

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ 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 колесного трактора категории Т тягового класса 14 кН с разработкой устройства для предпусковой прокачки масла в двигателе

Шифр ВКР.23.05.01.335.20.00.00.00.ПЗ

Студент	<u>6262-124</u>	<u></u> подпись	<u>Хадиев А. Р.</u> Ф.И.О.
Руководитель	<u>доцент</u> ученое звание	<u></u> подпись	<u>Синицкий С.А.</u> Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите

(Протокол № 7 от 06.02 2020 г.)

Зав. кафедрой	<u>д.т.н., профессор</u> ученое звание	<u></u> подпись	<u>Хафизов К.А</u> Ф.И.О.
---------------	---	---	------------------------------

Казань – 2020 г.

АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Хадиева Артура Рафисовича, выполнившего выпускную квалификационную работу на тему: “Проектирование колесного трактора категории Т тягового класса 14 кН с разработкой устройства для предпусковой прокачки масла в двигателе”.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки с приложениями на 85 листах машинописного текста. Включает в себя 13 таблиц, 11 рисунков. Библиографический список состоит из 15 источников. Графическая часть ВКР выполнена на 9 листах формата А1.

Первая часть ВКР - тяговый расчет трактора

Во второй рассматривается эскизная компоновка трактора.

В третьей части приведена конструкторская разработка устройства для предпусковой прокачки масла в двигателе.

В четвертой части приведена технология изготовления детали

В пятой части разработаны мероприятия по технике безопасности и физической культуре на производстве

В шестой части разработаны мероприятия по экологии

В седьмой части приведено экономическое обоснование проектируемых мероприятий

Пояснительная записка завершается выводами и списком литературы.

ANNOTATION

On the final qualifying work of Arthur Rafisovich Khadiev, who completed the final qualifying work on the topic: "Design of a wheeled tractor of the category T of the traction class 14 kN with the development of a device for pre-starting oil pumping in the engine".

The final qualifying work consists of an explanatory note with appendices on 85 sheets of typewritten text. Includes 13 tables, 11 figures. The bibliographic list consists of 15 sources. The graphic part of the WRC is made on 9 sheets of A1 format.

The first part of the WRC-tractor traction calculation

In the second section, a sketch layout of the tractor is considered.

The third part shows the design development of a device for pre-starting oil pumping in the engine.

The fourth part shows the manufacturing technology of the part

In the fifth part, measures have been developed for safety and physical culture in production

In the sixth part, environmental measures were developed

The seventh part provides an economic justification for the planned activities

The explanatory note concludes with conclusions and a list of references.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	8
1. ТЯГОВЫЙ РАСЧЕТ ТРАКТОРА	9
1.1. Определение массы трактора.....	9
1.2 Подбор прототипа трактора.	10
1.3 Определение параметров ходовой части колесного трактора.....	11
1.4 Определение номинальной мощности двигателя	11
1.5 Расчет основных параметров двигателя	12
1.6 Расчет регуляторной характеристики тракторного двигателя	12
1.7 Расчет потенциальной тяговой характеристики трактора	15
1.8 Расчет передаточных чисел трансмиссии.....	18
1.9. Расчет теоретической тяговой характеристики трактора	20
2 ЭСКИЗНАЯ КОМПОНОВКА ТРАКТОРА.....	24
2.1 Предпосылки модернизации системы смазки двигателя трактора МТЗ-82.....	24
2.2. Эскизная компоновка трактора.....	24
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРЕДПУСКОВОЙ ПРОКАЧКИ МАСЛА В ДВИГАТЕЛЕ.	26
3.1 Устройство системы смазки двигателя Д-240 трактора МТЗ-83	26
3.2. Обзор патентов систем по прокачки масла через систему смазки поршневого двигателя.	27
3.3 Проектирование установки для предпусковой прокачки масла	41

3.3.1 Подбор масляного насоса для предпусковой прокачки масла	41
3.3.2 Подбор мотор-редуктора	43
3.3.3 Подбор муфты	44
3.3.4 Расчет пружины предохранительного клапана.....	44
3.3.5 Расчет пружины обратного клапана.....	45
3.3.6. Расчет шпонки вала насоса на прочность.....	46
3.4 Расчет болтовых соединений	47
4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ.....	50
4.1 Технологические расчеты	54
5 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ.....	66
5.1 Техника безопасности при работе с трактором	66
5.2 Физическая культура на производстве	67
6. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	68
7. РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОНСТРУКЦИИ.....	69
7.1 Расчеты балансовой стоимости и массы установки	69
7.1.2. Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции установки	72
ВЫВОДЫ.....	79
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	80
Приложения	80

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня практически нет таких отраслей производства, в которых не задействованы трактора. Сельскохозяйственное производство не является исключением.

В настоящее время сельскохозяйственные предприятия имеют парк тракторов, который отличается разнообразием как по типам (колесные, гусеничные), так и по мощностным и тяговым характеристикам.

Наблюдается тенденция к переходу к колесным энергонасыщенным тракторам, но в тоже время этот тип тракторов имеет ряд недостатков, а именно большую массу, высокую стоимость.

Небольшие хозяйства и фермеры предпочитают трактора небольшого тягового класса, которые позволяют выполнять большую часть сельскохозяйственных операций.

Наиболее распространенным типом данного трактора является МТЗ-82.

Поэтому в данной выпускной квалификационной работе рассматриваются вопросы по расчету и модернизации системы смазки двигателя колесного трактора тягового класса 14 кН. Данный трактор сопоставим по своим параметрам с трактором МТЗ-82.

1. ТЯГОВЫЙ РАСЧЕТ ТРАКТОРА

Для проведения тягового расчета колесного трактора тягового класса 14 кН необходимо дополнительно задать исходные данные для дальнейших расчетов.

Эти данные представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Исходные данные для расчета колесного трактора тягового класса 14 кН

Класс трактора - $P_{крном}$, кН	14
Тип ходовой части трактора	колесный 4x4
Средняя рабочая скорость - $V_{ср}$, м/с	2,2...3,3
Номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя - $n_{ен}$, об/мин	2200
Удельный расход топлива - $q_{ен}$, г/кВт.ч.	240
Коэффициент для расчета характеристики двигателя, C_1	0,78
Метод определения передаточных чисел трансмиссии	3
Агрофон для расчета и построения теоретической тяговой характеристики	стерня

1.1. Определение массы трактора.

Массу трактора различают на конструктивную и эксплуатационную.

Эксплуатационная масса от конструктивной отличается наличием технических жидкостей (топливо, масло и т.д.) и дополнительных утяжелителей, если они установлены.

Конструктивная масса трактора определяется по формуле,[5]:

$$m_k = \frac{P_{кр ном}}{\varphi_{кр ном} \cdot 9,81} = \frac{14000}{0,45 \cdot 9,81} = 3171 \text{ кг} \quad (1.1)$$

где m_k - конструктивная масса трактора, кг.

$P_{кр ном}$ - номинальное тяговое усилие, Н.

$\varphi_{кр ном}$ - коэффициент использования массы трактора, $\varphi_{кр ном} = 0,4...0,5$

Эксплуатационная масса трактора определяется по формуле,[5]:

$$m_{\text{э}} = m_{\text{к}} \cdot (1,06 \div 1,15) = 3171 \cdot 1,09 = 3456 \text{ кг} \quad (1.2)$$

принимая $m_{\text{э}} = 3460 \text{ кг}$.

1.2 Подбор прототипа трактора.

Подбор прототипа трактора нужен для определения некоторых конструктивных параметров которые необходимы для проведения дальнейших расчетов.

С учетом полученной эксплуатационной массы, тягового класса, колесной формулой в качестве прототипа берем трактор МТЗ-82.

Трактор МТЗ-82 относится к колесным тракторам тягового класса 14 кН и имеет большое количество модификаций и комплектаций.

Трактор может нести разнообразные навесные - бульдозерная лопата, снегоочиститель, экскаваторный ковш, - и прицепные (скрепер, грейдер и т.п.) орудия.

Таблица 1.2 - Основные характеристика трактора МТЗ-82

Название	Значение
Тяговый класс трактора , кН	14
Двигатель (рядный 4-цилиндровый, жидкостного охлаждения)	
Эксплуатационная мощность двигателя (Д-243), кВт (л.с.)	58
Диапазон скоростей, км/ч	2,34... 41
Частота вращения коленвала при эксплуатационной мощности, об/мин	2200
Номинальный коэффициент запаса крутящего момента, %	25
Удельный расход топлива трактора при эксплуатационной мощности, г/кВт.ч (г/л.с. ч.)	240(176)
Длина, мм	3930
Колея (задних колес), мм	1350...2100
Масса трактора (эксплуатационная), кг	3270

1.3 Определение параметров ходовой части колесного трактора

К параметрам ходовой части относятся: типоразмер ведущих колес.

Радиус качения ведущего колеса определяется по формуле,[5]:

$$r_k = 0,0254 \cdot [0,5 \cdot d + H(1 - \delta_r)], \text{ м} \quad (1.3)$$

где: 0,0254 – коэффициент перевода дюймов в метры;

d – посадочный диаметр в дюймах,

H – высота профиля в дюймах;

δ_r – коэффициент радиальной деформации шины, $\delta_r = 0,11 \dots 0,13$.

При наличии подходящего прототипа величину r_k можно брать и по технической характеристике.

Принимаем $r_k \approx 700 \text{ мм}$.

1.4 Определение номинальной мощности двигателя

Номинальная мощность двигателя трактора рассчитывается с учетом типа трансмиссии, номинального тягового усилия, которое развивает трактор на крюке и диапазона рабочих скоростей.

С учетом выше сказанного номинальная мощность двигателя определяется по формуле,[5]:

$$N_{e \text{ ном}} = \frac{V_{cp} (P_{кр \text{ ном}} + 9,81 \cdot f \cdot m_{\Sigma})}{1000 \cdot \eta_{тр}} = \frac{2,94(14000 + 3460 \cdot 0,11 \cdot 9,81)}{1000 \cdot 0,9} = 57,9 \text{ кВт} \quad (1.4)$$

где V_{cp} – скорость движения трактора на рабочей передаче, м/с;

$f = 0,09 \dots 0,14$ – коэффициент сопротивления движения трактора при работе в нормальных условиях

$\eta_{тр}$ – КПД трансмиссии, для механической трансмиссии принимаем 0,9.

Принимаем $N_{e \text{ ном}} = 58 \text{ кВт}$.

1.5 Расчет основных параметров двигателя

Основными параметрами двигателя являются: номинальная мощность - $N_{ен}$, крутящий момент - $M_{ен}$, часовой расход топлива - $G_{тн}$, удельный расход топлива - $g_{ен}$ и частота вращения коленчатого вала. - $n_{ен}$, [5]:

$$M_{ен} = \frac{30 \cdot 10^3 \cdot N_{ен}}{\pi \cdot n_{ен}} = \frac{30 \cdot 10^3 \cdot 58}{3,14 \cdot 2200} = 252 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad (1.5)$$

$$G_{тн} = \frac{g_{ен} \cdot N_{ен}}{1000} = \frac{240 \cdot 58}{1000} = 13,9 \text{ кг/ч}. \quad (1.6)$$

Таким образом, все номинальные параметры определены.

1.6 Расчет регуляторной характеристики тракторного двигателя

Расчет регуляторной характеристики двигателя производится по методике изложенной в литературе [5].

$n_{емн}$ - наименьшие обороты холостого хода - $n_{емн} = 600 \dots 900$ об/мин,

Наибольшая частота вращения коленчатого вала при полной подаче топлива, но без нагрузки

$$n_{ex/x} = n_{ен} (1 + \sigma_p), \text{ об/мин}, \quad (1.7)$$

где : σ_p - степень неравномерности регулятора = $0,07 \dots 0,09$.

Часовой расход топлива.

$$G_{тк/x} = G_{тном} (0,25, 0,30), \frac{\text{кг}}{\text{ч}}; \quad (1.8)$$

Удельный расход топлива определяется по формуле:

$$g_e = \frac{G_m \cdot 1000}{N_e}, \frac{\text{г}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}, \quad (1.9)$$

и на этих же вертикалях в выбранном ранее масштабе откладывают две новые точки и через три точки проводят недостающую линию, при этом на вер-

тикале $n_{ex/x}$ линия g_e - будет стремиться в бесконечность, т.к. при этом $G_{mx/x}$ имеет конечную величину, а $N_e = 0$.

Промежуточные точки регуляторной характеристики определяются по формуле,[5]:

$$N_e = N_{e,ном} \left[C_1 \left(\frac{n_e}{n_{ен}} \right) + C_2 \left(\frac{n_e}{n_{ен}} \right)^2 - \left(\frac{n_e}{n_{ен}} \right)^3 \right], \text{ кВт}, \quad (1.10)$$

где C_1 - коэффициент для расчета характеристики, дан в задании, C_2 - коэффициент, равный,[5]:

$$C_2 = 2 - C_1; \quad (1.11)$$

$$M_e = \frac{30 \cdot 10^3 \cdot N_e}{\pi \cdot n_e}, \text{ Н.м.} \quad (1.12)$$

$$g_e = g_{ен} \left[1,35 - \frac{0,35(n_e - n_{e\min})}{(n_{ен} - n_{e\min})} \right], \text{ г/кВт}. \quad (1.13)$$

$$G_m = \frac{g_e \cdot N_e}{1000}, \text{ кг/ч.} \quad (1.14)$$

Часовой расход газа, $\text{м}^3/\text{ч}$:

$$G_\Gamma = G_{\Gamma 0} \mp \Delta G_\Gamma, \quad (1.15)$$

где ΔG_Γ – изменение часового расхода газа, $\Delta G_\Gamma = f(t, n)$.

Приведенный удельный расход топлива, $\text{г/кВт} \cdot \text{ч}$, [5]:

$$g_{ePP} = 1000 \frac{(G_T + K_{ПП} G_\Gamma)}{N_e}, \quad (1.16)$$

где $K_{ПП}$ – коэффициент пропорциональности часового расхода газа.

Таблица 1.3 – Исходные данные для расчета регуляторной характеристики двигателя

Наименование параметров	Обозначение		Величина
	обыч- ное	в про- грамме	
Номинальная мощность двигателя трактора, кВт	$N_{e \text{ ном}}$	N	58
Номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин	$n_{e \text{ ном}}$	H	2200
Малые обороты холостого хода двигателя, об/мин	$n_{e \text{ min}}$	H2	700
Коэффициент для расчета характеристики двигателя	C_1	C1	0,78
Номинальный удельный расход топлива, г/кВт	$g_{e \text{ ном}}$	Q	240
Степень неравномерности регулировки	δ_p	B	0,08

Таблица 1.4 – Результаты расчетов регуляторной характеристики тракторного двигателя

п, мин-1	N_e , кВт	Мкр, Н.м	Сч, кг/ч	g_e , г/кВт.ч
700.000	19,690	268.743	6,380	324.000
850,000	24.697	277,596	7,794	315,600
1000.000	29.736	284.106	9,135	307.200
1150,000	34.699	288,275	10.368	298,800
1300.000	39,473	290.101	11.463	290.400
1150,000	43,950	289,586	12.394	282.000
1600.000	48,018	286,729	13,138	273.600
1750,000	51.567	281,530	13,676	265,200
1900,000	54,487	273,989	13.992	256,800
2050,000	56,668	264,106	14.076	248,400
2200.000	58.000	251,882	13,920	240.000
2230,000	48.114	206.137	12,259	254,795
2260,000	38,227	161,606	10,598	277.241
2290.000	28,341	118.241	8,937	315.349
2320,000	18.455	75,999	7,276	394,286
2350,000	8,568	34.835	5,615	655.385

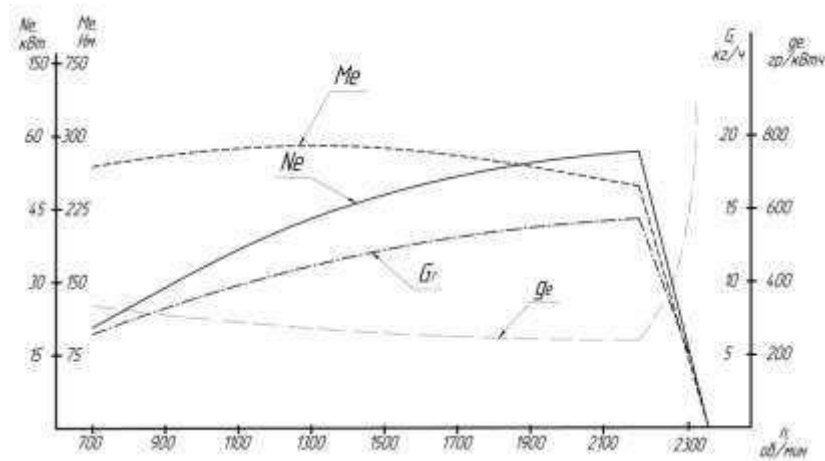


Рисунок 1.2 – График регуляторной характеристики двигателя трактора.

