

Министерство сельского хозяйства РФ
Департамент научно-технологической политики и образования
ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

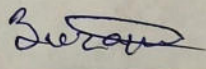
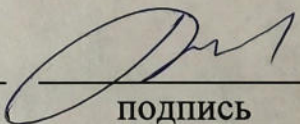
Профиль: «Технический сервис в АПК»

Кафедра: «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

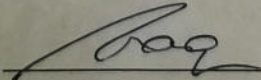
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание степени «бакалавр»

Тема: «Проект пункта технического обслуживания с разработкой стенда
для срезания тормозных накладок»

Шифр ВКР.35.03.06.126.20.СТН .00.00.00 ПЗ

Студент	<u>Б262-08у группа</u>	 подпись	<u>Зиганшин И.С.</u> Ф.И.О.
Руководитель	<u>доцент</u>	 подпись	<u>Хафизов Р.Н.</u> Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите (Протокол № 7 от 06.02. 2020 г.)

Зав. кафедрой	<u>профессор</u>	 подпись	<u>Хафизов К.А.</u> Ф.И.О.
	<u>ученое звание</u>		

Казань – 2020 г.

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 57 листах компьютерного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, пяти разделов, выводов и включает 11 рисунков, 4 таблиц, приложения. Список использованной литературы содержит 22 наименования.

В первом разделе приведен технологический процесс срезания тормозных накладок автомобилей, а также произведен патентный поиск существующих конструкций.

Во втором разделе произведено проектирование пункта технического обслуживания автомобилей, а также расчет и выбор основного производственного оборудования для пункта.

В третьем разделе разработан стенд для срезания тормозных накладок. Произведен расчет его деталей на прочность, также в третьем разделе дана инструкция охраны труда, разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, даны сравнительные технико-экономические показатели по конструкции.

Пояснительная записка завершается выводами.

ABSTRACT

The final qualifying work consists of an explanatory note on 57 sheets of computer text and a graphic part on 6 sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, five sections, and conclusions, and includes 11 figures, 4 tables, and an Appendix. The list of references contains 22 names.

The first section shows the technological process of cutting off car brake linings, as well as a patent search for existing structures.

In the second section, the design of the vehicle maintenance point was performed, as well as the calculation and selection of the main production equipment for the point.

In the third section, a stand has been developed for cutting off brake linings. The calculation of its parts for strength is made, also in the third section, instructions for labor protection are given, measures for life safety are developed, and comparative technical and economic indicators for the design are given.

The explanatory note concludes with conclusions.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	8
1.1 Предназначение тормозной системы.....	8
1.2 Виды тормозных систем грузового автомобиля.....	8
1.3 Технология ремонта тормозных колодок на проектируемом стенде.....	9
1.4 Анализ существующих конструкций.....	11
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	14
2.1 Расчет производственных участков пункта ТО.....	14
2.2 Определение численности рабочих	15
2.3 Расчет и подбор оборудования.....	17
2.4 Расчет производственных площадей.....	20
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ. . .	24
3.1 Проектирование приводной станции.....	24
3.2 Выбор электродвигателя.....	25
3.3 Выбор червячного редуктора.....	27
3.4 Выбор муфты.....	36
3.5 Безопасность жизнедеятельности и охрана труда.....	40
3.5.1 Безопасность жизнедеятельности на производстве.....	40
3.5.2 Техника безопасности при работе на стенде для срезания фрикционных накладок.....	40
3.6 Экономическое обоснование конструкции.....	41
ВЫВОДЫ	47
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.	48
СПЕЦИФИКАЦИЯ.....	50

ВВЕДЕНИЕ

В целях усиления реализации продовольственной программы необходимо обеспечить значительное укрепление материально-технической базы агропромышленного комплекса, совершенствование экономических связей между отраслями, организованного и четкого их взаимодействия по наращиванию производства сельскохозяйственной продукции, улучшения ее сохранности, транспортировки, переработки и доведения до потребителя.

Подводя итоги экономического и социального развития страны можно сказать, что неуклонно претворяется в жизнь аграрная политика, последовательно осуществляется продовольственная программа. На укрепление материально-технической базы направляются большие объемы денежных средств. Увеличилось производство и закупка основных видов сельскохозяйственных продуктов. Годовой объем валовой продукции сельского хозяйства возрастает с каждым годом.

Для обеспечения высокопроизводительной работы в сельском хозяйстве поставлены задачи, перейти на выпуск новых высококачественных, производительных и экономичных машин и оборудования.

Для выполнения всех этих задач нужно полностью укомплектовать хозяйства необходимым количеством экономически выгодных, высокопроизводительных, качественных машин и оборудования. Одним из направлений улучшения работы подсобных хозяйств являются мероприятия по увеличению сроков службы сельскохозяйственных машин, снижение трудоемкости ремонта и экономических затрат.

Целью ВКР является разработка стенда для снятия фрикционных накладок с тормозных колодок автомобилей. Данная тема, на мой взгляд, является актуальной, т.к. замена данных накладок вручную занимает много времени. Замена колодок на новые, экономически не выгодно, а существующие в продаже стенды очень дорогие для небольших предприятий.

1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Предназначение тормозной системы

Тормозная система служит для снижения скорости и быстрой остановки автомобиля, а также для удержания его на месте при стоянке. Наличие надежных тормозов позволяет увеличить среднюю скорость движения, а следовательно, эффективность при эксплуатации автомобиля. К тормозной системе автомобиля предъявляются высокие требования. Она должна обеспечивать возможность быстрого снижения скорости и полной остановки автомобиля в различных условиях движения [6].

1.2 Виды тормозных систем грузового автомобиля

Грузовой автомобиль оборудуется рабочей и стояночной тормозными системами.

Рабочая тормозная система служит для снижения скорости движения автомобиля вплоть до его полной остановки, вне зависимости от его скорости, нагрузки и уклонов дороги.

Стояночная тормозная система служит для удержания неподвижного автомобиля на горизонтальном участке или уклоне дороги. Она должна обеспечивать неподвижное состояние грузового автомобиля на относительно ровной поверхности с небольшим уклоном.

Каждая тормозная система состоит из тормозных механизмов, которые обеспечивают затормаживание колес или валов трансмиссий, и тормозного привода, приводящего в действие тормозной механизм. Тормозной механизм может быть колесный, трансмиссионный, барабанный и дисковый.

Барабанный тормозной механизм состоит:

1. Разжимной кулак.
2. Тормозной барабан.
3. Пружина.
4. Тормозная колодка.

5. Фрикционная накладка.

Возможные неисправности барабанных тормозов, связанные с поломкой тормозных колодок:

- заклинивание тормозов;
- недостаточная эффективность торможения;
- вибрация автомобиля при торможении;
- скрип тормозов;
- стук тормозов.

Чтобы устранить вышеперечисленные неполадки, требуется замена фрикционных накладок тормозных колодок.[6]

1.3 Технология ремонта тормозных колодок на проектируемом стенде

Ремонт тормозных колодок барабанных тормозов состоит в замене изношенных фрикционных накладок и производится в следующем порядке:

1. Снятие старой фрикционной накладки с помощью станка для снятия тормозных накладок.

Проектируемое устройство поможет снизить трудоемкость операции по ремонту тормозных колодок и увеличить качество работ.

На рисунке 1.1 – схематически изображено проектируемое устройство; на рисунке 1.2 – поворотная плита и нажимное приспособление с ножом; на рисунке 1.3 – нажимное приспособление.

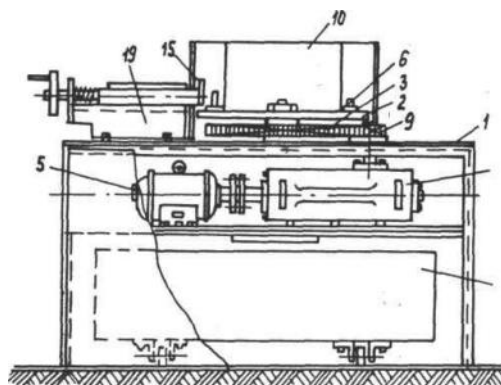


Рисунок 1.1 - Схема устройства

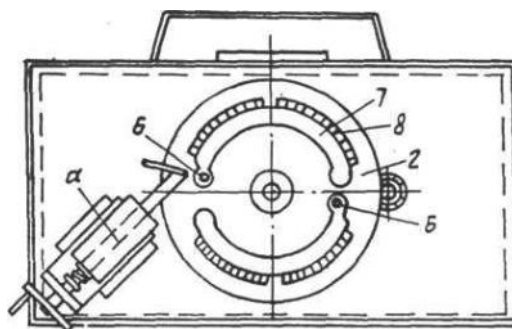


Рисунок 1.2 - Поворотная плита и нажимное приспособление с ножом

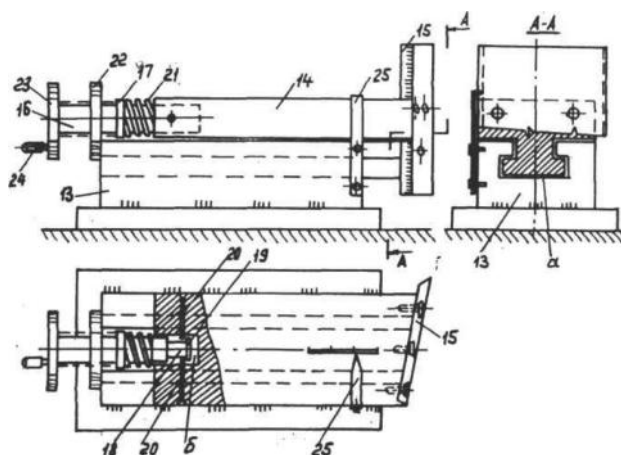


Рисунок 1.3 - Нажимное приспособление

Устройство работает следующим образом.

Тормозную колодку 7 с фрикционной накладкой 8 устанавливают на пальцы 6 поворотной плиты 2, затем вращением рукоятки 24 ходового винта 16 осуществляется подача ножа 15 к основанию срезаемой фрикционной накладки. При этом усилие на держатель 14 ножа 15 передается через упорное кольцо 17 и пружину 21. Пружина 21, воздействуя на держатель 14 ножа 15, перемещает его по Т-образному пазу «а». Включением двигателя 5 приводят во вращательное движение диск 3 поворотной плиты 2. При вращении поворотной плиты нож снимает фрикционные накладки, которые, попадая в защитный экран 10, направляются в бункер 11. Нагрузки, воспринимаемые ножом 15, передаются на ходовой винт 16 через пружину 21, при этом обеспечивается самоустановка ножа в случае изменения радиуса закругления тормозной колодки и предотвращается поломка ножа и ходового винта.

