

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

Кафедра: Технический сервис

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

На соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Проект организации ремонта двигателей энергонасыщенных тракторов с разработкой конструкции для контроля коленчатых валов

Шифр ВКР 35.03.06.247.17 СКК.00.000 ПЗ

Студент группы 2342С

подпись

Ахметшин А.О.

Ф.И.О.

Руководитель ст. преподаватель

ученое звание

подпись

Ахметзянов Р.Р.

Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № ___ от _____ 2017)

Зав. кафедрой д.т.н. профессор

ученое звание

подпись

Адигамов Н. Р.

Ф.И.О.

Казань – 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ	
1.1 Обоснование необходимости разработки конструкции.....	
1.2 Обзор существующих конструкций.....	
2 ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЕЙ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ ТРАКТОРОВ	
2.1 Обоснование необходимости организации ремонта дизельных двигателей.....	
2.2 Расчет объема ремонтно-обслуживающих работ	
2.3 Расчет трудоемкостей ремонтных работ	
2.4 Определение объема дополнительных работ.....	
2.5 Определение состава производственных работ по ремонту двигателей	
2.6 Распределение трудоемкостей работ по участкам	
2.7 Определение фондов времени и численности, работающих на проектируемом участке	
2.8 Расчет числа основного ремонтно-технологического оборудования.....	
2.9 Определение потребности в производственных площадях и общая компоновка мастерской	
3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ СМД-62	
3.1 Основные дефекты коленчатого вала и способы их устранения.....	
3.2 Шлифование коренных и шатунных шеек	
3.3 Разработка маршрутной карты (МК) шлифования коленчатого вала СМД-62.....	
4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ	

4.1	Описание устройства
4.2	Принцип действия стенда.....
4.3	Расчет деталей подъемного устройства.....
5	БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА
5.1	Обеспечение условий и безопасности труда на производстве.....
5.2	Особенности обеспечения безопасности труда при проведении технологического процесса ремонта и эксплуатации стенда для контроля коленчатых валов двигателя СМД-60
5.3	Мероприятия по охране окружающей среды.....
6	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ
6.1	Экономическое обоснование конструкции для контроля коленчатых валов.
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ
	ЛИТЕРАТУРА
	СПЕЦИФИКАЦИИ

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время основную долю парка техники в сельском хозяйстве составляют отремонтированные машины и лишь незначительную часть — новые. Важным звеном обеспечения качественного ремонта техники является соблюдение технологии его проведения. На сегодняшний день во многих предприятиях ремонт производится с нарушениями технологического процесса мойки, дефектации деталей и обкатки. Все это приводит к снижению срока эксплуатации отремонтированной техники, и как следствие, повышению затрат производителей сельскохозяйственной продукции. Также, поскольку ремонт агрегатов сводится главным образом к замене их неисправных деталей на годные, наибольшие затраты (до 60% и более) в себестоимости ремонта составляет стоимость израсходованных запасных частей.

Инновационный научно-производственный центр «ООО СПЦ Ресурс» при кафедре «Технический сервис» призван объединить научный и технический потенциал для развития восстановительных технологии и внедрения их в производство. В этих условиях необходимо развивать и изучать возможности как давно зарекомендовавших себя, так и новых ремонтных технологии.

Разработанный нами выпускная квалификационная работа направлена на расширение производственной деятельности кафедры. С этой целью рассмотрены вопросы организации ремонта автотракторных двигателей, разработана технология ремонта и конструкция стенда для контроля коленчатых валов. В проекте освещены мероприятия по обеспечению безопасности и экологичности проекта, а также определены технико-экономические показатели.

1 АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

1.1 Обоснование необходимости разработки конструкции

В настоящее время повышение качества ремонта машин при одновременном снижении его себестоимости главная проблема ремонтного производства хозяйства. В структуре себестоимости ремонта машин 50...60% затрат приходится на покупку запасных частей, которые даже в условиях рынка остаются дефицитными при росте цен. Основной путь снижения себестоимости ремонта машин это сокращение затрат на запасные части. Главный резерв – восстановление и повторное использование изношенных деталей, как правило, не превышает 10...30% цены новой детали. Кроме того, восстановление деталей – один из основных путей экономии материально-сырьевых и энергетических ресурсов, решение экологических проблем, так как затраты энергии, металлов и других материалов в 25...30 раз меньше, чем затраты при изготовлении новых деталей.

