a graphic part on 9 sheets. The note consists of introduction, 7 sections, conclusion and includes 23 figures and 8 tables. The list of used literature contains 15 titles.

The first section presents the traction calculation and defines the main parameters of the designed tractor.

The second section provides a sketchy layout of the designed tractor.

In the third section, an analysis of existing structures is given, a description of the designed structure is given, and structural calculations are performed.

The fourth section presents technological calculations for the manufacture of parts.

The fifth section discusses life safety measures.

The sixth section addresses environmental issues.

The seventh section presents the economic rationale for the design.

The explanatory note also contains a conclusion, list of references, applications and specifications.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРОЕКТИРУЕМОГО ТРАКТОРА.....	10
1.1 Расчет теоретической тяговой характеристики трактора.....	10
1.2. Анализ тяговой характеристики трактора.....	16
2. ЭСКИЗНАЯ КОМПОНОВКА ПРОЕКТИРУЕМОГО ТРАКТОРА.....	17
3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	19
3.1 Состояние изучаемого вопроса.....	19
3.2 Обзор существующих конструкций.....	29
3.3 Описание принятых решений при выполнении проекта.....	55
3.4 Конструктивные расчеты.....	55
4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	64
4.1.Выбор материала заготовки.....	64
4.2 Выбор оборудования и режущего инструмента.....	64
4.3 Технологические расчеты.....	64
4.4 Разработка метода контроля детали и проектирования измерительного инструмента.....	67
5 РАЗРАБОТКА ВОПРОСОВ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	81
5.1. Общие положения.....	81
5.2 Физическая культура на производстве.....	87
6. РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	89
7. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВКР.....	91

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	99
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	100
СПЕЦИФИКАЦИЯ.....	102
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	

ВВЕДЕНИЕ

Немного больше, чем через десять лет бульдозер будет отмечать столетие с момента, когда начался серийный выпуск этой незаменимой техники, используемой во всех сферах человеческой деятельности. Первые попытки привести в движение эту механическую лопату-отвал сделал в 19 веке Д. Отис, который изобрел экскаватор парового типа.

Что представляет собой бульдозер

Бульдозер – это машина специального назначения с циклическим принципом действия. Ее рабочий орган, который называют отвалом (лопата), наполняется, когда совершаются поступательные движения этой техники.

Силовой привод в отвале не предусмотрен, но он может подниматься, опускаться, поворачиваться, наклоняться. При перемещении груза таким способом наблюдаются сравнительно небольшие затраты.

Основной показатель работоспособности машины кроется в соотношении ее массы к мощности, чаще всего это 5,5 – 6 кВт на 1 тонну веса. Остальные рабочие характеристики находятся в плотной связи с этой, как, например, маневренность бульдозера или скоростной режим. Большое значение также имеет, на каком типе грунта приходится работать бульдозеру. Например. Это повлияет энерговооруженность машины.

Отличительная черта бульдозеров зарубежного изготовления – вариативность сборки гусениц и отвалов. Благодаря этому по максимуму используются возможности базового устройства.

Колесные бульдозеры напротив, не обеспечивая хорошей сцепки с грунтом, гарантируют скорость передвижения. Обычно их используют при планировке дорожного полотна, на складах, при очистке дорог от снега и т.д.

Основной рабочий орган колесного бульдозера – это отвал. Формы его могут быть разными – сферической, полусферической или прямой. В среднем показатель маневренности и скорости колесного бульдозера в 2-3 раза

превышает эти же показатели гусеничной модели. Такая производительность помогает машинам работать сразу на нескольких объектах.

С другой стороны увеличивается удельное давление машины на грунт, при этом сцепление с грунтом также становится хуже в несколько раз. Это обстоятельство диктует свои условия для использования техники – ровная поверхность, отсутствие насыпей, которые необходимо преодолевать и т.д. Износ шин также влияет на производительность машины, это необходимо учитывать.

1. ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРОЕКТИРУЕМОГО ТРАКТОРА

1.1 Расчет теоретической тяговой характеристики трактора

Исходные данные для расчета трактора.

Тип ходовой части - гусеничный.

Класс трактора – $P_{кр.н.}=40$ кН.

Средняя рабочая скорость – $V_{ср.}=3,2$ м/с.

Номин. частота вращения к/вала двигателя – $n_{ен.}=2100$ об/мин.

Удельный расход топлива - $g_{ен.}=240$ г/квт ч.

Определение массы трактора.

Конструктивная масса:

$$m_K = \frac{P_{кр.ном}}{\varphi_{кр.ном} \cdot 9,81}, \text{ кг} \quad (1.1)$$

где $P_{кр.ном.}$ – ном. тяговое усилие на крюке трактора, Н;

$\varphi_{кр.ном.}$ – коэфф. использования массы .

Величину $\varphi_{кр.ном.}$ – можно брать 0,45...0,55 (гусеничная ходовая часть)

$$m_K = \frac{P_{кр.ном}}{\varphi_{кр.ном} \cdot 9,81} = \frac{40000}{0,45 \cdot 9,81} = 9061 \text{ кг}$$

Эксплуатационная масса:

$$m_э = m_K \cdot (1,06 \dots 1,12), \text{ кг.} \quad (1.2)$$

$m_э = 9061 \cdot (1,1) = 9967$ кг. Округляем до целого 9970 кг.

Выбор прототипа и его техническая характеристика.

Прототипом проектируемого трактора является гусеничный трактор МТЗ 2103.

Определение параметров ходовой части.

$$r_k = \frac{0,001 \cdot l_{зв} \cdot Z_k}{2 \cdot \pi}, \text{ м} \quad (1.3)$$

где: $l_{зв}$ – длина звена гусениц, мм.

Z_k – число зубьев ведущей звездочки (обычно $Z_k = 12 \dots 15$).

$$r_k = \frac{0,001 \cdot 130 \cdot 15}{2 \cdot 3,14} = 0,31 \text{ м}$$

Определение номинальной мощности двигателя.

$$N_{e.ном} = \frac{V_{ср} \cdot (P_{кр.ном} + m_{э} \cdot f \cdot 9,81)}{1000 \cdot \eta_{тр}}, \text{ кВт} \quad (1.4)$$

где f – коэфф. Сопротив. движению при работах в нормальных условиях;

$\eta_{тр}$ – к.п.д. трансмиссии трактора, можно принять $\eta_{тр} = 0,9$.

$$N_{e.ном} = \frac{3,2 \cdot (40000 + 9970 \cdot 0,08 \cdot 9,81)}{1000 \cdot 0,9} = 177 \text{ кВт}$$

Выбираем с запасом 180 кВт.

Определение крутящего момента двигателя.

$$M_{eном} = \frac{30 \cdot 10^3 \cdot N_{eном}}{\pi \cdot n_{eном}}, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (1.5)$$

где $M_{eном}$ – крутящий момент двигателя, Нм;

$$M_{eном} = \frac{30 \cdot 10^3 \cdot 177}{3,14 \cdot 2100} = 805 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Определение номинального часового расхода топлива

$$G_{тном} = \frac{q_{eном} \cdot N_{eном}}{1000}, \text{ кг/ч} \quad (1.6)$$

где $G_{тном}$ – номинальный часовой расход топлива, кг/ч;

$q_{eном}$ – удельный расход топлива, г/кВт·ч;

$$G_{тном} = \frac{240 \cdot 177}{1000} = 43,2 \text{ кг/ч}$$

В качестве двигателя внутреннего сгорания выбираем двигатель Д-260.7, следующими характеристиками таблица 1.1:

Расчет и построение регуляторной характеристики.

Таблица 1.1 Характеристики двигателя Д-260.2

Модель	Число и располож. цилиндров	Тип системы газообмена	Номинал. мощность, кВт	Номинал. частота вращения, об/мин	Макс. крутящий момент, Н·м	Частота вращения при макс. крутящем моменте, об/мин	Удельный расход топлива, г/кВт·ч	Масса, кг
Д-260.7	6L	T	184	2100	961	1400	218	750

Наибольшая скорость вращения коленчатого вала без нагрузки.

$$n_{ex/x} = n_{eном} \cdot (1 + b_p), \text{ об/мин} \quad (1.7)$$

где $n_{ex/x}$ – наибольшая скорость вращения коленчатого вала, об/мин;

b_p – степень неравномерности регулятора, $b_p = 0,07 \dots 0,09$.

$$n_{ex/x} = 2100 \cdot (1 + 0,08) = 2268 \text{ об/мин}$$

$$\text{Расхода топлива: } G_{тх/х} = G_{тном} (0,25 \dots 0,30), \text{ кг/ч} \quad (1.8)$$

где $G_{тх/х}$ – величину расхода топлива, кг/ч;

$$G_{тх/х} = 43,2 \cdot 0,25 = 10,8 \text{ кг/ч}$$

$$g_e = \frac{G_T \cdot 1000}{N_E}, \frac{\text{гр}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}} \quad (1.9)$$

$$g_e = \frac{43,2 \cdot 1000}{180} = 240 \frac{\text{гр}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$$

Для расчета использовали программу для расчета.

Таблица 1.2 Данные для расчета регуляторной характеристики.

№ п/п	Наименование параметра	Обозначение		Величина
		Обычное	в программе	
1.	Номин. мощность двигателя – кВт	$N_{еном}$	N	180
2.	Номин. частота вращ. к/вала – об/мин.	$n_{еном}$	H	2100
3.	Малые обороты хол. хода дв. – об/мин.	n_{emin}	H2	800
4.	Коэф. для расчета харак. дв-ля.	C_1	C1	0,75
5.	Ном. удельный расход топлива, гр/кВт·ч	$g_{еном}$	Q	240
6.	Степень неравномерности регулятора-	δ_p	B	0,08

Таблица 1.3 Данные для расчета потенциальной характеристики

№ п/п	Наименование параметра	Обозначение		Величина
		Обычное	в программе	
1.	Номин. Мощность двигателя – кВт.	N	N	180
2.	к.п.д. трансмиссии трактора	$\eta_{тр}$	H6	0,9
3.	Коэф. сор. движению на стерне	f	F	0,08
4.	Коэф. Сцепления х/ч с почвой	φ	F1	0,8
5.	Коэф. Распределения веса.	λ_k	L	1
6.	Номин. Тяговое усилие трактора – Н.	$P_{кр.ном}$	P	40000
7.	Коэффициенты для расчета буксования	a	A5	0,04
8.		b	B5	4
9.		c	C5	8
10.	Полная масса трактора – кг.	m_3	M5	9970

Результаты расчетов представлены в приложении

Далее рассчитывается значения передаточных чисел трансмиссии трактора для каждой передачи.

$$i_{тр} = \frac{0,105 \cdot n_{еном} \cdot r_k}{V_{Ti}} \quad (1.10)$$

где $i_{тр}$ – значения передаточных чисел трансмиссии трактора;

$$i_{тр4} = \frac{0,105 \cdot 2100 \cdot 0,31}{4} = 17$$

$$i_{тр1} = \frac{0,105 \cdot 2100 \cdot 0,31}{2,6} = 26$$

Определим знаменатель геометрической прогрессии.

$$q = \sqrt[n-1]{\frac{i_{мпn}}{i_{мп1}}} = \sqrt[3]{\frac{17}{26}} = 0,86 \quad (1.11)$$

$$i_{тр2} = 26 \cdot 0,86 = 22,36$$

$$i_{тр3} = 22,36 \cdot 0,86 = 19,22$$

Распределение величины $i_{тр}$ по агрегатам трансмиссии.

$$i_{тр} = i_{кпп} \cdot i_0 \cdot i_k, \quad (1.12)$$

Есть одно требование, чтобы:

$$i_{кп1} \geq \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \frac{V_{Tn}}{V_{T1}}, \quad (1.13)$$

Составление кинематической схемы трансмиссии и определение количества зубьев шестерён.

В качестве примера рассмотрим простейшую схему колесного трактора, имеющего 4 передачи переднего хода (рисунок 1).

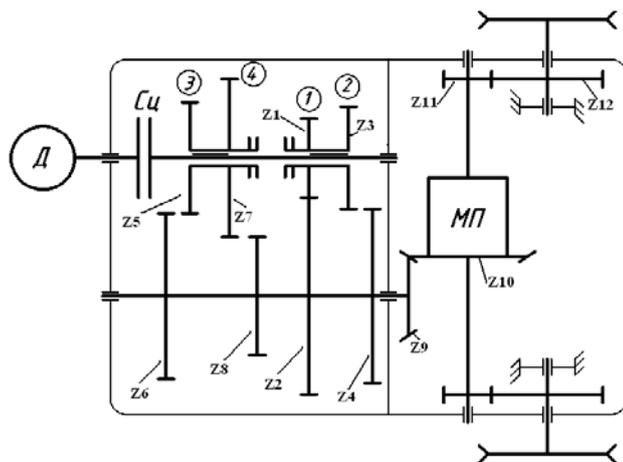


Рисунок 1.1 Кинематическая схема колесного трактора.

$$i_{кп1} = \frac{i_{мп1}}{i_0 \cdot i_k} \quad i_{кпj} = \frac{i_{мпj}}{i_0 \cdot i_k}, \quad (1.14)$$

т.е. $i_{кп1}, i_{кп2}, \dots, i_{к.п.п.}$

$$i_{кн1} = \frac{26}{4 \cdot 5} = 1,3$$

$$i_{кн2} = \frac{22,36}{4 \cdot 5} = 1,11$$

$$i_{кн3} = \frac{19,22}{4 \cdot 5} = 0,96$$

$$i_{кн4} = \frac{19,22}{4 \cdot 5} = 0,961$$

Дальнейшие расчеты были сделаны с помощью компьютера.

Расчеты с использованием ЭВМ.

Таблица 1.4 – Таблица с параметрами трактора

№ п/п	Наименование параметра	Обозначение		Величина
		Обычное	в программе	
1.	Масса трактора, кг	$m_э$	M	9970
2.	Радиус ведущих колес, м.	r_k	R	0,31
3.	К.п.д. трансмиссии	$\eta_{тр}$	H4	0,9
4.	Малые обороты холостого хода двигателя, об/мин.	$n_{емин}$	H1	800
5.	Номин. обороты вала двигателя, об/мин.	$n_{еном}$	H2	2100
6.	Мах. Обороты холостого хода двигателя, об/мин.	$n_{ех/х}$	H3	2268
7.	Номин. момент двигателя, Н·м.	$M_{еном}$	M2	805
8.	Мах. Момент двигателя, Н·м.	$M_{емах}$	M3	934
9.	Номин. часовой расход топлива, кг/ч.	$G_{тном}$	G2	43,2
10.	Часов. расход на холост. ходу, кг/ч.	$G_{тх/х}$	G3	10,8
11.	Удельный расход топлива, г/кВт·ч	$g_{еном}$	G4	240
12.	Коэф. сопрот. качению на заданном фоне.	f	F	0,08
13.	Коэф. сцепления на заданном фоне.	φ	F1	0,8
14.	Коэф. распределения веса на ведущие колеса.	λ_k	L	1
15.	Коэффициенты для расчета буксования	a	A5	0,04
16.		b	B5	4
17.		c	C5	8
18.	Обороты двигателя при $M_{емах}$	n_o	H6	1320
19.	Номин. усилие на крюке, Н.	$P_{кр.ном}$	P	40000
20.	Уточненные значения передаточных чисел трансмиссии трактора	$i_{тр.1}$	I1	99,5
21.		$i_{тр.2}$	I2	83,6
22.		$i_{тр.3}$	I3	70,2
23.		$i_{тр.4}$	I4	60,1
24.	Начальное значение усилия на крюке, Н	$P_{кр.нач}$	P1	10
25.	Номин. мощность; кВт	$N_{еном}$	N2	180
26.	Коэффициент C_1	C_1	C1	0,75
27.	Коэф. $C_2=2-C_1$	C_2	C2	1,25

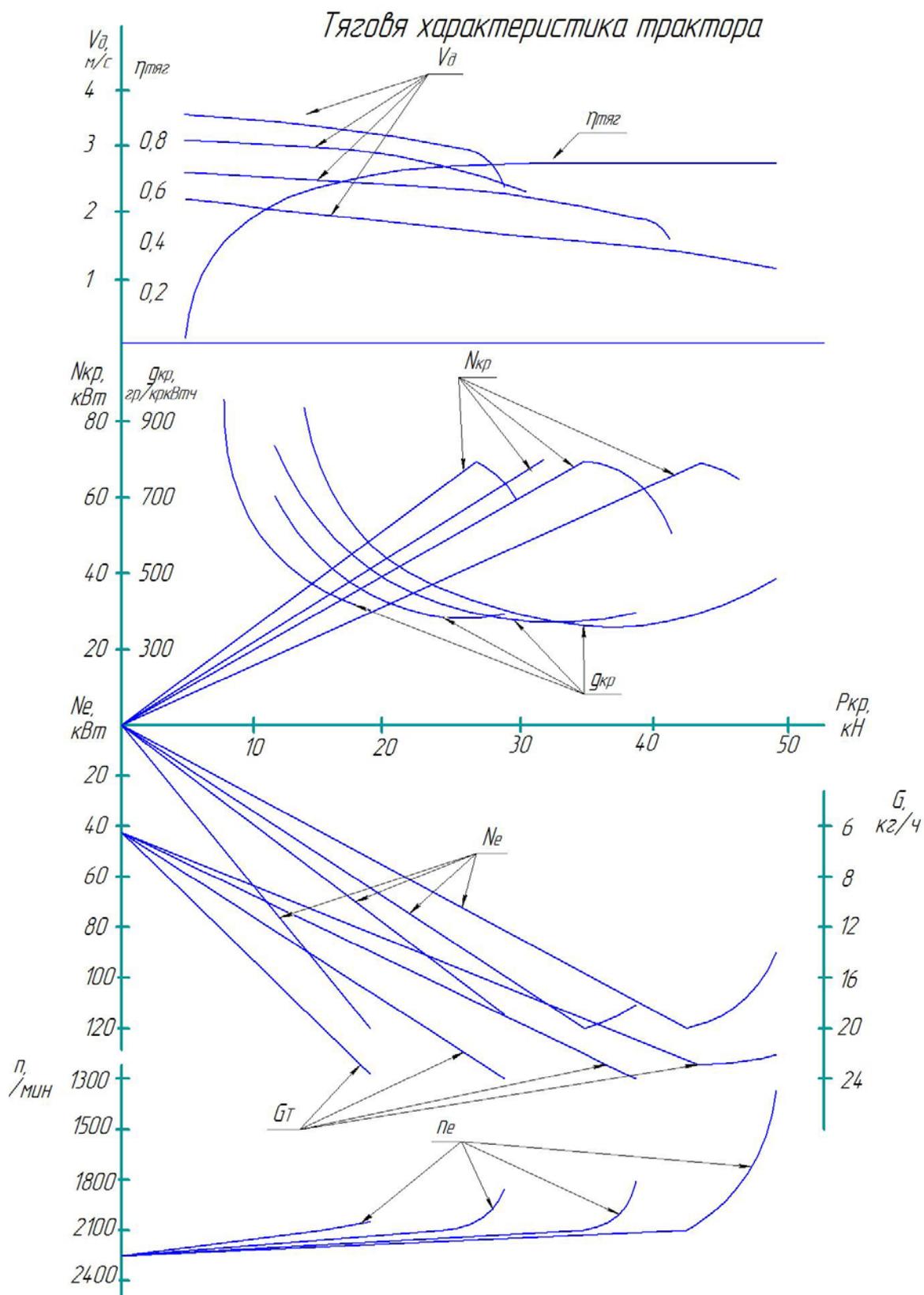


Рисунок 1.2 – Теоретическая тяговая характеристика проектируемого трактора

1.2 Анализ тяговой характеристики трактора

1. По мере роста тягового усилия трактора крюковая мощность пропорционально увеличивается. Эти значения примерно соответствуют $P_{кр.н} = 40$ кН.

2. Часовой расход топлива G_T по мере загрузки трактора увеличивается от 10,8 кг/ч на холостом ходу до 43,2 кг/ч при номинальной силе тяги на крюке.

2. ЭСКИЗНАЯ КОМПОНОВКА ПРОЕКТИРУЕМОГО ТРАКТОРА

За основу была взята уже существующий трактор МТЗ 2103 на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Трактор МТЗ 2103

Трактор гусеничный «БЕЛАРУС» 2103, предназначен для выполнения различных сельскохозяйственных работ с навесными, полунавесными и прицепными машинами, а также орудиями с диапазоном тяговых сопротивлений от 30 до 40 кН в режиме рабочих скоростей, включая выполнение вспашки средних и тяжелых почв и их рыхление, внесение удобрений, предпосевную обработку почв с одновременной подготовкой почвы, закрытие влаги, боронование, посев, уборку урожая, другие работы общего назначения на переувлажненных почвах.