После снятия накладки приступаем к приклеиванию новой накладки.

2. Установка на колодку новой фрикционной накладки:

- очистить колодку от грязи напильником;
- сделать шероховатой внутреннюю поверхность новой накладки;
- тщательно обезжирить наружную поверхность колодки;
- нанести на внутреннюю поверхность накладки и на наружную поверхность колодки тонкий слой клея ВС-10Т и подсушить в течение 30 мин. при температуре 15 градусов; прижать детали друг к другу давлением 0,5...0,8 МПа и в сжатом виде выдержать в сушильной камере при температуре примерно 190 градусов не менее 40 мин., не считая времени прогрева до этой температуры;
- охладить детали в сжатом виде до температуры не выше 50 градусов, после чего снять готовую колодку с приклеенной накладкой и шлифовать наружную поверхность накладки.[7]

1.4 Анализ существующих конструкций

В машинно-тракторном парке предприятий имеется большая часть грузовых автомобилей. Для процесса ремонта тормозных колодок требуется большая трудоемкость. Процесс в некоторых предприятий выполняется вручную, потому занимает большое количество времени и сил. Но процесс снятия старых фрикционных накладок с тормозных колодок можно облегчить с помощью станда.

Существующие конструкции стандов не подходят либо по техническим, либо по экономическим причинам [7,8].

В данном анализе приводится три вида станда аналогичного типа.

Станд для клепки и срезания тормозных накладок автомобиля БЕЛАЗ грузоподъемностью 30...220 т. Система привода данного станка гидравлическая. Срезание накладок производится сменными ножами, промаркированными соответственно марке автомобиля. Данный стандарт не подходит по марке автомобиля, т.к. такие машины в сельском хозяйстве не участвуют рисунок 1.4

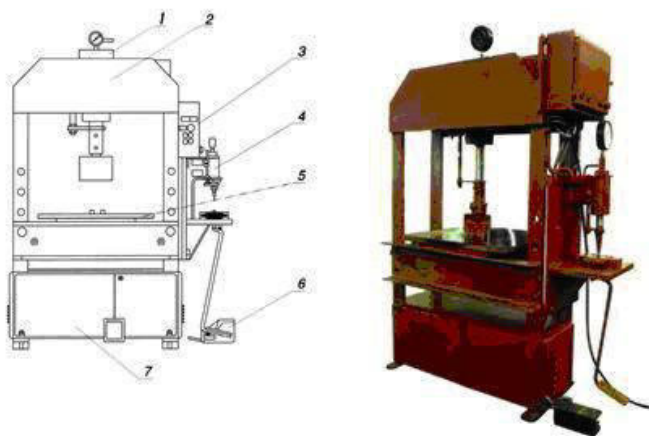


Рисунок 1.4 - Стенд для клепки и срезания тормозных накладок автомобиля БЕЛАЗ

Стенд для срезания тормозных накладок Р-174 предназначен для автомобилей ЗИЛ, КАМАЗ, ЛИАЗ, ГАЗ. Срезание фрикционных накладок производится съемным ножом, который по мере износа можно либо снять для заточки, либо заменить на новый. Тип привода – электромеханический. Стенд идеально подходит по техническим характеристикам, но не рентабелен в экономическом плане, т.к. цена такой установки сто пятьдесят тысяч рублей рисунок 1.5



Рисунок 1.5 - Стенд для клепки и срезания тормозных накладок автомобиля

Стенд для снятия тормозных грузовых автомобилей с вертикальным расположением поворотной плиты и срезающего устройства, имеет также, как и станок Р-174 электромеханический тип привода и съемный нож. Но

«минус» данного станда в том, что механическая часть привода сложнее аналогичных конструкций. При выходе из строя такого станда потребуются большие затраты на ремонт. Следовательно, этот станд не подходит, как в экономическом плане, так и в техническом.

Предлагаемый станд для срезания фрикционных накладок с тормозных колодок грузовых автомобилей можно изготовить силами предприятия в хозяйстве. Принцип работы данного станда подобен схеме работы станка Р-174 рисунок 1.6.

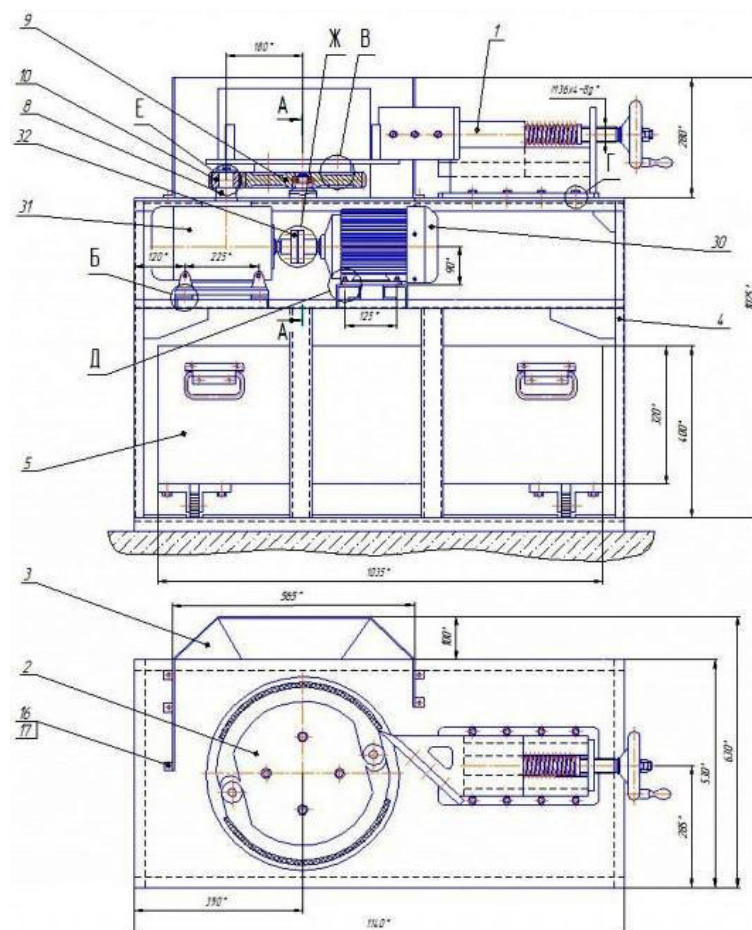


Рисунок 1.6 – Предлагаемый станд для срезания тормозных накладок грузовых автомобилей

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Расчет производственных участков пункта ТО

Чтобы учесть неучтенные работы, увеличим трудоемкость на 30%, а также увеличим еще на 15% - на развитие предприятия.

$$T_{\text{ОБЩ}} = \frac{T_{\text{ТЕХН}} \cdot 1,3 \cdot 100}{100 + 15} = \frac{47719 \cdot 1,3 \cdot 100}{100 + 15} = 61117 \text{ чел.} - \text{ч.}$$

Таблица 2.1 – Трудоемкость по видам работ

Вид работы	Трудоемкость	
	%	чел. час.
Разборочные	6,9	4217
Моечные	2,3	1405
Дефектовочные	1,7	1038
Комплектовочные	5,3	3239
Слесарно-подгоночные	9,5	5806
Сборочные	25,9	15829
Испытательно-регулировочные	6,675	4079
Обойно-малярные	3	1833
Электроремонтные	4,9	2994
Ремонт карбюраторов	0,575	351
Ремонт диз. топливной аппаратуры	2,4	1466
Слесарные	6,3	3850
Станочные	11,5	7028
Кузнечно-термические	3,8	2322
Электросварочные	2,25	1375
Газосварочные	0,625	977
Медницко-заливочные	3,97	2426
Жестяницкие	2,225	1359
Столярно-обойные	1	611
Шиноремонтные	1	611

Таблица 2.2 - Распределение трудоемкости по участкам

Участок	Трудоемкость	
	%	чел. час.
Наружной мойки машин	2,6	1589
Разборки, дефектации и комплектования	15,8	9665
Слесарно-механический	29,7	18151
Ремонта топливной аппаратуры	3,9	2383
Электротехнический	3,0	1833
Кузнечно-сварочный	9,0	5500
Медницко-жестяницкий	5,5	3361
Испытательно-регулирующий	10,5	6417
Шиноремонтный	2,0	1222
Ремонта и сборки агрегатов	18	11010

2.2 Определение численности рабочих

Определение среднесписочного числа рабочих:

$$P_{P.O.} = \frac{T}{\Phi_P} \quad (2.1)$$

где: $P_{P.O.}$ – число основных рабочих;

Φ_P – фонд времени рабочих.

$$\Phi_P = [(D_K - D_B - D_{П.п.}) \cdot t - D_{П.п.}] \cdot n \quad (2.2)$$

где: D_K – календарное число дней в году;

D_B – число выходных дней;

$D_{П.п.}$ – число праздничных дней;

$D_{П.п.}$ – число предпраздничных дней;

t – время смены;

n – коэффициент использования времени смены; $n = 0,9$.

$$\Phi_P = [(365 - 52 - 11) \cdot 8 - 9] \cdot 0,9 = 2674,4 \text{ чел.-ч.}$$

$$P_{P.O.} = \frac{61117}{2674,4} = 22,8 = 23 \text{ человека}$$

Количество вспомогательных рабочих берется 10% от основных рабочих.