Учитывая все эти преимущества в проекте, в ЦРМ хозяйства разработан участок по восстановлению двигателей машин и норму контроля коленчатых валов.

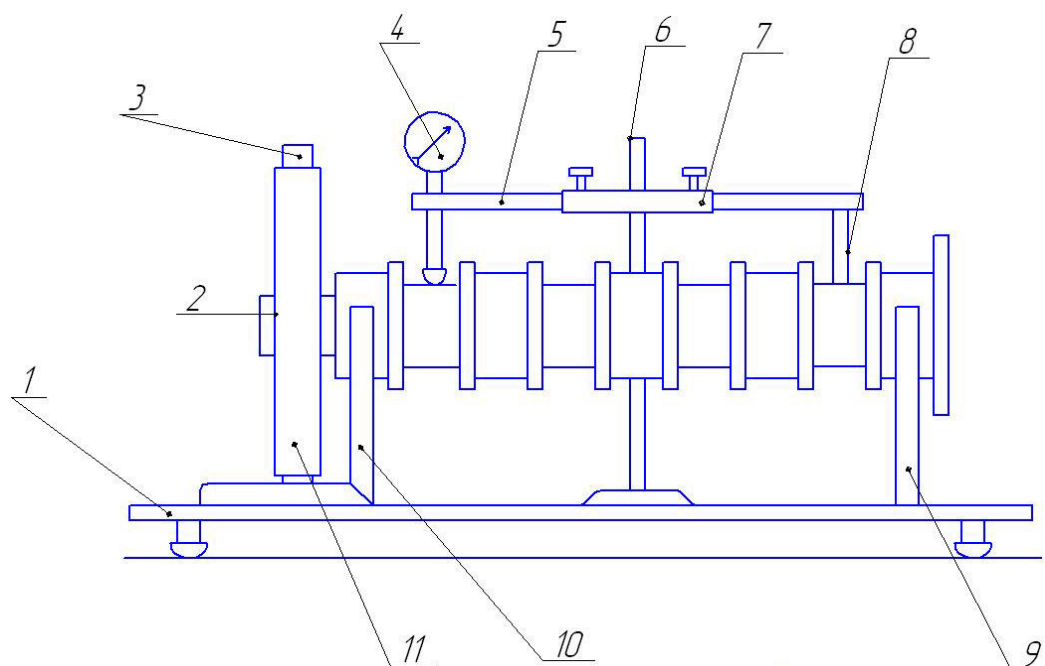
Как известно, процесс контроля коленчатых валов состоит из нескольких этапов связанных с перемещением, вращением коленчатого вала вокруг оси коренных шеек. Отсутствие механизированных вспомогательных устройств и приспособлений только, препятствуют быстрому определению технических состояний коленчатого вала увеличивая время качественного контроля.

В связи с этим для повышения технического уровня участка по ремонту двигателя целесообразно разработать стенд для проверки

коленчатых валов на базе дешевых устройств позволяющих определить техническое состояние коленчатых валов двигателя СМД-62,СМД-62.