Сельскохозяйственный гусеничный трактор предназначен для работы в сельском хозяйстве с навесными, полунавесными, прицепными машинами, в том числе для работ общего назначения на переувлажненных почвах.

Производитель: ОАО «Мозырский машиностроительный завод»

Эскизная компоновка проектируемого тратора приведена на рисунках 2.2, 2.3.

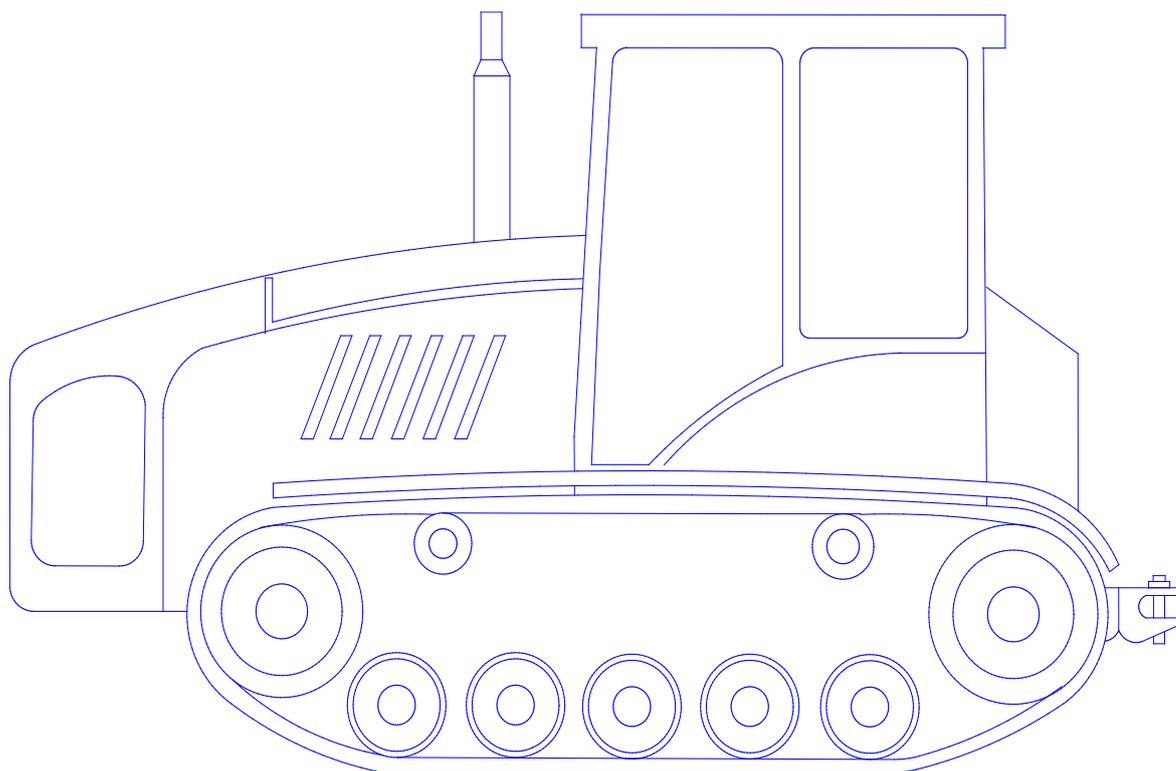


Рисунок 2.2 – Эскизная компоновка проектируемого трактора, вид слева

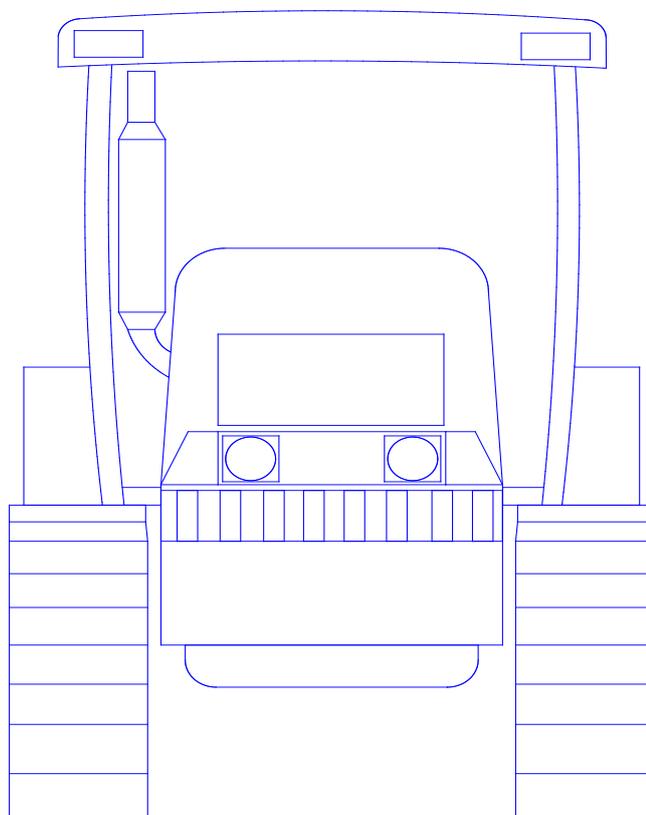


Рисунок 2.3 – Эскизная компоновка проектируемого трактора, вид спереди

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Состояние изучаемого вопроса

Немного больше, чем через десять лет бульдозер будет отмечать столетие с момента, когда начался серийный выпуск этой незаменимой техники, используемой во всех сферах человеческой деятельности. Первые попытки привести в движение эту механическую лопату-отвал сделал в 19 веке Д. Отис, который изобрел экскаватор парового типа.

Что представляет собой бульдозер

Бульдозер – это машина специального назначения с циклическим принципом действия. Ее рабочий орган, который называют отвалом (лопата), наполняется, когда совершаются поступательные движения этой техники.

Силовой привод в отвале не предусмотрен, но он может подниматься, опускаться, поворачиваться, наклоняться. При перемещении груза таким способом наблюдаются сравнительно небольшие затраты.

Виды бульдозеров

По конструкции бульдозеры различаются наличием отвалов:

- поворотные;
- неповоротные;
- из двух шарнирно соединенных половин (универсальные).

Классифицируют бульдозеры, исходя из следующих параметров:

- Управление отвалом

а) с тросовым блочным управлением. Они только поднимают и опускают отвал. Поэтому это устаревший вид, который доживает свою жизнь;

б) с гидравлическим управлением. Это общепринятый вид, лопата может поворачиваться как угодно;

в) с электрогидравлическим и электроуправлением. Используется, когда

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>			
<i>Разраб.</i>		<i>Хаматханов И.Ф.</i>			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Усенков Р.А.</i>				1	45
<i>Реценз.</i>					<i>Казанский ГАУ каф. ТАиЭУ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Хафизов Р.Н.</i>					
<i>Утв.</i>		<i>Хафизов Р.Н.</i>					

гидравлике нужно высокое давление (на тяжелых машинах);

г) с механическим управлением. Нашли применение в мини-бульдозерах;

- Мощность и масса. В зависимости от тяговых классов, их подразделяют на: сверхтяжелые, тяжелые, средние, легкие, малогабаритные;

- Назначение: нагребатели, кусторезы, строительно-землеройные, корчеватели, болотные (торфяные), мусорные, спасательные, карьерные, дорожные, мини-бульдозеры и другие. Есть и такие бульдозеры, которые в зависимости от назначения, проектируют и производят по индивидуальным заказам.

Бульдозер относится к классу землеройного оборудования, которое может быть установлено на колесном или гусеничном ходу. Главный рабочий орган спецтехники – это отвал.

В зависимости от разности конструктивного исполнения бульдозеры принято разделять на отдельные категории — о них мы и поговорим более подробно. Начнем с уже названного отличия – устройства ходовой части.

Бульдозер относится к классу землеройного оборудования, которое может быть установлено на колесном или гусеничном ходу. Главный рабочий орган спецтехники – это отвал.

В зависимости от разности конструктивного исполнения бульдозеры принято разделять на отдельные категории — о них мы и поговорим более подробно. Начнем с уже названного отличия – устройства ходовой части.

Основной фронт работы гусеничных бульдозеров – это карьер или площадка с плохим покрытием. В условиях бездорожья главная задача бульдозеров – послойно срезание грунта или горных пород. При выборе машины важно соблюдать правила безопасности. Например, плотность срезаемой породы не должна превышать 40 МПа.

Как только пласт будет снят, машина сможет оттранспортировать его на расстояние до 150 метров. Если бульдозер, к тому же, оборудовать рыхлительными приспособлениями, твердые породы вполне можно подготовить к отправке другим транспортным средством. Используя такой тип бульдозера

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

вполне возможно отказаться от помощи взрывчатых веществ. Отдельная возможность использования гусеничных бульдозеров – это зачистка пластов полезных ископаемых, планировка территории перед началом возведения здания, строительство дорог и т. д.

Основной показатель работоспособности машины кроется в соотношении ее массы к мощности, чаще всего это 5,5 – 6 кВт на 1 тонну веса. Остальные рабочие характеристики находятся в плотной связи с этой, как, например, маневренность бульдозера или скоростной режим. Большое значение также имеет, на каком типе грунта приходится работать бульдозеру. Например. Это повлияет энерговооруженность машины.

Отличительная черта бульдозеров зарубежного изготовления – вариативность сборки гусениц и отвалов. Благодаря этому по максимуму используются возможности базового устройства.

Колесные бульдозеры напротив, не обеспечивая хорошей сцепки с грунтом, гарантируют скорость передвижения. Обычно их используют при планировке дорожного полотна, на складах, при очистке дорог от снега и т.д.

Основной рабочий орган колесного бульдозера – это отвал. Формы его могут быть разными – сферической, полусферической или прямой. В среднем показатель маневренности и скорости колесного бульдозера в 2-3 раза превышает эти же показатели гусеничной модели. Такая производительность помогает машинам работать сразу на нескольких объектах.

С другой стороны увеличивается удельное давление машины на грунт, при этом сцепление с грунтом также становится хуже в несколько раз. Это обстоятельство диктует свои условия для использования техники – ровная поверхность, отсутствие насыпей, которые необходимо преодолевать и т.д. Износ шин также влияет на производительность машины, это необходимо учитывать.

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

Бульдозер относится к классу землеройного оборудования, которое может быть установлено на колесном или гусеничном ходу. Главный рабочий орган спецтехники – это отвал.

В зависимости от разности конструктивного исполнения бульдозеры принято разделять на отдельные категории — о них мы и поговорим более подробно. Начнем с уже названного отличия – устройства ходовой части.

Бульдозер относится к классу землеройного оборудования, которое может быть установлено на колесном или гусеничном ходу. Главный рабочий орган спецтехники – это отвал.

В зависимости от разности конструктивного исполнения бульдозеры принято разделять на отдельные категории — о них мы и поговорим более подробно. Начнем с уже названного отличия – устройства ходовой части.

Основной фронт работы гусеничных бульдозеров – это карьер или площадка с плохим покрытием. В условиях бездорожья главная задача бульдозеров – послойно срезание грунта или горных пород. При выборе машины важно соблюдать правила безопасности. Например, плотность срезаемой породы не должна превышать 40 МПа.

Как только пласт будет снят, машина сможет оттранспортировать его на расстояние до 150 метров. Если бульдозер, к тому же, оборудовать рыхлительными приспособлениями, твердые породы вполне можно подготовить к отправке другим транспортным средством. Используя такой тип бульдозера вполне возможно отказаться от помощи взрывчатых веществ. Отдельная возможность использования гусеничных бульдозеров – это зачистка пластов полезных ископаемых, планировка территории перед началом возведения здания, строительство дорог и т. д.

Основной показатель работоспособности машины кроется в соотношении ее массы к мощности, чаще всего это 5,5 – 6 кВт на 1 тонну веса. Остальные рабочие характеристики находятся в плотной связи с этой, как, например, маневренность бульдозера или скоростной режим. Большое значение также

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

имеет, на каком типе грунта приходится работать бульдозеру. Например. Это повлияет энерговооруженность машины.

Производительность бульдозера зависит от ряда факторов:

Первый из них — это размер отвала. Чем он больше, тем больше породы помещается внутри за один цикл.

Второй – мощность базового устройства. От этого будет зависеть именно скорость бульдозера в работе, а также его подвижность (которая неизменно потребуется).

Третий – расстояния на объекте, которые машине необходимо преодолевать с породой в отвале. Это – продолжительность рабочего цикла и объем потерь при перемещении.

Четвертый – это, конечно же, характер породы, с которой бульдозеру приходится работать.

Все они важны, так как при неправильной эксплуатации услуги бульдозера могут обернуться полной поломкой дорогостоящего оборудования. Чтобы этого не произошло, следуйте инструкции, тогда работа будет выполнена, а машина сохранит свою работоспособность.

Для того, чтобы обеспечить непрерывную работу мощных экскаваторов, большегрузных автомобилей в карьерах по добыче руды, угольных разрезах – обязательно потребуется бульдозер. В его задачу входит поддержание в рабочем состоянии территорий и дорог около экскаваторов на вскрыше, добыче и отвале. Если для перевозки породы используется железнодорожный транспорт, бульдозеры нужны для планировки трасс под передвижные железнодорожные пути.

В условиях карьеров, разрезов применяют гусеничные бульдозеры среднего и тяжелого класса: Т-170, ДЭТ-250, Т-330, KOMATSU D355, CATERPILLAR D6.

Они незаменимы при строительстве трубопроводов для перекачки нефти и газа. Без них нельзя обойтись при бурении глубоких скважин.

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

Они помогают строить дороги, плотины, дамбы. Бульдозерами ломают старые постройки и облагораживают мусорные свалки. Зимой чистят снег, обустроивают зимники и ледовые переправы. Это универсальная землеройная машина, которая в умелых руках способна творить чудеса. Бульдозер состоит из тягача и навешиваемого на него оборудования: отвала и рыхлителя. В качестве тягача используются колесные и гусеничные трактора, автогрейдеры, автомобили.

Преимущества гусеничных бульдозеров:

- Небольшое удельное давление на грунт.
- Развиваемое большое тяговое усилие.
- Возможность выполнять работы в сложных геологических условиях: большие перепады высот, бездорожье, грязь, наличие кустарников, мелкокося, камней.

Недостатки гусеничных бульдозеров:

- Маленькая транспортная скорость.
- Дополнительные затраты при перевозке на большие расстояния с помощью троса.

Преимущества колесных бульдозеров:

- Большая мобильность за счет высокой транспортной скорости.
- Совмещение с другим навесным оборудованием: экскаваторным, бурильным, фрезерным и др.
- Быстрая очистка от снега дорог, больших территорий.

Недостатки колесных бульдозеров:

- Не очень большое тяговое усилие.
- Ограниченная проходимость по бездорожью.

По конструкции бульдозер является гусеничным или колесным трактором со специальным щитом-отвалом, который используется для перемещения материалов. Бульдозеры широко применяются при строительстве и ремонте дорог, прокладке коммуникаций, выполнении земляных работ широкого спектра.

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Главные рабочие характеристики бульдозера

Производительность бульдозера определяется в зависимости от трех главных показателей:

- размеров отвала;
- времени рабочего цикла;
- мощности двигателя.

Чем более масштабные работы необходимо выполнить, тем более высокими должны быть эти параметры. Для уборки мусора и мелких работ на стройплощадке подойдет маломощная модель. А вот для выполнения более серьезных строительных задач необходима техника с большой производительностью и комплектом дополнительного рабочего инструмента.

Для каждого вида работ существуют свои модификации бульдозеров. В соответствии с возможностью выполнять те или иные задачи, работать при конкретных условиях бульдозеры разделяются на классы.

Классификация по типу шасси

Тип шасси у бульдозера определяет его возможность работать на той или иной поверхности. По типу шасси выделяют бульдозеры колесного и гусеничного типа, болотные модели.

- Колесные бульдозеры работают с высокой скоростью на твердом и ровном покрытии. Они подходят для уборки автомагистралей, работы на складах.

- Гусеничные бульдозеры применяются для работы на сложном рельефе с неровностями, выбоинами. Техника является устойчивой, но более медленной, чем колесная. Гусеничные модели успешно применяются для подготовки площади дорожных покрытий.

- Болотные бульдозеры являются подтипом гусеничных. Но у болотной техники более широкие гусеницы, которые позволяют оборудованию быть устойчивым на глинистой, зыбкой, мягкой почве.

Классификация по типу отвала

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Отвал — главный рабочий инструмент бульдозера. Он представляет собой криволинейный щит из железа. У обычных бульдозеров отвал имеет стандартную конструкцию и не оборудован дополнительными элементами. У многофункциональных бульдозеров отвал дополняется плужным ножом, разрыхлителем, лебедкой. Отвалы бывают нескольких типов.

- Неповоротные отвалы предназначены для работы с сыпучими материалами. Они могут быть полусферическими, сферическими, прямыми. Прямые хорошо работают с камнем, сферические — с сыпучими материалами.

- Поворотные отвалы не имеют боковых секций и могут вращаться вокруг рамы на шарнире. Применяются они для поперечного переноса материала при образовании насыпей, в строительстве дорог, уборке снега и мусора.

- Универсальные отвалы оборудованы толкающей рамой и шарнирами, что позволяет инструменту изменять угол перекоса и поворота. Применяются они для зачистки и выравнивания наклонных объектов.

Классификация по управлению отвалом

Управление отвалом может быть:

- тросовым блочным — старый вариант, который практически не используется сегодня;

- гидравлическим — обеспечивает хорошее вращение лопаты во все стороны;

- электрическим и электрогидравлическим — используется только на сверхтяжелой технике;

- механическим — подходит только для компактных бульдозеров.

Классификация по тяговому классу

Учет тягового класса бульдозера перед выполнением конкретной задачи позволяет избежать нерациональных затрат на технику. Всего выделяют 5 классов:

- до 0,9 тонн — малогабаритные бульдозеры;

- от 2 до 1,5 тонн — легкие бульдозеры;

- от 6 до 25 тонн — бульдозеры среднего класса мощности;

										Лист
										8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>					

- от 25 до 35 тонн — тяжелый класс;
- более 35 тонн — сверхтяжелые бульдозеры.

Отдельную группу составляют внеклассные бульдозеры. К ним относятся модели с уникально высокой мощностью и мини-бульдозеры.

Классификация по назначению

По назначению и сфере использования выделяется более 20 групп бульдозеров. Все группы можно объединить в несколько классов:

- строительно-землеройная техника;
- нагребные машины;
- кусторезы;
- мусорные бульдозеры;
- корчеватели;
- спасательные;
- болотные.

При выборе бульдозера для работы на площадке учитываются все его характеристики, включая отнесенность к тому или иному классу. Экономический расчет целесообразности использования модели выполняется с предварительным анализом мощности двигателя, расхода топлива, скорости заднего хода.

Но во многих случаях бульдозер требуется на ограниченное время: подготовить площадку под строительство объекта; насыпать дорожную насыпь, почистить территорию после снегопада. В таких случаях может выручит аренда бульдозера вместе с опытным машинистом. Выгода очевидна: вы получаете конечный результат, не заботясь о техническом состоянии и эксплуатационных расходах.

На участках с резко выраженным микрорельефом, большим количеством валунов и крепких пней, где применение кусторезов практически невозможно, срезать кустарник и мелколесье рекомендуется бульдозерами на тракторах класса 6 тс (Д-271, Д-259, Д-493А, Д-694, УБКС-100Б), которые древесную растительность одновременно сгребают в валы.

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Сроки начала и окончания работ по срезке кустарника и мелколесья бульдозерами определяются суммой внешних факторов: температурой наружного воздуха, промерзанием почвы, глубиной снежного покрова, породным составом древостоя.

При срезке древесной растительности универсальным бульдозером, работающим по принципу кустореза с отвалом срезанной массы в одну сторону, оптимальные сроки проведения работ определяют по тем же показателям, что и для кусторезов.

Наиболее ранние сроки срезки кустарника и мелколесья бульдозерами с неповоротными отвалами наступают при промерзании грунта на глубину 12-15 см. При одной и той же глубине промерзания грунта бульдозер обеспечивает в сравнении с кусторезами худшее качество срезки древесной растительности. Так, при промерзании грунта на глубину 12-15 см кусторезом срезается стволы ольхи 93%, а бульдозером - лишь 70%, осины - соответственно 96 и 72, березы - 100 и 92, а ивы - 85 и 44%.

Наличие снега не влияет на сроки начала работ по срезке древесной растительности бульдозером, однако осложняет их проведение.

Производительность бульдозеров при мощности снегового покрова более 0,5 м резко снижается.

Наиболее эффективной технологической схемой работы бульдозера на срезке кустарника и мелколесья является челночная без разворота в конце гона. При работе по этой схеме обеспечиваются высокая производительность бульдозера и наименьший расход горючего.