$$P_{P.B.} = 23 \cdot 0,1 = 2,3 \approx 2 \text{ человека}$$

Количество инженерно-технических работников принимаем в количестве 10% от общего числа:

$$P_{ИТР} = 23 \cdot 0,1 = 2,3 \approx 2 \text{ человека}$$

Весь штат мастерской:

$$P_M = P_{P.O.} + P_{P.B.} + P_{ИТР} \quad (2.3)$$

$$P_M = 23 + 2 + 2 = 27 \text{ человек.}$$

Распределение рабочих по участкам

Участок наружной мойки машин:

$$P_{уч} = 27 \cdot 0,026 = 0,7 \approx 1 \text{ рабочий}$$

Участок разборки, дефектации и комплектования:

$$P_{уч} = 27 \cdot 0,158 = 4,2 \approx 4 \text{ рабочих}$$

Слесарно-механический участок:

$$P_{уч} = 27 \cdot 0,297 = 8,01 \approx 8 \text{ рабочих}$$

Участок ремонта топливной аппаратуры:

$$P_{уч} = 27 \cdot 0,039 = 1 \text{ рабочий}$$

Участок электротехнический:

$$P_{уч} = 27 \cdot 0,03 = 0,81 \approx 1 \text{ рабочий}$$

Участок кузнечно-сварочный:

$$P_{уч} = 27 \cdot 0,09 = 2,43 \approx 2 \text{ рабочих}$$

Участок медницко-жестяницкий:

$$P_{уч} = 27 \cdot 0,055 = 1,48 \approx 1 \text{ рабочий}$$

Участок испытательно-регулирующий, дефектовочный:

$$P_{уч} = 27 \cdot 0,105 = 2,83 \approx 3 \text{ рабочих}$$

Участок шиноремонтный:

$$P_{уч} = 27 \cdot 0,02 = 0,54 \approx 1 \text{ рабочий}$$

Участок ремонта и сборки агрегатов:

$$P_{уч} = 27 \cdot 0,18 = 4,86 \approx 5 \text{ рабочих}$$

2.3 Расчет и подбор оборудования

Расчет производится по [3], [5]

Необходимое количество станочного оборудования определяется:

$$N_{СТАН} = \frac{1,05 \cdot T_{СТ}}{\Phi_{ОБ} \cdot n_H \cdot n_{СМ}} \quad (2.4)$$

где: $N_{СТ}$ – количество станков;

$T_{СТ}$ – трудоемкость станочных работ;

$\Phi_{ОБ}$ – фонд времени оборудования; принимаем $\Phi_{ОБ} = 2000$ часов;

n_H – коэффициент использования станка; принимаем $n_H = 0,9$;

$n_{СМ}$ – число смен; принимаем $n = 1$ смена.

$$N_{СТАН} = \frac{1,05 \cdot 7028}{2000 \cdot 0,9 \cdot 1} = 4 \text{ станка}$$

Из четырех станков берем: 1 токарный, 1 фрезерный, 1 вертикально-сверлильный, 1 наждачно-обдирочный.

Количество стендов для обкатки и испытания:

$$N_{СТ} = \frac{N_r \cdot t_P \cdot K_B}{\Phi_{ОБ} \cdot n_H \cdot n_{СМ}} \quad (2.5)$$

где: N_r – количество агрегатов для обкатки испытания;

t_P – время обкатки или испытания; для двигателей ДВС $t_P = 4$ часа

-для топливной аппаратуры $t_P = 3$ часа

-для гидроаппаратуры $t_P = 1,5$ часа;

-для электроаппаратуры $t_P = 1,5$ часа;

K_B – коэффициент возврата; $K_B = 1,5$.

Количество стендов для ДВС:

$$N_{СТ} = \frac{1 \cdot 4 \cdot 1,5}{2000 \cdot 0,9 \cdot 1} = 0,003 = 1 \text{ стенд}$$

Количество стендов для топливной аппаратуры:

$$N_{СТ} = \frac{1 \cdot 3 \cdot 1,5}{2000 \cdot 0,9 \cdot 1} = 0,002 = 1 \text{ стенд}$$

Количество стендов для гидроаппаратуры:

$$N_{CT} = \frac{1 \cdot 1,5 \cdot 1,5}{2000 \cdot 0,9 \cdot 1} = 0,0012 = 1 \text{ стенд}$$

Количество стендов для электроаппаратуры:

$$N_{CT} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 1,5}{2000 \cdot 0,9 \cdot 1} = 0,0008 = 1 \text{ стенд}$$

Количество горнов и кузнечных молотов для кузнечного отделения:

$$N_{ГОР} = \frac{Q}{\Phi_{ОБ} \cdot \partial \cdot n_H \cdot n_{CM}} \quad (2.6)$$

где: $N_{ГОР}$ – количество горнов;

Q – количество обрабатываемого металла;

∂ – производительность одного горна или молота;

-для горнов $\partial = 6$

-для молотов $\partial = 8$.

$$N_{ГОР} = \frac{1000}{2000 \cdot 6 \cdot 0,9 \cdot 1} = 0,009 = 1 \text{ горн}$$

$$N_{МОЛ} = \frac{1000}{\Phi_{ОБ} \cdot \partial \cdot n_H \cdot n_{CM}} \quad (2.7)$$

где: $N_{МОЛ}$ – количество молотов.

$$N_{МОЛ} = \frac{1000}{2000 \cdot 8 \cdot 0,9 \cdot 1} = 0,06 = 1 \text{ молот}$$

Количество моечных ванн:

$$N_B = \frac{Q}{\Phi_{ОБ} \cdot \partial \cdot n_O} \quad (2.8)$$

где: N_B – количество моечных ванн;

Q – масса деталей, подлежащих мойке; принимаем $Q = 1$ т/час;

∂ – удельная производительность ванны; $\partial = 100$ кг/час;

n_O – коэффициент использования оборудования; $n_O = 0,9$.

$$N_B = \frac{1000}{2000 \cdot 100 \cdot 0,9} = 0,0055 = 1 \text{ ванна}$$

Необходимое количество сварочных постов.

Количество постов электро-дуговой сварки:

$$N_{CBPDC} = \frac{Q \cdot 1000}{J \cdot K \cdot \Phi_{OB} \cdot n_H \cdot n_{CM}} \quad (2.9)$$

где: Q – общая масса наплавляемого металла; принимаем Q = 1000 кг;

n_H – коэффициент использования станка; принимаем $n_H = 0,9$;

J – сила тока; J = 200 А;

K – коэффициент наплавки; K = 6,5.

$$N_{CBPDC} = \frac{1000 \cdot 1000}{200 \cdot 6,5 \cdot 2000 \cdot 0,9 \cdot 1} = 0,4 = 1 \text{ пост}$$

Количество постов газовой сварки:

$$N_{CBГАЗ} = \frac{Q}{\partial \cdot \Phi_{OB} \cdot n_H \cdot n_{CM}} \quad (2.10)$$

где: Q – расход ацетилена, кг/час; Q = q · T_{CB}

T_{CB} – трудоемкость газосварочных работ; T_{CB} = 977;

q – часовой расход ацетилена;

K – коэффициент в зависимости от того, какой металл;

-для нелегированных сталей K = 75

-для легированных сталей K = 100.

$$q = S \cdot K$$

где: S – толщина наплавляемого металла; S = 3,5 мм.

Для нелегированных сталей:

$$q = 3,5 \cdot 75 = 262,5$$

$$Q = 262,5 \cdot 977 = 256462 \text{ кг/час}$$

$$N_{CBГАЗ} = \frac{25642}{262,5 \cdot 2000 \cdot 0,9 \cdot 1} = 0,54$$

Для легированных сталей:

$$q = 3,5 \cdot 100 = 350$$

$$Q = 350 \cdot 977 = 341950$$

$$N_{CBГАЗ} = \frac{341950}{350 \cdot 2000 \cdot 0,9 \cdot 1} = 0,54$$

Принимаем 1 пост.

Основное оборудование Пункта ТО сводим в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Основное оборудование пункта ТО

Оборудование	Марка	Количество
1. Токарно-винторезный станок	1К62	1
2. Токарно-винторезный станок	1Е61МТ	1
3. Горизонтально-фрезерный станок	6М82	1
4. Вертикально-фрезерный станок	6В12	1
5. Стенд для обкатки двигателей	КИ 21-18	1
6. Стенд для топливной аппаратуры	КИ 15711	1
7. Стенд для гидроаппаратуры	КИ 4815М	1
8. Стенд для электроаппаратуры	КИ 968У4	1
9. Горн	М 4129А	1
10. Пневмомолот		1
11. Моечная ванна		1
12. Сварочный аппарат	ТДМ-317У2	1
13. Газосварочная установка		1

2.4 Расчет производственных площадей

$$F_{уч} = (F_{об} + F_{м}) \cdot \sigma \quad (2.11)$$

где: $F_{уч}$ – площадь участка;

$F_{об}$ – площадь, занимаемая оборудованием;

$F_{м}$ – площадь, занимаемая машиной;

σ – коэффициент, учитывающий рабочие зоны и проходы.

Оборудование участков.

Участок наружной мойки машины:

- пароводноструйная установка для мойки машин – 0,5 м²

Участок слесарно-механический:

- настольно-заточный станок – 0,4 м²

- слесарный верстак – 1 м²

- наждачно-обдирочный – 1,5 м²

- фрезерный станок – 1,5 м²

- токарный станок 1К-62 – 1,5 м²
- вертикально-сверлильный станок 2А-125 – 1,5 м²
- тумбочка для инструмента – 0,9 м²

Участок текущего ремонта и регулировки топливной аппаратуры:

- стеллаж – 1,5 м²
- моечная ванна – 1 м²
- стенд для испытания и регулировки топливной аппаратуры – 1,5 м²
- верстак для разборки и сборки топливной аппаратуры – 1 м²

Участок электротехнический:

- контейнер для выбракованных деталей – 1 м²
- стол – 1 м²
- трансформатор для пайки медных проводов – 0,5 м²
- стеллаж – 1,5 м²
- передвижная компрессорная установка – 0,8 м²
- контрольно-испытательный стенд – 1,3 м²
- тележка для перевозки сборочных единиц – 0,9 м²

Участок кузнечно-сварочный:

- электросварочный трансформатор – 1 м²
- пневматический молот – 1,2 м²
- наковальня – 0,5 м²
- ящик для угля – 1 м²
- кузнечный горн – 1,5 м²
- ванна для закаливания – 1 м²

Участок медницко-жестяницкий:

- слесарный верстак – 1 м²
- стеллаж – 1,5 м²
- вытяжной шкаф для распайки радиаторов – 1,2 м²
- ванна для проверки герметичности сердцевин радиаторов – 1,3 м²

Участок испытательно-регулирующий:

- стол – 1 м²

- монорельс с электроталью грузоподъемность 3,2 т – 1,6 м²
- стенд для обкатки и испытания двигателей КИ-21-18 – 1,5 м²

Шиноремонтный участок:

- стол – 1 м²
- слесарный верстак – 1 м²
- вулканизатор – 0,3 м².