1.2 Обзор существующих конструкций

Известно устройство для измерения углового расположения шатунных шеек коленчатого вала А.с. №2130168. Устройство для измерения углового расположения шатунных шеек коленчатого вала включает в себя поверочную плиту 1 с расположенной на ней вертикальной стойкой 3. Коленчатый вал располагается крайними коренными шейками на соосно установленных на плите призмах 9,10. Для ориентации коленчатого вала относительно поверочной плиты служит фигурная плита 11 (например, в виде квадрата для коленчатых валов с угловым расположением кривошипов 90° и 180° , или шестигранник - с угловым расположением 120°), устанавливаемая на шейку 2 под распределительную шестерню коленчатого вала и фиксируемая относительно шпоночного паза, например, болтом. Расположение плоскости боковой грани фигурной плиты 11 в контакте с плоскостью боковой грани вертикальной стойки 2 ориентирует контролируемый кривошип параллельно поверочной плите 1. Отсчетный узел 7, состоящий из двух выдвижных плечей 5, параллельных поверочной плите и расположенных на одном из них индикатора 4 и на другом - упора 8, установлен на стойке 6 и имеет возможность вертикально перемещаться по ней. Калибр используется при настройке отсчетного узла 7 для измерений относительно коренных шеек коленчатого вала.



1 - плита, 2 - шейка, 3 - вертикальная стойка, 4 - индикатор, 5 - выдвижное плечо, 6 - стойка, 7 - отсчетный узел, 8 - упор, 9, 10 - призмы, 11 - фигурная плита.

Рисунок 1.1 - Устройство для измерения углового расположения шатунных шеек коленчатого вала (А.с. №2130168).

Устройство для измерения углового расположения шатунных шеек коленчатого вала содержит поворачивную плиту, установленные на ней две опорные призмы для установки в них крайних коренных шеек коленчатого вала. Устройство снабжено отсчетным узлом, содержащим два выдвижных плеча, установленных параллельно поворачивной плите, индикатор, расположенный на одном из них с возможностью контакта с одной из шеек коленчатого вала. На другом плече расположен упор с возможностью контакта с другой шейкой коленчатого вала. Устройство содержит также фигурную плиту, выполненную с возможностью установки на шейку коленчатого вала под распределительную шестерню, и вертикальную стойку, установленную перпендикулярно поворачивной плите с возможностью контакта с боковой гранью фигурной плиты для ориентации коленчатого вала относительно поворачивной плиты. Применение предлагаемого устройства

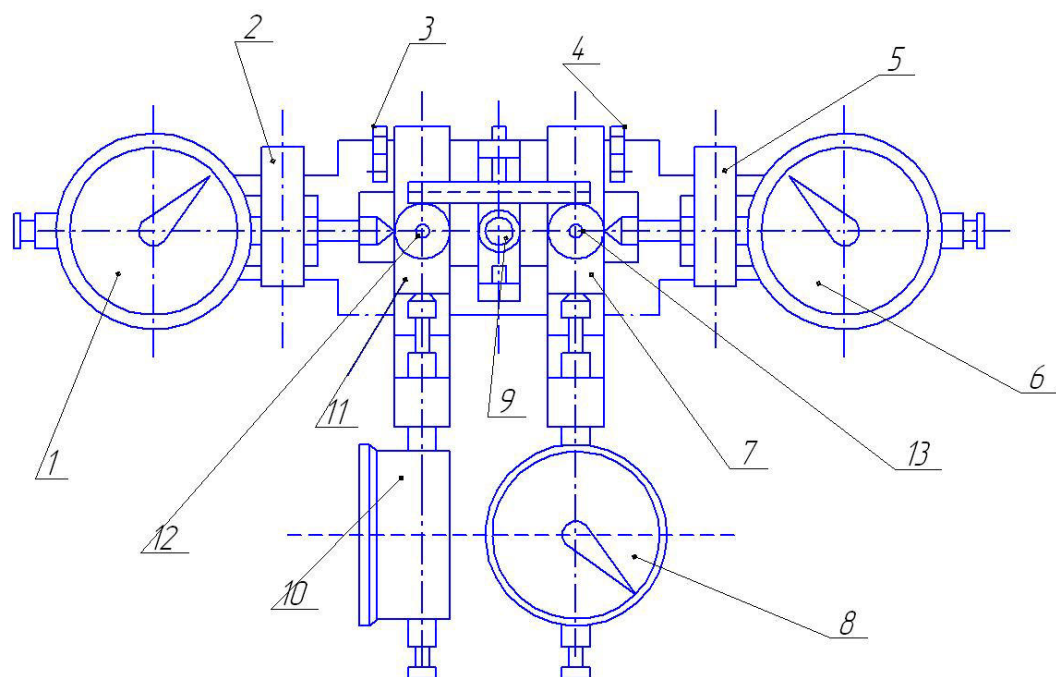
позволит значительно повысить точность измерений и производительности труда.