1.7 Расчет потенциальной тяговой характеристики трактора

Для будущего трактора потенциальная тяговая характеристика рассчитывается при работе в следующих условиях: агрофон-стерня зерновых культур, поверхность поля ровная, почва- средний суглинок, удельное сопротивление почвы - 0,05... 0,06 мПа, влажность - нормальная (16 -18%). Для таких условий подбирается из справочников φ и f .

Потери мощности в трансмиссии определяются по формуле,[5]:

$$N_{тр} = N_{e ном} (1 - \eta_{тр}), \text{ кВт.} \quad (1.17)$$

Теоретическая скорость определяются по формуле,[5]:

$$V_T = \frac{1000 \cdot N_{ен} \cdot \eta_{тр}}{P_{кр} + f \cdot m_э \cdot 9,81}, \text{ м/с} \quad (1.18)$$

Для получения оптимальной картины величину $P_{кр}$, берут до $P_{кр. max} = 1,5$

$P_{кр ном}$

Далее рассчитывают величины буксования трактора - δ , задаваясь теми же значениями $P_{кр}$ (от 0... до 1,5 $P_{кр ном}$),[5]:

$$\delta = a \cdot p + b \cdot p^c \quad (1.19)$$

a, b, c – постоянные коэффициенты.

$$P = \frac{P_{кр}}{\varphi \cdot \lambda_k \cdot m_3 \cdot 9,81} \quad (1.20)$$

Следующий шаг - определяют потерю мощности на буксование - N_δ .,[5]:

$$N_\delta = \frac{P_{кр} \cdot V_T \cdot \delta}{1000}, \text{ кВт.} \quad (1.21)$$

Далее рассчитывают потерю мощности на качение - N_f .,[5]:

$$N_f = \frac{f \cdot m_3 \cdot 9,81 \cdot V_T (1 - \delta)}{1000}, \text{ кВт} \quad (1.22)$$

Определяют мощности на крюке - $N_{кр}$.,[4]:

$$N_{кр} = \frac{P_{кр} \cdot V_T \cdot (1 - \delta)}{1000}, \text{ кВт.} \quad (1.23)$$

Определение величины тягового к.п.д. - $\eta_{тяг}$ (условного)

$$\eta_{тяг} = \frac{N_{кр}}{N_{ен}} \quad (1.24)$$

Таблица 1.5 – Исходные данные для потенциальной тяговой характеристики трактора

№ п/п	Наименование параметра	Обозначение		Величина
		Обычное	в программе	
1	Номин. Мощность двигателя - кВт.	N	N	58
2	К.п.д. трансмиссии трактора	$\eta_{тр}$	H6	0,9
3	Коэф. сор. движению на стерне -п	f	F	0,08
4	Коэф. Сцепления х/ч с почвой	φ	F1	0,7
5	Коэф. Распределения веса.	λ_k	L	0,85
6	Номин. Тяговое усилие трактора-Н.	$P_{кр \text{ ном}}$	P	14000
7	Коэффициенты для расчета буксования	a	A5	0,13
8		b	B5	0,013
9		c	C5	8
10	Полная масса трактора - кг.	m_3	MS	3460

Таблица 1.6 – Результаты расчетов потенциальной тяговой характеристики трактора.

Ркр, Н	δ	V _т м/с	N _{тр}	N _{букс}	N _f	N _{лр}	КПДтяг.усл.
933.300	0,000	14.300	5,800	0,080	38.848	13,272	0.229
1866.600	0.010	11.300	5,800	0,250	30.935	21.010	0.362
2799.900	0,010	9.400	5,800	0,470	25,700	26.022	0,449
3733.200	0.020	8,000	5,800	0,720	21.981	29,493	0,509
4666,500	0,030	7,000	5.800	0,990	19,202	32,007	0.552
5599,800	0,030	6.200	5,800	1,260	17.047	33.886	0,584
6533.100	0,040	5,600	5,800	1.550	15.326	35,323	0.609
7466.400	0.040	5.100	5,800	1.830	13.922	36,439	0.628
8399.700	0.050	4.600	5.800	2.130	12,753	37.314	0,643
9333,000	0.060	4,300	5.800	2,430	11,765	38.005	0.655
10266.300	0,060	4,000	5,800	2.730	10,919	38.551	0,665
11199,600	0,070	3,700	5,800	3.030	10.187	38,980	0.672
12132.900	0,070	3.500	5,800	3,340	9.546	39.313	0.678
13066,200	0.080	3,300	5,800	3,650	8.982	39.566	0.682
13999.500	0.090	3.100	5,800	3,970	8,480	39.750	0.685
14932,800	0,090	2,900	5,800	4.290	8.032	39.871	0.687
15866,100	0,100	2.800	5,800	4.630	7.629	39.935	0.689
16799,400	0,110	2,600	5.800	4,990	7.264	39.943	0.689
17732,700	0.110	2.500	5,800	5.370	6,932	39,893	0.688
18666.000	0,120	2,400	5.800	5,790	6.630	39,779	0.686
19599.300	0.130	2.300	5.800	6,250	6,352	39,595	0,683
20532,600	0,140	2,200	5,800	6,770	6.097	39,325	0.678
21465,900	0,150	2.100	5,800	7,380	5,862	38,954	0.672
22399,200	0.170	2.000	5,800	8,090	5,644	38,457	0.663
23332,500	0.190	2,000	5,800	8,950	5.442	37,806	0,652
24265.800	0,210	1.900	5,800	9,980	5.254	36,962	0.637
25199.100	0,230	1,800	5,800	11.240	5.078	35,879	0,619
26132,400	0.270	1.800	5,800	12,780	4,914	34,501	0.595
27065.700	0.300	1,700	5.800	14,680	4.760	32,757	0,565
27999,000	0,350	1.600	5,800	17,010	4.616	30,566	0.527
28932,300	0,410	1.600	5.800	19,890	4.480	27,827	0.480
29865.600	0.480	1,600	5,800	23,420	4.351	24,423	0.421
30798.900	0.570	1.500	5.800	27,750	4.230	20,216	0.349
31732.200	0.680	1,500	5,800	33,040	4.116	15,042	0,259
32665.500	0,810	1,400	5,800	39,470	4.007	8,713	0.150
33598.800	0.970	1,400	5,800	47,280	3.905	1,007	0,017
34532,100	1,170	1.400	5,800	56,720	3,807	-8,330	-0,144

Используя полученные значения параметров строят потенциальную характеристику трактора.

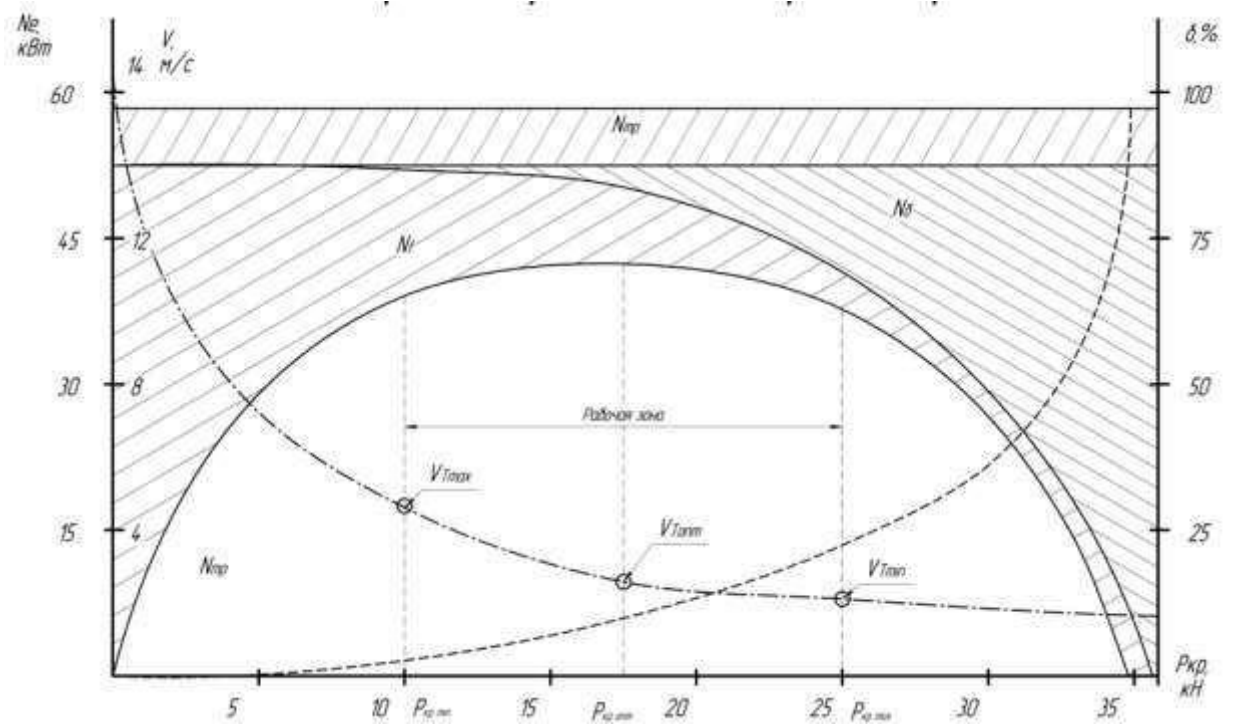


Рисунок 1.4 –Потенциальная тяговая характеристика трактора.

Назначение и расчет потенциальной тяговой характеристики - это обоснование и выбор тяговой зоны в которой будет работать трактор.

При выборе тяговой хоны трактора необходимо учитывать и диапазон рабочих скоростей,[5]:

$$V_{Tmin}=V_{T1} \text{ и } V_{Tmax}=V_{Tn},$$

т.е. это будет соответственно, скорости на первой и последней рабочей передачах.

1.8 Расчет передаточных чисел трансмиссии

Расчет передаточных чисел трансмиссии производит с учетом равных интервалов тягового усилия на крюке,[5]:

$$P_{кр1} - P_{кр2} = P_{кр2} - P_{кр3} = \dots = P_{кр(n-1)} - P_{крn} = \Delta P \quad (1.25)$$

Отсюда:

$$\Delta P = \frac{P_{крmax} - P_{крmin}}{n - 1}, \quad (1.26)$$

где $P_{крmax} = P_{кр1}$ и $P_{крmin} = P_{крn}$.

Определив $P_{кр}$ на всех передачах необходимо определить рабочие скорости для данных передач определяют все скорости:

$$V_{Ti} = \frac{10^3 \cdot N_{ен} \cdot \eta_{mp}}{P_{кр.i} + f \cdot m_o \cdot 9,81}, \text{ м/с} \quad (1.27)$$

и далее:

$$i_{mpi} = 0,105 \frac{n_{ен} \cdot r_k}{V_{mi}}. \quad (1.28)$$

$$\Delta P = \frac{25000 - 10000}{9 - 1} = 1875 \text{ Н}$$

$$V_{T1} = \frac{10^3 \cdot 58 \cdot 0,9}{25000 + 0,08 \cdot 3460 \cdot 9,81} = 1,88 \text{ м/с}$$

$$i_{mp1} = 0,105 \frac{2200 \cdot 0,7}{1,88} = 85,85.$$

Аналогично проводятся расчеты для остальных передач. Результаты расчетов представлены в таблице 1.7

Поскольку трансмиссия трактора состоит из коробки передач, из главной и конечной передач, т.е.

$$i'_{mp} = i'_{kn} \cdot i_0 \cdot i_k; \quad (1.29)$$

$$i'_{kn} \geq \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \frac{4,11}{1,88} = 2,19; \quad (1.30)$$

$$i'_{kn} = \frac{i_{mp}}{i_0 \cdot i_k}; \quad (1.31)$$

$$i_0 \approx 3,4;$$

$$i_k \approx 5,3;$$

$$i_{kn1} = \frac{i_{mp1}}{i_0 \cdot i_k} = \frac{85,9}{3,4 \cdot 5,3} = 4,76;$$

Аналогично проводятся расчеты для остальных передач. Результаты расчетов представлены в таблице 1.7

Таблица 1.7- результаты расчетов значений

Номер передачи	Pi, Н	VTi, м/с	I тpi	I кpi
1	25000	1,88	85,9	4,76
2	23125	2,02	80,0	4,44
3	21250	2,18	74,2	4,12
4	19375	2,36	68,4	3,80
5	17500	2,58	62,6	3,48
6	15625	2,85	56,8	3,15
7	13750	3,17	51,0	2,83
8	11875	3,58	45,2	2,51
9	10000	4,11	39,4	2,19

1.9. Расчет теоретической тяговой характеристики трактора

Теоретическая тяговая характеристика рассчитывается для работы на заданном агрофоне на всех передачах,

Ниже приведены расчетные формулы для расчета теоретической тяговой характеристики трактора

$$P_{\kappa 1 \max} = P_{\kappa p 1 \max} + P_f = \frac{M_{e \max} \cdot i_{mp} \cdot \eta_{mp}}{r_{\kappa}}, \text{ Н} \quad (1.32)$$

При этом:

$$P_f = f \cdot m_3 \cdot 9,81, \text{ Н} \quad (1.33)$$

здесь величину f - уже берут для заданного агрофона.

Буксование на заданном агрофоне определяется по формуле:

$$\delta = a \cdot p + b \cdot p^c \quad (1.34)$$

При этом величиной $P_{кр}$ задаются от 0 до $P_{крmax}$ на соответствующей передаче.

Далее рассчитывают действительную скорость движения трактора на всех передачах:

$$V_{\delta} = V_T \cdot (1 - \delta) = 0,105 \frac{n_{en} \cdot r_k}{i_{mp}} (1 - \delta), \text{ м/с} \quad (1.35)$$

Следующий шаг - расчет мощности на крюке трактора: ,[5]:

$$N_{кр} = \frac{P_{кр} \cdot V_{\delta}}{1000} = \frac{P_{кр} \cdot V_T \cdot (1 - \delta)}{1000}, \text{ кВт} \quad (1.36)$$

Для оценки экономичности работы рассчитывают и строят удельную крюковую расход топлива,[5]:

$$g_{кр} = \frac{G_T \cdot 1000}{N_{кр}}, \frac{г}{кр.кВт.ч} \quad (1.37)$$

Последним рассчитывают тяговый к.п.д. трактора ,[5]:

$$\eta_{тяг} = \frac{N_{кр}}{N_e}, \quad (1.38)$$

В заключение приводятся анализ и выводы: на каких передачах и почему выгодно работать в заданных условиях, какие при этом должны быть скорости движения и усилия на крюке.