Участок разборки, дефектации и комплектования:

- слесарный верстак – 1 м²
- стеллаж – 1,5 м²

Определяем площади участков

Площадь участка наружной мойки машин:

$$F_{\text{НММ}} = (0,5 + 10) \cdot 3,5 = 36,7 \text{ м}^2$$

Площадь слесарно-механического участка:

$$F_{\text{СМ}} = 7,3 \cdot 3,3 = 24,09 \text{ м}^2$$

Площадь участка текущего ремонта и регулировки топливной аппаратуры:

$$F_{\text{ТР}} = (1,5 + 1 + 1,5 + 1) \cdot 4 = 20 \text{ м}^2$$

Площадь участка разборки, дефектации и комплектования:

$$F_{\text{РАЗ}} = (1+1+1,5+10) \cdot 4,9 = 66 \text{ м}^2$$

Площадь электротехнического участка:

$$F_{\text{ЭЛ}} = (1 + 1 + 0,5 + 1,5 + 0,8 + 1,3 + 0,9) \cdot 3 = 21 \text{ м}^2$$

Площадь кузнечно-сварочного участка:

$$F_{\text{К-СВАР}} = (1 + 1 + 1,2 + 0,5 + 1 + 1,5 + 1) \cdot 5,3 = 38 \text{ м}^2$$

Площадь медницко-жестяницкого участка:

$$F_{\text{МЖ}} = (1 + 1,5 + 1,2 + 1,3) \cdot 3,5 = 17,5 \text{ м}^2$$

Площадь испытательно-регулирующего участка:

$$F_{\text{ИР}} = (1 + 1,6 + 1,5) \cdot 4,4 = 18,04 \text{ м}^2$$

Площадь шиноремонтного участка:

$$F_{\text{ШР}} = (1 + 1 + 0,3) \cdot 3,8 = 8,74 \text{ м}^2$$

Площадь участка ремонта и сборки агрегатов:

$$F_{PM} = 10 \cdot 4 = 40 \text{ м}^2$$

Площадь всей ремонтной мастерской:

$$F = F_{HMM} + F_{CM} + F_{TP} + F_{PAZ} + F_{ЭЛ} + F_{K-CBAP} + F_{MЖ} + F_{HMM} + F_{ИР} + F_{PM} = 36,7 + 24,09 + 20 + 40 + 21 + 38 + 17,5 + 18,04 + 8,75 + 66 = 290 \text{ м}^2$$

Чтобы учесть административно-бытовые и вспомогательные помещения, увеличим полученную площадь на 10%, т.е. умножим на 1,1.

$$\text{Получим } 290 \cdot 1,1 = 319 \text{ м}^2$$

Таким образом, общая площадь мастерской составляет 319 м². Складское помещение мы не учитываем, т.к. склад находится вне зоны Пункта. Площадь административно-бытовых и вспомогательных помещений при расчете размеров здания не учитываем, исходя из того, что они вынесены за пределы здания в виде пристроя.

Соответственно отношение длины мастерской к ширине:

$$l = \frac{290}{12} = 24,15 \approx 24, \text{ принимаем } l = 24, \text{ кратное } 6.$$

$$\frac{l}{b} = \frac{24}{12} = 2 \leq 3$$

Следовательно, $\frac{b}{l} = \frac{1}{2}$, выбираем «Г»-образный тип ремонта в Пункте ТО.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Проектирование приводной станции

Определение усилия среза

Определим усилие, необходимое для среза накладки, которая соединена с колодкой с помощью алюминиевых заклепок в количестве двух штук в ряд, диаметр заклепок 6 мм.

Найдем силу, необходимую для среза накладки с колодки. Рассмотрим схему действующих сил на резец. Схема представлена на рисунке 3.1

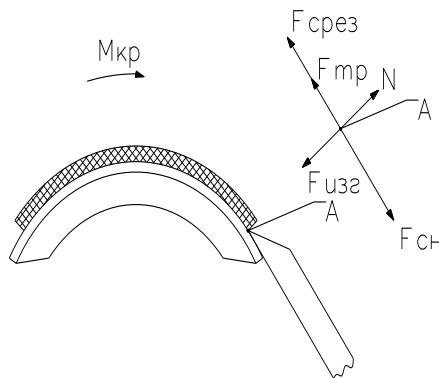


Рисунок 3.1 - Схема сил действующих на резец.

Выразим силу снятия накладки:

$$F_{CH} = F_{CP} + F_{TP} \quad (3.1)$$

где: F_{TP} - сила трения,

$$F_{TP} = F_{ИЗГ} \cdot f \quad (3.2)$$

где: $F_{ИЗГ}$ - сила изгиба накладки,

f - коэффициент трения.

$$[\tau_{CP}] = \frac{F_{CP}}{A} = \frac{4F_{CP}}{\pi d^2 n} \quad (3.3)$$

где: $d = 8$ – диаметр заклепки мм,

$n = 2$ – количество заклепок одновременно срезаемых ножом;

A - площадь сечения заклепок;

F_{CP} - сила среза клепок, Н.

$$[\sigma_{ИЗГ}]_{MAX} = \frac{6 \cdot F_{ИЗГ} \cdot l}{b \cdot h^2} = \sigma_{ИЗГ} \quad (3.4)$$

где: $l = 0,06$ - расстояние между рядами клепок м,

$b = 0,12$ - ширина накладки м,

$h = 0,01$ - толщина накладки м,

$[\sigma_{ИЗГ}] = 108$ - разрушающее напряжение при изгибе МПа.

$$\begin{aligned} F_{CH} &= F_{CP} + F_{TP} = \frac{[\tau_{CP}] \cdot \pi \cdot n \cdot d^2}{4} + \frac{f \cdot b \cdot h^2 \cdot \sigma_{ИЗГ}}{6 \cdot l} = \\ &= \frac{11,8 \cdot 10^6 \cdot 3,14 \cdot 2 \cdot 0,008^2}{4} + \frac{0,3 \cdot 0,12 \cdot 0,015^2 \cdot 108 \cdot 10^6}{6 \cdot 0,06} = 3616 \text{ Н} \end{aligned}$$

Принимаем силу среза накладки равную 4000 Н.

3.2 Выбор электродвигателя

Примем частоту вращения диска равную 4 мин^{-1}

Тогда окружная скорость диска будет равна:

$$V = \frac{\pi \cdot d}{60 / 4} \quad (3.5)$$

где: d – диаметр диска, 0,4 м.

$$V = \frac{\pi \cdot d}{15} = \frac{3,14 \cdot 0,4}{15} = 0,08 \text{ м/с.}$$

По полученным данным проведем расчет необходимой мощности двигателя.

Определим мощность на валу поворотной плиты 2 .

$$P_B = \frac{F_{CH} \cdot V}{10^3} = \frac{4000 \cdot 0,08}{10^3} = 0,32 \text{ кВт.}$$

Тогда требуемая мощность электродвигателя

$$P_{\text{Э.ТР}} = \frac{P_B}{\eta_{\text{ОБЩ}}} \quad (3.6)$$

где: $P_{\text{Э.ТР}}$ - Мощность электродвигателя требуемая, кВт.

$\eta_{\text{ОБЩ}}$ - Общий КПД.

$$\eta_{\text{ОБЩ}} = \eta_{\text{Муф}} \cdot \eta_{\text{Чер}} \cdot \eta_{\text{Зуб}} \cdot \eta_{\text{Он}} \quad (3.7)$$

где: $\eta_{\text{Муф}}$ - КПД соединительной муфты. 0,98

$\eta_{\text{Чер}}$ - КПД червячной передачи. 0,55

$\eta_{\text{Зуб}}$ - КПД зубчатой передачи. 0,8

$\eta_{\text{Он}}$ - КПД опор приводного вала. 0,99

$$\eta_{\text{ОБЩ}} = \eta_{\text{Муф}} \cdot \eta_{\text{Чер}} \cdot \eta_{\text{Зуб}} \cdot \eta_{\text{Он}} = 0,98 \cdot 0,55 \cdot 0,8 \cdot 0,99 = 0,43$$

$$P_{\text{Э.ТР}} = \frac{P_B}{\eta_{\text{ОБЩ}}} = \frac{0,32}{0,43} = 0,76 \text{ кВт.}$$

Выбираем электродвигатель «АИР90LA ТУ 16 – 525.564 – 84».

Электродвигатель показан на рисунке 3.2, а основные размеры приведены в таблице 3.1

Двигатель $n = 750 \text{ мин}^{-1}$, $P = 1,1 \text{ кВт.}$

Исполнение IM1081

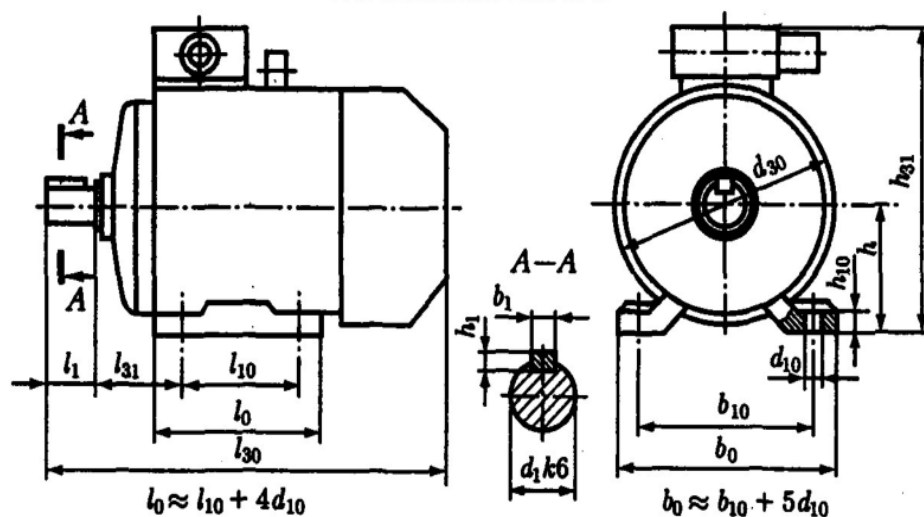


Рисунок 3.2 - Электродвигатель «АИР90LA ТУ 16 – 525.564 – 84»

Таблица 3.1 - Основные размеры электродвигателя

Тип	Число полюсов	Размеры												
		d_1	l_1	l_{30}	b_1	h_1	d_{30}	l_{10}	l_{31}	d_{10}	b_{10}	h	h_{10}	h_{31}
90L	8													
		24	50	337	8	7	210	125	56	10	140	90	11	225

3.3 Выбор червячного редуктора

Уточнение передаточных чисел привода. Определим общее передаточное число привода.

$$U_{ОБЩ} = \frac{n}{n_R} = \frac{750}{4} = 187,5$$

где: $n = 750$ обороты вала двигателя

$$n_R = 4 \text{ обороты поворотной плиты 2.}$$

В схему станка входит червячный редуктор, примем стандартный редуктор Ч – 63 с передаточным числом 50. Редуктор представлен на рисунке 3.3, а основные размеры в таблице 3.2

Вариант сборки с выходным валом с одной стороны.