Угловое расположение шеек коленчатого вала оказывает значительное влияние на показатели работы двигателя внутреннего сгорания. Вследствие этого при изготовлении и восстановлении коленчатых валов необходимо контролировать точность углового расположения шатунных шеек.

Целью данного изобретения является повышение производительности и точности измерения. К недостаткам устройства можно отнести низкую точность измерения из-за сложности в ориентации кривошипа относительно поверочной плиты, низкую производительность из-за необходимости многократных замеров для получения результатов и использования формул для определения величины скрученности.

Известно устройство для измерения межосевых расстояний А.с.№1449835

Расширению номенклатуры измеряемых изделий за счет снабжения устройства дополнительной кареткой, двумя поперечными суппортами с установочными пальцами и тремя дополнительными отсчетными узлами. Установочные пальцы 9, 12 и 13 настраивают на номинальное значение межосевого расстояния и фиксируют винтами. По эталонной детали отсчетные узлы 1,6,8 и 10 настраивают на нуль и ослабляют винты. На пальцы 6 и 13 устанавливают деталь и по показаниям отсчетных узлов 10 к 8 вычисляют величину межосевого расстояния. Устройство переворачивают, устанавливают на пальцы 6 и 13 и по показаниям отсчетных узлов 1 и 10 вычисляют величину межосевого расстояния.