Таблица 1.8 – Исходные данные для расчета теоретической тяговой характеристики.

Наименование параметра	Обычн.	Прогр.	Величина
Эксплуатационная масса трактора, кг	m_3	M	3460
Радиус ведущих колес, м	r_k	R	0,7
КПД трансмиссии	η_{mp}	H4	0,9
Малые обороты холостого хода, об/мин	n_{emir}	H1	700
Номинальные обороты двигателя, об/мин	$n_{e\text{ ном}}$	H2	2200
Максимальные обороты холостого хода, об/мин	$n_{ex/x}$	H3	2350
Номинальный момент двигателя	$M_{e\text{ ном}}$	M2	252
Максимальный момент двигателя	$M_{e\text{ max}}$	M3	290
Номинальный часовой расход топлива	G_{tnom}	G2	13,9
Расход топлива трактора на холостом ходу	$G_{tx/x}$	G3	6,4
Номинальный удельный расход топлива, г/кВт.ч	$g_{e\text{ ном}}$	G4	240
Коэффициент сопротивления качения на заданном фоне	f	F	0,08
Коэффициент сцепления колес	φ	F1	0,7
Коэффициент распределения веса	λ_k	L	0,85
Коэффициент для расчета буксования	a	A5	0,13
Коэффициент для расчета буксования	b	B5	0,013
Коэффициент для расчета буксования	c	C5	8
Обороты двигателя при максимальном моменте	n_0	H6	1300
Номинальное усилие на крюке, Н	$P_{кр\text{ ном}}$	P	14000
Передаточные числа трансмиссии	i_{mp1}^y	I1	85,9
Передаточные числа трансмиссии	i_{mp2}^y	I2	80,0
Передаточные числа трансмиссии	i_{mp3}^y	I3	74,2
Передаточные числа трансмиссии	i_{mp4}^y	I4	68,4
Передаточные числа трансмиссии	$i_{mp.5}^y$	I5	62,6
Передаточные числа трансмиссии	$i_{mp.6}^y$	I6	56,8
Передаточные числа трансмиссии	$i_{mp.7}^y$	I7	51,0
Передаточные числа трансмиссии	$i_{mp.8}^y$	I8	45,2
Передаточные числа трансмиссии	$i_{mp.9}^y$	I9	39,4
Начальное значение усилия на крюке, Н	$P_{кр\text{ нач}}$	P1	10
Номинальная мощность двигателя, кВт	$N_{e\text{ ном}}$	N2	58
Коэффициент для расчета характеристики двигателя	G_1	C1	0,78
Коэффициент для расчета характеристики двигателя	G_2	C2	1,22

Результаты расчетов представлены в приложении А.

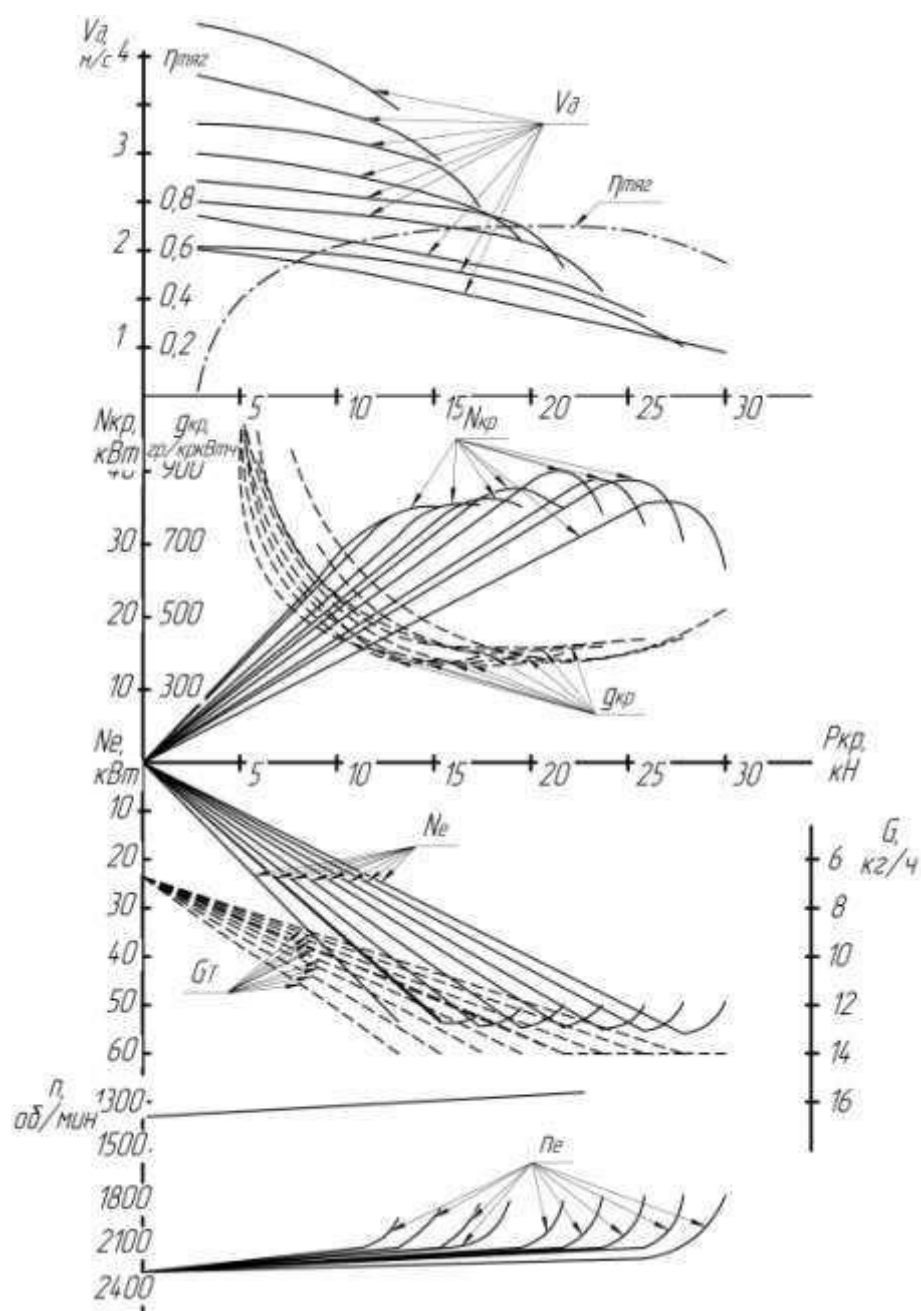


Рисунок 1.6 – Теоретическая тяговая характеристика трактора.

2 ЭСКИЗНАЯ КОМПОНОВКА ТРАКТОРА

2.1 Предпосылки модернизации системы смазки двигателя трактора МТЗ-82.

С учетом проведенного анализа конструкций систем смазки двигателей и их эксплуатации можно сделать следующие выводы:

исправная система смазки двигателя увеличивает его ресурс;

наиболее интенсивный износ деталей в двигателе происходит в момент запуска, так как в узлах трения отсутствует масляная пленка.

Из этого можно сделать выводы, что в конструкцию двигателя необходимо установить устройство для предпусковой прокачки масла, что позволит увеличить ресурс двигателя.

Данные разновидности устройств иногда применяются на мощных двигателях, но не находят применение на двигателях средней мощности.

2.2. Эскизная компоновка трактора

За основу проектируемого трактора был взят уже существующий трактор МТЗ-82, который представлен на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Трактор МТЗ-82

Трактор МТЗ-82 сельскохозяйственный, универсально-пропашной, тягового класса 14 кН. За счет огромного выбора навесного оборудования

трактор способен выполнять самые разнообразные сельскохозяйственные работы, начиная от подготовки почвы для посева и заканчивая реализацией транспортных задач. Базовая комплектация трактора включает в себя все необходимое для обеспечения безопасного и комфортного труда оператора. А техническое оснащение трактора способствует продуктивной его работе в любой местности.

ВОМ отвечает всем требованиям и подходит для работы с различным дополнительным оборудованием, существующем на рынке.

Под капотом трактора расположен надежный и экономичный двигатель Д-243. Двигатель в тракторе не является несущей конструкцией, в результате он не подвергается напряжению на скручивание и изгиб.

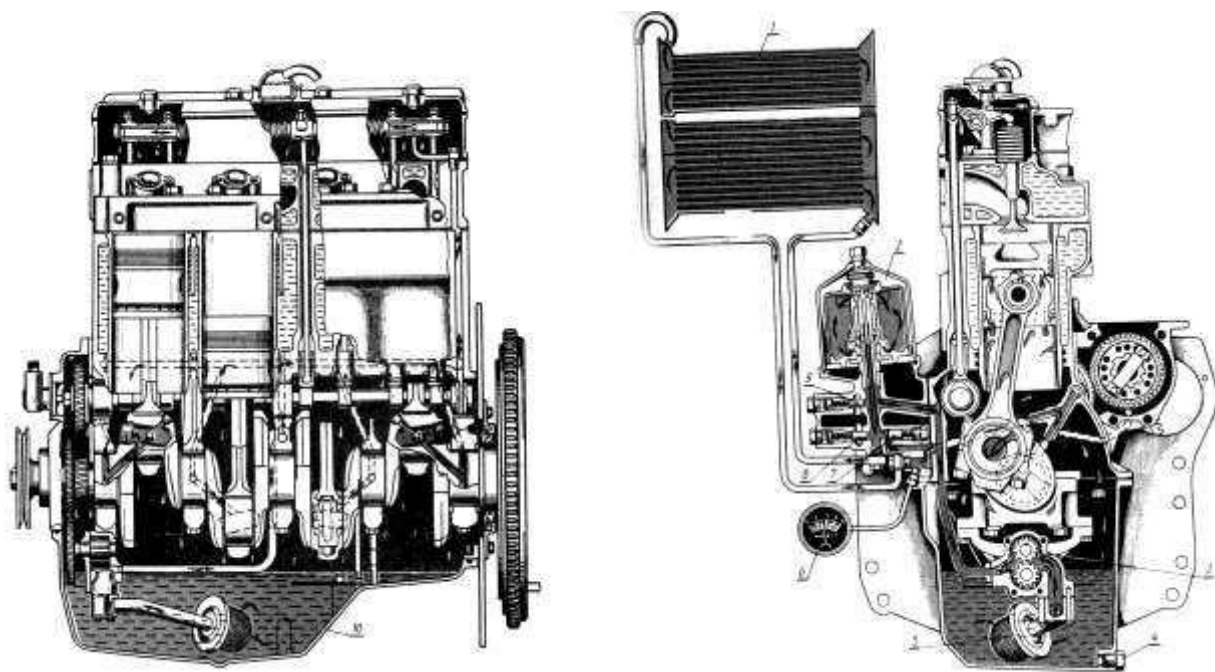
Конструкторы позаботились и о комфорте и безопасности водителя. Кабина трактора имеет широкий угол обзора и обладает расширенным внутренним пространством. Также для обеспечения более удобного доступа в кабину на тракторе установлены широко открывающиеся двери. Бак для топлива размещен сзади от платформы оператора.

Эскизная компоновка трактора используется для определения основных геометрических и весовых характеристик проектируемого трактора и сопровождается соответствующими расчетами основных геометрических и весовых параметров агрегатов.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРЕДПУСКОВОЙ ПРОКАЧКИ МАСЛА В ДВИГАТЕЛЕ.

3.1 Устройство системы смазки двигателя Д-240 трактора МТЗ-83

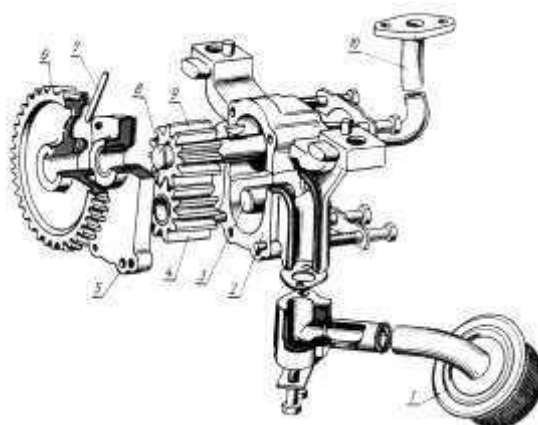
На рисунке 3.1 представлена схема системы смазки двигателя Д-240.



1 - масляный радиатор; 2 - масляный фильтр; 3 - масляный насос; 4 - пробка масляного картера; 5 - приемник масляного насоса 6 - манометр; 7 - сливной клапан, 8 – редуционный фильтра; 9 – клапан фильтра; 10 - масляный картер.

Рисунок 3.1 - Схема системы смазки двигателя Д-240.

В зависимости от условий работы деталей масло подается к их трущимся поверхностям (коренные и шатунные шейки коленчатого вала, опорные шейки распределительного вала, втулки промежуточной шестерни и шестерни топливного насоса) под давлением, но пульсирующим потоком (клапанный механизм) и разбрызгиванием (остальные детали).



1 - маслозаборник; 2 - корпус насоса; 3 - палец ведомой шестерни; 4- ведомая шестерня; 5- крышка корпуса; 6- шестерня привода насоса; 7- штифт; 8 - вал насоса; 9 - ведущая шестерня; 10 – патрубок.

Рисунок 3.2 - Масляный насос.

3.2. Обзор патентов систем по прокачки масла через систему смазки поршневого двигателя.

Описание к патенту к патенту №78665, [15.]

Способы прокачки масла через систему смазки поршневого двигателя при помощи дополнительного привода основного масляного насоса посредством электродвигателя известны.

Предлагаемое устройство отличается от известных применением вспомогательного масляного насоса, включенного в масляную магистраль параллельно основному насосу двигателя с установкой обратных клапанов на выходе из основного и вспомогательного насосов для обеспечения автономной работы каждого насоса.

Устройство, схематически изображенное на чертеже, заключается в следующем.

На двигатель устанавливается вспомогательный масляный насос 1 с приводом 2 от электродвигателя; вспомогательный насос 1 подключается к нагнетающей масляной магистрали 3 двигателя перед масляным фильтром 4 парал-

лельно основному нагнетательному насосу 5.

При этом в нагнетающих магистралях 6 и 7 основного и вспомогательного насоса устанавливаются обратные клапаны 8 и 9. Редукционный клапан 10 основного насоса 5 регулируется, как обычно, на открытие при нормальном давлении прогретого масла. Редукционный клапан 11 вспомогательного насоса 1 регулируется на открытие при повышенном давлении непрогретого более вязкого масла. Это давление должно превышать нормальное давление прогретого масла в № 78665 полтора-два раза. Масло подводится к вспомогательному насосу 1 из маслосборника 12 картера двигателя или из всасывающей магистрали 13 основного насоса 5.

Для авиационных двигателей, устанавливаемых на тяжелых самолетах с мощными источниками электроэнергии, вспомогательный насос можно применять также в полетах на больших высотах, где производительность основного масляного насоса 5 мала и не обеспечивает достаточно надежную смазку двигателя.