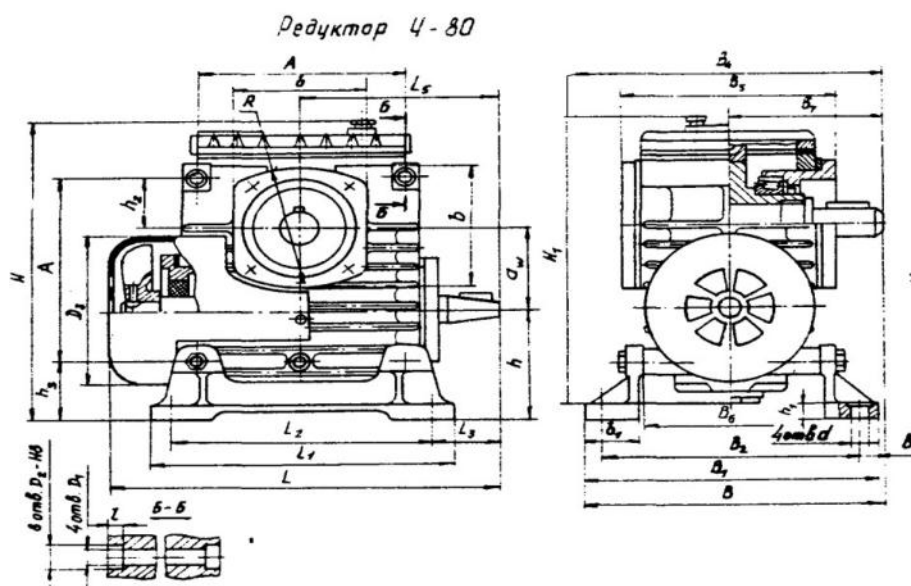


Рисунок 3.3 - Схема редуктора Ч – 80

Таблица 3.2 - Основные размеры редуктора

ТИП	α_{ω}	L	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	l	B	B_1	B_2
Ч-80	80	340	260	225	55	-	167	-	8	250	250	220
ТИП	α_{ω}	L	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	l	B	B_1	B_2
ТИП	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9	B_{10}	b	b_1	H	H_1
Ч-80	15	250	180	150	125	-	-	-	115	48	293	272
ТИП	h	h_1	h_2	h_3	A	D	D_1	D_2	D_3	D_4	d	R

Вариант сборки редуктора представлен на рисунке 3.4

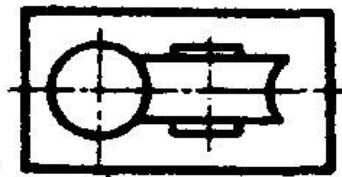


Рисунок 3.4 Вариант расположения червячной пары

Тогда передаточное число зубчатой передачи будет равно

$$U_{зуб} = \frac{U_{общ}}{U_{ред}} = \frac{187,5}{50} = 3,75$$

Определим вращающий момент на валах привода

Вал электродвигателя

$$n_{эл} = 750 \text{ мин}^{-1}$$

$$P_{эл} = 1,1 \text{ кВт}$$

$$T_{эл} = 9550 \cdot \frac{P_{эл}}{n_{эл}} = 9550 \cdot \frac{1,1}{1000} = 10,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Частота вращения:

- червяка редуктора

$$n_{чер} = 750 \text{ мин}^{-1}$$

$$P_{чер} = 1,1 \text{ кВт}$$

$$T_{\text{эл}} = T_{\text{чep}} = 10,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

- колеса редуктора

$$n_{\text{кол}} = \frac{n_{\text{чep}}}{U_{\text{ред}}} = \frac{750}{50} = 15 \text{ мин}^{-1}$$

$$P_{\text{кол}} = P_{\text{чep}} * \eta_{\text{ред}} = 1,1 * 0,57 = 0,6 \text{ кВт}$$

$$T_{\text{кол}} = T_{\text{чep}} * U_{\text{ред}} * \eta_{\text{ред}} = 10,5 * 50 * 0,57 = 250 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Частота вращения диска

$$n_{\text{дис}} = \frac{n_{\text{кол}}}{U_{\text{зуб}}} = \frac{15}{3,75} = 4 \text{ мин}^{-1}$$

$$P_{\text{дис}} = P_{\text{кол}} * \eta_{\text{зуб}} = 0,6 * 0,8 = 0,48 \text{ кВт}$$

$$T_{\text{дис}} = T_{\text{кол}} * U_{\text{зуб}} * \eta_{\text{зуб}} = 250 * 3,75 * 0,8 = 750 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет зубчатой передачи

Выбор материала и термообработки шестерни и колеса

Для изготовления колеса и шестерни применяем сталь 40Х

Термообработка – закалка ТВЧ

твёрдость поверхности: шестерня 45-50 HRC

колеса 45-50 HRC

Допускаемые контактные напряжения

$$[\sigma]_H = \sigma_{H\text{Lim}} * Z_N * Z_R * Z_V / S_H \quad (3.8)$$

где: $\sigma_{H\text{Lim}}$ - определяют по эмпирической формуле

$$\sigma_{H\text{Lim}} = 17 \text{ HRC}_{\text{CP}} + 200 = 999 \text{ МПа}$$

$S_H = 1.2$ - коэффициент запаса прочности для зубчатых колес с поверхностным упрочнением.

Z_N - Коэффициент долговечности

$$Z_N = \sqrt[6]{\frac{N_{HG}}{N_{III}}} \quad (3.9)$$

где: N_{HG} - число циклов соответствующее перелому кривой усталости, определяется по средней твердости поверхности зубьев:

$$N_{HG} = 30HB_{CP}^{2.4} \leq 12 \cdot 10^7$$

$$N_{HG} = 30 * 451_{CP}^{2.4} \leq 12 \cdot 10^7$$

$$N_{HG} = 7 \cdot 10^7 \leq 12 \cdot 10^7$$

N_K - ресурс передачи

$$N_{III} = 60 * n * n_3 * L_h \quad (3.10)$$

где: n_3 - число вхождений в зацепление зуба рассчитываемой шестерни за один ее оборот (численно равно числу колес, находящихся в зацепление с рассчитываемым) равно 1

$$L_h = L * 365 * K_{год} * 24 * K_{сут} \quad (3.11)$$

где: $L = 10$ число лет работы.

$K_{год} = 0,8$ коэффициент годового использования передачи

$K_{сут} = 0,7$ коэффициент суточного использования передачи

$$L_h = 10 * 365 * 0,8 * 24 * 0,7 = 49056 \text{ ч}$$

$$N_{III} = 60 * 15 * 1 * 49056 = 4,4 \cdot 10^7$$

$$Z_N = \sqrt[6]{\frac{N_{HG}}{N_{III}}} = \sqrt[6]{\frac{7 \cdot 10^7}{4,4 \cdot 10^7}} = 1,08$$

Z_R - коэффициент, учитывающий влияние шероховатости сопряженных поверхностей зубьев, принимаем = 1

Z_V - коэффициент, учитывающий влияние окружной скорости, принимаем = 1

$$[\sigma]_H = \sigma_{HLim} * Z_N * Z_R * Z_V / S_H = 999 \cdot 1,08 \cdot 1 \cdot 1 / 1,2 = 899,1 \text{ МПа}$$

$$[\sigma]_H \leq 1,25[\sigma_{HLim}]$$

$$899,1 \leq 1248,8$$

Допускаемые напряжения изгиба.

$$[\sigma]_F = \sigma_{FLim} * Y_N * Y_R * Y_A / S_F \quad (3.11)$$

где: σ_{FLim} - предел выносливости определяют по эмпирической формуле

$$\sigma_{FLim} = 700 \text{ МПа}$$

$S_F = 1,55$ - коэффициент запаса прочности

Y_N - коэффициент долговечности

$$Y_N = \sqrt[q]{\frac{N_{FG}}{N_{III}}}, \text{ при условии } 1 \leq Y_N \leq Y_{NMAX} \quad (3.12)$$

где $N_{FG} = 4 \cdot 10^6$

$$N_{III} = 4 \cdot 10^6$$

$$q = 9$$

$$Y_{NMax} = 2.5$$

$$Y_N = \sqrt[q]{\frac{N_{FG}}{N_{III}}} = \sqrt[9]{\frac{4 \cdot 10^6}{4 \cdot 10^6}} = 1 \quad (3.13)$$

Y_R - коэффициент, учитывающий влияние шероховатости сопряженных поверхностей зубьев, принимаем $= 1$

Y_A - коэффициент, учитывающий влияние двустороннего приложения нагрузки при одностороннем, $Y_A = 1$

$$[\sigma]_F = \sigma_{FLim} * Y_N * Y_R * Y_A / S_F = 700 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 / 1,55 = 451,6 \text{ МПа}$$

Межосевое расстояние

Предварительное значение межосевого расстояния a'_ω

$$a'_{\omega} = K * (u + 1) * \sqrt[3]{\frac{T_1}{u}} = 6 * 4,75 * \sqrt[3]{\frac{250}{3,75}} = 233 \text{ мм}$$

где: $T_1=250$ - вращающий момент на шестерне Нм

$u = 3,75$ - передаточное число

K – коэффициент, зависящий от поверхностной твердости шестерни и колеса, $K = 6$

Окружная скорость находится по формуле:

$$v = \frac{2 * \pi * a'_{\omega} * n_1}{6 * 10^4 * (u + 1)} = \frac{2 * 3.14 * 233 * 15}{6 * 10^4 * 4,75} = 0.08 \text{ м/с} \quad (3.14)$$

Уточняем предварительно найденное значение межосевого расстояния по формуле:

$$a_{\omega} = K_a (u + 1) * \sqrt[3]{\frac{K_H * T_1}{\psi_{ba} * u [\sigma]_H^2}} \quad (3.15)$$

где: $K_a=450$ для прямозубых колес,

$\psi_{ba} = 0,2$ при консольном расположении обоих колес.