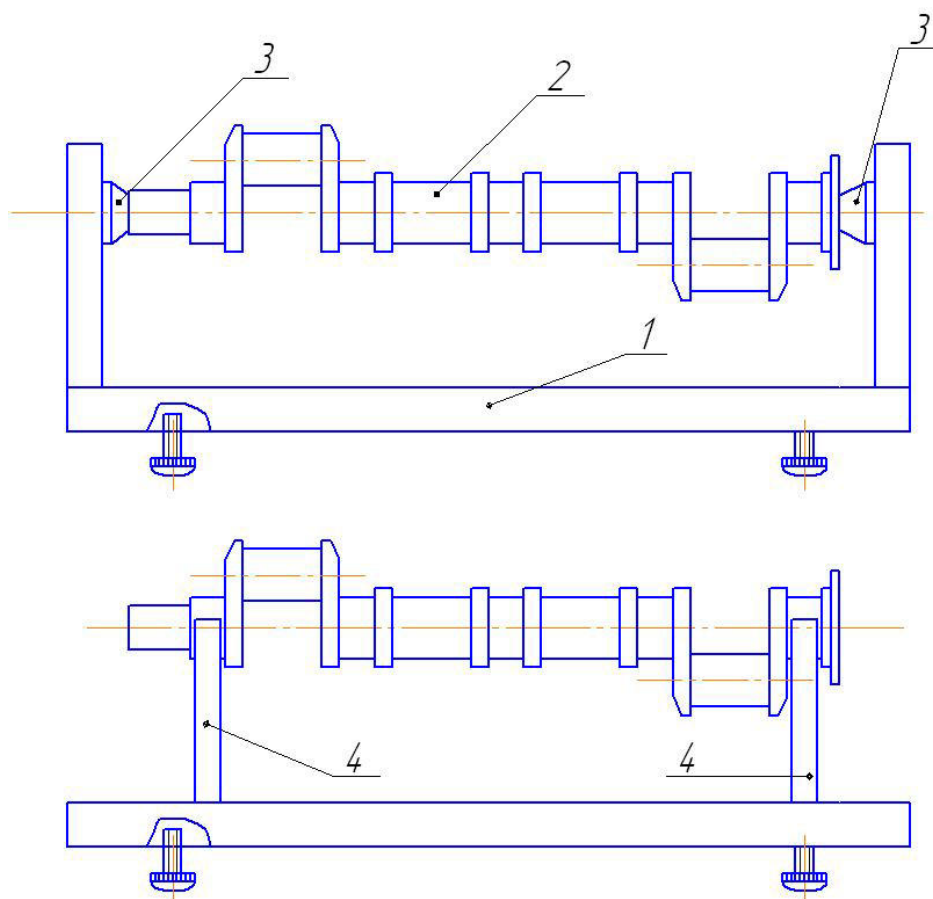


1, 6, 9, 11 - отсчетные узлы, 2, 5 – кронштейны, 3, 4 – шкалы, 7, 11 – суппорты, 9, 12, 13 - установочные пальцы.

Рисунок 1.2 - Устройство для измерения межосевых расстояний (А.с.№1449835).

Целью изобретения является расширение номенклатуры измеряемых изделий.

Известен способ контроля углового расположения кривошипа А.с. №1663388. В соответствии с предлагаемым способом осуществляют ориентацию базовой поверхности кривошипа относительно измерительной плоскости под углом, равным номинальному углу между кривошипом и базовой поверхностью, измеряют положение шейки кривошипа относительно базовой поверхности кривошипа путем измерения расстояния между измерительной плоскостью и шейкой кривошипа в двух положениях кривошипа относительно его оси - в исходном положении и повернутом на 120° . О величине углового смещения кривошипа от номинального положения судят по разности измеренных расстояний. Даны возможные способы базирования коленчатого вала при контроле.



1 - измерительная плита, 2 - коленчатый вал, 3 – центра, 4 – призма.

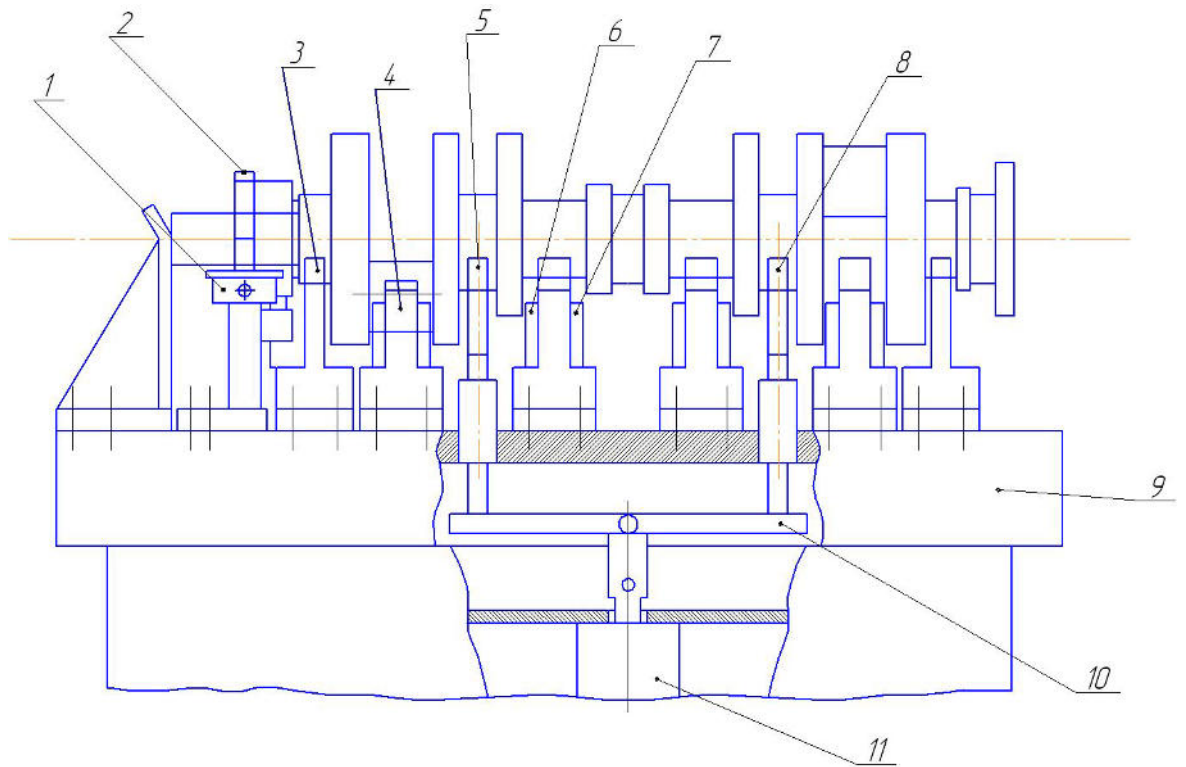
Рисунок 2.3 - Способ контроля углового расположения кривошипа (А.с.№1663388).