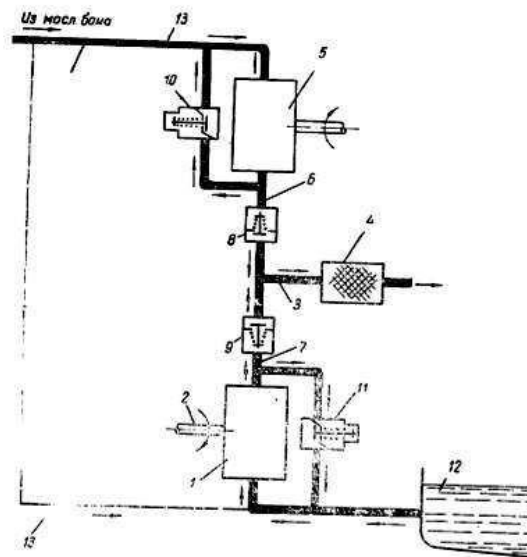


Рисунок 3.3 – Схема к патенту №78665

Описание к патенту к патенту №2706329, [15.]

Изобретение относится к смазке двигателей внутреннего сгорания и его компонентов моторным маслом под давлением перед их запуском, а также для охлаждения вала турбокомпрессоров после прекращения работы двигателя внутреннего сгорания. Автономная система подачи масла в двигатель внутреннего сгорания и турбокомпрессор, содержащая маслозакачивающий насос с электроприводом, управляемый блоком управления, связанного с замком зажигания и имеющего электрическую связь с аккумуляторной батареей, датчик температуры масла, в соответствии с изобретением система имеет автономный маслозакачивающий насос, дополнительный датчик температуры и давления масла, монтируемые на маслозакачивающий трубопровод автономного маслозакачивающего насоса, при этом главная масляная магистраль двигателя внутреннего сгорания и штатная линия подачи масла к турбокомпрессору соединены с линией автономной подачи масла через обратный клапан, а потоки предварительно нагнетаемого масла регулируются электроклапанами, которые смонтированы на линии подачи масла в главную масляную магистраль и на линии подачи масла к валу турбокомпрессора, управление электроклапанами и продолжительностью работы автономного маслозакачивающего насоса осуществляется блоком управления. Изобретение обеспечивает поступление масла на трущиеся элементы двигателя перед запуском, а также охлаждение вала турбокомпрессора после останова двигателя. 1 ил.

Известно, что запуск двигателя внутреннего сгорания после продолжительного простоя либо в период отрицательных температур связан с повышенным изнашиванием его сопрягаемых деталей. Повышенное изнашивание трущихся элементов при запуске обусловлено незначительной задержкой поступления моторного масла из поддона двигателя к сопряженным деталям, что вызывает кратковременное масляное голодание.

Из известных заявителю опубликованных источников к наиболее кон-

кретным конструктивным решениям, направленным на сокращение времени масляного голодания двигателя при его запуске, относятся системы принудительной предпусковой прокачки с механическим приводом маслозакачивающего насоса у трактора ДТ-175 и с электрическим приводом у трактора ДЭТ-250 (см. соответственно: "Трактор ДТ-175С". Под ред. Я.Ф. Ракитина. М., ВО "Агропромиздат", 1988, и "Трактор ДЭТ-250 и его модификации". Под ред. А.С.Писаревского. М., "Машиностроение", 1975), а также система, имеющая электрический привод принудительной предпусковой прокачки с ручным управлением трактора К-701 (см. "Двигатель ЯМЗ-240 и его модификации". Под ред. Г.Д. Чернышева, М., "Машиностроение", 1972, стр. 62-66, стр. 34).

Известно «Устройство для предпусковой смазки двигателя внутреннего сгорания» по патенту РФ на полезную модель №88737, МПК F01M 1/02, 2009. Известная система имеет следующие недостатки по мнению заявителя. Алгоритм работы маслозакачивающего насоса и нагревательного элемента можно считать неудачным, поскольку в данном случае при внедрении устройства решающую роль будет играть емкость аккумуляторной батареи, ресурсы которой расходоваться будут в первую очередь на нагрев масла, а в период пуска двигателя в условиях отрицательных температур нагревание прокачиваемого масла может занять продолжительный период времени; в случае запуска прогретого двигателя критерием закачки масла в масляную магистраль двигателя является только время работы насоса предварительной закачки, а не давление масла в системе смазки. При этом остается непонятным назначение реле давления и датчика давления масла и их функции в предварительном прокачивании масла, если отключение насоса происходит исключительно после истечения определенного времени работы.

Известно, что в двигателях внутреннего сгорания устанавливаются турбокомпрессоры, служащие для повышения мощности и расширения эксплуатационных возможностей транспортного средства. Конструктивной особенностью турбокомпрессоров является то, что привод компрессора происходит от

выхлопных газов, при этом крыльчатки имеют общий вал и подшипниковую втулку (подшипник скольжения), смазка и охлаждение которой осуществляется моторным маслом, подаваемым масляным насосом штатной системы смазки двигателя. Недостатком конструкции турбокомпрессора является то, что подача масла в турбокомпрессор осуществляется от действующего масляного насоса двигателя, т.е. пока работает двигатель внутреннего сгорания происходит смазывание и охлаждение вала турбокомпрессора и его подшипникового узла. Под воздействием высоких температур сразу после останова двигателя в условиях недостаточной смазки и охлаждения происходит разрушение втулки (подшипника скольжения), выполненного, как правило, из сплавов цветных металлов. Для предотвращения выхода из строя подшипникового узла турбокомпрессора двигателя, оснащенные им, в течение некоторого периода времени после продолжительной работы под нагрузкой, не останавливают, переводят его на режим холостого хода, тем самым обеспечивая охлаждение вала турбокомпрессора и втулки (подшипника скольжения). Однако такой способ не эффективен, так как вызывает повышенное потребление топлива и выбросы вредных веществ с отработавшими газами.

Известно «Устройство подачи масла в турбокомпрессор с постоянным давлением, подогревом и очисткой» по патенту РФ на полезную модель №130644,. Известная система имеет следующие недостатки по мнению заявителя. Система имеет возможность прокачки масла только для турбокомпрессора, продолжительность работы маслоподкачивающего насоса определяется только временем работы, а не температурным состоянием турбокомпрессора, отсутствует возможность прокачивания моторного масла в систему смазки перед запуском двигателя внутреннего сгорания.

Перед заявленным техническим решением была поставлена задача устранить вышеуказанные недостатки.

Повышение надежности работы современных двигателей внутреннего сгорания с турбокомпрессором относится к актуальным эксплуатационным за-

дачам и зависит, в том числе, от эффективности системы смазки двигателя при его пуске, а также в послеостановочный период, т.е. период времени, когда прекращается подача топлива и происходит прекращение вращения коленчатого вала.

Задачей изобретения является обеспечение подачи моторного масла в систему смазки двигателя внутреннего сгорания как перед его запуском, так и поступление моторного масла к турбокомпрессору после останова двигателя, при этом режим подачи моторного масла в штатную систему смазки двигателя перед его запуском и режим подачи моторного масла в турбокомпрессор осуществляются независимо друг от друга либо совместно, а управление режимами работы осуществляется программируемым блоком управления.

Технический результат использования изобретения - обеспечение поступления моторного масла к трущимся элементам двигателя внутреннего сгорания перед запуском для снижения пусковых износов, а также охлаждение вала турбокомпрессора после останова двигателя, общее снижение теплонапряженности узлов двигателя после его останова, что в целом позволит увеличить ресурс двигателя. Технический результат достигается установкой автономного маслозакачивающего насоса, дополнительного датчика температуры и давления масла, монтируемых на маслозакачивающем трубопроводе автономного маслозакачивающего насоса, при этом главная масляная магистраль двигателя внутреннего сгорания и штатная линия подачи масла к турбокомпрессору соединяются с линией автономной подачи масла через обратные клапана, а потоки предварительно нагнетаемого масла регулируются электроклапанами, которые смонтированы на линии подачи масла в главную масляную магистраль и на линии подачи масла к валу турбокомпрессора, управление электроклапанами и продолжительностью работы автономного маслозакачивающего насоса осуществляется блоком управления.

Предлагается автономная система подачи масла в двигатель внутреннего сгорания и турбокомпрессор, которая способна как в предпусковой период, так

и в период после останова двигателя внутреннего сгорания обеспечивать поступление моторного масла к трущимся деталям, поясняется чертежом (фиг. 1). Предлагаемая система состоит из: 1 - картер масляный; 2 - маслоприемник; 3 - штатный масляный насос; 4 - фильтр масляный; 5 - перепускной клапан; 6 - теплообменник жидкостно-масляный (при его наличии в конструкции двигателя); 7 - фильтр масляный; 8 - указатель давления масла; 9 - датчик аварийного давления масла; 10 - форсунки охлаждения поршней (при их наличии в конструкции двигателя); 11 - вал коленчатый; 12 - вал распределительный; 13 - масляный канал оси коромысел; 14 - шестерня промежуточная; 15 - турбокомпрессор; 16 - компрессор воздушный (при его наличии в конструкции двигателя); 17 - топливный насос высокого давления; 18 - клапан предохранительный; 19 - пробка для слива масла; 20 - клапан перепускной фильтрующего элемента; 21 - главная масляная магистраль; 22 - электрический стартер; 23 - маслозакачивающий трубопровод; 24 - маслозаборный штуцер; 25 - датчик температуры масла; 26 - автономный маслозакачивающий насос; 27 - электродвигатель маслозакачивающего насоса; 28 - аккумуляторная батарея; 29 - блок управления автономной маслопрокачкой; 30 - датчик давления масла; 31 - электроклапан подачи масла в двигатель; 32 - электроклапан подачи масла в турбокомпрессор; 33 - обратный клапан турбокомпрессора; 34 - обратный клапан предпусковой подачи масла в двигатель; 35 - нагнетательный трубопровод.

Система автономного маслоснабжения содержит автономный маслозакачивающий насос 26, механически связанный с электродвигателем маслозакачивающего насоса 27, подключенным к бортовой аккумуляторной батарее 28.

Устройство автономной системы подачи масла в двигатель внутреннего сгорания и турбокомпрессор, содержащее маслозакачивающий насос с электроприводом, управляемый блоком управления, связанного с замком зажигания и имеющего электрическую связь с аккумуляторной батареей, датчик температуры масла отличается тем, что система имеет автономный маслозакачивающий насос, дополнительный датчик температуры и давления масла, монтируе-

мые на маслозакачивающий трубопровод автономного маслозакачивающего насоса, при этом главная масляная магистраль двигателя внутреннего сгорания и штатная линия подачи масла к турбокомпрессору соединены с линией автономной подачи масла через обратный клапан, а потоки предварительно нагнетаемого масла регулируются электроклапанами, которые смонтированы на линии подачи масла в главную масляную магистраль и на линии подачи масла к валу турбокомпрессора, управление электроклапанами и продолжительностью работы автономного маслозакачивающего насоса осуществляется блоком управления.

Описание к патенту к патенту № 2182235, [15.]

В основу изобретения положена техническая задача создания устройства для предпусковой подачи масла к подшипникам скольжения ДВС, обеспечивающего запуск двигателя в холодных условиях при минимальных энергетических затратах и предотвращающего пусковые износы. Эта задача решается использованием устройства, состоящего из цилиндра с тремя стенками, внутренняя полость которого содержит поршень с пружиной и электроконтактным датчиком положения, между наружной и средней стенками для теплоизоляции создается вакуум, в зазоре между средней и внутренней стенками, заполненном теплоносителем (например, октаногидратом гидроксида бария ($\text{Ba}(\text{OH})_{28}\text{H}_2\text{O}$)), и размещается спиральная трубка, которая соединена с системой смазки через один из управляющих клапанов, так же как и внутренняя полость цилиндра через другой управляющий клапан. 4 з.п. ф-лы, 1 ил.

Изобретение относится к машиностроению, а именно к двигателестроению, и может быть использовано при изготовлении двигателей внутреннего сгорания (ДВС), а также других типов поршневых и роторных машин, опоры скольжения которых смазываются под давлением смазочными жидкостями.

Известна конструкция теплового аккумулятора, имеющего форму цилиндра и содержащего во внутренней полости пакеты мембран, изготовленных из

меди, зазоры между которыми заполнены теплоносителем (гидроокисью бария), который при температуре 78°C плавится, поглощая большое количество теплоты. После остановки ДВС теплоноситель остается в расплавленном состоянии в течение недели при температуре окружающей среды до -20°C . Перед пуском холодного ДВС включается прокачка насосом с автономным электроприводом жидкости их системы охлаждения через тепловой аккумулятор, в процессе чего жидкость и ДВС быстро разогреваются до рабочей температуры. Предпусковой разогрев ДВС от теплового аккумулятора способствует существенному снижению расхода топлива и токсичности выбросов. Теплоту от аккумулятора можно использовать также для обогрева салона автомобиля.

Анализ конструкции показывает, что тепловой аккумулятор используется только для разогрева охлаждающей жидкости в системе охлаждения и не решает задачи предпускового разогрева масла в системе смазки и обеспечения его подачи к подшипникам двигателя в период запуска.

Известно устройство для предпусковой подачи масла, обеспечивающее подачу под давлением подогретого масла в систему смазки. Устройство представляет собой аккумулятор давления, соединенный с системой смазки через управляющий клапан. Аккумулятор имеет двойные стенки с вакуумным промежутком между ними и подогреватель. При работающем ДВС аккумулятор заполняется маслом, а перед пуском отдает масло в систему.

Анализ устройства показывает, что оно не может эффективно работать при длительных остановках двигателя в условиях пониженных температур, так как в этом случае требуется при каждом пуске включение подогревателя, что приводит к дополнительному расходу энергии и снижению экономичности. Следует также отметить, что уровень давления зарядки аккумулятора в описанном устройстве ограничен давлением в системе смазки при номинальных режимах, что значительно ниже, чем в процессе разгона непосредственно после пуска двигателя. Кроме того, устройство не обеспечивает зарядку аккумулятора при первичном пуске двигателя.

Цель изобретения - создать устройство, подключаемое к смазочной системе двигателя внутреннего сгорания, для предпусковой подачи под давлением подогретого масла к подшипникам скольжения ДВС, для предотвращения пусковых износов и обеспечивающее запуск двигателя в холодных условиях при минимальных энергетических затратах.

Указанная цель достигается тем, что в устройстве для предпусковой подачи масла в систему смазки двигателя внутреннего сгорания, содержащем цилиндрический корпус с двойными стенками и вакуумным промежутком между ними, узел подогрева масла, расположенные в корпусе поршень с пружиной и электроконтактный датчик положения, управляющий клапан, соединяющий подпоршневое пространство в корпусе с системой смазки двигателя, согласно изобретению корпус снабжен расположенной внутри цилиндра третьей стенкой, образующей с одной стороны внутреннюю полость, в которой размещены вышеупомянутые поршень с пружиной и электроконтактный датчик и которая соединена через указанный управляющий клапан с системой смазки двигателя, а с другой стороны - полость, заполненную теплоносителем, в которой размещен радиатор с маслом, соединенный через второй управляющий клапан и термореле с системой смазки двигателя.

В качестве теплоносителя могут быть использованы октаногидрат гидроксида бария ($\text{Ba}(\text{OH})_{28}\text{H}_2\text{O}$) или щелочи NaOH , BaOH .

Радиатор может быть выполнен в виде спиралевидной трубки или в виде ячеистой структуры с изогнутыми или прямыми трубками.

В отличие от существующих конструкций изобретение основано на соединении в одном корпусе гидравлического и теплового аккумуляторов в единую систему - теплогидроаккумулятор, осуществляющего подачу подогретого масла через систему смазки двигателя к подшипникам после длительной стоянки и в условиях низких температур без подключения дополнительных внешних источников энергии для подогрева и прокачки масла. Наличие трех стенок в цилиндре позволяет надежно изолировать теплоноситель от окружающей среды

и одновременно максимально приблизить его к рабочему телу - маслу. Размещение радиатора, по которому циркулирует масло непосредственно в теплоаккумулирующем веществе, и применение управляющего клапана и термореле позволяет эффективно осуществлять его зарядку при повышении температуры масла выше температуры плавления теплоносителя (для октаногидрата гидроксида бария эта температура равна 85оС) и одновременно предохраняет основной объем масла в системе смазки от перегрева во время работы двигателя.