K_H - коэффициент нагрузки

$$K_H = K_{Hv} * K_{H\beta} * K_{H\alpha} \quad (3.16)$$

K_{Hv} - коэффициент учитывает внутреннюю динамику нагружения, принимаем равным 1,03;

$K_{H\beta}$ - коэффициент учитывает неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий;

$K_{H\beta}^0$ зависит от коэффициента принимаем 1,35.

$$\psi_{bd} = 0.5 * \psi_{ba} * (u + 1) = 0.5 * 0.2 * (3,75 + 1) = 0.48$$

$$K_{H\beta} = 1 + (K_{H\beta}^0 - 1) K_{H\omega} = 1 + (1.35 - 1) * 0.63 = 1.22$$

$K_{H\omega}$ - коэффициент, учитывающий приработку зубьев принимаем 0,63.

$K_{H\alpha}$ - определяют по формуле:

$$K_{H\alpha} = 1 + (K_{H\alpha}^0 - 1)K_{H\omega} = 1 + (1,18 - 1) \cdot 0,63 = 1,11 \quad (3.17)$$

$$K_{H\alpha}^0 = 1 + 0,06 \cdot (n_{CT} - 5) = 1 + 0,06 \cdot (8 - 5) = 1,18$$

$$K_H = K_{Hv} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\alpha} = 1,03 \cdot 1,22 \cdot 1,11 = 1,4$$

$$a_{\omega} = K_a (u + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{K_H \cdot T_1}{\psi_{ba} \cdot u [\sigma]_H^2}} = 450 \cdot 4,75 \cdot \sqrt[3]{\frac{1,4 \cdot 250}{0,2 \cdot 3,75 \cdot 899,1^2}} = 178 \text{ мм}$$

a_{ω} - округляем до стандартного значения 180 мм.

Предварительные основные размеры колеса

Делительный диаметр

$$d_2 = 2 \cdot a_{\omega} \cdot u / (u + 1) \quad (3.18)$$

$$d_2 = 2 \cdot a_{\omega} \cdot u / (u + 1) = 2 \cdot 180 \cdot 3,75 / 4,75 = 284,2 \text{ мм.}$$

$$\text{Ширина } b_2 = \psi_{ba} a_{\omega} = 0,2 \cdot 180 = 36 \text{ мм.}$$

Принимаем ширину колеса равную 36 мм.

Модуль передачи

Максимальный модуль передачи определяют из условий неподрезания зубьев у основания

$$m_{MAX} \approx 2 \cdot a_{\omega} / [17 \cdot (u + 1)] \quad (3.19)$$

Минимальный модуль передачи определяют из условий прочности:

$$m_{MIN} = \frac{K_m \cdot K_F \cdot T_1 \cdot (u + 1)}{a_{\omega} \cdot b_2 \cdot [\sigma]_F} \quad (3.20)$$

где: $K_m = 3,4 \cdot 10^3$

K_F - коэффициент нагрузки при расчете на напряжение изгиба

$$K_F = K_{Fv} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{F\alpha} \quad (3.21)$$

K_{Fv} - коэффициент, учитывающий внутреннюю динамику нагружения (связанную прежде всего с ошибками шагов зацепления) принимаем равным 1,03

$K_{F\beta}$ - коэффициент, учитывающий неравномерность распределения напряжений у основания зубьев по ширине зубчатого венца.

$$K_{F\beta} = 0,18 + 0,82 * K_{H\beta}^0 = 0,18 + 0,82 \cdot 1,35 = 1,3$$

$K_{F\alpha}$ - коэффициент, учитывающий влияние погрешностей изготовления шестерни и колеса на распределение нагрузки между зубьями, определяют так же как при расчетах на контактную прочность

$$K_{F\alpha} = K_{H\alpha}^0 = 1.18$$

$$K_F = K_{Fv} * K_{F\beta} * K_{F\alpha} = 1.03 \cdot 1.3 \cdot 1.18 = 1.58$$

$$m_{MAX} \approx 2 * a_{\omega} / [17 * (u + 1)] = 2 \cdot 180 / [17 \cdot 4,75] = 4,5$$

$$m_{MIN} = \frac{K_m * K_F * T_1 * (u + 1)}{a_{\omega} * b_2 * [\sigma]_F} = \frac{3.4 \cdot 10^3 \cdot 1.58 \cdot 250 \cdot 4,75}{180 \cdot 36 \cdot 451.6} = 2,2$$

Выбираем значение модуля передачи из стандартного ряда принимаем
 $m = 2,5$

Суммарное число зубьев и угол наклона

Передача прямозубая, значит $\beta = 0$

Суммарное число зубьев

$$Z_s = 2 * a_{\omega} * \cos \beta / m = 2 \cdot 180 \cdot \cos 0 / 2,5 = 144$$

принимаем $Z_s = 140$

Найдем число зубьев шестерни

$$Z_1 = Z_s / (u + 1) \geq Z_{1min} \quad (3.22)$$

где: $Z_{1min} = 17$ для прямозубых передач.

$$Z_1 = 144 / 4,75 \geq 17$$

$$Z_1 = 30,3 \geq 17$$

Принимаем $Z_1 = 30$

Числа зубьев колеса будет равно

$$Z_2 = Z_S - Z_1 = 144 - 30 = 114$$

Фактическое передаточное число

$$u_\phi = Z_2 / Z_1 = 114 / 30 = 3.8$$

Фактическое значение передаточного числа отличается от номинального на 1.5 % что входит в норму до 3 %.

Диаметры колес

Делительные диаметры

$$\text{Шестерни } d_1 = Z_1 \cdot m = 30 \cdot 2,5 = 75 \text{ мм}$$

$$\text{Колеса } d_2 = 2 \cdot a_\omega - d_1 = 2 \cdot 180 - 75 = 285 \text{ мм}$$

Диаметры d_a и d_f окружностей вершин и впадин зубьев колес

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m = 75 + 2 \cdot 2,5 = 80 \text{ мм}$$

$$d_{f1} = d_1 - 2,5 \cdot m = 75 - 2,5 \cdot 2,5 = 68,7 \text{ мм}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m = 285 + 2 \cdot 2,5 = 290 \text{ мм}$$

$$d_{f2} = d_2 - 2,5 \cdot m = 285 - 2,5 \cdot 2,5 = 278,7 \text{ мм}$$

Проверка зубьев колес по контактным напряжениям.

Расчетное значение контактного напряжения

$$\sigma_H = \frac{Z_\sigma}{a_\omega} \cdot \sqrt{\frac{K_H \cdot T_1 (u_\phi + 1)^3}{b_2 \cdot u_\phi}} \leq [\sigma]_H \quad (3.23)$$

где: $Z_\sigma = 9600$, МПа

$$\sigma_H = \frac{Z_\sigma}{a_\omega} \cdot \sqrt{\frac{K_H \cdot T_1 (u_\phi + 1)^3}{b_2 \cdot u_\phi}} = \frac{9600}{180} \cdot \sqrt{\frac{1,4 \cdot 250 \cdot 4,8^3}{36 \cdot 3,8}} = 896,6 \text{ МПа}$$

Расчетное значение напряжения σ_H меньше допустимого $[\sigma]_H$ в пределах 15...20 % значит, ранее принятые параметры остаются окончательными.

3.4 Выбор муфты

Выбираем упругую втулочно – пальцевую муфту (рисунок 3.5) по ГОСТ 21424 – 93.

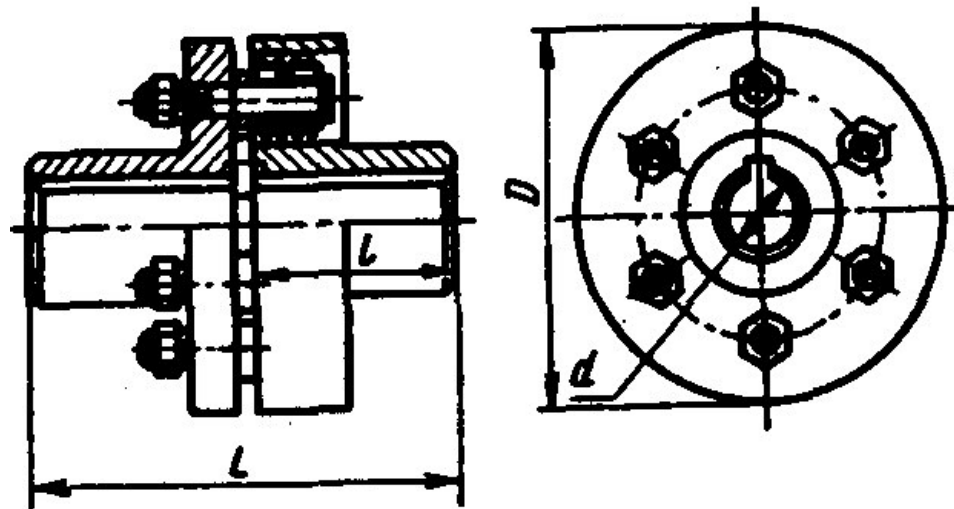


Рисунок 3.5 - Схема втулочно – пальцевой муфты.

Муфту выбираем в зависимости от передаваемого крутящего момента

$$T_K = 10,5H \cdot m$$

Выбираем муфту 16 – 24 – 1 – 25 – 4 – Х² ГОСТ 21424 – 93

Расчет шпоночного соединения

Рассмотрим соединение выходного вала редуктора и ведущей шестерни привода поворотной плиты 2.

Диаметр вала $d = 32$ мм,

Длина ступицы шестерни $L = 46$ мм,

Передаваемый крутящий момент $T_K = 250$ Нм,

Материал вала – сталь 45, материал ступицы шестерни - 40Х

Соответственно диаметру вала $d = 32$ мм и длине ступицы шестерни $L = 46$ принимаем по ГОСТ 23360 – 78, призматическую шпонку 12 х 8 х 30, применим для шпонки сталь 45.