При работе бульдозеров ножи их так же, как и у кусторезов, затупляются, особенно на участках, засоренных камнями и крепкими пнями. Это снижает качество работ и производительность машин. В связи с этим организуют заточку ножей в полевых условиях. Целесообразно производить автогенной горелкой частичный срез ножа с последующей обработкой его заточным агрегатом.

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.2. Обзор существующих конструкций

Патент РФ 2139391. Бульдозер. Авторы: Харац Е.А., Валеев Р.Ф

Изобретение относится к землеройно-транспортным машинам, а именно к бульдозерам.

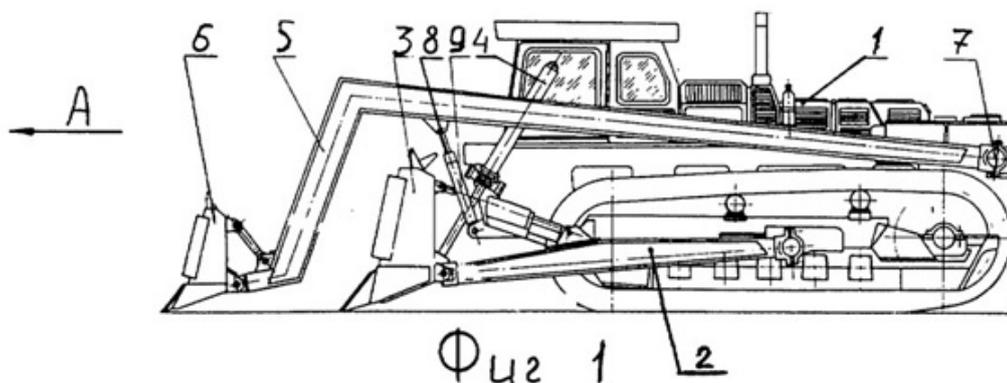


Рисунок 3.1 – Бульдозер, вид сбоку

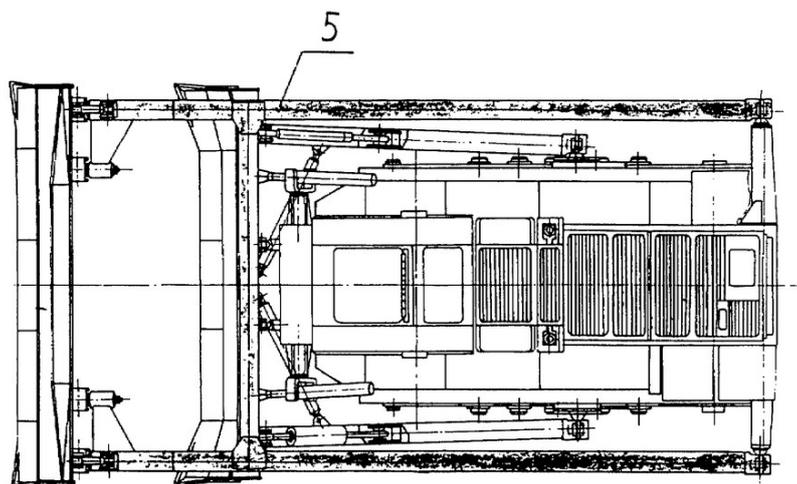


Рисунок 3.2 – Бульдозер вид сверху

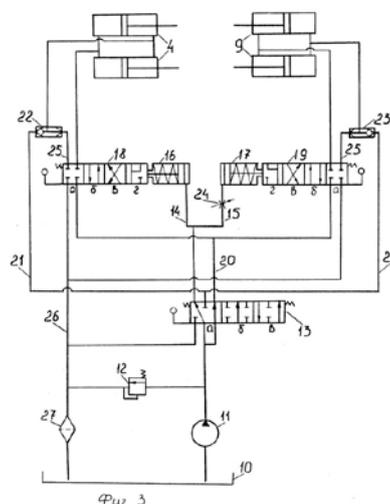


Рисунок 3.3 - гидравлическая схема бульдозера

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ

Лист

11

Патент РФ 142956 RU. Бульдозер. Авторы: Коровин Владимир Андреевич (RU), Коровин Константин Владимирович (RU)

Изобретение относится к землеройно-транспортным машинам. Бульдозер содержит базовую гусеничную или колесную машину, полусферический (SU) или сферический (U) отвал, содержащий центральную и две боковые секции, к которым прикреплены ножи и боковые косынки или щеки, и механизмы подъема/опускания и перекоса отвала. Толкающие брусья бульдозера выполнены отдельными или образующими U-образную толкающую раму и расположены между гусеницами или колесами базовой машины. В частных вариантах исполнения бульдозера его отвал может быть выполнен складывающимся, поворотным, а также с изменяемым углом резания. Изобретение обеспечивает возможность разработки бульдозером более прочного грунта и расширение области его применения при одновременном повышении производительности и уменьшении транспортного габаритного размера бульдозера по ширине.

Его недостатком является пониженная производительность бульдозера ввиду пониженной способности прямого отвала удерживать грунт в призме волочения.

Наиболее близким к предложенному является бульдозер, включающий базовую машину, полусферический или сферический отвал с боковыми щеками или косынкам, толкающие брусья которого расположены снаружи гусениц базовой машины [2].

Его недостатками являются повышенные габаритные размеры по ширине, затрудняющие транспортирование бульдозера по дорогам общего пользования и по железной дороге, а также пониженные значения единицы длины отвала. Это обусловлено тем, что при креплении толкающих брусьев снаружи гусениц базовой машины отвал имеет повышенную ширину - он должен перекрывать наиболее выступающие части не только базовой машины, но и толкающих брусьев с элементами их крепления.

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Техническим результатом, на достижение которого направлено изобретение, являются обеспечение возможности разработки бульдозером более прочного грунта и расширение области его применения при одновременном повышении производительности и уменьшения транспортного габаритного размера по ширине.

Кроме того, с целью достижения указанного технического результата, в бульдозере, а частности:

а) отвал оснащен по меньшей мере одним шарниром и выполнен складывающимся. При этом по меньшей мере один уширитель или по меньшей мере одна боковая секция отвала выполнен/выполнена с возможностью складывания вперед или назад и фиксации в сложенном положении отвала;

б) механизм перекоса отвала содержит гидроцилиндр и винтовую стяжку, либо два гидроцилиндра и дополнительно выполнен с возможностью изменения угла резания;

в) к боковым щекам или косынкам отвала прикреплены вертикальные ножи;

г) отвал оснащен механизмом его поворота, а боковые щеки или косынки отвала выполнены съемными.

В случае расположения толкающих брусьев бульдозера снаружи базовой машины, как это выполнено в прототипе [2], отвал до своей длине дополнительно должен перекрывать как толкающие брусья, так выступающие части упряжных шарниров, с помощью которых толкающие брусья крепятся к раме гусеничной тележки. Это необходимо для обеспечения возможности беспрепятственной работы бульдозера в режиме разработки грунта траншейным способом и «по одному следу».

Размещение толкающих брусьев между гусеницами (колесами) базовой машины позволяет уменьшить длину отвала. Это приводит к обеспечению возможности разработки бульдозером более прочного грунта, расширению области его применения, а также к упрощению транспортирования

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

бульдозера. Например, перевозка бульдозера по дорогам общего пользования в соответствии с «Правилами дорожного движения» может осуществляться без ограничений, если его ширина не превышает 2,55 м. Особенно важно обеспечение возможности перевозки бульдозера по железной дороге без разборки - без отсоединения отвала от базовой машины.

Если ширина базовой машины не превышает максимально допустимый транспортный габаритный размер, а длина отвала (с учетом необходимого запаса перекрытия базовой машины по ширине) превышает этот размер, то отвал выполняется складывающимся.

Применение полусферического (SU) или сферического (U) отвала приводит к повышению производительности бульдозера за счет увеличения объема призмы волочения. К этому же результату приводит применение боковых щек или косынок отвала, а также вертикальных ножей. Повышение производительности за счет реализации этих конструктивных решений не приводит к увеличению длины отвала и, соответственно, позволяет сохранить его минимальный транспортный габаритный размер, возможность разработки прочного грунта и более широкую сферу применения бульдозера.

Изобретение относится к землеройно-транспортным машинам. Бульдозер содержит базовую гусеничную или колесную машину, полусферический (SU) или сферический (U) отвал, содержащий центральную и две боковые секции, к которым прикреплены ножи и боковые косынки или щеки, и механизмы подъема/опускания и перекоса отвала. Толкающие брусья бульдозера выполнены отдельными или образующими U-образную толкающую раму и расположены между гусеницами или колесами базовой машины. В частных вариантах исполнения бульдозера его отвал может быть выполнен складывающимся, поворотным, а также с изменяемым углом резания. Изобретение обеспечивает возможность разработки бульдозером более прочного грунта и расширение области его применения при одновременном повышении производительности и уменьшении транспортного габаритного размера бульдозера по ширине.

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Его недостатком является пониженная производительность бульдозера ввиду пониженной способности прямого отвала удерживать грунт в призме волочения.

Наиболее близким к предложенному является бульдозер, включающий базовую машину, полусферический или сферический отвал с боковыми щеками или косынкам, толкающие брусья которого расположены снаружи гусениц базовой машины [2].

Его недостатками являются повышенные габаритные размеры по ширине, затрудняющие транспортирование бульдозера по дорогам общего пользования и по железной дороге, а также пониженные значения единицы длины отвала. Это обусловлено тем, что при креплении толкающих брусьев снаружи гусениц базовой машины отвал имеет повышенную ширину - он должен перекрывать наиболее выступающие части не только базовой машины, но и толкающих брусьев с элементами их крепления.

Техническим результатом, на достижение которого направлено изобретение, являются обеспечение возможности разработки бульдозером более прочного грунта и расширение области его применения при одновременном повышении производительности и уменьшения транспортного габаритного размера по ширине.

Кроме того, с целью достижения указанного технического результата, в бульдозере, а частности:

а) отвал оснащен по меньшей мере одним шарниром и выполнен складывающимся. При этом по меньшей мере один уширитель или по меньшей мере одна боковая секция отвала выполнен/выполнена с возможностью складывания вперед или назад и фиксации в сложенном положении отвала;

б) механизм перекоса отвала содержит гидроцилиндр и винтовую стяжку, либо два гидроцилиндра и дополнительно выполнен с возможностью изменения угла резания;

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

в) к боковым щекам или косынкам отвала прикреплены вертикальные ножи;

г) отвал оснащен механизмом его поворота, а боковые щеки или косынки отвала выполнены съемными.

В случае расположения толкающих брусьев бульдозера снаружи базовой машины, как это выполнено в прототипе [2], отвал до своей длине дополнительно должен перекрывать как толкающие брусья, так выступающие части упряжных шарниров, с помощью которых толкающие брусья крепятся к раме гусеничной тележки. Это необходимо для обеспечения возможности беспрепятственной работы бульдозера в режиме разработки грунта траншейным способом и «по одному следу».

Размещение толкающих брусьев между гусеницами (колесами) базовой машины позволяет уменьшить длину отвала. Это приводит к обеспечению возможности разработки бульдозером более прочного грунта, расширению области его применения, а также к упрощению транспортирования бульдозера. Например, перевозка бульдозера по дорогам общего пользования в соответствии с «Правилами дорожного движения» может осуществляться без ограничений, если его ширина не превышает 2,55 м. Особенно важно обеспечение возможности перевозки бульдозера по железной дороге без разборки - без отсоединения отвала от базовой машины.

Бульдозер содержит базовую гусеничную или колесную машину 1, полусферический (SU) или сферический (U) отвал 2, содержащий центральную 3 и две боковые секции 4, 5 с цилиндрической поверхностью, к которым прикреплены ножи (на чертеже условно не показаны) и боковые косынки или щеки 6, 7, к которым могут быть 2 и выполнены отдельными или образующими U-образную толкающую раму 10 (на чертеже показана пунктиром), которая соединяется с отвалом 2 с помощью шаровой опоры 11. Гидроцилиндры подъема/опускания отвала 12, 13 шарнирно соединены с базовой машиной 1 (с ее силовым капотом или с рамой) и с отвалом 2 или с толкающими брусьями 8, 9.

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Механизм перекоса отвала может содержать, в частности, гидроцилиндр 14 и винтовую стяжку 15, либо два гидроцилиндра. Для обеспечения устойчивости отвала в горизонтальной плоскости и равномерной передачи поперечных нагрузок двум толкающим брускам бульдозер оснащен механизмом компенсации (тягами, распорками). Дополнительно быть реализован механизм гидравлически управляемого или ручного (с помощью винтовой стяжки) изменения угла резания. Указанные механизмы могут быть реализованы с использованием известных кинематических схем.

Отвал 2 может быть выполнен складывающимся. Для этого он оснащается одним или двумя шарнирами 16 (на чертеже уширитель пунктиром показан в сложенном положении).

При использовании U-образной толкающей рамы 10 (на чертеже показано пунктиром) и шаровой опоры 11 отвал может быть поворотным (с гидравлическим или механическим механизмом изменения угла поворота). В этом случае боковые щеки или косынки отвала, для обеспечения схода грунта с отвала, должны быть сняты.

На рис. 3.4 изображена упрощенная схема бульдозера.

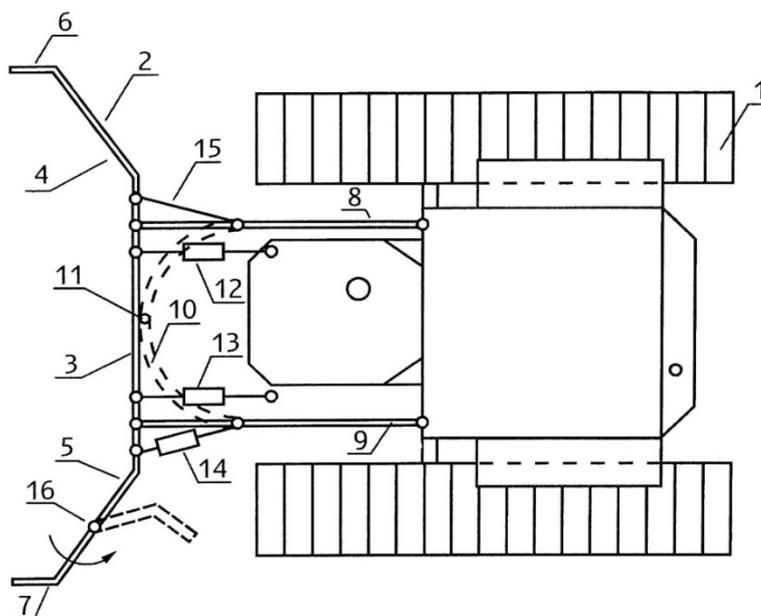


Рисунок 3.4 – Упрощенная схема бульдозера

Изобретение относится к землеройно-транспортным машинам. Бульдозер содержит базовую гусеничную или колесную машину, полусферический (SU)

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

или сферический (U) отвал, содержащий центральную и две боковые секции, к которым прикреплены ножи и боковые косынки или щеки, и механизмы подъема/опускания и перекося отвала. Толкающие брусья бульдозера выполнены отдельными или образующими U-образную толкающую раму и расположены между гусеницами или колесами базовой машины. В частных вариантах исполнения бульдозера его отвал может быть выполнен складывающимся, поворотным, а также с изменяемым углом резания. Изобретение обеспечивает возможность разработки бульдозером более прочного грунта и расширение области его применения при одновременном повышении производительности и уменьшении транспортного габаритного размера бульдозера по ширине.

Его недостатком является пониженная производительность бульдозера ввиду пониженной способности прямого отвала удерживать грунт в призме волочения.

Наиболее близким к предложенному является бульдозер, включающий базовую машину, полусферический или сферический отвал с боковыми щеками или косынками, толкающие брусья которого расположены снаружи гусениц базовой машины [2].

Его недостатками являются повышенные габаритные размеры по ширине, затрудняющие транспортирование бульдозера по дорогам общего пользования и по железной дороге, а также пониженные значения единицы длины отвала. Это обусловлено тем, что при креплении толкающих брусьев снаружи гусениц базовой машины отвал имеет повышенную ширину - он должен перекрывать наиболее выступающие части не только базовой машины, но и толкающих брусьев с элементами их крепления.

Техническим результатом, на достижение которого направлено изобретение, являются обеспечение возможности разработки бульдозером более прочного грунта и расширение области его применения при одновременном повышении производительности и уменьшения транспортного габаритного размера по ширине.

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Кроме того, с целью достижения указанного технического результата, в бульдозере, а частности:

а) отвал оснащен по меньшей мере одним шарниром и выполнен складывающимся. При этом по меньшей мере один уширитель или по меньшей мере одна боковая секция отвала выполнен/выполнена с возможностью складывания вперед или назад и фиксации в сложенном положении отвала;

б) механизм перекоса отвала содержит гидроцилиндр и винтовую стяжку, либо два гидроцилиндра и дополнительно выполнен с возможностью изменения угла резания;

в) к боковым щекам или косынкам отвала прикреплены вертикальные ножи;

г) отвал оснащен механизмом его поворота, а боковые щеки или косынки отвала выполнены съемными.

Изобретение относится к землеройно-транспортным машинам. Бульдозер содержит базовую гусеничную или колесную машину, полусферический (SU) или сферический (U) отвал, содержащий центральную и две боковые секции, к которым прикреплены ножи и боковые косынки или щеки, и механизмы подъема/опускания и перекоса отвала. Толкающие брусья бульдозера выполнены отдельными или образующими U-образную толкающую раму и расположены между гусеницами или колесами базовой машины. В частных вариантах исполнения бульдозера его отвал может быть выполнен складывающимся, поворотным, а также с изменяемым углом резания. Изобретение обеспечивает возможность разработки бульдозером более прочного грунта и расширение области его применения при одновременном повышении производительности и уменьшении транспортного габаритного размера бульдозера по ширине.

Его недостатком является пониженная производительность бульдозера ввиду пониженной способности прямого отвала удерживать грунт в призме волочения.

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Наиболее близким к предложенному является бульдозер, включающий базовую машину, полусферический или сферический отвал с боковыми щеками или косынкам, толкающие брусья которого расположены снаружи гусениц базовой машины [2].

Его недостатками являются повышенные габаритные размеры по ширине, затрудняющие транспортирование бульдозера по дорогам общего пользования и по железной дороге, а также пониженные значения единицы длины отвала. Это обусловлено тем, что при креплении толкающих брусьев снаружи гусениц базовой машины отвал имеет повышенную ширину - он должен перекрывать наиболее выступающие части не только базовой машины, но и толкающих брусьев с элементами их крепления.

Техническим результатом, на достижение которого направлено изобретение, являются обеспечение возможности разработки бульдозером более прочного грунта и расширение области его применения при одновременном повышении производительности и уменьшения транспортного габаритного размера по ширине.

Кроме того, с целью достижения указанного технического результата, в бульдозере, а частности:

а) отвал оснащен по меньшей мере одним шарниром и выполнен складывающимся. При этом по меньшей мере один уширитель или по меньшей мере одна боковая секция отвала выполнен/выполнена с возможностью складывания вперед или назад и фиксации в сложенном положении отвала;

б) механизм перекоса отвала содержит гидроцилиндр и винтовую стяжку, либо два гидроцилиндра и дополнительно выполнен с возможностью изменения угла резания;

в) к боковым щекам или косынкам отвала прикреплены вертикальные ножи;

г) отвал оснащен механизмом его поворота, а боковые щеки или косынки отвала выполнены съемными.

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						20
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

В случае расположения толкающих брусьев бульдозера снаружи базовой машины, как это выполнено в прототипе [2], отвал до своей длине дополнительно должен перекрывать как толкающие брусья, так выступающие части упряжных шарниров, с помощью которых толкающие брусья крепятся к раме гусеничной тележки. Это необходимо для обеспечения возможности беспрепятственной работы бульдозера в режиме разработки грунта траншейным способом и «по одному следу».

Размещение толкающих брусьев между гусеницами (колесами) базовой машины позволяет уменьшить длину отвала. Это приводит к обеспечению возможности разработки бульдозером более прочного грунта, расширению области его применения, а также к упрощению транспортирования бульдозера. Например, перевозка бульдозера по дорогам общего пользования в соответствии с «Правилами дорожного движения» может осуществляться без ограничений, если его ширина не превышает 2,55 м. Особенно важно обеспечение возможности перевозки бульдозера по железной дороге без разборки - без отсоединения отвала от базовой машины.

В случае расположения толкающих брусьев бульдозера снаружи базовой машины, как это выполнено в прототипе [2], отвал до своей длине дополнительно должен перекрывать как толкающие брусья, так выступающие части упряжных шарниров, с помощью которых толкающие брусья крепятся к раме гусеничной тележки. Это необходимо для обеспечения возможности беспрепятственной работы бульдозера в режиме разработки грунта траншейным способом и «по одному следу».