Сущность изобретения поясняется чертежом, где дан общий вид предлагаемого теплогидроаккумулятора. Теплогидроаккумулятор состоит из цилиндра 1 с тремя стенками, внутренняя полость которого содержит поршень 2 с пружиной 3 и электроконтактным датчиком положения поршня 4, между наружной 5 и средней 6 стенками для теплоизоляции создается вакуум, в зазоре между средней 6 и внутренней 7 стенками, заполненном теплоносителем 8, размещается спиральная трубка 9, которая соединена с системой смазки двигателя через один из управляющих клапанов 10, также как и внутренняя полость 11 цилиндра через другой управляющий клапан 12.

Устройство работает следующим образом. Непосредственно перед запуском двигателя управляющий клапан 12 с помощью электрического сигнала переводится в крайнее правое положение и устройство (гидроаккумулятор) разряжается, обеспечивая подачу подогретого масла под давлением к подшипникам скольжения, исключая их работу в режиме масляного голодания. После запуска двигателя масло в смазочную систему поступает от основного масляного насоса и происходит зарядка гидроаккумулятора. Его поршень 2 поднимается до предельного значения, после чего срабатывает контактный датчик 4 и клапан 12 переходит в нейтральное положение, что позволяет производить зарядку гидроаккумулятора непосредственно после запуска двигателя, в период наибольших давлений в системе смазки.

При повышении температуры масла в системе смазки выше температуры плавления теплоносителя 8 срабатывает термореле 13 и открывается управ-

ляющий клапан 10. Горячее масло прокачивается через радиатор, например спиральную трубку теплоаккумулятора. Теплоноситель плавится и через определенное время клапан 10 возвращается в исходное положение. В заряженном таким образом теплогидроаккумуляторе теплоноситель сохраняется в расплавленном состоянии в течение нескольких дней при отрицательной температуре окружающей среды.

Перед первым пуском двигателя после длительной остановки управляющий клапан 12 переводится в крайнее левое положение и производится зарядка аккумулятора маслом от вспомогательного ручного насоса, либо от насоса с электроприводом. По окончании зарядки поршень поднимается в цилиндре 1 в крайнее верхнее положение, срабатывает электроконтактный датчик положения 4, управляющий клапан 12 возвращается в нейтральное положение.

При последующих пусках после подачи на клапан 12 сигнала, переводящего его в крайнее правое положение, в систему смазки поступает подогретое масло под давлением. Подзарядка и гидравлической, и тепловой части теплогидроаккумулятора производится автоматически.

Эффективность работы устройства, с точки зрения обеспечения наилучшей работоспособности подшипников скольжения коленчатого вала при запуске, обеспечивается способом подключения устройства к главной масляной магистрали: в непосредственной близости от наиболее нагруженного подшипника коленчатого вала.

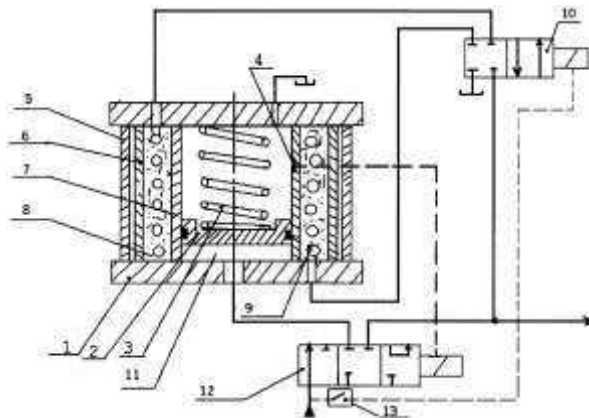


Рисунок 3.4 - Схема к патенту №2182235.

Описание к патенту № 981638.

ДВС с предпусковой прокачкой масла, содержащее шестерни, установленные на валах масляного насоса и ДВС соответственно, и электродвигатель для привода вспомогательного маслозакачивающего средства (1).

Недостатками этого устройства являются его большие габариты и сложность конструкции.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности и достигаемому результату является устройство для привода масляного насоса системы смазки ДВС с предпусковой прокачкой масла, содержащее электродвигатель и шестерни, установленные на валах насоса, ДВС и электродвигателя соответственно 2).

Недостатками этого устройства являются также его большие габариты и сложность конструкции.

Цель изобретения уменьшение габаритов устройства.

Указанная цель достигается тем, что в устройстве для привода масляного насоса системы смазки двигателя внутреннего сгорания с предпусковой прокачкой масла, содержащем электродвигатель, и шестерни, установленные на валах насоса, двигателя внутреннего сгорания и электродвигателя соответственно, шестерня на валу насоса установлена с возможностью перемещения вдоль вала для обеспечения ее попеременного зацепления с шестернями, установленными на валах двигателя внутреннего сгорания и электродвигателя.

На чертеже представлена схема устройства для привода масляного насоса системы смазки ДВС с предпусковой прокачкой масла.

Устройство для привода масляного насоса 1 системы смазки ДВС содержит электродвигатель 2 и шестерни 3, 4 и 5. Шестерня 3 установлена на шлицевом валу 6 насоса 1 с возможностью перемещения вдоль вала 6, шестерня 4 установлена на коленчатом валу 7 ДВС, а шестерня 5 на валу 8 электродвигателя

Устройство работает следующим образом.

Перед запуском ДВС шестерня 3 с помощью педали управления (педаль

10 не показана), преодолевая усилие сжимаемой пружины 9 и передвигаясь по шлицевому валу 6 масляного насоса 1, выходит из зацепления с шестерней 4, установленной на коленчатом валу 7, и входит в зацепление с шестерней 5, установленной на валу 8 электродвигателя 2. Электродвигатель 2 через шестерни 5 и 3 вращает шлицевой вал 6 масляного насоса 1, а с ним и шестерни, размещенные внутри корпуса насоса 1 (не показаны), и масло начинает подаваться насосом 1 из картера 11 через трубопроводы 10 и 12 к потребителям 13 системы смазки ДВС.

После окончания предпусковой прокачки масла электродвигатель 2 отключают. При отпуске педали управления пружина 9 разжимается, и под действием усилия пружины 9 шестерня 3 выходит из зацепления с шестерней 5 и входит в зацепление с шестерней 4, установленной на коленчатом валу 7 ДВС. Таким образом, во время работы ДВС шестерни масляного насоса 1 приводятся во вращение от коленчатого вала 7 через шестерни 3 и 4, при этом масло подается насосом 1 из картера 11 через трубопроводы 10 и 12 к потребителям 13 масла.

Предлагаемое устройство позволяет обеспечить предпусковую прокачку масла и последующую работу системы смазки ДВС с помощью одного масляного насоса, что позволяет уменьшить габариты и стоимость устройства.

Устройство для привода масляного насоса системы смазки двигателя внутреннего сгорания с предпусковой прокачкой масла, содержащее электродвигатель и шестерни, установленные на валах насоса, двигателя внутреннего сгорания и электродвигателя соответственно, отличающееся тем, что, с целью уменьшения габаритов, шестерня на валу насоса установлена с возможностью перемещения вдоль вала для обеспечения ее попеременного зацепления с шестернями, установленными на валах двигателя внутреннего сгорания.

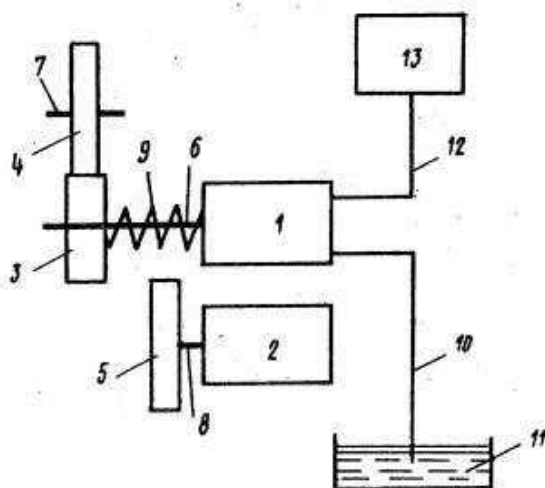


Рисунок 3.5 – Схема к патенту №981638.

3.3 Проектирование установки для предпусковой прокачки масла

С учетом существующих способов нами была разработана установка состоящая из мотор-редуктора который через муфту соединяется с масляным насосом. Нагнетательный патрубок масляного насоса соединен через предохранительный клапан с нагнетательной магистралью системы смазки двигателя.

Для исключения перетекания масла из нагнетательной магистрали при работающем двигателе в магистраль прокачки установлен обратный клапан.

3.3.1 Подбор масляного насоса для предпусковой прокачки масла

Масляный насос подбирается по рабочему давлению, производительности и с учетом конструктивных параметров двигателя.

Для этой цели наиболее подходят насосы пластинчатые для смазки.

Назначение: применяются в смазочных системах станков, прессов и других машин, где требуется давление до 0,25 МПа и нерегулируемый по величине поток минерального масла при постоянном давлении.

Основные характеристики: Насосы С12-5М с правым направлением вращения вала, С12-4М – с реверсивным направлением вращения вала. Направлением потока масла постоянное. Диапазон вязкости масла 17-213 мм²/с при тем-

пературе от +10 до +50 о С. Тонкость фильтрации масла 25 мкм. Номинальная частота вращения вала 1500 об/мин. Насосы соответствуют ТУ 2-053-1764-85.

В таблице 3.1. приведены основные технические характеристики насосов, [18].

Таблица 3.1.

Основные технические характеристики насосов типа С12-5М и С12-4М.

Параметр	Нормы для типоразмеров				
	С12-4М- 2	С12-4М- 3,2	С12-4М- 4	С12-4М- 6,3	С12- 4М-10
	С12-5М- 2	С12-5М- 3,2	С12-5М- 4	С12-5М- 6,3	С12- 5М- 10
Давление на выходе, МПа: номинальное максимальное	0,25 0,4				
Рабочий объем, см ³	2	3,2	4	6,3	10
Номинальная подача, л/мин: С12-4М С12-5М	1,8 2,5	2,9 4,0	4,2 5,0	6,6 8,0	8,0 8,5
Подача при 960 об/мин, л/мин: С12-4М С12-5М	1,15 1,6	1,85 2,56	2,49 3,2	4,2 5,12	7,68 8,16
Номинальная мощ- ность, кВт	0,05	0,06	0,07	0,12	0,18
Частота вращения, об/мин: номинальная максимальная минимальная	1500 2000 480	1500 1650 480	1500 2000 480	1500 1600 480	1500 1600 480
Допустимое количе- ство реверсов в мину- ту (для С12-4М)	4				
Масса, кг: С12-4М С12-5М	1,8 1,6	1,8 1,6	2,8 2,5	2,8 2,5	2,8 2,5



Рисунок 3.4 – Внешний вид пластинчатого насоса.

С учетом требуемых параметров берем насос C12-5M- 6,3, [18].

3.3.2 Подбор мотор-редуктора.

Мотор-редуктор подбирают с учетом частоты вращения, передаваемой мощности и конструктивных параметров, [19, 20].



Рисунок 3.5 - Мотор-редуктор 90JWG200K/83125-2430.

Таблица 3.2.

Основные технические характеристики мотор-редуктора типа
90JWG200K/83125-2430.

Передаточное отношение	50	40	32	25	16	12.5	5
Скорость вращения без нагрузки, об/мин	60	75	93	120	187	240	600
Скорость вращения под нагрузкой об/мин	46	57	71	92	143	184	460
Крутящий момент, Нм	10,5	8,4	6,7	5,2	3,8	3	1,2

Берем мотор-редуктор 90JWG200K/83125-2430 с передаточным отношением 5.

3.3.3 Подбор муфты

Муфту подбирают по передаваемому крутящему моменту с учетом диаметров соединяемых валов.

$$T'_M \geq K_M * T_D, \quad (3.1)$$

где T'_M – максимальный момент передаваемой муфтой, Нм;

K_M – коэффициент запаса прочности, $K_M = 2 \dots 2,5$ [10, 17].

T_D – крутящий момент электродвигателя, Нм.

$$T'_M = 2,2 * 1,2 = 2,6 \text{ Нм.}$$

Берем упругую муфту с торообразной оболочкой “Мультикросс”:

$$T_M = 20 \text{ Нм;}$$

$$d_M = 6 \dots 20 \text{ мм, [13].}$$

3.3.4 Расчет пружины предохранительного клапана

Для предотвращения поломки системы смазки на нагнетательном патрубке устанавливаем предохранительный клапан.

Принимаем давление срабатывания клапана $P_{\Pi} = 0,4 \text{ МПа}$.

Усилие, создаваемое пружиной, определяется по формуле:

$$F_{\Pi P} = \frac{P_{\Pi} * \pi * d^2}{4}, \quad (3.2)$$

$$F_{\Pi P} = 400000 * 3,14 * 0,01^2 / 4 = 31,4 \text{ Н}$$

Диаметр проволоки пружины определяется по формуле, [10]:

$$d_{\Pi P} \geq \sqrt{\frac{\kappa * 8 * F_{\Pi P} * c}{\pi [\tau]}}, \quad (3.3)$$

где k – поправочный коэффициент, принимаем $k = 1,294$, [10];

c – индекс пружины, принимаем $c = 5$, [10];

$[\tau]$ – допускаемое касательное напряжение поперечного сечения витка пружины, $[\tau] = 560$ МПа, [10];

$$d_{\text{ПР}} \geq \sqrt{\frac{1,294 * 8 * 31,4 * 5}{3,14 * 560}} = 0,96 \text{ мм.}$$

Принимаем $d_{\text{ПР}} = 1$ мм, [1].

Средний диаметр пружины определяется по формуле:

$$D_o \approx c d_{\text{ПР}}, \quad (3.4)$$

$$D_o = 5 * 1 = 5 \text{ мм.}$$

Шаг пружины в свободном состоянии определяется по формуле:

$$t = d + \frac{\lambda_2}{z} + 0.1d, \quad (3.5)$$

где λ_2 – осадка пружины под действием нагрузки, принимаем $\lambda_2 = 3$ мм.

z – число рабочих витков пружины, принимаем $z = 8$.

$$t = 1 + 3/8 + 0,1 * 1 = 1,5 \text{ мм.}$$

3.3.5 Расчет пружины обратного клапана

Принимаем давление срабатывания клапана $P_M = 0,1$ МПа.

Усилие, создаваемое пружиной определяется по формуле (3.2):

$$F_{\text{ПР}} = 100000 * 3,14 * 0,01 * 0,01/4 = 7,9 \text{ Н}$$

Диаметр проволоки пружины определяется по формуле (3.3):

где k – поправочный коэффициент, принимаем $k = 1,172$, [10];

c – индекс пружины, принимаем $c = 8$, [10];

$[\tau]$ – допускаемое касательное напряжение поперечного сечения витка пружины, $[\tau] = 560$ МПа, [10];

$$d_{\text{ПР}} \geq \sqrt{\frac{1,294 * 8 * 7,9 * 5}{3,14 * 560}} = 0,48 \text{ мм.}$$

Принимаем $d_{\text{ПР}} = 0,63 \text{ мм}$, [1].