Принимаем «Шпонка 12 х 8 х 30 ГОСТ 23360 – 78»

Проверим соединение на смятие по формуле:

$$\sigma_{CM} = \frac{2 \cdot T_K}{d \cdot l_p \cdot K} \leq [\sigma]_{CM} \quad (3.26)$$

где: $l_p = 30$ рабочая длина шпонки,

$K = 0,0045$, справочный размер для расчета на смятие,

$[\sigma]_{CM} = 150$ МПа, допускаемое напряжение на смятие.

$$\sigma_{CM} = \frac{2 \cdot T_K}{d \cdot l_p \cdot K} = \frac{2 \cdot 250}{0,032 \cdot 0,03 \cdot 0,0045} = 115,7 \cdot 10^6 \text{ Па} = 115,7 \text{ МПа} \leq 150 \text{ МПа}$$

Проверим шпонку на срез по формуле:

$$\tau_{CP} = \frac{2 \cdot T_K}{d \cdot l_p \cdot b} \leq [\tau]_{CP} \quad (3.27)$$

где: $b = 8$ мм ширина шпонки;

$[\tau]_{CP} = 80$ МПа допускаемое напряжение на срез.

$$\tau_{CP} = \frac{2 \cdot T_K}{d \cdot l_p \cdot b} = \frac{2 \cdot 250}{0,032 \cdot 0,030 \cdot 0,008} = 65,1 \cdot 10^6 \text{ Па} = 65,1 \text{ МПа} \leq 80 \text{ МПа}.$$

Расчет пружины

При рабочей деформации $F_{max} = 4000$ Н; рабочий ход пружины принимаем

$h = 10$ мм.

Изготовление пружины предусматриваем из пружинной углеродистой, закаленной в масле, проволоки. Примем допускаемое напряжение для проволоки $[\tau] = 1000$ МПа. Предположим, что сила пружины при максимальной деформации

Примем индекс пружины $c = 5$. Коэффициент влияния кривизны витков $k = 1,24$.

Найдем диаметр проволоки пружины по формуле;

$$d = 1,6 \cdot \sqrt{\frac{k \cdot c \cdot F_{MAX}}{[\tau]}} = 1,6 \cdot \sqrt{\frac{1,24 \cdot 4 \cdot 4000}{1000}} = 7,1 \text{ мм} \quad (3.28)$$

где: c – индекс пружины;

$k = 1,24$ коэффициент влияния на напряжения кривизны витков и поперечной силы.

$[\tau] = 1000$ МПа допускаемое напряжение при статистических нагрузках для пружин из углеродистой, закаленной в масле проволоки.

Определим средний диаметр пружины по формуле;

$$D = c \cdot d = 4 \cdot 7,1 = 28,4 \text{ мм}$$

Наружный диаметр пружины по формуле;

$$D_H = D + d = 28,4 + 7,1 = 35,5 \text{ мм}$$

Подберем пружину по ГОСТ 13766 – 68. Ближе всего подходит пружина 2 – класса, 3 – разряда № 181. Для этой пружины $F_{\max} = 4000$ Н; $d = 8$; $D_H = 45$; жесткость одного витка $C_1 = 800$ Н/мм и наибольший прогиб одного витка $\lambda'_3 = 4,94$, материал пружины сталь 50ХФА, твердость HRC 44...50.

Уточним средний диаметр пружины:

$$D = D_H - d = 45 - 8 = 37 \text{ мм}$$

Проверим выбранную пружину по C_1 и λ'_3 .

$$C_1 = \frac{10^4 \cdot d}{c^3} = \frac{10^4 \cdot 8}{4^3} = 1250 \text{ Н / мм}$$

Жесткость пружины по формуле:

$$C = \frac{F_{\max} - F_1}{\lambda'_3} \quad (3.29)$$

где: $F_1 = 3200$ номинальная сила, Н

$F_{\max} = 4000$ максимальная сила, Н

$$C = \frac{F_{\max} - F_1}{\lambda'_3} = \frac{(4000 - 2670)}{10} = 133 \text{ Н / мм}$$

Число рабочих витков пружины по формуле:

$$n = C_1 / C = 1250 / 133 \approx 9,4$$

Максимальная деформация пружины по формуле:

$$\lambda_3 = \frac{F_{\max}}{C} = \frac{4000}{133} = 30 \text{ мм}$$

Максимальная деформация одного витка пружины:

$$\lambda'_3 = \frac{\lambda_3}{n} = \frac{30}{9,4} = 3.2 \text{ мм}$$

Полное число витков пружины:

$$n_1 = n + n_2 = 10 + 2 = 12$$

где: $n_2 = 2$ число опорных витков.

Шаг пружины по формуле:

$$t = \lambda'_3 + d = 3.2 + 8 = 11.2 \text{ мм}$$

Высота пружины при максимальной деформации по формуле:

$$L_3 = (n_1 + 1 - n_3) \cdot d = (15 + 1 - 2) \cdot 8 = 122 \text{ мм}$$

где: $n_3 = 2$ число зашлифованных витков.

Высота пружины в свободном состоянии по формуле:

$$L_o = L_3 + \lambda_3 = 122 + 30 = 152 \text{ мм}$$

Длина развернутой пружины по формуле:

$$L \approx 3.2 \cdot D \cdot n_1 = 3.2 \cdot 37 \cdot 15 \approx 1776 \text{ мм}$$

Расчет режущего инструмента – ножа не производится, т.к. он берется стандартный с аналогичных станков. Также с аналогичных станков принимаем некоторые другие стандартные детали.

3.5 Безопасность жизнедеятельности и охрана труда

3.5.1 Безопасность жизнедеятельности на производстве

Безопасность жизнедеятельности в условиях производства - это система законодательных актов, социально-экономических, технических, санитарно-гигиенических, организационных мероприятий обеспечивающих безопасность, сохранения здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Спецификой сельскохозяйственного производства является то, что здесь большинство технологических процессов выполняется механизированным способом, поэтому требуется строже соблюдать правила техники безопасности.

Широкая механизация и электрификация, а также химизация производственных процессов, большое разнообразие сложной, непрерывно обновляемой техники требуют от специалистов хозяйства всесторонних знаний по охране труда, позволяющих квалифицированно решать вопросы создания здоровых и безопасных условий для своих подчинённых и выработки у них прочных навыков безопасного выполнения работ.

3.5.2 Техника безопасности при работе на стенде для срезания фрикционных накладок

К работе на стенде могут быть допущены только лица, прошедшие инструктаж, усвоившие правила безопасности, получившие практические навыки безопасного ведения работ.

Приступая к самостоятельной работе на стенде, могут только лица, хорошо знакомые с их устройством, эксплуатацией и обслуживанием.

Приступая к выполнению работы, рабочий обязан:

- застегнуть одежду на все пуговицы, рубашку заправить в брюки, завязать рукава;
- подготовить рабочее место согласно требованиям безопасности;

- проверить исправность инструмента, приспособлений станда;
- опробовать станд на холостом ходу;
- проверить наличие и исправность ограждений и других защитных приспособлений.

Запрещается работать с неисправными инструментами и приспособлениями.

Во время работы станда смазка и чистка его не разрешается.

Не разрешается сидеть, опираться на элементы станда, трогать руками движущиеся части.

Не допускается попадание посторонних предметов в область между нажимным приспособлением и поворотной плитой.

При временной отлучке от станда он должен быть остановлен, а электродвигатель должен быть выключен.

При всяких замеченных неисправностях в работе станда он должен быть остановлен обслуживающим его работником. О замеченных неисправностях работник должен поставить в известность администрацию. Без разрешения администрации производить ремонт и исправления работнику не разрешается.

3.6 Экономическое обоснование конструкции

Определение себестоимости продукции

Себестоимость проектируемой конструкции – это сумма следующих затрат, сгруппированных по экономическому содержанию:

$$C_{\text{кон}} = M_3 + Z_0 + C_0 + P_p \quad (3.30)$$

где: M_3 – материальные затраты, руб.;

Z_0 – затраты на оплату труда, руб.;

C_0 – отчисления на социальные нужды, руб.;

P_p – прочие общепроизводственные расходы.

Материальные затраты отражают стоимость изготовления и приобретения деталей:

$$M_3 = C_{PM} + C_{PD} + C_{OD} \quad (3.31)$$

где: C_{PM} – стоимость расходных материалов, руб.;

C_{PD} – стоимость покупных деталей, руб.;

C_{OD} – стоимость оригинальных деталей, руб.

Определяем стоимость расходных материалов:

Для изготовления станка для срезания фрикционных накладок с тормозных колодок нужны следующие материалы:

- стальной прокат толщиной 3 и 5 мм;
- уголок 32х32х4, 50х50х5;
- швеллер 5У.

Исходя из среднерыночной цены на эти материалы, получаем:

$$C_{PM} = 690 + 390 + 345 + 450 = 1875 \text{ руб.}$$

Принимаем примерно 1900 рублей.

Определяем стоимость покупных деталей:

$$C_{PD} = C_B + C_{ЭЛ} + C_{ЭЛ.Д} + C_{РЕД} + C_{МУФ} \quad (3.32)$$

где: C_B – стоимость болтов, гаек, шайб, руб.;

$C_{ЭЛ}$ – стоимость сварочных электродов, руб.;

$C_{ЭЛ.Д}$ – стоимость электродвигателя, руб.;

$C_{РЕД}$ – стоимость редуктора, руб.;

$C_{МУФ}$ – стоимость муфты, руб.

Исходя из среднерыночной цены на покупные детали, получаем:

$$C_{PD} = 100 + 50 + 3200 + 9500 + 90 = 12940 \text{ руб.}$$

Принимая во внимание неуказанные покупные детали, увеличиваем

C_{PD} на 5%, тогда:

$$C_{PD} = 12940 + (12940 \cdot 0,05) = 13587 \text{ руб.}$$

Принимаем $C_{PD} = 13600$ руб.

Определяем стоимость изготовления оригинальных деталей:

$$C_{OD} = C_{МЗ} + C_{ЗП} \quad (3.33)$$

где: $C_{МЗ}$ – стоимость материалов заготовок, руб.;

$C_{ЗП}$ – зарплата рабочим на изготовление деталей, руб.