Размещение толкающих брусьев между гусеницами (колесами) базовой машины позволяет уменьшить длину отвала. Это приводит к обеспечению возможности разработки бульдозером более прочного грунта, расширению области его применения, а также к упрощению транспортирования бульдозера. Например, перевозка бульдозера по дорогам общего пользования в соответствии с «Правилами дорожного движения» может осуществляться без ограничений, если его ширина не превышает 2,55 м. Особенно важно

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

обеспечение возможности перевозки бульдозера по железной дороге без разборки - без отсоединения отвала от базовой машины.

Если ширина базовой машины не превышает максимально допустимый транспортный габаритный размер, а длина отвала (с учетом необходимого запаса перекрытия базовой машины по ширине) превышает этот размер, то отвал выполняется складывающимся.

Применение полусферического (SU) или сферического (U) отвала приводит к повышению производительности бульдозера за счет увеличения объема призмы волочения. К этому же результату приводит применение боковых щек или косынок отвала, а также вертикальных ножей. Повышение производительности за счет реализации этих конструктивных решений не приводит к увеличению длины отвала и, соответственно, позволяет сохранить его минимальный транспортный габаритный размер, возможность разработки прочного грунта и более широкую сферу применения бульдозера.

Бульдозер содержит базовую гусеничную или колесную машину 1, полусферический (SU) или сферический (U) отвал 2, содержащий центральную 3 и две боковые секции 4, 5 с цилиндрической поверхностью, к которым прикреплены ножи (на чертеже условно не показаны) и боковые косынки или щеки 6, 7, к которым могут быть 2 и выполнены отдельными или образующими U-образную толкающую раму 10 (на чертеже показана пунктиром), которая соединяется с отвалом 2 с помощью шаровой опоры 11. Гидроцилиндры подъема/опускания отвала 12, 13 шарнирно соединены с базовой машиной 1 (с ее силовым капотом или с рамой) и с отвалом 2 или с толкающими брусками 8, 9.

Механизм перекоса отвала может содержать, в частности, гидроцилиндр 14 и винтовую стяжку 15, либо два гидроцилиндра. Для обеспечения устойчивости отвала в горизонтальной плоскости и равномерной передачи поперечных нагрузок двум толкающим брускам бульдозер оснащен механизмом компенсации (тягами, распорками). Дополнительно быть реализован механизм гидравлически управляемого или ручного (с помощью

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

винтовой стяжки) изменения угла резания. Указанные механизмы могут быть реализованы с использованием известных кинематических схем.

Отвал 2 может быть выполнен складывающимся. Для этого он оснащается одним или двумя шарнирами 16 (на чертеже уширитель пунктиром показан в сложенном положении).

При использовании U-образной толкающей рамы 10 (на чертеже показано пунктиром) и шаровой опоры 11 отвал может быть поворотным (с гидравлическим или механическим механизмом изменения угла поворота). В этом случае боковые щеки или косынки отвала, для обеспечения схода грунта с отвала, должны быть сняты.

Бульдозер работает следующим образом.

Базовая машина обеспечивает необходимое тяговое усилие для набора и транспортирования грунта. Тяговое усилие от базовой машины (гусеничного или колесного трактора) 1 к отвалу 2 передается с помощью толкающих брусьев 8, 9.

Управление поступательным перемещением бульдозера осуществляется путем воздействия оператора на механизмы управления механической, гидромеханической или гидростатической трансмиссией базовой машины, а также на механизмы управления ее поворотами.

Заявленный бульдозер допускает также иные варианты реализации на основе признаков, изложенных в его формуле.

Патент РФ RU183237U1. Бульдозер с поворотным отвалом. Авторы: Сергей Васильевич Репин, Никита Алексеевич Чмиль, Константин Витовтович Рулис, Андрей Вячеславович Зазыкин.

Задачей, на решение которой направлена полезная модель является упрощение конструкции и обеспечение возможности удобного изменения угла резания. Сущность технического решения заключается в том, что в бульдозере с поворотным отвалом, включающем отвал, шарнирно соединенный с толкающей рамой, гидроцилиндры подъема и поворота отвала в плане, стойку, жестко закрепленную в центре толкающей рамы, тягу, связывающую стойку с

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

верхней частью отвала, тяга выполнена в виде гидроцилиндра, а гидроцилиндр поворота отвала в плане шарнирно закреплен на боку стойки. Технический результат заключается в упрощении конструкции и обеспечении возможности удобного изменения угла резания.

Известен бульдозер с универсальным отвалом содержащий подковообразную раму, связанную с отвалом посредством сферического шарнира, раскосов, гидроцилиндров поворота отвала и подъема и опускания рамы (см. Гаркави Н.Г. и др. Машины для земляных работ. М., Высшая школа, 1982. с. 203). Недостатками данной конструкции является ее сложность, большая металлоемкость, а также невозможность регулировки угла резания.

Гидроцилиндры подъема и поворота отвала в плане, стойку, жестко закрепленную в центре толкающей рамы, тягу, связывающую стойку с верхней частью отвала, тяга выполнена в виде гидроцилиндра, а гидроцилиндр поворота отвала в плане шарнирно закреплен на боку стойки.

Таким образом:

- рама связана с отвалом посредством шарового шарнира;
- установленная на раме стойка, снабжена гидроцилиндром изменения угла резания (вместо винтовой тяги в прототипе);
- гидроцилиндр поворота отвала в плане установлен на стойке с внутренней стороны на кронштейне с учетом условия обеспечения требуемого плеча усилия гидроцилиндра для удержания отвала в фиксированном положении при воздействии на него внешней нагрузки и угла поворота отвала в плане 60° по отношению к продольной оси бульдозера, при котором грунт способен перемещаться вдоль отвала.

Задачей, на решение которой направлена полезная модель является упрощение конструкции и обеспечение возможности удобного изменения угла резания. Сущность технического решения заключается в том, что в бульдозере с поворотным отвалом, включающем отвал, шарнирно соединенный с толкающей рамой, гидроцилиндры подъема и поворота отвала в плане, стойку, жестко закрепленную в центре толкающей рамы, тягу, связывающую стойку с

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

верхней частью отвала, тяга выполнена в виде гидроцилиндра, а гидроцилиндр поворота отвала в плане шарнирно закреплен на боку стойки. Технический результат заключается в упрощении конструкции и обеспечении возможности удобного изменения угла резания.

Известен бульдозер с универсальным отвалом содержащий подковообразную раму, связанную с отвалом посредством сферического шарнира, раскосов, гидроцилиндров поворота отвала и подъема и опускания рамы (см. Гаркави Н.Г. и др. Машины для земляных работ. М., Высшая школа, 1982. с. 203). Недостатками данной конструкции является ее сложность, большая металлоемкость, а также невозможность регулировки угла резания.

Гидроцилиндры подъема и поворота отвала в плане, стойку, жестко закрепленную в центре толкающей рамы, тягу, связывающую стойку с верхней частью отвала, тяга выполнена в виде гидроцилиндра, а гидроцилиндр поворота отвала в плане шарнирно закреплен на боку стойки.

Таким образом:

- рама связана с отвалом посредством шарового шарнира;
- установленная на раме стойка, снабжена гидроцилиндром изменения угла резания (вместо винтовой тяги в прототипе);
- гидроцилиндр поворота отвала в плане установлен на стойке с внутренней стороны на кронштейне с учетом условия обеспечения требуемого плеча усилия гидроцилиндра для удержания отвала в фиксированном положении при воздействии на него внешней нагрузки и угла поворота отвала в плане 60° по отношению к продольной оси бульдозера, при котором грунт способен перемещаться вдоль отвала.

Конструкция полезной модели поясняется рисунками, где на рис. 3.5 изображен отвал с рамой; на рис. 3.6 - вид сбоку; на рис. 3.7 - вид со стороны задней стенки отвала, на рис. 3.8 - вид при повороте отвала на 30 градусов вправо, рис. 3.9 - вид при повороте отвала на 30 градусов влево.

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Рабочий орган бульдозера включает в себя отвал, раму со стойкой, гидроцилиндр изменения угла резания и гидроцилиндр поворота отвала в плане, шаровой шарнир крепления отвала к раме.

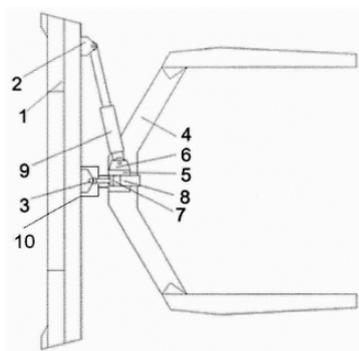


Рисунок 3.5 – отвал с рамой

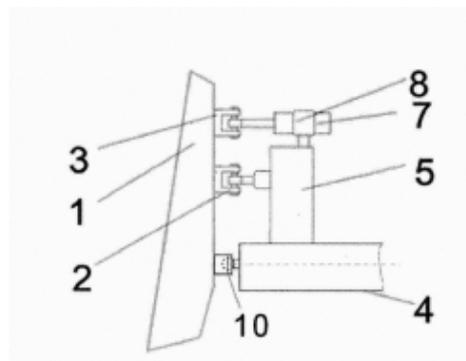


Рисунок 3.6 – Вид сбоку

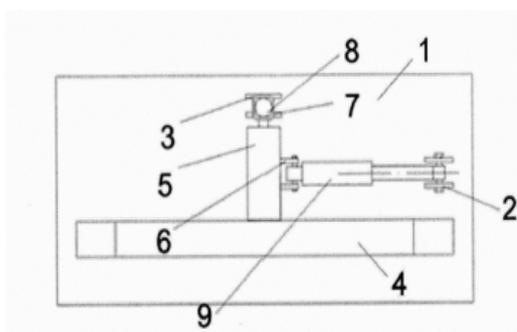


Рисунок 3.7 – вид со стороны задней стенки отвала

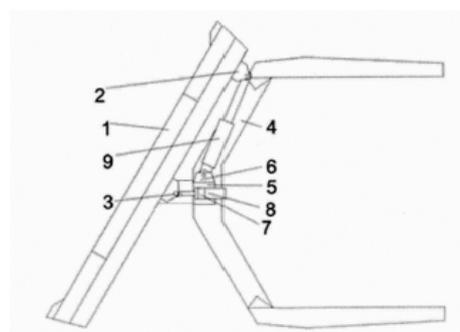


Рисунок 3.8 – вид при повороте отвала на 30 градусов вправо

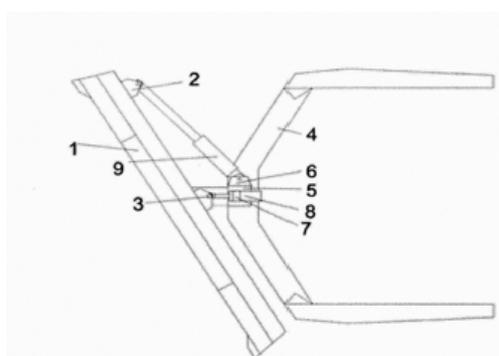


Рисунок 3.9 - вид при повороте отвала на 30 градусов влево.

Рабочий орган бульдозера работает следующим образом- в некотором среднем рабочем положении гидроцилиндры 8 и 9 имеют неполное выдвижение штоков (рис. 3.5, 3.6). При выдвижении штока гидроцилиндра 9, отвал бульдозера поворачивается в плане в шаровом шарнире против часовой стрелки (рис. 3.9), при втягивании штока отвал поворачивается по часовой стрелке (рис. 3.8). При работе гидроцилиндра 8 происходит изменение угла

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ

Лист

26

наклона резания, когда шток выдвигается угол резания угол наклона уменьшается, при втягивании штока гидроцилиндра 8 угол наклона увеличивается.

Согласно расчетам, для удержания неподвижного положения отвала при упоре бульдозера тягового класса 100 кН в непреодолимое препятствие и давлении в запертых гидроцилиндрах 9 поворота отвала в плане порядка 20 МПа плечо усилия в гидроцилиндре должно составлять не менее 0,4 м. В реальной конструкции бульдозера это плечо будет составлять от 0,6 до 0,8 м. Таким образом, предлагаемая конструкция вполне работоспособна.

Патент РФ RU32795U1. Рабочий орган бульдозера. Авторы: А.И. Демиденко.

Известен Рабочий орган бульдозера по описанию изобретения к а.с. СССР № 1375745, класс МПК Е 0 Р 3/76 опубликовано в БИ Р 7 3.02.88г. (1).

-конструкция рабочего органа с выдвигаемыми вперёд тележками, на которых укреплен дополнительный отвал с ковшом, достаточно сложная, а поэтому надёжность её в работе невысокая;

-конструкция рабочего органа металлоёмкая, а также трудоёмкая в изготовлении.

Целью при разработке и создании предлагаемой полезной модели является усовершенствование конструкции известного рабочего органа, в котором были бы существенно сокращены металлоёмкость и трудоёмкость изготовления, а также заметно повышена надёжность в работе устройства в целом.

Указанная цель реализуется следующим образом.

Гидроцилиндры управления дополнительным отвалом могут быть установлены над основным и дополнительным отвалами.

В качестве ближайшего аналога предлагаемому устройству можно принять Рабочий орган бульдозера по а.с. СССР Ш 1375745 (1).

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Предлагаемый рабочий орган бульдозера состоит из следующих агрегатов, узлов и деталей (рис.3.10).

На задней стороне основного отвала 1 на двух проушинах укреплены два гидроцилиндра 10 управления дополнительным отвалом с ковшом, а штоки гидроцилиндров шарнирно скреплены с кронштейнами 8 дополнительного отвала.

Гидроцилиндры управления 10 могут быть расположены и над основным и дополнительным отвалами и в этом случае для их крепления используются кронштейны 11 и 12 соответственно на дополнительном и основном отвалах.

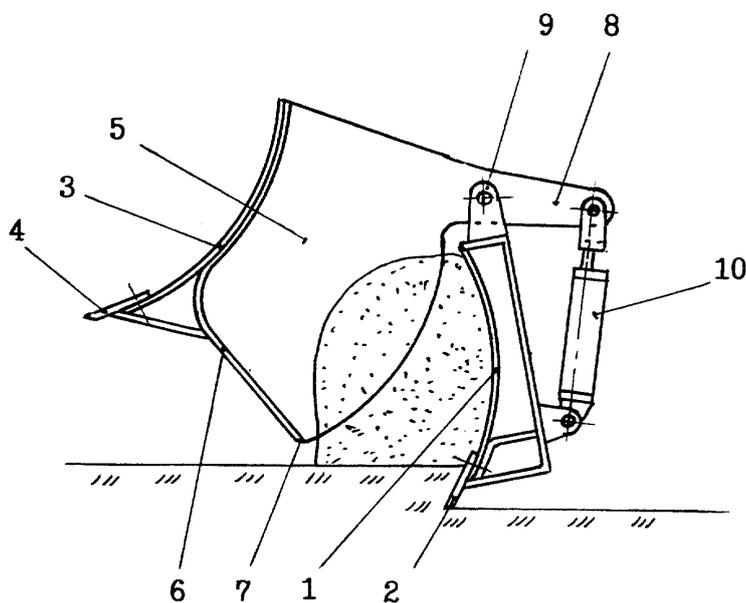


Рисунок 3.10 – Рабочий орган бульдозера

Целью при разработке и создании предлагаемой полезной модели является усовершенствование конструкции известного рабочего органа, в котором были бы существенно сокращены металлоёмкость и трудоёмкость изготовления, а также заметно повышена надёжность в работе устройства в целом.

Указанная цель реализуется следующим образом.

Гидроцилиндры управления дополнительным отвалом могут быть установлены над основным и дополнительным отвалами.

В качестве ближайшего аналога предлагаемому устройству можно принять Рабочий орган бульдозера по а.с. СССР Ш 1375745 (1).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ

Лист

28

Предлагаемый рабочий орган бульдозера состоит из следующих агрегатов, узлов и деталей (рис.3.10).

На задней стороне основного отвала 1 на двух проушинах укреплены два гидроцилиндра 10 управления дополнительным отвалом с ковшом, а штоки гидроцилиндров шарнирно скреплены с кронштейнами 8 дополнительного отвала.

Гидроцилиндры управления 10 могут быть расположены и над основным и дополнительным отвалами и в этом случае для их крепления используются кронштейны 11 и 12 соответственно на дополнительном и основном отвалах.

Патент на полезную модель ВУ 9002 U МПК Е 02F 3/64- Отвал землеройной машины.

Полезная модель относится к отвалам, установленным на бульдозерах, скреперах и других машинах для земляных работ

Задачей полезной модели является повышение долговечности ножей отвала за счет их дальнейшего использования после достижения режущей кромкой предельного износа.

С тыльной стороны отвала установлены ножи 8, которые крепятся к нижней коробке жесткости 3 болтами 9. При этом косозаточенная кромка 10 ножей 8 примыкает к передней поверхности изогнутого листа 1.

После того как износ достигнет предельной величины, ножи 8 снимают, переворачивают, смещают на один шаг крепления вниз и снова закрепляют теми же болтами 9. изогнутого листа 1, как в первоначальном случае, при новом ноже 8.

Преимущество изобретения в увеличении срока службы ножа до замены.

Недостатком предлагаемого варианта является высокая вероятность износа лобовой поверхности отвала.

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

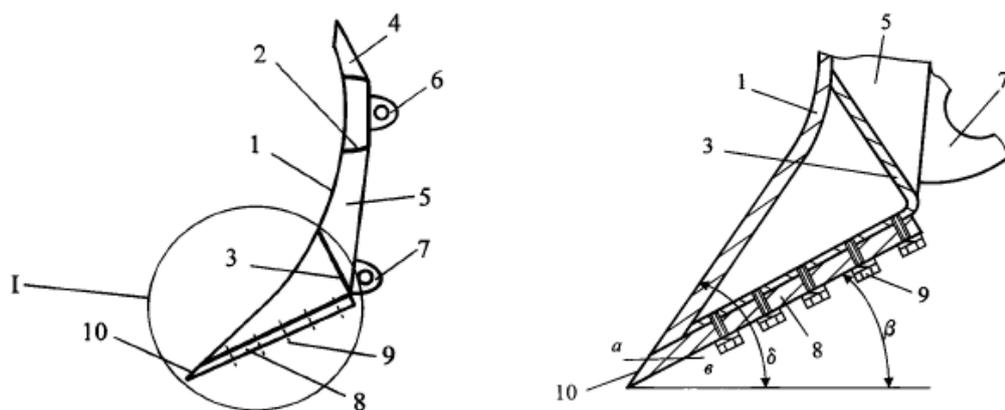


Рисунок 3.11 – Отвал бульдозера

Патент RU 121511 МПК E02F 3/76 - Рабочее оборудование бульдозера.

Бульдозер включает базовую машину, отвал с боковыми стенками.

При опускании отвала скребок поднимается вверх и увеличивает рабочую высоту в центральной зоне, при поднятии отвала скребок опускается очищает отвал от грунта и не препятствует обзорности.

Недостатком предлагаемого варианта является увеличение числа подвижных элементов что может снизить общую надежность.

К преимуществам следует отнести увеличение рабочей высоты заглубленного отвала, отсутствие снижения обзорности при поднятом отвале и дополнительная очистка отвала

Патент RU 35538 U1МПК E01H 5/06 Рабочее оборудование бульдозера.

Бульдозер с поворотным отвалом (рисунок 3.12), включающий базовую машину и рабочее оборудование.

Преимущество предлагаемой конструкции в увеличении рабочей высоты отвала в необходимой области при пересыпании грунта через верх при различных углах установки отвала, недостаток увеличение нагрузок на верхнюю коробку жесткости отвала и повышенная металлоемкость полученной конструкции.

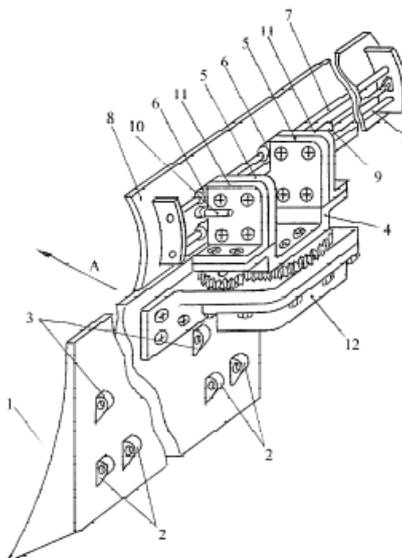


Рисунок 3.12 Бульдозер с поворотным отвалом

Патент РФ RU 2 712 835. Рабочее оборудование бульдозера. Авторы: Глебов Вадим Дмитриевич (RU)

Рабочее оборудование бульдозера включает толкающие бруссы, отвал с ножом и гидроприводом подъема, раскосы и заслонку, соединенную с отвалом. Рабочее оборудование снабжено гидроцилиндрами привода заслонки, гидроаккумулятором, редукционным гидроклапаном и регулируемым гидродросселем. Заслонка снабжена боковыми стенками и шарнирно соединена с отвалом и со штоками гидроцилиндров, прикрепленных шарнирно корпусами к отвалу. Гидрораспределитель гидроцилиндров подъема отвала выполнен четырехпозиционным и сообщен с гидроаккумулятором, который через редукционный гидроклапан сообщен с напорной гидролинией и через регулируемый гидродроссель со штоковыми полостями гидроцилиндров привода заслонки, поршневые полости которых сообщены с гидрораспределителем управления отвала. Редукционный гидроклапан выполнен с возможностью поддержания величины давления зарядки гидроаккумулятора, обеспечивающей частичное уравнивание

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ

Лист

31

силы тяжести рабочего оборудования, в плавающем его положении, в одной из позиций золотника гидрораспределителя.