Средний диаметр пружины определяется по формуле (3.4):

$$D_0 = 8 * 0,63 = 5,04 \text{ мм.}$$

Шаг пружины в свободном состоянии определяется по формуле (3.5):

где λ_2 – осадка пружины под действием нагрузки, принимаем $\lambda_2 = 3 \text{ мм}$.

z – число рабочих витков пружины, принимаем $z = 5$.

$$t = 0,63 + 3/5 + 0,1 * 0,63 = 1,3 \text{ мм.}$$

3.3.6. Расчет шпонки вала насоса на прочность.

Длину рабочей части шпонки определяется по формуле:

$$l_p = \frac{2000T}{d(h - t_1)[\sigma]_{\text{см}}}, \quad (3.6)$$

где T – крутящий момент, Нм;

d – диаметр вала насоса, $d = 15 \text{ мм}$;

h – высота шпонки, $h = 5 \text{ мм}$;

t_1 – глубина паза вала, $t_1 = 3 \text{ мм}$;

$[\sigma]_{\text{см}}$ – допускаемое напряжения смятия материала шпонки, $[\sigma]_{\text{см}} = 350 \text{ МПа}$.

$$l_p = \frac{2000 * 1,2}{15(5 - 3) * 350} = 0,23 \text{ мм.}$$

Полная длина шпонки определяется по формуле:

$$l = l_p + b, \quad (3.7)$$

где b – ширина шпонки, $b = 5 \text{ мм}$.

$$l = 0,23 + 5 = 5,23 \text{ мм.}$$

Берем Шпонку 5x5x12 ГОСТ 23360-78.

3.4 Расчет болтовых соединений

Болтовые соединения крепления испытывают осевые нагрузки N_i .

С учетом того, что в нашем случае болтовые соединения нагружены осевой силой и моментом затяжки на резьбе болта, то расчет должен вестись по четвертой теории прочности [3]:

$$\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{\sigma_p^2 + 3 \cdot \tau_k^2} \leq [\sigma], \quad (3.8)$$

где σ_p - напряжение растяжения под действием осевой силы, МПа

$$\sigma_p = \frac{F_o}{A_p} = \frac{4 \cdot F_o}{\pi \cdot d_1^2}, \quad (3.9)$$

где A - площадь резьбового соединения, м²;

F - сила, действующая в соединении, Н;

d - диаметр болта, м.

Напряжение кручения τ_k от момента трения в резьбе болта, МПа, определяем по выражению:

$$\tau_k = \frac{T_p}{W_p} = \frac{16 \cdot T_p}{\pi \cdot d_1^3}, \quad (3.10)$$

где T - крутящий момент, Нм.

Поскольку для нашего случая соединения также нагружены силами в плоскости стыка, условие прочности запишется в виде [3]:

$$\tau = \frac{4 \times Q}{\pi \cdot d_c^2 \cdot i \cdot Z} \leq [\tau],$$

$$Q \leq \frac{\pi \cdot d_c^2}{4} \cdot i \cdot Z \cdot [\tau_{cp}], \quad (3.6)$$

где d_c - диаметр стержня болта в опасном сечении, мм;

Q - расчетная сдвигающая сила, Н;

i - число стыков, стягиваемых болтом, шт;

f - коэффициент трения (для стальных деталей $f = 0,15 \dots 0,2$) [3];

Z - количество болтов;

K_s - запас по сцеплению, принимаем равным 1,5 ... 2,0 [3].

Результатом расчета является определение напряжений растяжения в болте (шпильке), напряжений среза резьбы и кручения при затяжке, напряжения среза резьбы гайки, момент на ключе при затяжке со смазкой и без смазки. Приведем пример расчета одного резьбового соединения:

Исходные данные для расчета болтов:

Осевая нагрузка на болт $N = 50 \text{ Н}$

Поперечная нагрузка на болт(-ы) $Q = 100 \text{ Н}$

Расчетная температура болта $T = -40 \dots +40 \text{ }^\circ\text{C}$

Количество болтов 8шт.

В качестве материала болта принимаем сталь 8.

Допускаемые напряжения для принятого материала будут [16]:

на растяжение: 60 МПа

на срез: 34 МПа

Диаметр резьбы болта принимаем равным 6 мм (ряд 1), т.е. М4.

Шаг резьбы болта принимаем равным 1 мм (крупный)

Марку стали гайки назначим Сталь 8

Допускаемое напряжение:

-на срез: 34 МПа

Высота гайки 14 мм

В соответствии с приведёнными в [3] данными имеем:

Диаметр резьбы по впадинам: $d_3 = 14,3 \text{ мм}$.

Коэффициент полноты резьбы: болта: $K_1 = 0.75$; гайки: $K_1 = 0.875$.

Коэффициент деформации витков: $K_m = 0.6$.

Затяжку резьбового соединения будет производить без смазки, поэтому коэффициенты наличия смазки: $\zeta = 0.18$; $\zeta_1 = 0.37$.

Площадь сечения болта A определится:

$$A_w = \frac{1}{4} \pi (d_3^2 - d^2) = 0,25 \cdot 3,14 \cdot (4,3^2 - 0) = 12,1 \text{ мм}^2 \quad (3.7)$$

Момент сопротивления сечения кручению:

$$W_W = \frac{1}{16} \pi D^3 \left(1 - \frac{d^3}{D^3} \right) = \frac{1}{16} \pi \cdot 4,3^3 \left(1 - \frac{0}{6^3} \right) = 16,1 \text{ мм}^3 \quad (3,8)$$

Крутящий момент при затяжке:

$$M_K = \frac{\zeta F_W D}{z} = 0,18 \cdot 37 \cdot \frac{6}{2} = 5,4 \text{ Нмм} \quad (3.9)$$

Момент на ключе для обеспечения силы F_w :

$$M_K = \frac{\zeta F_w D}{z} = 0,37 \cdot 37 \cdot \frac{1,6}{2} = 11,1 \text{ Нмм} \quad (3.10)$$

Напряжения растяжения в болте:

$$\sigma_w = \frac{F_w}{(A_D z)} = \frac{37}{7,7 \cdot 2} = 2,4 < 60 \text{ МПа} - \text{выполнено} \quad (3.11)$$

Расчеты на прочность для других резьбовых соединений показали также их достаточную надежность по условиям прочности.

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

В качестве изготавливаемой детали берем гайку клапана

Выбор материала заготовки и его размеры

Способ получения заготовки должен быть наиболее экономичным потому что от этого зависит степень расхода материала, количество операций, трудоемкость и себестоимость.

Учитывая выше перечисленные факторы примем для изготовления заготовки прокат Ст45 ГОСТ 1050-74. Диаметр 65 мм, длина 90 мм.

Выбор оборудования и режущего инструмента

Для токарной операции выбираем универсальный токарно-винторезный станок

1К-62 стр11 прилож.1

Техническая характеристика токарно-винторезного станка 1К-62.

Высота центров	200 мм
Максимальный диаметр обработанной заготовки	400мм
Расстояние между центрами(макс)	1400 мм
Число оборотов шпинделя	800-1000-1250-1600-2000 об/мин
Продольные подачи	0.075+4.46
Поперечные подачи	0.075+2.23
Мощность электродвигателя	10 кВт
КПД привода	0.85
Вес станка	2400 кг
Габариты	1166-1355-2785

Составление маршрута обработки

Таблица 4.1- Маршрут обработки детали

№ опер.	Содержание операции	Оборудование	Приспособление
005	Заготовительная Изучить чертеж детали. Выбрать прокат Ст45 ГОСТ 1050-74 с диаметром 65 мм и длиной 90 мм.		ШЦ-125-01 ГОСТ 166-89
010	Токарная Подрезать и зацентровать два торца. Точить поверхности: Ø60 на длине 45, снять фаску 3 мм на 30 градусов, Ø56 на длине 25, Ø52 на длине 4, снять фаску 2 на 45 градусов Нарезать резьбу М56х2 на длине 21 Сверлить отверстие Ø30 на длине 45 Точить поверхность Ø40 на длине 5, снять фаску 5 на 45 градусов	Токарно-винторезный станок 1К62	Патрон 7100-0035 ГОСТ 2675-80 Центр А-1-2-Н ГОСТ 8742-75 Центр ГОСТ 13214-79 Хомутик 7107-0041 ГОСТ 2578-70
015	Фрезерная Фрезеровать поверхности: под ключ 52	Горизонтально-фрезерный станок 6Н82Г	Тиски 7200-0209 ГОСТ 14904-80 Стол 7204-0005 ГОСТ 16936-71
020	Контрольная Проконтролировать все размеры.		Калибр-скоба ШЦ-125-01 ГОСТ 166-89

Таблица 4.2- Операционная карта обработки детали

№ п/п	Содержание перехода	Режущий и измерительный инструмент	Технологический эскиз
1	2	3	4
1.	005 Заготовительная Изучить чертеж детали. Выбрать прокат Ст45 ГОСТ 1050-74 с диаметром 65 мм и длиной 90 мм. 010		
2.	Токарная Установить заготовку на центра		
3.	Подрезать торец	Резец 2103-0565 T15K6 ГОСТ 18879-73	
4.	Точить поверх. 1 выдерживая размер 2.	Штангенциркуль ШЦ-125-01	
5.	Снять фаску 3	Резец 2103-0565 T15K6 ГОСТ 18879-73	
6.	Отрезать заготовку, выдерживая размер 4	Резец 2102-0503 T15K6 ГОСТ 18879-73	
7.	Повернуть заготовку и закрепить в патроне		
8.	Точить поверх.5 выдерживая размер 6.	Резец 2103-0565 T15K6 ГОСТ 18879-73	

9.	Точить поверх.7 выдерживая размер 8.	Резец 2103-0565 T15K6 ГОСТ 18879-73	
10	Снять фаску 9	Резец 2103-0565 T15K6 ГОСТ 18879-73	
11	Нарезать резьбу на поверх. 10 выдер- живая размер 11	Резец 2662-0503 T15K6 ГОСТ 18876-73	
12	Установить сверло на задней бабке	Сверло 2300-6994 ГОСТ 886-77	
13	Сверлить отверстие 12 на длину 13	Сверло 2300-6994 ГОСТ 886-77	
14	Точить поверх. 14 выдерживая размер 15	Резец 2103-0565 T15K6 ГОСТ 18879-73	
15	Снять фаску 16	Резец 2102-0503 T15K6 ГОСТ 18879-73	
16	Снять заготовку со станка 015		
17	Фрезерная Установить заго- товку на стол и тиски.	Фреза 2200-0137 ГОСТ 3752-71 Штангенциркуль ШЦ- 125-01	
18	Фрезеровать по- верх. 17	Фреза 2200-0137 ГОСТ 3752-71 Штангенциркуль ШЦ- 125-01	

19	Повернуть заготовку на 60 градусов и фрезеровать пов. 18	Фреза 2200-0137 ГОСТ 3752-71 Штангенциркуль ШЦ-125-01	
20	Повернуть заготовку на 60 градусов и фрезеровать пов. 19	Фреза 2200-0137 ГОСТ 3752-71 Штангенциркуль ШЦ-125-01	
21	Повернуть заготовку на 60 градусов и фрезеровать пов. 20	Фреза 2200-0137 ГОСТ 3752-71 Штангенциркуль ШЦ-125-01	
22	Повернуть заготовку на 60 градусов и фрезеровать пов. 21	Фреза 2200-0137 ГОСТ 3752-71 Штангенциркуль ШЦ-125-01	
23	Повернуть заготовку на 60 градусов и фрезеровать пов. 22	Калибр-скоба Штангенциркуль ШЦ-125-01	
24	Снять деталь со станка 020		
25	Контрольная Проконтролировать все размеры		

4.1 Технологические расчеты

010. Токарная

Переход 4. Точить поверхность 1, выдерживая размер 2.

Определяем припуск h .

$$h = \frac{D_1 - D_2}{2}, \quad (4.1)$$

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

$$h = \frac{65 - 60}{2} = 2,5 \text{ мм.}$$

4. Находим глубину резания t и число проходов i .

$t=3$ мм;

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

5. Выбираем подачу s .

Из таблицы 2, Приложения 2 для черновой обработки Ст45 ГОСТ 1050-74 рекомендуется 0,4...0,6 и выбираем $s=0,4$ мм/об.

Но корректируя по паспорту станка (Приложение 1) устанавливаем $s=0,43$

мм/ об.

6. Устанавливаем период стойкости режущего инструмента T .

Из Приложения 2, стр. 32, выбираем $T=60$ мин.

7. Определяем скорость резания V

$$v = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y}, \quad (4.2)$$

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;

Ст45 $\sigma_s = 590$, 1К62 без охлаждения $C_v = 330$; $x = 0,2$; $y = 0,15$; $m = 0,34, [1,8]$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{lv} \cdot K_{fv}, \quad (4.3)$$

где K_v - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

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

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

K_{ϕ} - коэффициент, учитывающий влияние угла резца в плане ϕ .

$$K_{mv} = 1.0 \left(\frac{750}{590} \right)^1 = 1,271$$

$$K_{nv} = 0,8; K_{uv} = 1; K_{\phi v} = 0,7.$$

$$K_v = 1,271 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,711.$$

$$V_p = \frac{330 \cdot 0,711}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,43^{0,34}} = 120 \text{ м/мин.}$$

8. Определяем частоту вращения шпинделя.

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_1} = \frac{1000 \cdot 120}{3,14 \cdot 65} = 588 \text{ мин}^{-1}.$$

Найденное значение $n=588 \text{ мин}^{-1}$ корректируем по паспортным данным станка и устанавливаем действительное значение n частоты вращения. По паспорту 1К62 $n=630 \text{ мин}^{-1}$.

9. Определение действительной скорости резания.

Действительная скорость резания определяется с учетом действительной частоты вращения n .

$$V = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 65 \cdot 630}{1000} = 128 \text{ м/мин.}$$

10. Определяем силу резания P_z .

Сила резания определяется по формуле (Приложение 2):

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (4.4)$$

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

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

n – показатель степени при скорости резания;

K_p – общий поправочный коэффициент, учитывающий конкретные условия обработки;

$$K_p = K_{mv} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{z p}; \quad (4.5)$$

$$K_{mv} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n = \left(\frac{590}{750} \right)^{0,75} = 0,835$$

$$K_{\varphi p} = 0,89; K_{\gamma p} = 1; K_{\lambda p} = 1; K_{z p} = 1$$

$$K_p = 0,835 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,743$$

$$C_p = 253; x=0,2; y=0,75; n=-0,15;$$

$$P_z = 10 \cdot 253 \cdot 2,5^1 \cdot 0,43^{0,75} \cdot 128^{-0,15} \cdot 0,743 = 1204 \text{ Н.}$$

11. Определяем мощность, затрачиваемая на резание.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{60000} = \frac{1204 \cdot 128}{60000} = 2,5 \text{ кВт.}$$

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

$$N_{шп} = N_{дв} \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт.} \quad (4.6)$$

Для осуществления обработки мощность на шпинделе должна превышать резания

$$N_{шп} \geq N_p;$$

$7,5 > 2,5$. условие соблюдено

12. определение основного технологического времени.

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(l + y + \Delta)}{n \cdot s}; \quad (4.7)$$

где L – длина рабочего хода резца, мм;

i – число проходов резца;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

Δ – перебег резца, мм ($\Delta=1 \dots 3$);

y – величина врезания резца, мм.

$$y = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi, \quad (4.8)$$

где φ – главный угол в плане резца;

$$y = 2,5 \cdot \operatorname{ctg} 90^\circ = 0, [1,8]:$$

$$T_o = \frac{46 \cdot 1}{630 \cdot 0,43} = 0,169 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время $T=0,169$ мин.

13. Переход 5. Снять фаску 3

Определяем припуск h .

$$h = \frac{60 - 52}{2} = 4 \text{ мм.}$$

15. Находим глубину резания t и число проходов i .