Учитывая то, что стоимость материала и покупных деталей на изготовление оригинальных деталей учитывалась выше, а часть материалов имеется на предприятии, принимаем $C_{МЗ} = 1000$ руб.

Для изготовления корпуса станка, поворотной плиты и нажимного приспособления применяются токарные, фрезерные, сверлильные и сварочные работы.

Фонд работы на станке $\Phi_{РД,С} = 159$ чел.-ч.

Оплата труда за один час работы составляет:

$$C_{ЗПч} = \frac{8000}{159} = 50,3 \text{ руб.}$$

Время, затраченное рабочими на изготовление деталей, и рамы составляет:

- токарь – 4 часа, плюс 2 часа на сверлильном станке;
- фрезеровщик – 4 часа;
- сварщик – 6 часов.

Общее время $t_0 = 4 + 2 + 4 + 6 = 16$ часов.

Стоимость работ составит:

$$C_{ЗП} = 50,3 \cdot 16 = 804,8 \approx 805 \text{ руб.}$$

$$\text{Тогда: } C_{ОД} = 1000 + 805 = 1805 \text{ руб.}$$

$$M_3 = 1900 + 13600 + 1805 = 17305 \text{ руб.}$$

В затраты входят выплаты премий рабочим и специалистам за фактически выполненную работу, начисление исходя из тарифных ставок и должностных окладов.

Оплата станочных работ 805 руб., оплата слесаря за сборочные работы составит, при $\Phi_{РВ} = 20$ чел.-ч.:

$$O_{СЛ} = 20 \cdot 50,3 = 1006 \text{ руб.}$$

Всего оплата труда с учетом премии в размере 25% от основной заработной платы составит:

$$З_0 = 805 + 1006 + (805 + 1006) \cdot 0,25 = 2263 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды, установленные законодательством, составляют:

- органам государственного социального страхования – 4%;
- Пенсионный фонд – 28%;
- фонд Медицинского страхования – 3,6%;
- государственный фонд занятости – 0,7% от общих затрат на оплату труда работников.

Все отчисления составляют 36,3%

$$О_С = 2263 \cdot 0,363 = 821,5 \text{ руб.}$$

В состав прочих затрат входят налоговые сборы, отчисления в специальные внебюджетные фонды и платежи за сверхдопустимые выбросы загрязняющих веществ.

Прочие общепроизводственные затраты составляют 15% от суммы материальных затрат и затрат на оплату труда и социальные отчисления.

$$П_3 = (17305 + 2263 + 821,5) \cdot 0,15 = 3058 \text{ руб.}$$

Тогда общая стоимость станка составит:

$$С_{СТ} = 17305 + 2263 + 821,5 + 3058 = 23448 \text{ руб.}$$

Определение повышения производительности труда

Повышение производительности труда рассмотрим на примере срезания фрикционных накладок с тормозных колодок.

Допустим, что на срезание одной накладки слесарю понадобится 0,5 чел.-ч. вручную и 0,3 чел.-ч. на станке.

Производительность труда $П_T$ определяется по формуле:

$$П_T = \frac{1}{З_T} \quad (3.34)$$

где: $З_T$ – затраты труда на выполнение данных работ, чел.-ч./шт.

$$П_{СТ} = \frac{1}{0,3} = 3,3 \text{ шт./чел.-ч.}$$

$$П_{PT} = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ шт./чел.} - \text{ч.}$$

Таким образом, относительное изменение производительности труда составит $\frac{3,3}{2} = 1,65$, то есть производительность труда с применением станка увеличится более чем в полтора раза.

Определение снижения трудоемкости

Трудоемкость – величина, обратная производительности, определяется соотношением:

$$T_P = \frac{1}{П} \quad (3.35)$$

Тогда трудоемкость составит:

$$T_{P.C.} = \frac{1}{3,3} = 0,3 \text{ чел.} - \text{ч.}$$

$$T_{P.P.} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ чел.} - \text{ч.}$$

$$\frac{T_{P.P.}}{T_{P.C.}} = \frac{0,5}{0,3} = 1,66$$

То есть, можно сказать, что трудоемкость снижается в полтора раза.

Исходя из производственных расчетов, можно сделать вывод, что трудоемкость после внедрения в производство станка для срезания накладок определенно снижается, т.е. при использовании станка можно увеличивать объем выпускаемой продукции, не привлекая дополнительные трудовые ресурсы.

Определение объема капитальных вложений

Объем капитальных вложений рассчитывается по формуле:

$$\Delta K = C_{CT} \quad (3.36)$$

где: C_{CT} – стоимость станка, руб.

$$\Delta K = 23448 \text{ руб.}$$

Определение экономического эффекта

Годовой экономический эффект от внедрения станка определяется следующим образом:

$$\mathcal{E}_Г = (C_H - C_{\text{РЕМ}}) \cdot W_Г \quad (3.37)$$

где: C_H – стоимость новой колодки, руб.;

$C_{\text{РЕМ}}$ – стоимость ремонта колодки, руб.;

$W_Г$ – годовой объем ремонта.

Рыночную стоимость новой колодки грузового автомобиля примем равной 200 руб. Стоимость ремонта определяется в зависимости от затрат труда на ее восстановление по формуле:

$$C_{\text{РЕМ}} = T_{\text{Р.С.}} \cdot C_{\text{ч}} + C_{\text{П.Н.}} \quad (3.38)$$

где: $C_{\text{П.Н.}}$ – стоимость накладки, руб.

$$C_{\text{РЕМ}} = 0,3 \cdot 50,3 + 55 = 70 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_Г = (200 - 70) \cdot 240 = 31200 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект можно увеличить за счет приема заказов от других предприятий, расположенных в близлежащих районах, а также предприятий, поставляющих детали на ремонт большими партиями.

Определение окупаемости станда

Срок окупаемости определяется отношением капитальных вложений для внедрения предлагаемого станка к годовой экономии предприятия:

$$T_{OK} = \frac{\Delta K}{\mathcal{E}_Г}, \text{ лет} \quad (3.38)$$

$$T_{OK} = \frac{23448}{31200} = 0,75 \text{ года}$$

Таким образом, станок для срезания тормозных накладок, изготовленный на оборудовании пункта ТО из имеющихся материалов, окупит себя через $0,75 \approx 1$ год.

Срок окупаемости может уменьшиться, если, как указано выше, принимать заказы на ремонт колодок от других предприятий.

ВЫВОДЫ

Результаты выпускной квалификационной работы заключаются в следующем:

Проведен расчет основных параметров пункта технического обслуживания, осуществлен подбор ремонтного оборудования.

Проведен анализ существующих конструкций стендов для срезания тормозных колодок грузовых автомобилей. С помощью стенда на предприятиях можно снизить затраты труда на ремонт колодок, облегчить проведение данной операции и повысить механизация труда.

В рамках ВКР проведен анализ и разработаны мероприятия по вопросам обеспечения жизнедеятельности на производстве, на предлагаемом стенде и в чрезвычайных ситуациях.

Дана технико-экономическая оценка предложенных мероприятий и внедрение стенда в производство. Годовой экономический эффект составил 31200 рублей, срок окупаемости 0,75 – 1 год.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров М.Г. Подъемно-транспортные машины / М.Г. Александров. – М.: Высшая школа, 2011. – 326 с.
2. Александров М.Г. Подъемно-транспортные машины / М.Г. Александров. – М.: Высшая школа, 2012. – 206 с.
3. Андреев П.А. Технический сервис в сельском хозяйстве / П.А. Андреев, В.М. Баутин. - М., 2011. – 246 с.
4. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. / В. И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 2011. – Т. 2. – 1086 с.
5. Барашков И.В. Организация технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей в автотранспортных предприятиях [Текст] / И.В. Барашков, В.Д. Чепурный. - М.: МАДИ, 2010. - 110с.
6. Булгариев, Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМиТС) /Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев. – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2009. – 64 с.
7. Грибков В.М. Справочник по оборудованию для технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей [Текст] / В.М. Грибков, П.А. Карпенкин. – М.: Россельхозиздат, 2015. – 225 с.
8. Гуревич Д. Ф. Ремонтные мастерские совхозов и колхозов / Д. Ф. Гуревич, А. А. Цирин. – М.: Агропромиздат, 2013. – 340 с.
9. Ерохин М.Н. Детали машин и основы конструирования / А. В. Карп, Е. И. Соболев и др. – М.: «Колос», 2014. – 463 с.
10. Канарев Ф.М. Охрана труда / Ф. М. Канарев. – М.: Агропромиздат, 2011. – 359 с.
11. Кузнецов Ю. М. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта. – М.: Транспорт, 2008.
12. Курчаткин В. В. Надежность и ремонт машин / В. В. Курчаткин. – М.: «Колос», 2000. – 863 с.

13. Мاستрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Учеб для студ. ВУЗ.- 2-е изд., стер. -М.: Издательский центр «Академия», 2014.- 336 с.
14. Матвеев В.А. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве / В. А. Матвеев. - М.: Колос, 2016. – 280 с.
15. Основы теории и методики физического воспитания: учебное пособие / Отв. ред. Г.В. Валеева. - Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016.
16. Смелов А.П. Курсовое и дипломное проектирование по ремонту машин / А.П. Смелов, И.С.Серый. – М.: Колос, 2015. – 192 с.
17. Тельнов Н.Ф. Ремонт машин / Н. Ф. Тельнов. – М.: «Агропромиздат», 2015. – 540 с.
18. Техническое обслуживание и ремонт машин / И.Е. Ульман, Г.С. Игнатов, В.А. Борисенко и др. – М.: «Агропромиздат», 2015. - 380 с.
19. Физическая культура: учебное пособие / Под редакцией В.А. Коваленко. - М.: Изд-во АСВ, 2014.- 432 с.
20. Хафизов К.А. Выпускная квалификационная работа / Хафизов К.А. Хафизов Р.Н. – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2014. – 280 с.
21. Черепанов С.С. Оборудование для текущего ремонта сельскохозяйственной техники / С. С. Черепанов, А.А. Афанасьев. – М.: «Колос», 2012. – 256 с.
22. Шевченко П.И. Справочник слесаря по ремонту тракторов / П. И. Шевченко – Л.: «Машиностроение», 2015. – 335 с.