Формула изобретения

1. Рабочее оборудование бульдозера, включающее толкающие брусья, отвал с ножом и гидроприводом подъема, раскосы и заслонку, соединенную с отвалом, отличающееся тем, что оно снабжено гидроцилиндрами привода заслонки, гидроаккумулятором, редукционным гидроклапаном и регулируемым гидродросселем, причем заслонка снабжена боковыми стенками и шарнирно соединена с отвалом и со штоками гидроцилиндров, прикрепленных шарнирно корпусами к отвалу, при этом гидрораспределитель гидроцилиндров подъема отвала выполнен четырехпозиционным и сообщен с гидроаккумулятором, который через редукционный гидроклапан сообщен с напорной гидрوليнией и через регулируемый гидродроссель со штоковыми полостями гидроцилиндров привода заслонки, поршневые полости которых сообщены с гидрораспределителем управления отвала, при этом редукционный гидроклапан выполнен с возможностью поддержания величины давления зарядки гидроаккумулятора, обеспечивающей частичное уравнивание силы тяжести рабочего оборудования, в плавающем его положении, в одной из позиций золотника гидрораспределителя.

2. Рабочее оборудование бульдозера по п. 1, отличающееся тем, что задние торцевые кромки заслонки и ее боковых стенок заострены.

Описание

Известно рабочее оборудование бульдозера (RU а.с. 1263764 E02F 3/64), включающее толкающие брусья, отвал с ножом и гидроприводом, раскосы, и заслонку с гидроприводом. При работе известного устройства, срезаемый ножом отвала грунт, набирается в емкость, ограниченную по сторонам отвалом, заслонкой и боковыми стенками и транспортируется к месту отсыпки с опорой на колеса, установленные на заслонке, что позволяет увеличить производительность. Однако из анализа устройства и действия известного рабочего оборудования видны его недостатки. Первый из них заключается в

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

том, что при наборе грунта в замкнутую по сторонам емкость возрастает сопротивление движению стружки срезаемого грунта, в сравнении с образованием свободной призмы волочения перед отвалом традиционного бульдозера. Поэтому уменьшается объем набираемого и перемещаемого грунта, а соответственно и производительность. Второй недостаток заключается в сложности известного устройства, содержащего много взаимно подвижных элементов. Кроме отвала это заслонка, упругая пластина, колеса на вертлюгах, гидроцилиндры подъема отвала, поворота отвала, подъема заслонки и соответственно три гидрораспределителя, что усложняет конструкцию и снижает надежность. Что касается использования вертлюгов с колесами на заслонке, то можно отметить их низкую надежность в тяжелых условиях работы бульдозера с грунтами имеющими самые разнообразные свойства: рыхлые, влажные, сыпучие, вязкие и всегда неровные. Такие колеса приемлемы в тележках для магазинов при перемещении по гладкому полу, но и в этих, почти стерильных условиях, часто бывают неповоротные тележки с заклиненными вертлюгами.

Второе известное рабочее оборудование проще, в сравнении с первым, по устройству гидропривода, но кинематика механической части весьма сложная и это снижает надежность оборудования. Кроме того, такая кинематическая схема обуславливает взаимозависимость положений отвала, колес и заслонки. Так, при опускании заслонки и касании колес опорной поверхности, остаются зазоры между отвалом и нижней кромкой заслонки, а также между ножом отвала и поверхностью грунта, через которые теряется грунт. Отсутствие боковых стенок также увеличивает его потери. Недостаток, связанный с использованием вертлюгов с колесами, отмеченный в первом известном устройстве, сохраняется и во втором известном устройстве.

Все отмеченные отрицательные моменты ведут к уменьшению набираемого и транспортируемого грунта и снижению производительности и надежности. Техническая задача, решаемая предлагаемым изобретением, заключается в увеличении объема набираемого грунта и уменьшении его

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

потерь при транспортировании, что обеспечивает повышение производительности. Одновременно повышается надежность, путем упрощения конструкции рабочего оборудования.

Предлагаемое рабочее оборудование бульдозера включающее толкающие брусья, отвал с ножом и гидроприводом подъема, раскосы и заслонку, соединенную с отвалом, снабжено гидроцилиндрами привода заслонки, гидроаккумулятором, редукционным гидроклапаном, регулируемым гидродросселем, причем заслонка снабжена боковыми стенками и шарнирно соединена с отвалом и со штоками гидроцилиндров, прикрепленных шарнирно корпусами к отвалу, при этом гидрораспределитель гидроцилиндров подъема отвала выполнен четырехпозиционным и сообщен с гидроаккумулятором, который через редукционный гидроклапан сообщен с напорной гидрوليнией и через регулируемый гидродроссель со штоковыми полостями гидроцилиндров привода заслонки, поршневые полости которых сообщены с гидрораспределителем управления отвала, при этом редукционный гидроклапан выполнен с возможностью поддержания величины давления зарядки гидроаккумулятора, обеспечивающей частичное уравновешивание силы тяжести рабочего оборудования, в плавающем его положении, в одной из позиции золотника гидрораспределителя.

Кроме того, повышается надежность бульдозерного оборудования за счет упрощения кинематики его элементов.

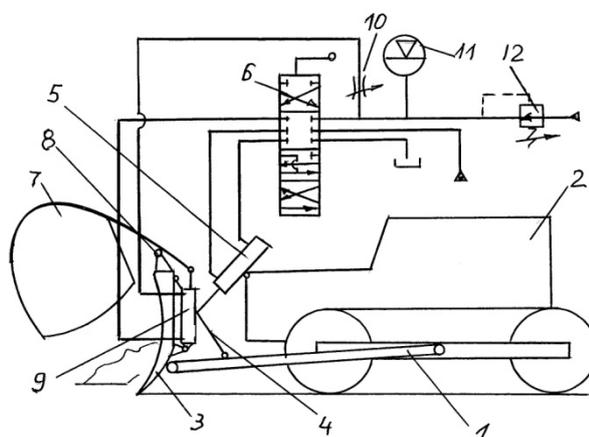


Рисунок 3.13 - рабочее оборудование бульдозера, вид сбоку

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ

Лист

34

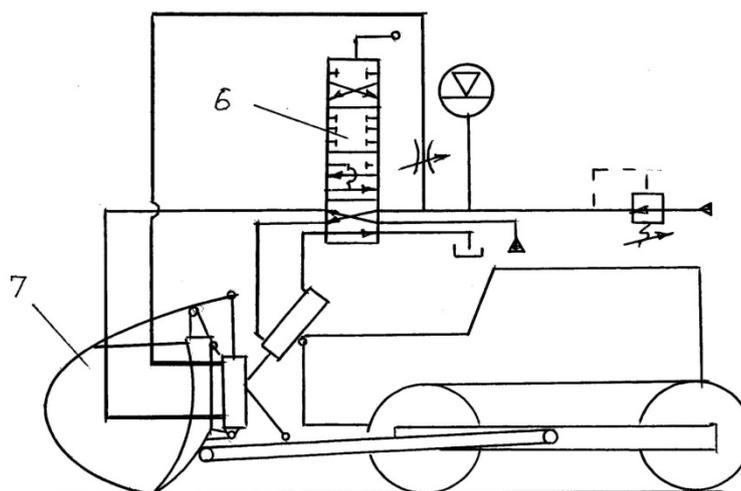


Рисунок 3.14- рабочее оборудование бульдозера в период транспортирования грунта

Дополнительно к традиционному рабочему оборудованию перед отвалом установлена заслонка 7 с боковыми открылками, у которых торцовые кромки заострены. Заслонка посредством шарниров 8 соединена с отвалом 3, а также шарнирно со штоками гидроцилиндров 9, которые шарнирно корпусами прикреплены к отвалу на его задней стороне. Последний сообщен с напорной и сливной гидролиниями и также с гидроаккумулятором 11, сообщенным с напорной гидролинией через редукционный гидроклапан 12.

Рабочее оборудование бульдозера действует следующим образом.

Срезание грунта и накопление его перед отвалом осуществляется традиционно, и все элементы рабочего оборудования занимают положение, 1. Золотник гидрораспределителя 6 находится в нейтральной позиции, отвал 3 заглублен и вырезает грунт, накапливаемый перед отвалом, а заслонка 7 удерживается гидроцилиндрами 9 в поднятом положении. После завершения набора грунта в призму волочения золотник гидрораспределителя 6 переключается в позицию. Штоковые полости гидроцилиндров 9 сообщены через гидродроссель 10 с гидроаккумулятором 11, величина давления, в котором устанавливается редукционным гидроклапаном 12 и обеспечивает частичное уравнивание силы тяжести рабочего оборудования. Одновременно рабочая жидкость поступает из напорной гидролинии в поршневые полости гидроцилиндров 9 и преодолевая давление в штоковых

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

полостях, создаваемое гидроаккумулятором 11 через гидродроссель 10, гидроцилиндры опускают заслонку 7. Заслонка захватывает грунт и своей заостренной горизонтальной кромкой заходит под нож отвала и совместно с боковыми открывками образует замкнутую емкость. Регулируемый гидродроссель 10 обеспечивает небольшое замедление опускания заслонки по отношению к моменту уравнивания рабочего оборудования, что облегчает ее движение. После прижатия заслонки к отвалу включается транспортная скорость, и весь набранный грунт без потерь в боковые валики перемещается к месту отсыпки. Благодаря почти полному уравниванию рабочего оборудования удельное давление криволинейной поверхности заслонки на опорную поверхность существенно снижается, как и величина сопротивления, ее перемещению.

Для отсыпки грунта золотник гидрораспределителя 6 переключается в позицию подъема отвала, в которой поршневые полости гидроцилиндров 5 сообщаются с гидробаком и штоковые полости - с напорной гидролинией. Это обеспечивает подъем отвала 3 и заслонки 7 одновременно, поскольку поршневые полости гидроцилиндров 9 привода заслонки сообщаются с гидробаком, а штоковые соединены с гидроаккумулятором 11. Рабочее оборудование бульдозера принимает исходное положение для повторения нового рабочего цикла.

Уменьшаются затраты энергии на перемещение грунта, за счет уравнивания рабочего оборудования гидроаккумулятором. Гидроаккумулятор не только уравнивает рабочее оборудование, но и образует упругую связь между заслонкой и базовой машиной. Заслонка, имея определенную массу, оказывает демпфирующее воздействие на колебания бульдозера при перемещении по неровной опорной поверхности. Это уменьшает амплитуду колебаний центра масс бульдозера, повышает плавность хода и позволяет двигаться с большей скоростью, что сокращает время рабочего цикла и повышает производительность. Одновременно повышается надежность оборудования, за счет упрощения кинематики его

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						36
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

механической части. Предложенное изобретение может найти применение при проектировании новых бульдозеров, а также может устанавливаться на существующих машинах без изменения их конструкции в виде сменного дополнительного оборудования для расширения эксплуатационных возможностей бульдозеров.

3.3 Описание принятых решений при выполнении проекта

При рассмотрении предложенных в технической литературе и в патентной документации технических решений и изобретений были выявлены основные тенденции развития бульдозерного оборудования снижение энергоемкости копания, расширение технологических возможностей увеличение производительности.

Для разработки в ВКР в соответствии с заданием принимаем отвал бульдозера модернизированный в соответствии в патентом ВУ 9002 для предотвращения износа лобового листа отвала дополнительно предусматриваем сменную накладку в его нижней части с креплением на болтах.

3.4 Конструктивные расчеты

Главным параметром, который необходимо использовать при определении технических характеристик, как базового трактора, так и в целом бульдозерного агрегата устанавливается, согласно заданию на проектирование масса машины в 12 тонн.

Выбор базового шасси

При проектировании новых бульдозеров сцепной вес определяют по формуле:

$$G_{сц} = (1,2...1,25) \cdot G_{бм} , \quad (3.1)$$

$$G_{бм} = G_{сц} / (1,2...1,25), \quad (3.2)$$

Определим $G_{сц}$ из зависимости

$$G_{сц} = m_{б} \cdot g , \quad (3.3)$$

где $m_{б}$ – масса бульдозера по заданию (главный параметр), кг;
 g – ускорение свободного падения, м/с².

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$G_{cy} = 12000 \cdot 9,81 = 117720H.$$

Следовательно, вес базового трактора составит

$$G_{\text{бм}} = 117720 / 1,2 = 98100H.$$

Для дальнейшего проектирования выбираем базовый трактор массой ~10 тонн.

Принимаем базовый трактор 4 тягового класса «Беларус» 2103-02 производства ОАО «Мозырский машиностроительный завод», который имеет параметры приведенные в таблице 3.1 [5].

Таблица 3.1 – Характеристика базового трактора

Параметры	Марка трактора
	2103-02
Тяговый класс	4
Двигатель	ММЗ Д-260.4S2
Мощность, кВт (л.с)	156 (212)
Удельный расход топлива, гр/кВт·ч	227
Масса трактора эксплуатационная, кг	10690
Среднее удельное давление гусениц на грунт, кг·с/см ²	52
Габаритные размеры, мм	
- длина	5750
- ширина	2100
- высота	2960

Корректируем расчеты сцепного веса с учетом принятого базового трактора по формуле (2.1)

$$G_{cy} = 1,2 \cdot 10690 \cdot 9,81 = 125,8 \text{ кН}$$

Расчет отвала

Для расчета геометрических параметров отвала воспользуемся рекомендациями [1,2].

$$L_{OT} = B + 2 \cdot (0,1...0,15), \quad (3.4)$$

$$L_{OT} = 2,1 + 2 \cdot 0,15 = 2,4 \text{ м.}$$

Принимаем окончательно ширину отвала 3 метра.

Для бульдозеров общего назначения с поворотным отвалом высоту отвала рекомендуется определять по следующей эмпирической формуле

$$H = 450 \cdot (T_{нб})^{1/3} - A \cdot T_{нб}, \quad (3.5)$$

где H – высота отвала, мм;

$T_{нб}$ – тяговый класс базового трактора.

$$H = 450 \cdot (4)^{1/3} - 0,5 \cdot 4 = 710 \text{ мм.}$$

В формуле $A = 0,5$ при номинальных тяговых усилиях базовых машин менее 400 кН.

Принимаем окончательно $H = 1000$ мм.

Высота козырька:

$$h_k = (0,1 \dots 0,3) \cdot H, \quad (3.6)$$

$$h_k = 0,2 \cdot 1000 = 200 \text{ мм.}$$

Тогда:

$$H_k = H + h_k, \quad (3.7)$$

$$H_k = 1000 + 200 = 1200 \text{ мм.}$$

$$R = (0,8 \dots 0,9) \cdot H, \quad (3.8)$$

$$R = 0,9 \cdot 1000 = 900 \text{ мм.}$$

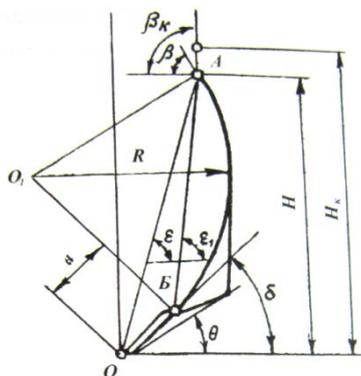


Рисунок 3.15 – Схема для определения параметров профиля поверхности отвала

Расчет параметров бульдозера

Номинальное тяговое усилие бульдозера определяется из выражения [1,2]

$$T_{нб} = G_{сц} \varphi_{сц}, \quad (3.10)$$

Для промышленных гусеничных тракторов $\varphi_{сц} = 0,9$;

$G_{сц}$ – эксплуатационный вес бульдозера в рабочем состоянии, Н.

$$T_{нб} = 125,8 \cdot 0,9 = 113,2 \text{ кН.}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ

$$G = (0,2...0,25) \cdot G_T , \quad (3.17)$$

где G_T – вес трактора, кН;

$$G = 0,2 \cdot 106,9 = 21,4 \text{ кН.}$$

Реакция грунта P на рабочий орган бульдозера может быть представлена (рисунок 3.17).

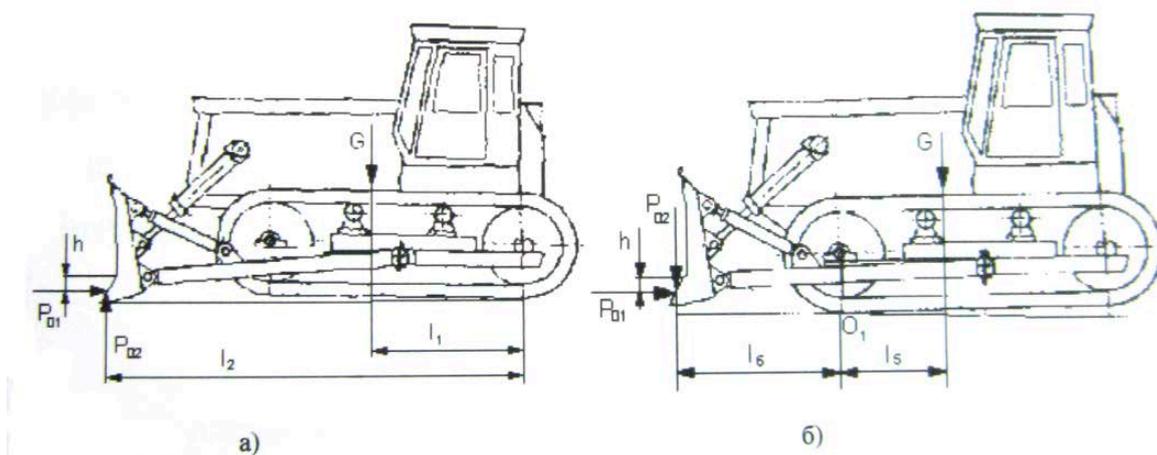


Рисунок 3.17 – Расчетная схема при вывешивании машины относительно задней и передней оси

Вычисляем вертикальную и горизонтальную составляющие силы.

Величина горизонтальной составляющей определяется как сила тяги по сцеплению:

$$P_{01} = G_{cy} \cdot \varphi_{\max} , \quad (3.18)$$

где φ_{\max} – максимальный коэффициент сцепления движителя базовой машины с грунтом; для гусеничных машин принимают $\varphi_{\max} = 0,85...0,95$.

$$P_{01} = 125,8 \cdot 0,9 = 113,2 \text{ кН.}$$

Вертикальное усилие на заглубление рабочего органа определяется исходя из условия вывешивания машины относительно задней оси (рис.3.15 а)

$$P_{02} = (G_{cy} l_1 - P_{01} h) / l_2 , \quad (3.19)$$

где l_1, l_2 – плечи действия сил, м;

h – координата точки приложения результирующей силы, м.

$$P_{02} = (125,8 \cdot 1,642 - 113,2 \cdot 0,27) / 6 = 29,3 \text{ кН.}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ

Лист

41

Определяем вертикальное усилие, возникающее при выглублении рабочего органа, исходя из условия опрокидывания машины относительно передней оси (рисунок 3.15 б)

$$P_{O2} = (G_{cy}l_5 - P_{O1}h) / l_6 , \quad (3.20)$$

где l_5, l_6 – плечи действия сил, м;

$$P_{O2} = (125,8 \cdot 1,7 - 113,2 \cdot 0,27) / 2,5 = 73 \text{ кН}.$$

В среднем удельное вертикальное давление на затупленных ножах в 3 раза ниже, чем на не затупленных. У бульдозеров не имеющих принудительного заглубления отвала, эти показатели в 3-4 раза ниже.

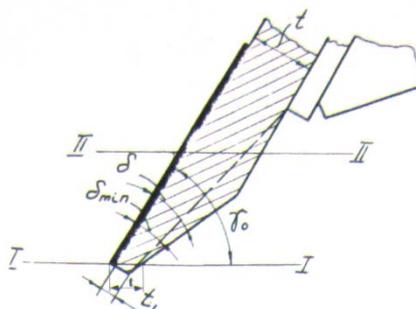


Рисунок 3.18 – Расчетная схема при вывешивании машины относительно задней и передней оси

В таблице 3.2 приведены примерные значения удельных усилий на режущей кромке ножей бульдозера обеспечивающие разработку грунтов различной прочности.