$t=4$ мм;

$$i = \frac{h}{t} = \frac{4}{4} = 1 \text{ мм.}$$

16. Выбираем подачу s .

Из таблицы 2, Приложения 2 для черновой обработки Ст45 ГОСТ 1050-74 рекомендуется $0,4 \dots 0,6$ и выбираем $s=0,5$ мм/об, [1,8]: .

Но корректируя по паспорту станка (Приложение 1) устанавливаем $s=0,52$, [1,8]:

мм/ об.

17. Устанавливаем период стойкости режущего инструмента T .

Из Приложения 2, стр. 32, выбираем $T=60$ мин.

$$K_{mv} = 1,0 \left(\frac{750}{590} \right)^1 = 1,271$$

$$K_{nv} = 0,8; K_{uv} = 1; K_{\phi v} = 0,7.$$

$$K_v = 1,271 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,711.$$

$$V_p = \frac{330 \cdot 0,711}{60^{0,2} \cdot 4^{0,15} \cdot 0,52^{0,34}} = 105 \text{ м/мин.}$$

19. Определяем частоту вращения шпинделя.

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_1} = \frac{1000 \cdot 105}{3,14 \cdot 60} = 557 \text{ мин}^{-1}.$$

Найденное значение $n=557 \text{ мин}^{-1}$ корректируем по паспортным данным станка и устанавливаем действительное значение n частоты вращения. По паспорту 1K62 $n=630 \text{ мин}^{-1}$.

20. Определение действительной скорости резания.

Действительная скорость резания определяется с учетом действительной частоты вращения n .

$$V = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 630}{1000} = 118 \text{ м/мин.}$$

21. Определяем силу резания P_z .

$$K_{mv} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n = \left(\frac{590}{750} \right)^{0,75} = 0,835$$

$$K_{\phi p} = 0,89; K_{yp} = 1; K_{\lambda p} = 1; K_{zp} = 1$$

$$K_p = 0,835 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,743$$

$$C_p = 253; x=0,2; y=0,75; n=-0,15;$$

$$P_z = 10 \cdot 253 \cdot 4^1 \cdot 0,52^{0,75} \cdot 118^{-0,15} \cdot 0,743 = 2251 \text{ Н.}$$

22. Определяем мощность, затрачиваемая на резание.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{60000} = \frac{2251 \cdot 118}{60000} = 4,4 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{шп}} \geq N_p; 7,5 > 4,4. \text{ условие соблюдено}$$

23. определение основного технологического времени.

$$T_o = \frac{3 \cdot 1}{630 \cdot 0,52} = 0,009 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время $T=0,009$ мин.

Переход 8. Точить поверхность 5, выдерживая размер 6.

Определяем припуск h .

$$h = \frac{60 - 56}{2} = 2 \text{ мм.}$$

26. Находим глубину резания t и число проходов i .

$t=2$ мм;

$$i = \frac{h}{t} = \frac{2}{2} = 1 \text{ мм.}$$

27. Выбираем подачу s .

для черновой обработки Ст45 ГОСТ 1050-74 рекомендуется 0,2...0,4 и выбираем $s=0,35$ мм/об

Но корректируя по паспорту станка устанавливаем $s=0,39$ мм/ об.

28. Устанавливаем период стойкости режущего инструмента T .

, выбираем $T=60$ мин. , [1,8]:

29. Определяем скорость резания V

$$K_{mv} = 1,0 \left(\frac{750}{590} \right)^1 = 1,271$$

$$K_{nv} = 0,8; K_{uv} = 1; K_{\phi v} = 0,7.$$

$$K_v = 1,271 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,711$$

$$V_p = \frac{330 \cdot 0,711}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,39^{0,34}} = 128 \text{ м/мин.}$$

30. Определяем частоту вращения шпинделя.

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_1} = \frac{1000 \cdot 128}{3,14 \cdot 60} = 682 \text{ мин}^{-1}.$$

Найденное значение $n=630 \text{ мин}^{-1}$ корректируем по паспортным данным станка и устанавливаем действительное значение n частоты вращения. По паспорту 1К62 $n=800 \text{ мин}^{-1}$.

31. Определение действительной скорости резания.

Действительная скорость резания определяется с учетом действительной частоты вращения n .

$$V = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 800}{1000} = 150 \text{ м/мин.}$$

32. Определяем силу резания P_z .

$$K_{mv} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n = \left(\frac{590}{750} \right)^{0,75} = 0,835$$

$$K_{\varphi p} = 0,89; K_{yp} = 1; K_{\lambda p} = 1; K_{zp} = 1$$

$$K_p = 0,835 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,743$$

$$C_p = 253; x=0,2; y=0,75; n=-0,15;$$

$$P_z = 10 \cdot 253 \cdot 2,5^1 \cdot 0,39^{0,75} \cdot 150^{-0,15} \cdot 0,743 = 874 \text{ Н.}$$

33. Определяем мощность, затрачиваемая на резание.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{60000} = \frac{874 \cdot 150}{60000} = 2,1 \text{ кВт.}$$

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

$$N_{\text{шп}} \geq N_p; 7,5 > 2,1. \text{ условие соблюдено}$$

34. определение основного технологического времени.

$$T_o = \frac{26 \cdot 1}{800 \cdot 0,39} = 0,083 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время $T=0,083 \text{ мин.}$

Переход 9. Точить поверхность 7, выдерживая размер 8.

Определяем припуск h .

$$h = \frac{56 - 52}{2} = 2 \text{ мм.}$$

37. Находим глубину резания t и число проходов i .

$$t = 2 \text{ мм;}$$

$$i = \frac{h}{t} = \frac{2}{2} = 1 \text{ мм.}$$

38. Выбираем подачу s .

для черновой обработки Ст45 ГОСТ 1050-74 рекомендуется 0,2...0,4 и выбираем $s = 0,35 \text{ мм/об}$.

Но корректируя по паспорту станка устанавливаем $s = 0,39 \text{ мм/об}$.

39. Устанавливаем период стойкости режущего инструмента T .

выбираем $T = 60 \text{ мин.}$, [1,8]:

40. Определяем скорость резания V

$$K_{mv} = 1,0 \left(\frac{750}{590} \right)^1 = 1,271$$

$$K_{nv} = 0,8; K_{uv} = 1; K_{\phi v} = 0,7.$$

$$K_v = 1,271 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,711$$

$$V_p = \frac{330 \cdot 0,711}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,39^{0,34}} = 128 \text{ м/мин.}$$

41. Определяем частоту вращения шпинделя.

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_1} = \frac{1000 \cdot 128}{3,14 \cdot 56} = 727 \text{ мин}^{-1}.$$

Найденное значение $n = 727 \text{ мин}^{-1}$ корректируем по паспортным данным станка и устанавливаем действительное значение n частоты вращения. По паспорту 1К62 $n = 800 \text{ мин}^{-1}$.

42. Определение действительной скорости резания.

Действительная скорость резания определяется с учетом действительной частоты вращения n .

$$V = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 56 \cdot 800}{1000} = 140 \text{ м/мин.}$$

43. Определяем силу резания P_z .

$$K_{mv} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n = \left(\frac{590}{750} \right)^{0,75} = 0,835$$

$$K_{\varphi p} = 0,89; K_{yp} = 1; K_{\lambda p} = 1; K_{zp} = 1$$

$$K_p = 0,835 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,743$$

$$C_p = 253; x=0,2; y=0,75; n=-0,15;$$

$$P_z = 10 \cdot 253 \cdot 2,5^1 \cdot 0,39^{0,75} \cdot 140^{-0,15} \cdot 0,743 = 882 \text{ Н.}$$

44. Определяем мощность, затрачиваемая на резание.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{60000} = \frac{882 \cdot 140}{60000} = 2 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{шп}} \geq N_p; 7,5 > 2. \text{ условие соблюдено}$$

45. определение основного технологического времени.

$$T_o = \frac{4 \cdot 1}{800 \cdot 0,39} = 0,012 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время $T=0,012$ мин.

Переход 10. Снять фаску 9

Определяем припуск h .

$$h = \frac{56 - 52}{2} = 2 \text{ мм.}$$

48. Находим глубину резания t и число проходов i .

$$t=2 \text{ мм;}$$

$$i = \frac{h}{t} = \frac{2}{2} = 1 \text{ мм.}$$

49. Выбираем подачу s .

черновой обработки Ст45 ГОСТ 1050-74 рекомендуется 0,2...0,4 и выбираем $s=0,35$ мм/об .

Но корректируя по паспорту станка устанавливаем $s=0,39$ мм/ об.

50. Устанавливаем период стойкости режущего инструмента T .

выбираем $T=60$ мин.

51. Определяем скорость резания V

$$K_{mv} = 1.0 \left(\frac{750}{590} \right)^1 = 1,271$$

$$K_{nv} = 0,8; K_{uv} = 1; K_{qv} = 0,7.$$

$$K_v = 1,271 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,711.$$

$$V_p = \frac{330 \cdot 0,711}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,39^{0,34}} = 128 \text{ м/мин.}$$

52. Определяем частоту вращения шпинделя.

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_1} = \frac{1000 \cdot 128}{3,14 \cdot 56} = 727 \text{ мин}^{-1}.$$

Найденное значение $n=727 \text{ мин}^{-1}$ корректируем по паспортным данным станка и устанавливаем действительное значение n частоты вращения. По паспорту 1К62 $n=800 \text{ мин}^{-1}$.

53. Определение действительной скорости резания.

Действительная скорость резания определяется с учетом действительной частоты вращения n .

$$V = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 56 \cdot 800}{1000} = 140 \text{ м/мин.}$$

54. Определяем силу резания P_z .

$$K_{mv} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n = \left(\frac{590}{750} \right)^{0,75} = 0,835$$

$$K_{qp} = 0,89; K_{yp} = 1; K_{\lambda p} = 1; K_{zp} = 1$$

$$K_p = 0,835 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,743$$

$$C_p = 253; x=0,2; y=0,75; n=-0,15;$$

$$P_z = 10 \cdot 253 \cdot 2,5^1 \cdot 0,39^{0,75} \cdot 140^{-0,15} \cdot 0,743 = 882 \text{ Н.}$$

55. Определяем мощность, затрачиваемая на резание.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{60000} = \frac{882 \cdot 140}{60000} = 2 \text{ кВт.}$$

$$N_{шп} \geq N_p; 7,5 > 2. \text{ условие соблюдено}$$

56. определение основного технологического времени.

$$T_o = \frac{2 \cdot 1}{800 \cdot 0,39} = 0,006 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время $T=0,006$ мин.

5 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Общие требования по технике безопасности.

Лица моложе 18 лет к работе по эксплуатации, техническому обслуживанию и текущему ремонту, агрегатов, деталей и приборов не допускаются. Каждый рабочий при приеме на работу должен пройти вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте. Запись о дате прохождения инструктажа и его содержании производится в журнале по технике безопасности.

Лица, виновные в нарушении настоящих правил, несут ответственность в полной мере независимо от того, привело ли это нарушение к несчастному случаю или нет. Так же, они несут ответственность за нарушения, допущенные их подчиненными. Обо всех несчастных случаях и авариях, администрация предприятия обязана немедленно сообщить местному органу Госгортехнадзора;

Соблюдать правила по обеспечению пожаро и взрывобезопасности;

Рабочий должен уметь оказывать первую медицинскую помощь.

5.1 Техника безопасности при работе с трактором

Общие положения

Конструкция трактора обеспечивает безопасность работы на нем. Во избежание несчастных случаев строго соблюдайте "Правила дорожного движения" и меры безопасности, изложенные в настоящем разделе.

К работе на тракторе допускаются только лица, окончившие специальные курсы по изучению конструкции и особенностей эксплуатации тракторов и имеющие удостоверение на право работать на тракторах. Трактор должен быть комплектным и исправным.

В кабине трактора должна быть установлена и закреплена аптечка первой помощи, укомплектованная в соответствии с действующими нормативными документами. Во избежание вредного воздействия шума на здоровье оператора

на тракторе рекомендуется использование средств индивидуальной защиты органов слуха – противошумных наушников по ГОСТ Р 12.4.208-99.

5.2 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения производительности труда.

С учётом преобладания умственного или физического труда и его тяжести специалисты механизаторы подразделяются на 2 группы: водители самоходных агрегатов и машин (шофёры, трактористы) и специалисты стационарных установок (мотористы, слесари, электрификаторы). Поэтому работа одних связана с управлением транспорта, с большой психофизической нагрузкой, а других – со сложной координацией движения и работой в непростых условиях (на высоте, в узких помещениях). Это требует выносливости, силы отдельных мышц, специальной координации движений. Занятия по физической культуре для выпускников должны включать следующие виды спорта: гиревой спорт, армспорт, борьбу, гимнастику, спортивные игры и другие виды спорта.

6. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.

Общие задачи охраны окружающей природной среды сложны и разнообразны, в их числе снижение загрязнения воздуха в городах, улучшение состояния водных объектов и обеспечение питьевой водой населения; обеспечение радиационной безопасности; предотвращение загрязнения окружающей среды опасными химическими веществами; защита населения от шума и электромагнитного излучения; создание курортных и других рекреационных территорий; демографические и этнические аспекты природопользования, решение проблем в зонах экологического бедствия в России в результате крупных техногенных катастроф.

На предприятии имеется повышенный уровень шумового загрязнения. Безвредный порог шумового загрязнения составляет 70 дБ, а уровень шума свыше 130 дБ может вызвать акустические травмы.

В Российской Федерации (РФ) для решения вопросов, связанных с шумовыми загрязнениями, созданы специальные комиссии, а координацию и планирование комплексов работ по снижению городских шумов осуществляется министерством науки, высшей школы и технической политики в России.

Система регулирования охраны окружающей среды, природной среды и рационального природопользования в РФ определяются законом РФ “об охране окружающей природной среды”, который состоит из 15 разделов.

К проектируемому предприятию относится 6 раздел: “Экологические требования при размещении, проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию предприятий, сооружений и других объектов”. И в законах республике Татарстан закон звучит также, [7].

7. РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОНСТРУКЦИИ

7.1 Расчеты балансовой стоимости и массы установки

Балансовая стоимость конструкций определяется по формуле:

$$C_{\bar{б}} = (C_{\kappa} + C_{o.д.} + C_{n.д.} + C_{з.н} + C_{н}), \quad (7.1)$$

где C_{κ} – стоимость изготовления корпусных деталей (рам, каркасов), руб.;

$C_{o.д.}$ – затраты на изготовление оригинальных деталей (валы, втулки), руб.;

$C_{п.д.}$ – затраты на покупные детали, руб.;

$C_{зп}$ – зарплата с начислениями на сборку конструкции, руб.;

$C_{н}$ – накладные, общепроизводственные расходы и плановые накопления, руб.

Стоимость изготовления корпусных деталей (станина, рама, кронштейны и т.п.) определяется исходя из средней стоимости 1 кг готовых изделий, [13]:

$$C_{\kappa} = \sum C_i \cdot G_{\kappa}, \quad (7.2)$$

где C_i – средняя стоимость 1 кг готовых деталей по справочным данным, руб.;

G_{κ} – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, ($C_{\kappa} \approx 5$ кг).

$$C_{\kappa} = 5 \cdot 40 = 200 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей (клапана, корпуса и т.п.):

$$C_{o.д.} = C_{зп} + C_{м}, \quad (7.3)$$

где $C_{зп}$ – зарплата производственных рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей, руб.;

$C_{м}$ – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

Зарплата рабочих определяется по формуле:

$$C_{3n} = n_{шт} \cdot z \cdot t_n \cdot K_3, \quad (7.4)$$

где $n_{шт}$ – количество оригинальных деталей, шт;

z – часовая ставка рабочих начислений по среднему размеру, руб/ч;

t_n – средняя норма трудоемкости изготовления отдельных оригинальных деталей, чел.·ч;

K_3 – коэффициент, учитывающий различные виды доплат и начислений ($K_3 = 1,25 \dots 1,45$), [7, 13].