Контрольную операцию производят на горизонтальной измерительной плите 1. Коленчатый вал 2 располагают также горизонтально и базируют либо в центрах 3, либо на призмах 4 на крайние коренные шейки

Цель изобретения - упрощение способа контроля углового расположения кривошипа.

Известно устройство для измерения углового расположения шатунных шеек коленчатого вала А.с. №1589034 Изобретение относится к контрольно-измерительной технике. Целью изобретения является повышение производительности и точности измерения. Это достигается тем, что устройство для измерения расположения шатунных шеек коленчатого вала, содержащее плиту, опорные призмы для коренных шеек, отсчетный узел на стойке и упор, снабжают соосными с опорными призмами корпусами с

вертикально подпружиненными в них вильчатыми ловителями для шатунных шеек внутренние поверхности которых выполнены под острым углом к плоскости симметрии, совпадающей с плоскостью симметрии опорных призм, и делителем, который устанавливают на хвостовик измеряемого вала и выполняют в виде крестообразной шайбы.



1 – индикатор, 2 – делитель, 3 – опорные призмы, 4 – корпус, 5,8 – призматические опоры, 6,7 – планки, 9 – стол, 10 – коромысло, 11 – пневмоцилиндр.

Рисунок 1.4 - Устройство для измерения углового расположения шатунных шеек коленчатого вала (А.с. №1589034).

Устройство для измерения расположения шатунных шеек коленчатого вала содержит делитель 2 и плиту 10, на которой соосно установлены две опорные призмы 3, корпуса 4, стойка. В стойке установлены втулки. В отверстия втулки установлен с возможностью перемещения под действием пружины стержень, а в отверстия втулки закреплен индикатор 1, с которого снимают величину углового смещения шатунных шеек II, III, IV измеряемого коленчатого вала 2 относительно плоскости, проходящей через оси коренных шеек и первой шатунной шейки I. Упор представляет собой

сварную конструкцию и предназначен для ориентации измеряемого коленчатого вала вдоль оси опорных призм 3.

Целью изобретения является повышение производительности и точности измерения.

2 ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЕЙ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ ТРАКТОРОВ

2.1 Обоснование необходимости организации ремонта дизельных двигателей.

Трактора Т-150К и К-700 являются энергонасыщенными. Для организации централизованного ремонта таких тракторов необходима (требуется) обширная программа ремонта и техническая база ремонтного предприятия.

В настоящее время по данным статических данных в районах республики количество тракторов такого класса снизилось с 1998 года на 50%. Ресурс оставшегося парка тракторов низкий и ремонт производится чаще. Чаще всего ремонт тракторов в условиях мастерских хозяйств, где отсутствует соответствующее технологическое оборудование позволяющее выполнить ремонт на заданном качественном уровне. В этом случае сельские механизаторы вынуждены искать мастеров мотористов (для выполнения ремонта двигателей) или обращаться в конкретные ремонтные предприятия.

Анализ рынка предоставляемых услуг показал что зона обслуживания (близлежащие сельскохозяйственные предприятия) количество тракторов марок Т-150К, К-700 позволяет организовать участок по ремонту двигателей СМД-60, СМД-62, ЯМЗ-238, ЯМЗ-240. Это позволит решить многие задачи ремонта техники «сельчан» и повысить уровень качества выполненных работ.