Таблица 3.2 – Характеристика базового трактора

Показатель	Категория грунта			
	I	II	III	IV
Удельное напорное усилие режущей кромки ножей отвала, кН/см	До 0,15	0,2 – 0,3	0,4 – 0,55	Выше 0,6
Удельное вертикальное давление опорной площади ножей отвала, кН/см ²	До 0,1	0,12 – 0,2	0,25 – 0,35	Выше 0,35

По данным этой таблицы ориентировочно определяют категорию грунта, который может разрабатывать проектируемый бульдозер.

Приведенные значения значительно превосходят предельную несущую способность грунта. Это объясняется тем, что при заглублении отвала опорная площадь режущей кромки ножей увеличивается за счет контакта с грунтом ее тыльной стороны, вследствие чего потребное для ее внедрения в грунт усилие повышается.

Удельное напорное усилие :

$$q_R = \frac{T_{нб}}{L_{от}} , \quad (3.21)$$

где $L_{от}$ – длина отвала, м;

$$q_R = \frac{113,2}{3} = 37,7 \text{ кН / м} = 0,37 \text{ кН / см} .$$

Удельное вертикальное давление на режущей кромке отвала находится из выражения

$$q_B = \frac{P_{O2}}{F} , \quad (3.22)$$

где F – опорная площадь режущей кромки ножей отвала, м^2 ;

$$F = L_{от} \cdot t , \quad (3.23)$$

где t – толщина режущей кромки, м;

$$F = 3 \cdot 0,01 = 0,03 \text{ м}^2 .$$

$$q_B = \frac{73}{0,03} = 2433 \text{ кН / м}^2 = 0,24 \text{ кН / см}^2 .$$

Полученные значения для выбранной ширины отвала указывают на возможность использования бульдозера на грунтах до второй категории в соответствии с данными таблицы 3.2.

Расчет производительности бульдозера

Эксплуатационная производительность определяется по формуле

$$P_{э} = V_{пр} \frac{60}{T} \cdot k_B \cdot k_C , \quad (4.1)$$

где T – время цикла бульдозера, мин;

k_B – коэффициент использования машины по времени, $k_B = 0,8$;

k_C – коэффициент заполнения отвала, $k_C = 0,7 \dots 0,8$.

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Время цикла зависит, главным образом, от расстояния между площадкой загрузки, а также от дорожных условий и достигаемой при этом скорости движения машины. Скорость в значительной степени определяется и условиями работы оператора. Время цикла можно разделить на отдельные этапы

$$T = t_{\text{ПОС}} \cdot t_{\text{ПЕР}} , \quad (4.2)$$

$$T = 0,5 \cdot 1,2 = 1,7 \text{ мин} .$$

Время загрузки оканчивается тогда, когда грунт на площадке разгрузки распределен или уложен при помощи данного механизма.

В переменной части цикла движение бульдозера обычно имеет маятниковый характер (движение груженого и порожнего) с торможением, разгоном, равномерным движением между пунктами разгрузки и загрузки.

Переменная часть времени цикла:

$$t_{\text{ПЕР}} = 0,06 \cdot \left(\frac{L_{\text{ЗАГ}}}{V_{\text{ЗАГ}}} + \frac{L_{\text{ПОР}}}{V_{\text{ПОР}}} \right) , \quad (4.3)$$

$$t_{\text{ПЕР}} = 0,06 \cdot \left(\frac{40}{3,08} + \frac{40}{6} \right) = 1,2 \text{ мин} .$$

Подставляя полученные значения в формулу 4.1 получим

$$P_{\text{Э}} = 2,16 \cdot \frac{60}{1,7} \cdot 0,8 \cdot 0,75 = 45,7 \text{ м}^3 / \text{ч} .$$

Движение в загруженном состоянии можно разделить на две фазы: копание грунта и его перемещение. Первая фаза характеризуется изменением объема грунта перед отвалом и составляет обычно 8 – 10 метров пути. Далее при перемещении грунта для пополнения объема грунта перед отвалом (часть его уходит в боковые валики), резание грунта происходит с малой толщиной стружки. Движение бульдозера на этом этапе происходит на более высокой скорости с использованием мощности двигателя на 70 – 80%. Возвращение машины после разгрузки происходит, обычно, задним ходом.

Коэффициент использования k_B машины по времени зависит от ряда

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

факторов. Главным из них является техническое состояние машины, т.к. часть времени она простаивает в ремонте, организация работы на строительной площадке, погодные условия, квалификация и заинтересованность оператора.

					<i>ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						45
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

4.1. Выбор материала заготовки.

Способ получения заготовки должен быть экономичным при заданном объеме выпущенных деталей.

Примем для изготовления заготовки прутков, приближенный размерами и формами готовой детали. Выбираем вал из сортового металла Ст 35 ГОСТ 4543-71.

4.2 Выбор оборудования и режущего инструмента.

Выбираем универсальный токарно-винторезный станок 1К-62 стр11 прилож.1

Выбор режущего инструмента:

Резец 2100-0405 ГОСТ 18878-73, Резец 2130-0251 ГОСТ 18884-73.

4.3 Технологические расчеты

Выбор инструмента - выбираем резец прямой проходной.2100-0405 с сечением 25X16 по ГОСТ 18878 – 73.

Выбираем твердый сплав режущего инструмента Т15 К6

Главный угол в плане $\varphi = 45$

Черновое точение $\varphi_1 = 10$

$\lambda = 5$ Резец 16×25 Радиусное превышение $r=1$.

005. Токарная

Переход 2. Точить поверхность на длине 40 мм.

1. Определяем припуск h .

$$h = \frac{D_1 - D_2}{2},$$

где D_1 и D_2 - диаметры поверхности соответственно, обрабатываемой (в начале обработки) и конечной согласно чертежу или эскизу;

$$h = \frac{35 - 17}{2} = 9 \text{ мм.}$$

2. Находим глубину резания t и число проходов i .

$$t_1 = 1; t_2 = 1,5;$$

$$i = 2 .$$

3. Выбираем подачу S .

Из [15] для черновой обработки для стали рекомендуется 0,3...0,8 и выбираем $s=0,3$ мм/об.

4. Устанавливаем период стойкости режущего инструмента T .

Из [14], выбираем $T=60$ мин.

5. Определяем скорость резания V_p

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y},$$

где C_v – коэффициент, характеризующий обрабатываемый материал и условия его обработки;

m – показатель относительной стойкости;

T – стойкость резца;

x, y – показатели степени;

K_v – общий поправочный коэффициент, который представляет собой произведение отдельных поправочных коэффициентов;

Сталь 35 $\sigma_s = 750$, 1К62 без охлаждения $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,35$; $m = 0,20$;

$$V_p = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,3^{0,35}} = 217 \text{ м/мин.}$$

6. Определяем частоту вращения шпинделя.

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_1} = \frac{1000 \cdot 217}{3,14 \cdot 35} = 727 \text{ мин}^{-1}.$$

Найденное значение $n=727 \text{ мин}^{-1}$ корректируем. По паспорту 1К62 $n=630 \text{ мин}^{-1}$.

7. Определение действительной скорости резания.

Действительная скорость резания определяется с учетом действительной частоты вращения n .

$$V_0 = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 35 \cdot 630}{1000} = 69 \text{ м/мин.}$$

8. Определяем силу резания P_z .

Сила резания определяется по формуле [14]

$$P_z = C_p \cdot t \cdot s^{0,75} \cdot v^{-0,15}$$

где C – коэффициент, характеризующий металл и условия его обработки;

x, y – показатели степеней при глубине резания и подаче;

n – показатель степени при скорости резания;

$$C_p = 300; x=1; y=0,75; n=-0,15;$$

$$P_z = 300 \cdot 1,5^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 217^{-0,15} = 72 \text{ Н.}$$

9. Определяем мощность, затрачиваемая на резание.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{60000} = \frac{72 \cdot 69}{60000} = 0,083 \text{ кВт.}$$

$$N_{шп} = N_{дв} \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт.}$$

Для осуществления обработки мощность на шпинделе должна превышать резания

$$N_{шп} \geq N_p;$$

$$7,5 > 0,225.$$

10. определение основного технологического времени.

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + y + \Delta)}{n \cdot s};$$

где L – длина рабочего хода резца, мм;

i – число проходов резца;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

Δ – перебеж резца, мм ($\Delta=1 \text{ } 3$);

y – величина врезания резца, мм.

$$y = t \cdot ctg \varphi$$

где φ – главный угол в плане резца;

$$y = 2 \cdot ctg 90^\circ = 0.$$

$$T_0 = \frac{21 \cdot 2}{1000 \cdot 0,3} = 0,26 \text{ мин.}$$

2. 005. Токарная

Переход 3. Точить поверхность на длине 4.

1. Определяем припуск h .

$$h = \frac{D_1 - D_2}{2},$$

$$h = \frac{29 - 17}{2} = 6 \text{ мм.}$$

2. Находим глубину резания t и число проходов i .

$$t = 2 \text{ мм; } t = 2; t = 1; t = 1$$

$$i = 4 .$$

3. Выбираем подачу s .

Из таблицы [15] для черновой обработки для стали рекомендуется 0,3...0,8 и выбираем $s = 0,3$ мм/об.

4. Устанавливаем период стойкости режущего инструмента T .

Из [14] выбираем $T = 60$ мин.

5. Определяем скорость резания

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y},$$

Сталь 35 $\sigma_s = 750$, 1К62 без охлаждения $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,35$; $m = 0,20$;

$$V_p = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,3^{0,35}} = 214 \text{ м/мин}$$

6. Определяем частоту вращения шпинделя.

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_1} = \frac{1000 \cdot 214}{3,14 \cdot 29} = 2358 \text{ мин}^{-1}.$$

Найденное значение $n = 591 \text{ мин}^{-1}$ корректируем. По паспорту 1К62 $n = 500 \text{ мин}^{-1}$.

7. Определение действительной скорости резания.

Действительная скорость резания определяется с учетом действительной частоты вращения n .

$$V = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 35 \cdot 500}{1000} = 55 \text{ м/мин.}$$

8. Определяем силу резания P_z .

Сила резания P_z определяется по формуле [14]

$$P_z = C_p \cdot t \cdot s^{0,75} \cdot v^{-0,15}$$

$$C_p = 300; x=1; y=0,75; n=-0,15;$$

$$P_z = 300 \cdot 5^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 55^{-0,15} = 329 \text{ Н.}$$

9. Определяем мощность, затрачиваемая на резание.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{60000} = \frac{329 \cdot 55}{60000} = 0,3 \text{ кВт.}$$

10. определение основного технологического времени.

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + y + \Delta)}{n \cdot s};$$

$$y = t \cdot ctg \varphi$$

где φ – главный угол в плане резца;

$$y = 5 \cdot ctg 90^\circ = 0.$$

$$T_o = \frac{8 \cdot 4}{1000 \cdot 0,3} = 0,27 \text{ мин.}$$

Выбор инструмента - выбираем резец прямой проходной. 2100-0565 с сечением 25X16 по ГОСТ 18869 – 73

Выбираем твердый сплав режущего инструмента Т15 К6

Главный угол в плане $\varphi = 45$

Черновое точение $\varphi_1 = 10$

$$\lambda = 5$$

Резец 16×25

Радиусное превышение $r=1$.

I. 010. Токарная

3. Переход 1. Точить поверхность 1 на длину 2

4. Определяем припуск h .

$$h = \frac{D_1 - D_2}{2}$$

$$h = \frac{35 - 28}{2} = 3,5 \text{ мм.}$$

4. Находим глубину резания t и число проходов i .

$$t_1 = 2; t_2 = 1,5 \text{ мм;}$$

$$i = \frac{h}{t} = \frac{3,5}{1,5} = 2,3 \text{ мм;}$$

5. Выбираем подачу s .

Выбираем $s=0,45$

Но корректируя по паспорту станка (стр.33) устанавливаем $s=0,5$ мм/ об.

6. Устанавливаем период стойкости режущего инструмента T . стр. 12,
выбираем $T=30$ мин.

7. Определяем скорость резания

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y};$$

Сталь 35

$$G_s = 530 \text{ МПа}$$

$$1\text{K62 } C_v = 92; x = 0,25; y = 0,33; m = 1;$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi v}$$

где K_{mv} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{nv} - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{uv} - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;

$K_{\varphi v}$ - коэффициент, учитывающий влияние угла резца в плане φ .

$$K_{mv} = \left(\frac{750}{G_s} \right) = \frac{750}{530} = 1,4.$$

$$K_{nv} = 0,8; K_{uv} = 0,8; K_{\varphi v} = 1.$$

$$K_v = 1,4 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,896.$$

$$V_p = \frac{92 \cdot 0,896}{30^1 \cdot 2^{0,25} \cdot 0,5^{0,33}} = 2,86 \text{ м/мин.}$$

8. Определяем частоту вращения шпинделя.

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_1} = \frac{1000 \cdot 2,86}{3,14 \cdot 35} = 26 \text{ мин}^{-1}.$$

Найденное значение $n=26 \text{ мин}^{-1}$ корректируем. По паспорту 1К62 $n=25 \text{ мин}^{-1}$.

9. Определение действительной скорости резания.

$$V = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 35 \cdot 25}{1000} = 2,7 \text{ м/мин.}$$

10. Определяем силу резания

Сила резания определяется по формуле:

$$P_z = C_p \times t^x \times s^y \times \mathcal{G}^{n_p} \times K_p$$

$$K_p = K_{mp} \times K_{\varphi p}$$

$$K_{\varphi p} = 1; K_{mp} = \left(\frac{530}{750}\right)^{0,35}$$

$$K_p = 1 \times \left(\frac{530}{750}\right)^{0,35} = 0,89$$

$$C_p = 180; t = 1,5^{0,25}; s = 0,5^{0,33}; \mathcal{G}^{n_p} = 2,7^{0,35}$$

$$P_z = 110,88 \text{ Н.}$$

11. Определяем мощность, затрачиваемая на резание.

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{60000} = \frac{110,88 \times 2,7}{60000} = 0,01 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{шт}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$$

Для осуществления обработки мощность на шпинделе должна превышать резания

$$N_{\text{шт}} \geq N_p$$

$$7,5 > 0,01.$$

12. определение основного технологического времени.

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + y + \Delta)}{n \cdot s}$$

$$y = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi$$

$$y = 2 \cdot \operatorname{ctg} 90^\circ = 0.$$

$$T_0 = \frac{30 \cdot 2,3}{25 \cdot 0,5} = 5,52 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время $T=5,52$ мин.

II. 1. 010. Токарная

2. Переход 2. Точить поверхность ϕ на длину 7

3. Определяем припуск h .

$$h = \frac{D_1 - D_2}{2}$$

$$h = \frac{35 - 20}{2} = 7,5 \text{ мм.}$$

4. Находим глубину резания t и число проходов i .

$$t_1 = 5; t_2 = 2,5;$$

$$i = \frac{h}{t} = \frac{7,5}{5} = 1,5 \text{ мм.}$$

5. Выбираем подачу s .

Выбираем $s=0,3$, но корректируя по паспорту станка устанавливаем $s=0,3$ мм/об.

6. Устанавливаем период стойкости режущего инструмента T . стр. 12, выбираем $T=30$ мин.

7. Определяем скорость резания

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y};$$

Сталь 35 $G_s = 530 \text{ МПа}$ 1К62 без охлаждения $C_v = 92$; $x = 0,25$; $y = 0,33$; $m = 1$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\phi v}$$

$$K_{mv} = \left(\frac{750}{G_s} \right) = \frac{750}{530} = 1,4.$$

$$K_{nv} = 0,8; K_{uv} = 0,8; K_{\phi v} = 1.$$

$$K_v = 0,896.$$

$$V_p = \frac{92 \cdot 0,896}{30^1 \cdot 5^{0,25} \cdot 0,3^{0,33}} = 2,6 \text{ м/мин.}$$

8. Определяем частоту вращения шпинделя.

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_1} = \frac{1000 \cdot 2,6}{3,14 \cdot 35} = 23,6 \text{ мин}^{-1}.$$

Найденное значение $n=23,6 \text{ мин}^{-1}$ корректируем. По паспорту 1К62 $n=25 \text{ мин}^{-1}$.

9. Определение действительной скорости резания.

$$V = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 35 \cdot 25}{1000} = 2,75 \text{ м/мин.}$$

10. Определяем силу резания .

$$P_z = C_p \times t^x \times s^y \times g^{n_p} \times K_p$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p}$$

$$K_{\phi p} = 1;$$

$$K_{mp} = \left(\frac{530}{750} \right)^{0,35}$$

$$K_p = 1 \times \left(\frac{530}{750} \right)^{0,35} = 0,89$$

$$C_p = 180; t = 5^{0,25}; s = 0,3^{0,33}; g^{n_p} = 2,75^{0,35}$$

$$P_z = 264,6 \text{ Н.}$$

11. Определяем мощность, затрачиваемая на резание.

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{60000} = \frac{264,6 \times 2,75}{60000} = 0,012 \text{ кВт.}$$

$$N_{шт} = N_{дв} \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$$

Для осуществления обработки мощность на шпинделе должна превышать резания:

$$N_{шп} \geq N_p$$

$$7,5 > 0,012$$

12. Определение основного технологического времени.

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + y + \Delta)}{n \cdot s}$$

$$y = t \cdot ctg \varphi$$

где φ – главный угол в плане резца;

$$y = 5 \cdot ctg 90^\circ = 0.$$

$$T_0 = \frac{17 \cdot 1,5}{25 \cdot 0,3} = 3,4 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время $T=3,4$ мин.

III. 1. 010. Токарная

2. Переход 5. Снять фаску с поверхности 3.

3. Находим глубину резания t и число проходов i .

$$t_1 = t_2 = 1$$

$$i = 1 \text{ мм.}$$

5. Выбираем подачу s .

Выбираем $s=0,2$, но корректируя по паспорту станка устанавливаем $s=0,21$ мм/об.

6. Устанавливаем период стойкости режущего инструмента T .

стр. 12, выбираем $T=30$ мин.

7. Определяем скорость резания

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y};$$

Сталь 35 $G_6 = 530 \text{ МПа}$ 1К62 без охлаждения $C_v = 92$; $x = 0,25$; $y = 0,33$; $m = 1$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi v}$$

$$K_{mv} = \left(\frac{750}{G_6} \right) = \frac{750}{530} = 1,4.$$

$$K_{nv} = 0,8; K_{uv} = 0,8; K_{\varphi v} = 1.$$

$$K_v = 0,896.$$

$$V_p = \frac{92 \cdot 0,896}{30^1 \cdot 1^{0,25} \cdot 0,21^{0,33}} = 4,6 \text{ м/мин.}$$

8. Определяем частоту вращения шпинделя.

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_1} = \frac{1000 \cdot 4,6}{3,14 \cdot 35} = 41,2 \text{ мин}^{-1}.$$

Найденное значение $n=41,2 \text{ мин}^{-1}$ корректируем по паспортным данным станка и устанавливаем действительное значение n частоты вращения.

По паспорту 1К62 $n=40 \text{ мин}^{-1}$.

9. Определение действительной скорости резания.

$$V = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 35 \cdot 40}{1000} = 4,39 \text{ м/мин.}$$

10. Определяем силу резания .

Сила резания определяется по формуле (Приложение 2):

$$P_z = C_p \times t^x \times s^y \times \mathcal{G}^{n_p} \times K_p$$

$$K_p = K_{mp} \times K_{\varphi p}$$

$$K_{\varphi p} = 1; K_{mp} = \left(\frac{530}{750} \right)^{0,35}$$

$$K_p = 1 \times \left(\frac{530}{750} \right)^{0,35} = 0,89$$

$$C_p = 180; t = 1^{0,25}; s = 0,21^{0,33}; \mathcal{G}^{n_p} = 4,39^{0,35}$$

$$P_z = 183,6 \text{ Н.}$$

11. Определяем мощность, затрачиваемая на резание.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{60000} = \frac{183,6 \times 4,39}{60000} = 0,013 \text{ кВт.}$$

Мощность на шпинделе стана принимается с учётом КПД механических передач станка от электродвигателя до шпинделя, значение которого дано в паспортных данных станка.

$$N_{шп} = N_{дв} \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$$

Для осуществления обработки мощность на шпинделе должна превышать резания

$$N_{шп} \geq N_p$$

$$7,5 > 0,013.$$

12. определение основного технологического времени.

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + y + \Delta)}{n \cdot s}$$

$$y = t \cdot ctg \varphi$$

где φ – главный угол в плане резца;

$$y = 1 \cdot ctg 90^\circ = 0.$$

$$T_0 = \frac{2 \cdot 1}{40 \cdot 0,21} = 0,24 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время $T=0,24$ мин.

IV. 1. 010. Токарная.

2. На вертикально-сверлильном станке 2Н 135 сверлим сквозное отверстие $\phi 10$ мм на глубину 70 мм.