Согласно справочным данным:

часовая ставка рабочих начислений по среднему размеру $Z = 40$ руб/ч;

средняя норма трудоемкости изготовления отдельных оригинальных деталей $t_n \approx 2$ чел.·ч;

всего оригинальных деталей $n_{шт} = 8$ шт.

$$C_{3n} = 8 \cdot 40 \cdot 2 \cdot 1,4 = 896 \text{ руб.}$$

Стоимость материала для изготовления оригинальных деталей определяется по формуле:

$$C_m = C_i G_3, \quad (7.5)$$

где C_i – цена за 1 кг материала заготовки, руб/кг.

По справочным данным $C_i = 30$ руб/кг, [13].

Масса заготовки определяется по формуле:

$$G_3 = \frac{G_k}{K_3}, \quad (7.6)$$

где G_k – масса деталей, кг;

K_3 – коэффициент использования массы заготовки ($K_3 = 0,7$), [16].

По чертежам $G_k \approx 5$ кг;

$$G_3 = 5/0,7 = 7 \text{ кг.}$$

Тогда,

$$C_{\text{м}} = 30 \cdot 7 = 210 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{од}} = 896 + 210 = 1106 \text{ руб.}$$

Зарплата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, определяется по формуле:

$$C_{\text{зп}} = z_i \cdot t_{\text{сб}} \cdot k_3, \quad (7.7)$$

где z_i – средняя часовая тарифная ставка, руб/ч;

$t_{\text{сб}}$ – трудоемкость сборки по инструкции, чел.·ч.

средняя часовая тарифная ставка $z_i = 40$ руб/ч, [13];

Трудоемкость сборки по инструкции определяется по формуле:

$$t_{\text{сб}} = \sum (t_{\text{сб}i} \cdot k_{\text{сб}i}), \quad (7.8)$$

где $t_{\text{сб}i}$ – трудоемкость сборки отдельных элементов конструкции, чел.·ч;

$k_{\text{сб}i}$ – коэффициент, учитывающий соотношение между полным и оперативным временем сборки ($k_{\text{сб}i} = 1,2$), [13].

Трудоемкость сборки согласно технологии $t_{\text{сб}i} = 3$ ч.

$$t_{\text{сб}} = 3 \cdot 1,2 = 3,6 \text{ ч.}$$

$$C_{\text{зп}} = 40 \cdot 3,6 \cdot 1,3 = 187 \text{ руб.}$$

Косвенные затраты на изготовление конструкции по формуле:

$$C_{\text{н}} = \frac{\sum C_{\text{зп}} \cdot R}{100}, \quad (7.9)$$

где $\sum C_{\text{зп}}$ – сумма зарплат производственных рабочих, участвующих в изготовлении конструкции и сборке, руб;

R – процент косвенных расходов ($R = 50\%$), [13].

$$C_H = (896+187)*50/100 = 542 \text{ руб.}$$

Затраты на покупные детали, узлы по прейскуранту определяются по формуле:

$$C_{но} = \sum C_i, \text{руб};$$

где C_i – стоимость каждой детали, руб.

Принимаем $\sum C_i \approx 4965$ руб, [18].

Из полученных данных находим балансовую стоимость:

$$C_6 = 200+1106+4965+187+542 = 7000 \text{ руб.}$$

Масса конструкции проектируемой установки $G_1 \approx 15 \text{ кг} \pm 2 \%$.

7.1.2. Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции установки

Для сравнения выбираем типовую установку.

В таблице 7.1. представлены технико-экономические показатели проектируемой и существующей конструкций.

При расчетах показатели базового варианта обозначим индексом X_0 , а проектируемого X_1 .

Расчет технико-экономических показателей по обоим вариантам проводим в такой последовательности.

Металлоемкость конструкции определяется по формуле:

$$M_{e1} = \frac{G_{\kappa 1}}{P_{z1} \cdot T_{zod} \cdot T_{cl}} ; \quad (7.10)$$

$$M_{e0} = \frac{G_{\kappa 0}}{P_{z0} \cdot T_{zod} \cdot T_{cl}},$$

где M_{e1}, M_{e0} – металлоемкость проектируемой и существующих конструкции, кг/ м³;

G_{k1}, G_{k0} – масса проектируемой и существующей конструкции, кг;

P_{z1}, P_{z0} –производительность установки;

$T_{год}$ – годовая загрузка, час;

$T_{сл}$ – срок службы, лет.

$$M_{e1} = 15/(0,36*700*10) = 0,01 \text{ кг/ м}^3;$$

$$M_{e0} = 14/(0,35*700*10) = 0,01 \text{ кг/ м}^3.$$

Таблица 7.1–Технико-экономические показатели конструкций

Наименование	Варианты	
	Исходный	Проектируемой
Масса, кг	14	15
Балансовая, руб.	6000	7000
Потребляемая мощность, кВт	0,12	0,1
Количество обслуживающего персонала, чел	1	1
Разряд работы	III	III
Средняя тарифная ставка, руб/чел*ч.	40	40
Норма амортизации, %	10	10
Норма затрат на ремонт и ТО, %	10	14
Годовая загрузка, ч	700	700
Срок службы, лет	10	10
Производительность, м ³ /ч	0,35	0,36

Фондоемкость процесса определяется по формуле:

$$F_{e1} = \frac{C_{\bar{6}1}}{P_{z1} \cdot T_{\text{зод}} \cdot T_{\text{сл}}}; \quad (7.11)$$

$$F_{e0} = \frac{C_{\bar{6}0}}{P_{z1} \cdot T_{\text{зод}} \cdot T_{\text{сл}}},$$

где $C_{\bar{6}1}$, $C_{\bar{6}0}$ – балансовая стоимость проектируемой и существующих конструкции, руб.;

$$F_{e1} = 7000/(0,36 \cdot 700 \cdot 10) = 2,78 \text{ руб./ м}^3;$$

$$F_{e0} = 6000/(0,35 \cdot 700 \cdot 10) = 2,45 \text{ руб./ м}^3.$$

Энергоемкость определяется по формуле:

$$\mathfrak{E}_{e1} = \frac{N_{e1}}{P_{z1}}; \quad (7.12)$$

$$\mathfrak{E}_{e0} = \frac{N_{e0}}{P_{z0}},$$

где $\mathfrak{E}_{e1}$, $\mathfrak{E}_{e0}$ – энергоемкость проектируемой и существующей конструкции, кВт*ч/ м³;

N_{e1} , N_{e0} – мощность электродвигателя, кВт;

$$\mathfrak{E}_{e1} = 0,1/0,36 = 0,28 \text{ кВт*ч/ м}^3;$$

$$\mathfrak{E}_{e0} = 0,12/0,35 = 0,34 \text{ кВт*ч/ м}^3.$$

Трудоемкость процесса, чел*ч/литр.

$$T_{ei} = \frac{n_{pi}}{P_{zi}}; \quad (7.13)$$

где n_p – количество обслуживающего персонала, чел.

$$T_{e1} = 1/0,36 = 2,78, \text{ чел*ч/ м}^3.$$

$$T_{e0} = 1/0,35 = 2,86 \text{ чел*ч/ м}^3.$$

Себестоимость работы (руб./ м³), выполняемой с помощью спроектированной конструкции и в исходном варианте находят из выражения:

$$S_{эсч1} = C_{зн1} + C_{э1} + C_{pmo1} + A_1; \quad (7.14)$$

$$S_{эсч0} = C_{зн0} + C_{э0} + C_{pmo0} + A_0$$

где $C_{зн1}, C_{зн0}$ — затраты на оплату труда обслуживающему персоналу, руб./ м³.

$C_{э1}, C_{э0}$ — затраты на электроэнергию, руб./литр;

C_{pmo1}, C_{pmo0} — затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб./литр;

A_1, A_0 — амортизационные отчисления, руб./литр.

Затраты на оплату труда определяются из выражения:

$$C_{зн1} = z_1 \cdot T_{e1} \cdot K_d \cdot K_{ст} \cdot K_{от} \cdot K_{соц}; \quad (7.15)$$

$$C_{зн0} = z_0 \cdot T_{e0} \cdot K_d \cdot K_{ст} \cdot K_{от} \cdot K_{соц};$$

где z_1, z_0 — часовая ставка рабочих, начисляемая по среднему разряду, руб./ч.

$K_d, K_{ст}, K_{от}, K_{соц}$ — коэффициенты дополнительной оплаты, оплаты за стаж, оплаты отпусков и начислений по социальному страхованию.

Согласно данным производства:

$$z_1 = z_0 = 40 \text{ руб./ч.}$$

$$K_d = 1,3; K_{ст} = 1,1; K_{от} = 1,1; K_{соц} = 1,265, [13].$$

$$C_{зн1} = 40 \cdot 2,78 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,265 = 221,27 \text{ руб./ м}^3;$$

$$C_{зн0} = 40 \cdot 2,86 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,265 = 227,64 \text{ руб./ м}^3.$$

Затраты на электроэнергию определяются по формуле:

$$C_{э1} = \frac{N_{y1} \cdot T_{э}}{P_{Z1}}; \quad (7.16)$$

$$C_{э0} = \frac{N_{y0} \cdot T_{э}}{P_{Z0}},$$

где N_{y1} , N_{y0} – мощность проектируемой и существующих конструкции, кВт;

$T_{\text{э}}$ – стоимость электроэнергии, $T_{\text{э}} = 4$ руб./кВт, [7].

$$C_{\text{э}1} = 0,1 \cdot 4 / 0,36 = 1,11 \text{ руб./ м}^3;$$

$$C_{\text{э}0} = 0,12 \cdot 4 / 0,35 = 1,37 \text{ руб./ м}^3.$$

Затраты на ремонт и ТО (руб./литр) определяют из выражения:

$$C_{\text{pmo}1} = \frac{C_{\text{б}1} \cdot H_{\text{рто}1}}{100 \cdot P_{\text{з}1} \cdot T_{\text{год}}}; \quad (7.17)$$

$$C_{\text{pmo}0} = \frac{C_{\text{б}0} \cdot H_{\text{рто}0}}{100 \cdot P_{\text{з}0} \cdot T_{\text{год}}},$$

где $H_{\text{рто}1}$, $H_{\text{рто}0}$ – норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

$$C_{\text{рто}1} = 7000 \cdot 14 / (100 \cdot 0,36 \cdot 700) = 3,89 \text{ руб./ м}^3;$$

$$C_{\text{рто}0} = 6000 \cdot 10 / (100 \cdot 0,35 \cdot 700) = 2,45 \text{ руб./ м}^3.$$

Затраты на амортизацию (руб./ м³) определяют из выражения:

$$A_i = \frac{C_{\text{б}i} \cdot a_i}{100 \cdot P_{\text{зи}} \cdot T_{\text{год}i}}; \quad (7.18)$$

где a_1 , a_0 – норма амортизации, % ,

$$A_1 = 7000 \cdot 10 / (100 \cdot 0,36 \cdot 700) = 2,78 \text{ руб./ м}^3;$$

$$A_0 = 6000 \cdot 10 / (100 \cdot 0,35 \cdot 700) = 2,45 \text{ руб./ м}^3.$$

Отсюда,

$$S_{\text{эсч}1} = 221,27 + 1,11 + 3,89 + 2,78 = 229,05 \text{ руб./ м}^3;$$

$$S_{\text{эсч}0} = 227,64 + 1,37 + 2,45 + 2,45 = 233,91 \text{ руб./ м}^3.$$

Годовая экономия в рублях определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot P_{z1} \cdot T_{\text{год}}, \quad (7.19)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (233,91 - 229,05) \cdot 0,6 \cdot 700 = 2041 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$E_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_H \left(\frac{C_{\text{б1}}}{P_{z1} \cdot T_{\text{год}}} - \frac{C_{\text{б0}}}{P_{z0} \cdot T_{\text{год}}} \right) \cdot P_{z1} \cdot T_{\text{год}}, \quad (7.20)$$

где E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений,
 $E_H = 0,14$, [13].

$$E_{\text{год}} = 2041 - 0,14 \cdot (7000 / (0,36 \cdot 700) - 6000 / (0,35 \cdot 700)) \cdot 0,36 \cdot 700 = 1925 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б1}} - C_{\text{б0}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (7.21)$$

$$T_{\text{ок}} = (7000 - 6000) / 2041 = 0,5 \text{ лет.}$$

Таблица 7.2– Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкций

Наименование показателей	Варианты		Проект в %% к базовому
	Исход- ный	Проект	
Производительность м ³ /ч	0,35	0,36	102,9
Фондоемкость, руб./ м ³	2,78	2,45	88,1
Энергоемкость, кВт/ м ³	0,34	0,28	82,4
Металлоемкость, кг/ м ³	0,01	0,01	100,0
Трудоемкость, чел*ч/ м ³	2,86	2,78	97,2
Уровень эксплуатационных затрат, руб./ м ³	233,91	229,05	97,9
Годовая экономия, руб.	–	2041	–
Годовой экономический эффект, руб.		1925	

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет.	—	0,5	—
--	---	-----	---

ВЫВОДЫ

В ходе выполнения работы был произведен литературный анализ существующих технологий по расчету характеристик трактора с учетом заданных параметров.

Проведен анализ патентов и конструкций устройств для предпусковой прокачки масла в системе смазки двигателя и разработана конструкция данного устройства для двигателя трактора МТЗ-82.

Проведены расчеты и составлена технологическая карта на изготовление детали.

Спроектированное устройство для предпусковой прокачки масла в системе смазки двигателя трактора МТЗ-82 имеет небольшие габаритные размеры, простое устройство, небольшую массу и высокие технико-экономические показатели по сравнению с существующими системами, что делает его использование более выгодным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абрамов И.М. «Проектирование технологического процесса механической обработки». Методическое пособие. Казань-1991
2. Булгариев Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ. Г.Г.Булгариев, Р.К.Абдрахманов, А.Р.Валиев Казань – 2009. – 64 с.
3. Гуревич А.М. Справочник сельского автомеханика / А.М. Гуревич, Н.В. Зайцев – 2-е изд., перераб. и доп.-М.: Росагропромиздат, 1990.-224 с.
4. Иванов В.В. Илларионов В.А. и др. «Основы теории автомобиля и трактора», М.: Высшая школа. 1970г. – 224с
5. Кутьков Г.М. «Теория трактора и автомобиля», М.: Колос. 1996г – 286с.
6. Литвинов А.С., Фаробин Я.Е. Автомобиль. «Теория эксплуатационных свойств». М.: Машиностроение. 1989г – 240с
7. Охрана труда./ Ф. М. Канарев, В. В. Бугаевский, М. А. Пережогин и др. 2–е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1988. – 351 с
8. Сидорин Г.А. «Обработка металлов резанием». Методическое указание. Казань – 2001
9. Скотников В.А., Мащенский А.А., Солонский А.С. «Основы теории и расчета трактора и автомобиля» М.: Агропромиздат. 1986г. – 383с
10. Хафизов К.А, Хафизов Р.Н, Выпускная квалификационная работа : учебно - методическое пособие. Казань – 2014. –280 с
11. <http://car-mechanic.ru>
12. <http://www.kometa53.ru>
13. <http://www.uralsi.ru>
14. <http://www.mrmz.ru>
15. <http://www.freepatent.ru/patent>