Целесообразно выполнить расчеты по определению объема РОБ по коэффициенту охвата капитальным ремонтом для каждой марки трактора. Этот метод не отличается большой точностью расчетов но при отсутствии данных о среднегодовой наработке тракторов даны обслуживания (близлежащие районы и хозяйства республики) являются наиболее приемлемыми.

2.2 Расчет объема ремонтно-обслуживающих работ

Число капитальных ремонтов агрегатов для нужд капитального и текущего ремонта определим по формуле []:

$$K_a = N \cdot \Pi_1 \cdot \Pi_2 (O_k + O_T), \quad (2.1)$$

где N - число машин данной марки;

Π_1 - поправочный коэффициент к среднегодовому коэффициенту охвата капитальным ремонтом, учитывающий зональные условия эксплуатации [];

Π_2 - поправочный коэффициент, учитывающий средний возраст машин [];

O_k - коэффициент охвата капитальным ремонтом машин данной марки [];

O_T - коэффициент охвата текущим ремонтом [].

Произведем расчеты по вышеуказанной методике для тракторов и автомобилей, ремонтирующихся в мастерской. Расчет количества ремонтов агрегатов приведем в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Результаты количества капитальных ремонтов тракторов /

Марки машин	Кол-во машин, шт.	Коэффициенты охвата		Поправочные коэффициенты		Количество ремонтов, шт.
		O_k	O_T	Π_1	Π_2	
К-700	106	0,08	0,16	0,95	1,25	30
Т150К	325	0,07	0,15	0,95	1,25	85

2.3 Расчет трудоемкостей ремонтных работ

Рассчитываем годовую трудоемкость для всех работ, которые будут выполняться в РТП. При этом трудоемкость по ТОР по К-700 можно определить по формуле []:

$$T_k = K_k \cdot T_k^y \quad (2.2)$$

$K_{кр}$ - количество ремонтов, шт.

T_k^y - трудоемкость капитального ремонта [];

$$T_k = 30 \cdot 64 = 1920 \text{ чел.-ч.}$$

Трудоемкость по ТОР по Т-150К определяем аналогично, результат заносим в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 - Трудоемкости ремонтных работ в ЦРМ

Марка машин	Количество	Трудоемкость капитального	Суммарная
1	2	3	4
К-700	30	64	1920
Т-150К	85	63	5355
Всего			7275

2.4 Определение объема дополнительных работ

Объем дополнительных работ устанавливают на основе данных типовых проектов, анализа деятельности действующих предприятий и устанавливают в процентах от трудоемкости основных работ.

Таблица 2.3 - Объем дополнительных работ.

Вспомогательные работы	%	Значение
Ремонт оборудования	9	654.75
Восстановление деталей	6	436.5
Ремонт инструментов	4	291
Ремонт оборудования животноводческих ферм	6,5	472.8
Прочие работы	10	727.5
ВСЕГО		2582.6

С учетом дополнительных работ окончательно определим годовую программу ремонтной мастерской по трудоемкости:

$$T_{\text{год}} = T_{\text{тор}} + \Sigma T_{\text{доп}} = 7275 + 2582.6 = 9857,6 \text{ чел-ч.}$$

2.5 Определение состава производственных работ по ремонту двигателей

Состав участков РТП принимают в соответствии с технологическим процессом ремонта машин и с учетом типовых проектов аналогичных РТП.

Для разрабатываемого участка существующей ремонтной мастерской принимаем следующие производственные участки:

- мотороремонтное отделение
- комплектации и дефектации
- разборочные
- моечные
- восстановления
- испытательно - регулировочные

Кроме основных участков предусматриваются и вспомогательные помещения:

- складские помещения;
- контора, комната отдыха, зал заседаний;
- санитарно-бытовой узел (раздевалки, умывальные, душевые, туалеты и т.п.).

2.6 Распределение трудоемкостей работ по участкам

Трудоемкости работ можно определить, пользуясь ориентировочными таблицами процентного распределения общей трудоемкости по видам работ.

Таблица 2.4 - Распределение трудоемкости работ по участкам.