Материал - сталь Охлаждение - эмульсией. Сверло - спиральное с коническим хвостовиком по ГОСТ 2092-77 из быстрорежущей стали Р18.

3. Выбираем подачу $S=0,25-0,35$. По паспортным данным станка стр. 34 выбираем $S=0,28$ об/мин.

4. Проверяем принятую подачу по осевой силе, допускаемой прочностью механизма подачи станка

$$P_0 = 9,81 D^{q_p} C_p S^{y_p} K_p, H;$$

$$C_p = 85; D = 10; q_p = 1; S = 0,28^{0,7}; K_p = \left(\frac{G_b}{750}\right)^{n_p} = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1.$$

$$P_0 = 9,81 \cdot 10 \cdot 85 \cdot 0,28^{0,7} \cdot 1 = 3335,4 H.$$

5. Назначим период стойкости сверла.

Период стойкости сверла (время работы сверла до заточки) выбирается по таблице (табл. 7 стр. 39)

$$T=25 \text{ мин.}$$

6. Расчет скорости резания, допускаемой режущими свойствами сверла

$$g_p = \frac{C_g D^q}{T^m S^y} \cdot K_{g, м / мин.}$$

D – диаметр сверла, мм; $D=10$

$$C_g = 7$$

$$m = 0.2$$

T – стойкость сверла, мин; $T=25$

S – подача, мм/об; $S=0,28$

y_g, q_g - показатели степени; $y_g = 0.7; q_g = 0.4$

K_g - поправочный коэффициент, учитывающий влияние механических свойств обрабатываемого материала.

$$K_g = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}$$

$$K_{mv} = C_M \left(\frac{750}{G_g} \right)^{nv} = 1 \cdot 1 = 1$$

$$K_{uv} = 0,8$$

$$C_M = 1$$

$$K_{lv} = 1$$

$$K_g = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,8$$

$$g_p = \frac{7 \cdot 10^{0.4}}{25^{0.2} \cdot 0,28^{0.7}} \cdot 0,8 = 19 \text{ м / мин}$$

7. Определяем частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot g_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 19}{3,14 \cdot 10} = 605 \text{ об / мин, где}$$

g - расчетная скорость резания, м/мин;

D - диаметр сверла, мм.

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспортным данным станка и найдем n_d , $n_d = 500$ об/мин.

После этого определяем действительную скорость резания:

$$g_q = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000} = 15,7 \text{ м / мин.}$$

8. Определяем крутящий момент и мощность, затрачиваемую на сверление:

$$M = 0,981 \cdot 10^{-2} \text{ Ст} \cdot D^q \cdot S^y, \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$\text{Ст} = 34$$

$$q_m = 1.9$$

$$y_m = 0.8$$

$$M = 0,981 \cdot 10^{-2} \cdot 34 \cdot 10^{1.9} \cdot 0,28^{0,8} = 9,53 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$N_{рез} = \frac{M \cdot n_d}{9554} = \frac{9,53 \cdot 500}{9554} = 0,5 \text{ кВт.},$$

Обработка возможна, если $N_{рез} \leq N_{унт}$.

Мощность на шпинделе $N_{унт} = N_{дв} \cdot \eta = 4 \cdot 0,8 = 3,2 \text{ кВт.}$

η - КПД станка

$N_{дв}$ - мощность двигателя станка (паспортные данные).

V. 1. 015. Фрезерная

2. Переход 1. Фрезеровать поверхность 2 и 3 .

3. Определяем припуск h .

$$h = \frac{D_1 - D_2}{2}$$

$$h = \frac{35 - 28}{2} = 3,5 \text{ мм.}$$

4. Находим глубину резания t и число проходов i .

$t = 2$ мм;

$$i = \frac{h}{t} = \frac{3,5}{2} = 1,75 \text{ мм.}$$

5. Выбираем подачу s .

Выбираем $s = 0,25$ мм/зуб.

6. Устанавливаем период стойкости режущего инструмента T .

Из Приложения 2, стр. 32, выбираем $T=120$ мин.

7. Определение скорости резания.

$$V = \frac{36 \cdot D^{0,45}}{T^{0,33} \cdot t^{0,3} \cdot S_z^{0,4} \cdot B^{0,1} \cdot z^{0,1}} \cdot K_v, \text{ м/мин};$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}.$$

$$K_{mv} = \left(\frac{750}{G_s} \right) = \left(\frac{750}{750} \right) = 1.$$

$$K_{nv} = 0,8; K_{uv} = 1.$$

$$K_v = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,8.$$

$$V = \frac{36 \cdot 50^{0,7}}{120^{0,33} \cdot 2^{0,3} \cdot 0,25^{0,4} \cdot 15^{0,1} \cdot 12^{0,1}} \cdot 0,8 = 73 \text{ м/мин.}$$

8. Определение частоты вращения фрезы.

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 73}{3,14 \cdot 50} = 465 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка находим $n_\delta = 500$ об/мин.

9. Определяем действительную скорость резания.

$$V_\delta = \frac{\pi \cdot D}{1000} = \frac{3,14 \cdot 50}{1000} = 0,157 \text{ м/мин.}$$

9. Определяем минутную подачу при фрезеровании и скорректируем по паспортным данным.

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n_\delta = 0,25 \cdot 12 \cdot 500 = 1500 \text{ мм/мин.}$$

Находим действительную подачу за оборот на зуб.

$$S_{об} = \frac{S_{Mg}}{n_g} = \frac{1500}{500} = 3 \text{ мм/об.}$$

$$S_{zg} = \frac{S_{об}}{z} = \frac{3}{12} = 0,25 \text{ мм/зуб.}$$

10. Определяем окружную силу P_z .

$$P_z = 68 \cdot t^{0,8} \cdot S_z^{0,72} \cdot z \cdot B \cdot D^{-0,83} = 68 \cdot 2^{0,8} \cdot 0,25^{0,72} \cdot 12 \cdot 15 \cdot 50^{-0,83} = 291 \text{ кгс.}$$

11. Определяем крутящий момент M и мощность N при фрезеровании.

$$M = \frac{P_z \cdot D}{2},$$

где М-крутящий момент;

P_z -сила резания в кгс.

$$M = \frac{291 \cdot 35}{2} = 5091 \text{ кгс мм.}$$

$$N = \frac{M \cdot n}{974000} = \frac{5091 \cdot 500}{974000} = 2,6 \text{ кВт.}$$

12. Мощность резания должна быть меньше или равна мощности на шпинделе станка:

$$N \leq N_{\text{шт}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta, \text{ где}$$

$N_{\text{дв}}$ - мощность двигателя станка,

η - КПД станка.

$$2,6 \leq N_{\text{шт}} = 7 \cdot 0,75 = 5,25 \text{ кВт}$$

Что удовлетворяет условию.

13. Определение основного технологического времени:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + y + \Delta)}{n \cdot s};$$

$$y = t \cdot \text{ctg} \varphi$$

где φ – главный угол в плане резца;

$$y = 2 \cdot \text{ctg} 90^\circ = 0.$$

$$T_o = \frac{20 \cdot 1,75}{500 \cdot 0,25} = 0,28 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время $T=0,28$ мин.

4.4 Разработка метода контроля детали и проектирования измерительного инструмента.

Калибрами называются бесшкальные инструменты, предназначенные для контроля размеров, формы и расположения поверхностей деталей. Основное достоинство предельных калибров – простота и достаточно высокая производительность контроля.

Построим схему расположения полей допусков всех калибров и контракалибров для посадки $\phi 40$ по СТ СЭВ 157-75 и подсчитать их исполнительные размеры.

По СТ СЭВ 144-75 находим предельные отклонения вала:

$$EI = -80 \text{ мкм}; ES = -142 \text{ мкм}.$$

$$\text{Тогда для вала } D_{\max} = 39.92, D_{\min} = 39.858.$$

Для заданных интервалов размеров по таблице 1 [13] находим (мкм):

$$N = 5; N_1 = 8; Z_1, Z = 13; N_p = 3; y, y_1 = 0.$$

С помощью схем расположения полей допусков калибров-скоб (таблица 2 [13]) вычисляем следующие величины:

1. Минимальный размер проходного калибра-скобы:

$$Pr_{\min} = D_{\max} - Z_1 - \frac{H_1}{2} = 39.92 - 0.013 - \frac{0.008}{2} = 39.903, \text{ мм}$$

2. Минимальный размер непроходного калибра-скобы:

$$HE_{\min} = D_{\min} - \frac{H_1}{2} = 39.858 - \frac{0.008}{2} = 39.854, \text{ мм}$$

Используя таблицу 2 [13], можно вычислить предельные размеры контракалибров к скобам.

$$1. K - PP_{\max} = D_{\max} - Z_1 + \frac{H_p}{2} = 39.92 - 0.013 + 0.0015 = 39.9085, \text{ м}$$

$$2. K - I_{\max} = D_{\max} + y_1 + \frac{H_p}{2} = 39.92 + 0 + 0.0015 = 39.9215, \text{ м}$$

$$3. K - HE_{\max} = D_{\min} + \frac{H_p}{2} = 39.858 + 0.0015 = 39.85, \text{ мм}.$$

5 РАЗРАБОТКА ВОПРОСОВ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В настоящей Типовой инструкции (далее - Инструкция) приведены требования по охране труда для машиниста бульдозера.

Данная Инструкция предназначена для разработки местных инструкций с учетом конкретных условий труда.

5.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Инструкция по охране труда является основным документом, устанавливающим для рабочих правила поведения на производстве и требования безопасного выполнения работ.

1.2. Знание Инструкции по охране труда обязательно для рабочих всех разрядов и групп квалификации, а также их непосредственных руководителей.

1.3. Администрация предприятия (цеха) обязана создать на рабочем месте условия, отвечающие правилам по охране труда, обеспечить рабочих средствами защиты и организовать изучение ими настоящей Инструкции по охране труда.

На каждом предприятии должны быть разработаны и доведены до сведения всего персонала безопасные маршруты следования по территории предприятия к месту работы и планы эвакуации на случай пожара и аварийной ситуации.

1.4. Каждый рабочий обязан:

соблюдать требования настоящей Инструкции;

немедленно сообщать своему непосредственному руководителю, а при его отсутствии - вышестоящему руководителю о происшедшем несчастном случае и обо всех замеченных им нарушениях требований Инструкции, а также о неисправностях сооружений, оборудования и защитных устройств;

помнить о личной ответственности за несоблюдение требований техники безопасности;

содержать в чистоте и порядке рабочее место и оборудование;

обеспечивать на своем рабочем месте сохранность средств защиты, инструмента, приспособлений, средств пожаротушения и документации по охране труда.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ выполнять распоряжения, противоречащие требованиям настоящей Инструкции и "Правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок" (ПТБ). - М.: Энергоатомиздат, 1987.

2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1. К работе на данную рабочую профессию допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие предварительный медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний к выполнению вышеуказанной работы.

2.2. Рабочий при приеме на работу должен пройти вводный инструктаж. До допуска к самостоятельной работе рабочий должен пройти:

первичный инструктаж на рабочем месте;

проверку знаний настоящей Инструкции по охране труда; действующей Инструкции по оказанию первой помощи пострадавшим в связи с несчастными случаями при обслуживании энергетического оборудования; по применению средств защиты, необходимых для безопасного выполнения работ; ПТБ для рабочих, имеющих право подготавливать рабочее место, осуществлять допуск, быть производителем работ, наблюдающим и членом бригады в объеме, соответствующем обязанностям ответственных лиц ПТБ;

обучение по программам подготовки по профессии.

2.3. Допуск к самостоятельной работе должен оформляться соответствующим распоряжением по структурному подразделению предприятия.

2.4. Вновь принятому рабочему выдается квалификационное удостоверение, в котором должна быть сделана соответствующая запись о проверке знаний инструкций и правил, указанных в п. 2.2, и право на выполнение специальных работ.

Квалификационное удостоверение для дежурного персонала во время исполнения служебных обязанностей может храниться у начальника смены цеха или при себе в соответствии с местными условиями.

2.5. Рабочие, не прошедшие проверку знаний в установленные сроки, к самостоятельной работе не допускаются.

2.6. Рабочий в процессе работы обязан проходить:

повторные инструктажи - не реже одного раза в квартал;

проверку знаний Инструкции по охране труда и действующей Инструкции по оказанию первой помощи пострадавшим в связи с несчастными случаями при обслуживании энергетического оборудования - один раз в год;

медицинский осмотр - один раз в два года;

проверку знаний по ПТБ для рабочих, имеющих право подготавливать рабочее место, осуществлять допуск, быть производителем работ, наблюдающим или членом бригады, - один раз в год.

2.7. Лица, получившие неудовлетворительную оценку при квалификационной проверке, к самостоятельной работе не допускаются и не позднее одного месяца должны пройти повторную проверку.

При нарушении правил техники безопасности в зависимости от характера нарушений проводится внеплановый инструктаж или внеочередная проверка знаний.

2.8. При несчастном случае рабочий обязан оказать первую помощь пострадавшему до прибытия медицинского персонала. При несчастном случае с самим рабочим, в зависимости от тяжести травмы, он должен обратиться за медицинской помощью в здравпункт или сам себе оказать первую помощь (самопомощь).

2.9. Каждый работник должен знать местоположение аптечки и уметь ею пользоваться.

2.10. При обнаружении неисправных приспособлений, инструмента и средств защиты рабочий должен сообщить своему непосредственному руководителю.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ работать с неисправными приспособлениями, инструментом и средствами защиты.

2.11. Во избежание попадания под действие электрического тока не следует наступать или прикасаться к оборванным, свешивающимся проводам.

2.12. Невыполнение требований Инструкции по охране труда для рабочего рассматривается как нарушение производственной дисциплины.

За нарушение требований инструкций рабочий несет ответственность в соответствии с действующим законодательством.

2.13. В процессе работы машиниста бульдозера могут иметь место следующие опасные и вредные производственные факторы: повышенная загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте.

2.14. Для защиты от воздействия опасных и вредных факторов необходимо применять соответствующие средства защиты.

При выполнении работ на участках с температурой воздуха выше 33 °С должны быть установлены воздушно-душирующие установки.

Работу в зонах с низкой температурой окружающего воздуха следует производить в теплой спецодежде и чередовать по времени с нахождением в тепле.

При повышенном уровне шума нужно применять противошумные защитные средства (наушники, вкладыши "Беруши" и др.).

При повышенной запыленности воздуха рабочей зоны необходимо работать в противопылевом респираторе ("Лепесток", Ф-62Ш, У-2К, "Астра-2", РП-КМ и др.).

2.15. Машинист бульдозера должен работать в спецодежде и применять средства защиты, выдаваемые в соответствии с действующими отраслевыми нормами.

2.16. Машинисту бульдозера бесплатно выдаются согласно отраслевым нормам следующие средства индивидуальной защиты:

полукомбинезон хлопчатобумажный (на 12 мес.);

рукавицы комбинированные (на 3 мес.);

сапоги резиновые (на 12 мес.);

валенки (по поясам);

куртка хлопчатобумажная на утепляющей прокладке (по поясам);

брюки хлопчатобумажные на утепляющей прокладке (по поясам).

При выдаче двойного сменного комплекта спецодежды срок носки удваивается.

В зависимости от характера работ и условий их производства машинисту бульдозера бесплатно временно выдается дополнительная спецодежда и защитные средства для этих условий.

3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕД НАЧАЛОМ РАБОТЫ

3.1. Перед приемом смены машинист бульдозера должен:

привести в порядок спецодежду. Рукава и полы спецодежды следует застегнуть на все пуговицы, волосы убрать под головной убор. Одежду необходимо заправить так, чтобы не было свисающих концов или развевающихся частей. Обувь должна быть закрытой и на низком каблуке.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ засучивать рукава спецодежды.

3.2. Перед пуском двигателя необходимо:

убедиться в отсутствии посторонних предметов на вращающихся деталях трактора, защитных кожухах;

убедиться, что рычаг переключения скоростей находится в нейтральном положении;

вытереть все наружные части машины, на которые попали ТСМ.

Общие требования

1. К самостоятельной работе на тракторе с отвалом допускаются лица, достигшие 18 лет, имеющие удостоверение на право управления и прошедшие обучение и инструктажи по безопасности гряда|.

2. Во время работы машинисты должны пользоваться спецодеждой.

3. Бульдозер должен находиться в технически исправном состоянии.

4. Запрещается эксплуатировать бульдозер при наличии течи в топливной или масляной системе.

Требования перед началом и во время производства работ

5. Перед началом работ машинист бульдозера должен ознакомиться с зоной производства работ: рельефом местности, грунтами, выяснить и уточнить местонахождение подземных коммуникаций, линий электропередачи.

6. Если в радиусе выполняемых работ имеются подземные сооружения и коммуникации, работы должны выполняться под непосредственным руководством мастера или производителя работ.

7. Перед запуском двигателя необходимо:

- убедиться в отсутствии посторонних предметов на агрегатах;
- убедиться, в нейтральном положении рычага скоростей.

8. Движение под уклон должно производиться только на первой скорости.

9. Запрещается передвижение поперек крутых склонов, угол наклона которых превышает 30°.

10. Во время работы машинист обязан:

- передвигаться по строительной площадке и производить работу только в местах, указанных непосредственным производителем работ,
- перед началом передвижения, а также перед поворотом убедиться в отсутствии на пути препятствий или посторонних предметов.

11. В темное время суток место работ должно быть освещено.

12. В процессе работы запрещается:

- передавать управление машиной другому лицу;

- перевозить в кабине людей, кроме лиц, проходящих практическую подготовку;

- оставлять машину с работающим двигателем.

13. Запрещается работать на бульдозере, не имеющем исправного сигнального устройства.

14. Очищать рабочий орган машины от налипшего грунта разрешается только после остановки агрегата и обязательно лопатой или скребком.

15. При работе машин с гидравлической системой управления необходимо:

- следить за исправностью предохранительного клапана, служащего для пропускания части масла из распределителя в бак;

- тщательно затягивать соединения гибких рукавов во избежание пропускания масла во время работы;

- в случае разрыва гибких шлангов выключить насос и остановить рыхлитель.

Требования по окончании работ

Закончив работу, следует поставить бульдозер на специально отведенное место, выключить двигатель, перевести рычаг переключения передач в нейтральное положение, прекратить подачу топлива, затормозить машину, опустить рабочее оборудование на грунт или специальные подставки и принять меры, исключающие возможность пуска двигателя рыхлителя посторонними лицами.

Машину необходимо очистить от пыли и грязи и осмотреть, устранив мелкие дефекты.

Механизмы рыхлителя нужно смазать согласно инструкции.

5.2 Физическая культура на производстве

Ряд видов труда требует специальной физической подготовленности, которая может быть обеспечена только специфическими средствами и методами физической подготовки.

Непосредственно в рамках трудового процесса физическая культура представлена главным образом производственной гимнастикой, которая в основном имеет три формы: вводная гимнастика, физкультурные паузы и физкультминуты.

Вводная гимнастика - организованное, систематическое выполнение специально подобранных физических упражнений перед началом работы с целью быстрого вработывания. Физкультурная пауза - выполнение физических упражнений в период рабочей смены с целью достижения срочного адаптивного отдыха. Физкультминуты - представляют собой кратковременные перерывы в работе от 1 до 3 мин, когда выполняются 2-3 физических упражнения.

6. РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Охрана окружающей среды осуществляется согласно федеральному закону «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 года №7-ФЗ.

Охраной окружающей среды называется комплекс мероприятия по недопущению и предотвращению, а также устранению последствий загрязнения. Охрана окружающей среды - это комплексная проблема, требующая огромных финансовых затрат и специалистов.

Антропогенные источники загрязнения многообразны и различны по структуре загрязнения. В настоящее время насчитывается более 300 видов вредных веществ, загрязняющих атмосферу, и их количество постоянно растёт с ростом промышленного производства и потребностей человека.

Воздух имеет следующий состав: азот 78,8%; кислород 20,95%; инертные газы 0,93%; углекислый газ 0,03%; прочие газы 0,01%. Наличие вредных примесей отрицательно сказывается на самочувствии человека.

Во время обкатки и испытания двигателя на стенде в воздух попадает небольшое количество отработавших газов и пыли, что влияет, как на состояние человека, так и на окружающую среду, попадая в неё через сточные воды. На территории предприятия образуются сточные воды трёх видов: бытовые, поверхностные и производственные.

Теперь с их помощью лесники смогут не только более эффективно тушить природные пожары, но и проводить опашку, которая защищает населенные пункты от огня и заниматься лесовосстановлением. Бульдозеры используются для создания профилактических противопожарных разрывов и опашки территорий, подверженных угрозе лесных пожаров, чтобы ограничить возможное распространение огня. На лесном пожаре один бульдозер заменяет работу нескольких десятков человек, в короткие сроки прокладывая противопожарные разрывы.

Также следует отметить высокий профессионализм трактористов, работающих с данной техникой. На тушении лесных пожаров работа на

бульдозере проходит в тяжелых условиях: плохо проходима местность, задымленность, высокие температуры, падающие деревья. Нередко приходится производить ремонтные работы в полевых условиях.

7 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВКР

7.1 Исходные данные для расчета

Экономический расчет производится для расчетов экономического эффекта от внедрения новой техники.

Базисным в проекте является трактор гусеничный МТЗ 2103. Предлагается переоборудовать для выполнения бульдозерных работ.

Необходимые для расчета исходные данные занесены в таблицу 7.1.

Таблица 7.1 - Исходные данные

Показатели	Значения
Масса, кг	13900
Оптово отпускная стоимость машины, тыс. руб.	1100
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	85(115)
Расход топлива, кг/час	21,5
Продолжительность смены, час	8,2
Срок эксплуатации, лет	10
Норма амортизационных отчислений, %	10,0
Норма затрат на ремонт, ТО и хранение, %	11,2

Расчетно-балансовая стоимость K , тыс. руб, определяется по формуле

$$K = C_m \cdot R_{\zeta}, \quad (7.1)$$

где C_m – оптово-отпускная цена машины, тыс. руб;

R_{ζ} – коэффициент перехода от оптово-отпускной цены машины к ее инвентарно-расчетной стоимости;

$R_{\zeta} = 1,07$ – для машин не требующих монтажа, для машин требующих монтажа $R_{\zeta} = 1,12$.

Балансовая стоимость базовой машины:

$$K^b = 1100 \cdot 1,07 = 1177 \text{ тыс. руб.}$$

Балансовая стоимость:

$$K^n = (\Pi_{\text{б}} + \Pi_{\text{конст}}) \cdot R_{\text{б}}, \quad (7.2)$$

$$K^n = (1100 + 18 + 80) \cdot 1,12 = 1342 \text{ тыс. руб.}$$

Дополнительные капитальные вложения:

$$K_{\text{дон}} = K^n - K^{\text{б}}, \quad (7.3)$$

$$K_{\text{дон}} = 1342 - 1177 = 165 \text{ тыс. руб.}$$

Годовая эксплуатационная :

$$\Pi_{\text{г}} = \Pi_{\text{см}} \cdot N \cdot K_{\text{см}} \cdot K_u, \quad (7.4)$$

где $\Pi_{\text{см}}$ - сменная производительность, $\text{м}^3/\text{см}$;

$N^{\text{б}}$ – число рабочих дней в году; $N = 235$ дн.;

N^n – число рабочих дней в году; $N = 210$ дн.;

$K_{\text{см}}$ – коэффициент сменности; $K_{\text{см}} = 1$;

K_u – коэффициент использования рабочего времени; $K_u = 0,85$.

Сменная производительность :

$$\Pi_{\text{см}}^{\text{б}} = \frac{[T - (T_{\text{нз}} + T_{\text{отд}})] \cdot Q}{T_1 + T_2 + T_3}, \quad (7.5)$$

где T - продолжительность смены, мин.;

$T_{\text{нз}}$ и $T_{\text{отд}}$ – подготовительно-заключительное время и время отдыха, мин.;

T_1 – время пробега на расстояние трелевки в обоих направлениях, мин.;

T_2 – время набора пачки, мин.;

T_3 – время сброса пачки, мин.;

Q - рейсовая нагрузка, м^3 ;

$T_{\text{нз}}$ и $T_{\text{отд}}$ – из нормативов, мин.;

T_2, T_3 – приняты по данным хронометрических наблюдений, мин.

$$\Pi_{\text{см}}^{\text{б}} = \frac{(420 - 44) \cdot 4,4}{4,6 + 1,63 + 1,45} = 215,4 \text{ м}^3 / \text{см},$$

$$\Pi_{\text{чм}}^{\text{б}} = \Pi_{\text{см}}^{\text{б}} / t_{\text{см}},$$

$$\Pi_{\text{чм}}^{\text{б}} = 215,4 / 8,2 = 26,27 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Сменная производительность:

$$\Pi_{\text{см}}^n = \Pi_{\text{чм}}^n \cdot t_{\text{см}}, \quad (7.6)$$

где $\Pi_{чм}^n$ – часовая эксплуатационная производительность бульдозера при разработке и перемещении грунта на 30 м; $\Pi_{чм}^n = 30 \text{ м}^3/\text{ч}$;

$t_{см}$ – продолжительность смены, час; $t_{см} = 8,2$ ч.

$$\Pi_{см}^n = 30 \cdot 8,2 = 246 \text{ м}^3/\text{см},$$

$$\Pi_2^{\delta} = 215,4 \cdot 235 \cdot 1 \cdot 0,85 = 43026 \text{ м}^3,$$

$$\Pi_2^n = 246 \cdot 210 \cdot 1 \cdot 0,85 = 43911 \text{ м}^3.$$

Удельные капитальные вложения:

$$K_{уд} = \frac{K}{\Pi_{э2}}, \quad (7.7)$$

где K – капитальные вложения на приобретение машины, руб;

$\Pi_{э2}$ – эксплуатационная годовая производительность машины, м^3 .

$$K_{уд}^{\delta} = \frac{K^{\delta}}{\Pi_{э2}^{\delta}} = \frac{1137}{43016} = 27,35 \text{ руб}/\text{м}^3,$$

$$K_{уд}^n = \frac{K^n}{\Pi_{э2}^n} = \frac{1342}{43911} = 30,56 \text{ руб}/\text{м}^3.$$

Определение себестоимости и трудоемкости машино-часа.

Себестоимость машино-часа :

$$C_{ч} = C_{ед} + C_{ам} + C_{обс} + C_{эм} + C_{то} + C_{осн}, \quad (7.8)$$

где $C_{ед}$ – единовременные затраты на демонтаж, транспортирование машины, приходящиеся на 1 машино-час, руб./м-ч;

$C_{ам}$ – годовые затраты – амортизационные отчисления приходящиеся на 1 машино-час, руб./м-ч;

$C_{обс}$ – часовые затраты на обслуживающий персонал, руб./м-ч;

$C_{эм}$ – часовые затраты на энергоматериалы (топливо, электроэнергию) и стоимость смазочных и обтирочных материалов, руб./м-ч;

$C_{то}$ – часовые затраты на техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт машин (ТР), руб./м-ч;

$C_{осн}$ – часовые затраты на износ и ремонт сменной оснастки, руб./м-ч.

Часовые единовременные затраты:

$$C_{ед} = C_{тр} + C_{дм}, \quad (7.9)$$

где C_{mp} – стоимость транспортировки машины до объекта на 1 машино-час, руб/м-ч;

$C_{\text{дм}}$ – стоимость демонтажа и монтажа машины на 1 машино-час, руб/м-ч.

Монтаж и демонтаж на объекте для агрегата не требуется, т.е. $C_{\text{дм}}=0$.

Стоимость транспортировки:

$$C_{mp} = \frac{K_{zc} \cdot S_{\text{тр}} \cdot m \cdot n}{T_z}, \quad (7.10)$$

где n – число перебазирований машины с объекта на объект; $n = 1$;

K_{zc} – коэффициент учитывающий заготовительно-складские расходы;

$K_{zc} = 1,04$;

m – масса машины, т;

$S_{\text{тр}}$ – стоимость транспортировочных расходов 1т массы машины, руб./т;

$S_{\text{тр}} = 2000$ руб./т

T_z – число часов работы машины в году.

$$C_{mp}^{\text{б}} = \frac{1,04 \cdot 2000 \cdot 13,9 \cdot 1}{1927} = 15 \text{руб/м-ч},$$

$$C_{mp}^{\text{н}} = \frac{1,04 \cdot 2000 \cdot 14,4 \cdot 1}{1722} = 17,4 \text{руб/м-ч},$$

$$C_{\text{ед}}^{\text{б}} = 15,0 + 0 = 15,0 \text{руб/м-ч},$$

$$C_{\text{ед}}^{\text{н}} = 17,4 + 0 = 17,4 \text{руб/м-ч}.$$

Часовые затраты по амортизационным отчислениям:

$$C_{\text{см}} = \frac{K \cdot a}{100 \cdot T_r}, \quad (7.11)$$

$$C_{\text{см}}^{\text{б}} = \frac{K^{\text{б}} \cdot a}{100 \cdot T_r} = \frac{1177000 \cdot 10}{100 \cdot 1927} = 61,1 \text{руб},$$

$$C_{\text{см}}^{\text{н}} = \frac{K^{\text{н}} \cdot a}{100 \cdot T_r} = \frac{1342000 \cdot 10}{100 \cdot 1722} = 77,9 \text{руб}.$$

Затраты на обслуживающий персонал:

$$C_{\text{обс}} = Z_{\text{мч}} \cdot 1,26 \cdot 1,2, \quad (7.12)$$

где $C_{\text{обс}}$ – затраты на заработную плату обслуживающего персонала, руб/ч;

$Z_{\text{мч}}^{\text{б}}$ – часовая тарифная ставка машиниста V разряда; $Z_{\text{мч}}^{\text{б}} = 72,7$ руб;

$Z_{\text{мч}}^{\text{н}}$ – часовая тарифная ставка машиниста VI разряда; $Z_{\text{мч}}^{\text{н}} = 84,4$ руб;

1,2 – коэффициент, учитывающий доплаты;

1,26 – коэффициент, учитывающий отчисления в социальные фонды.

$$C_{обс}^б = 72,7 \cdot 1,26 \cdot 1,2 = 110 \text{ руб/м-ч,}$$

$$C_{обс}^н = 84,4 \cdot 1,26 \cdot 1,2 = 127,6 \text{ руб/м-ч.}$$

Энергетические затраты:

$$C_{эз} = (C_m + C_{всп})1,1, \quad (7.13)$$

где C_m – стоимость топлива, руб/кг;

$C_{всп}$ – стоимость вспомогательных смазочных обтирочных материалов, руб/м-ч;

1,1 – коэффициент, учитывающий косвенные расходы (10%).

Стоимость топлива:

$$C_m = \Pi_m \cdot q_m, \quad (7.14)$$

где q_m – часовой расход дизельного топлива, кг/м-ч; $q_r = 21,5$ кг/м-ч;

Π_m – цена топлива, руб/кг; $\Pi_r = 25$ руб/кг.

$$C_m = 25 \cdot 21,5 = 538 \text{ руб/м-ч.}$$

Стоимость вспомогательных и обтирочных материалов:

$$C_{всп} = \frac{C_m \cdot P}{100}, \quad (7.15)$$

где C_m – затраты на топливо, руб/м-ч; $C_m = 538$ руб/м-ч;

P – доля затрат на вспомогательные, смазочные и обтирочные материалы, %; $P = 20$.

$$C_{всп} = \frac{538 \cdot 20}{100} = 108 \text{ руб/м-ч,}$$

$$C_{эз}^б = (538 + 108)1,1 = 711 \text{ руб/м-ч,}$$

$$C_{эз}^н = 711 \text{ руб/м-ч.}$$

Часовые затраты на текущий ремонт, техническое обслуживание:

$$C_{то} = C_{прч} + C_{рм}, \quad (7.16)$$

где $C_{прч}$ – заработная плата рабочих, приходящаяся на машино-час;

$C_{рм}$ – стоимость ремонтных материалов и запасных частей.

Заработная плата ремонтных рабочих :

$$C_{ppч} = Z_{ppч} \cdot T_{ирц} \cdot 1,25 \cdot 1,125, \quad (7.17)$$

где $Z_{ppч}$ – часовая заработная плата ремонтных рабочих, руб/чел·ч;

$T_{ирц}$ – трудоемкость ТО и ТР на 1 час межремонтного цикла, чел·ч;

1,2 – коэффициент, учитывающий доплаты;

1,26 – коэффициент, учитывающий отчисления в социальные фонды;

$$C_{ppч} = 48,5 \cdot 0,23 \cdot 1,26 \cdot 1,2 = 17 \text{ руб/м-ч.}$$

Стоимость ремонтных материалов и запасных частей:

$$C_{рм} = C_{ppч} \cdot K_{рм} \cdot 1,1, \quad (7.18)$$

где $K_{рм}$ – переходной коэффициент от заработной платы ремонтных рабочих к стоимости ремонтных материалов; $K_{рм} = 1,8$.

$$C_{рм} = 48,5 \cdot 1,8 \cdot 1,1 = 96,0 \text{ руб/м-ч,}$$

$$C_{то}^{\bar{}} = 17 + 96 = 113 \text{ руб/м-ч,}$$

$$C_{то}^n = 113 \text{ руб/м-ч.}$$

Затраты на износ и ремонт сменной оснастки :

$$C_{осн} = k'_{осн} \cdot C_{то}, \quad (7.19)$$

где $k'_{осн}$ – коэффициент перехода от затрат на все виды ремонта и на техническое обслуживание к затратам на износ и ремонт сменной оснастки.

$$C_{осн}^{\bar{}} = 0,07 \cdot 113 = 7,9 \text{ руб/м-ч,}$$

$$C_{осн}^n = 0,112 \cdot 113 = 12,6 \text{ руб/м-ч.}$$

$$C_{уд}^{\bar{}} = 15,0 + 61,1 + 110 + 711 + 113 + 7,9 = 1018 \text{ руб/м-ч,}$$

$$C_{уд}^n = 17,4 + 77,9 + 127,6 + 711 + 113 + 12,6 = 1060 \text{ руб/м-ч.}$$

Себестоимость продукции:

$$C_{уд} = \frac{C_{час}}{П_{час}}, \quad (7.20)$$

$$C_{уд}^{\bar{}} = \frac{1018}{26,27} = 38,75 \text{ руб/м}^3.$$

$$C_{уд}^n = \frac{1060}{30} = 35,3 \text{ руб/м}^3.$$

Годовая экономия:

$$\mathcal{E}_2 = (C_{y\partial}^{\delta} - C_{y\partial}^n) \cdot \Pi_2^n, \quad (7.21)$$

где $C_{y\partial}^{\delta}, C_{y\partial}^n$ - себестоимость единицы продукции при производстве ее базовой и новой техникой, руб./м³;

Π_2^n - годовая выработка новой машины.

$$\mathcal{E}_2 = (38,75 - 35,3) \cdot 43911 = 151492 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений:

$$T_{ок} = \frac{K_{доп}}{\mathcal{E}_2} \leq T_n, \quad (7.22)$$

где T_n - нормативный срок окупаемости капитальных вложений, при модернизации принимается $T_n = 5$ лет.

$$T_{ок} = \frac{165000}{151492} = 1,1 \text{ год.}$$

Срок окупаемости составляет 1,1 года.

Годовой экономический эффект:

$$\mathcal{E}_{2.эф} = \Pi_2^n \cdot [(C_{уд}^{\delta} + K_{уд}^{\delta} \cdot E_n) - (C_{уд}^n + K_{уд}^n \cdot E_n)], \quad (7.23)$$

$$\mathcal{E}_{2.эф} = 43911 \cdot [(38,75 + 27,35 \cdot 0,2) - (35,3 + 30,56 \cdot 0,2)] = 123390 \text{ тыс. руб.}$$

Таблица 7.2 - Техничко-экономические показатели

Показатели	Значения	
	Базовые	Проектные
Масса трактора с отвалом, кг	13900	14400
Балансовая стоимость, тыс.руб.	1177	1342
Часовая эксплуатационная производительность, м ³ /ч	26,27	30,0
Годовая производительность, м ³	43026	43911
Удельные капитальные вложения, руб./м ³	27,35	30,56
Себестоимость единицы продукции, руб./м ³	38,75	35,3
Годовой экономический эффект, руб.	-	123390
Срок окупаемости, год	-	1,1

Результаты расчетов показывают, что внедрение проектируемой машины целесообразно так, как дополнительные затраты на модернизацию ее окупаются за счет снижения удельных эксплуатационных затрат за срок меньший нормативного.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты расчетов показывают, что внедрение проектируемой машины целесообразно так, как дополнительные затраты на модернизацию ее окупаются за счет снижения удельных эксплуатационных затрат за срок меньший нормативного.

Предлагаемая в ВКР трактор с отвалом позволит получить годовой экономический эффект более 123 тыс. руб.

Капитальные вложения окупятся менее за 1,1 года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бульдозеры и рыхлители. Б. З. Захарчук [и др.]; отв. ред. Захарчук Б.З. - М.: Машиностроение, 1987 – 298с.: ил.
2. Справочник конструктора дорожных машин. Под ред. И.П. Бородачева - М.: Машиностроение, 1972. - 504 с.: ил.
3. Журнал “Горная промышленность” №4 2002/ В. Д. Ковригин. Особенности формирования рынка бульдозеров в России [Электрон, ресурс] - <http://www.mining-media.ru/ru/article/transport/1652-osobennosti-formirovaniya-rynka-buldozerov-v-rossii>.
4. Основное о бульдозерах. Рабочее оборудование бульдозеров [Электрон. ресурс] - Режим доступа <http://exkavator.ru/articles/buldozer/~id=10706>
5. Трактор гусеничный «Беларус» 2103: руководство по эксплуатации / МТЗ-Холдинг. – 246 с.
6. Щемелёв, А.М. Проектирование гидропривода машин для земляных работ : учеб. пособие / А.М. Щемелев. — Могилёв : ММИ, 1995. — 322 с.: ил.
7. Иванов, М. Н. Детали машин: Учебник / М. Н. Иванов. - М.: Высш. шк., 1984. - 336 с.: ил.
8. Охрана труда в машиностроении. Учебник для машиностроительных вузов/ Под. общ. ред. Е.Я. Юдина. - М.: Машиностроение, 1982. - 153с.:ил..
9. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды. Малов Р. В., Ерохов В. И., Щетина В. А. и др. - М.: Транспорт, 1982.
10. Хафизов К.А., Хафизов Р.Н. Выпускная квалификационная работа. Учебно- методическое пособие для бакалавров по направлениям подготовки «Агроинженерия», «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» и специалистов по направлению подготовки «Наземные транспортно-технологические средства» – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2014.– 280 с.
11. Булгариев, Г.Г. Методические указания по экономическому

обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМиТС) /Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев. – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2009. – 64 с.

12. Землеройно – транспортные машины: Учеб. пособие для сред. и высш. учебных заведений / Н.Г. Домбровский, М.И. Гальперин. – М.: Машиностроение, 1965. - 276с.

13. Саньков В.М., Евграфов В.А., Юрченко Н.И. Основы эксплуатации транспортных и технологических машин и оборудования. – М.: Колос, 2001.- 256с.

14. Бабков, В.Ф. и др. Основы грунтоведения и механики грунтов./ В.Ф. Бабков, В.М. Безрук - М.: Высшая школа, 1976. - 328с.

15. Носов, Н.А. Расчет и конструирование гусеничных машин./ Н.А. Носов - Л.: Машиностроение, 1972. - 559с.

СПЕЦИФИКАЦИИ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	ВКР 23.05.01.116.20.РКО.01.01.000	Отвал	1	
		2	ВКР 23.05.01.116.20.РКО.01.02.000	Рама	1	
		3	ВКР 23.05.01.116.20.РКО.01.03.000	Раскос	2	
		4	ВКР 23.05.01.116.20.РКО.01.04.000	Раскос горизонтальный	2	
				<u>Детали</u>		
		5	ВКР 23.05.01.116.20.РКО.01.00.001	Проушина поворотная	4	
		6	ВКР 23.05.01.116.20.РКО.01.00.002	Крышка	1	
		7	ВКР 23.05.01.116.20.РКО.01.00.003	Крышка	1	
		8	ВКР 23.05.01.116.20.РКО.01.00.004	Втулка	6	
		9	ВКР 23.05.01.116.20.РКО.01.00.005	Втулка	4	
		10	ВКР 23.05.01.116.20.РКО.01.00.006	Втулка	2	
		11	ВКР 23.05.01.116.20.РКО.01.00.007	Держатель оси	10	
		12	ВКР 23.05.01.116.20.РКО.01.00.008	Держатель оси	2	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		13		Болт М12 х 1,25-6д х 20 ГОСТ 7798-70	12	
		14		Болт М24 х 1,25-6д х 60 ГОСТ 7798-70	6	
		15		Масленка 1.2Ц6 ГОСТ 19853-74	1	
		16		Ось 7-70 х 160 ГОСТ 9650-80	6	
		17		Ось 7-70 х 200 ГОСТ 9650-80	4	
				ВКР 23.05.01.116.20.РКО.00.000		
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		
Разраб.		Хаматханов И.Ф.		06.20	Литера	Лист
Провер.		Усенков Р.А.		06.20		1
Н. Контр.		Усенков Р.А.		06.20	Казанский ГАУ Каф ТАиЗУ	
Утв.		Хафизов Р.Н.		06.20		
Рабочее оборудование						

ПРИЛОЖЕНИЯ