Участки	Вид ремонтируемой машины или выполняемый объем работ				Дополнительные работы		Всего
	К-700		Т-150К		%	Т	
	%	Т	%	Т			
1	2	3	4	5	6	7	8
Разборочные	12	230,4	12	642,6	12	309,91	1182,9
Моечные	6	115,2	6	321,3	6	154,96	591,45
Дефектовочные	11	211,2	11	589,05	11	284,09	1084,3
Комплектовочные	10	192	10	535,5	10	258,26	985,76
Сборочные	30	576	30	1606,5	30	774,78	2957,2
Испытательно-регулирующие	8	153,6	8	428,4	8	206,61	788,60
Восстановление	6	115,2		321,3		154,96	591,45
Мотороремонтное	17	326,4	23	910,35	23	439,04	1675,7
Трудоемкость чел.-ч.	100	1920	100	5355	100	2582,6	9857,6

2.7 Определение фондов времени и численности работающих на проектируемом участке

Режим работы участка определяется продолжительностью рабочей смены в часах и количеством смен.

Режим работы планируем по прерывной рабочей неделе в одну смену. При пятидневной рабочей неделе с двумя выходными днями продолжительность смены восемь часов. Накануне праздничных дней смену сокращают на один час.

Исходя из принятого режима работы, можно определить годовые фонды времени участка, оборудования, рабочего. Фонд времени рабочего

определяется планируемым временем работы одного человека в течение определенного периода времени. В данном случае фонды времени определяются на год. Номинальный фонд времени рабочего $\Phi_{НР}$ характеризуется максимально возможным временем его работы в течение года:

$$\Phi_{НР} = (d_K - d_B - d_{П}) \cdot t_{см} - d_{ПП}, \text{ ч} \quad (2.3)$$

где d_K – число календарных дней, $d_K=365$ дней;

d_B – число выходных дней, $d_B=104$ дня по календарю;

$d_{П}$ – число праздничных дней, $d_{П}=17$ дней по календарю;

$d_{ПП}$ – число предпраздничных дней, $d_{ПП}=7$ дней;

$t_{см}$ – продолжительность рабочей смены, $t_{см}=8$ часов.

Таким образом, для условий работы на 2007 г. фонд времени рабочего:

$$\Phi_{НР} = (365 - 104 - 17) \cdot 8 - 7 = 1945 \text{ ч}$$

Действительный фонд времени рабочего $\Phi_{ДР}$ показывает время фактической работы в течение года:

$$\Phi_{ДР} = (d_K - d_{П} - d_{П} - d_O) \cdot t_{см} \cdot k - d_{ПП} \cdot k, \text{ ч} \quad (2.4)$$

где d_O – продолжительность отпуска в днях;

k – коэффициент, учитывающий вынужденные потери времени по болезни и другим уважительным причинам, принимаем $k = 0,96$.

– для обычных ремонтных операций:

$$\Phi_{др} = (365 - 104 - 17 - 24) \cdot 8 \cdot 0,96 - 7 \cdot 0,96 = 1682,9 \text{ ч}$$

Продолжительность отпуска для работников отделений с повышенной вредностью 36 дней.

– для операций с повышенной вредностью:

$$\Phi_{др} = (365 - 104 - 17 - 36) \cdot 8 \cdot 0,96 - 7 \cdot 0,96 = 1590,7 \text{ ч}$$

Определив фонд времени можно рассчитать штат участка. Исходными данными для определения численности работающих являются трудоемкости по видам работ, номинальный и действительный фонды времени рабочих.

Сначала определяем списочное и явочное число основных производственных рабочих по участкам:

$$P_{уч.яв.} = \frac{T_{уч}}{(\Phi_{нр} \cdot k)} \quad (2.5)$$

$$P_{уч.сп.} = \frac{T_{уч}}{(\Phi_{др} \cdot k)} \quad (2.6)$$

где $P_{уч.яв.}$, $P_{уч.сп.}$ - явочное и списочное число рабочих, чел.;

$T_{уч}$ - трудоемкости работ по участкам, чел.-ч.;

$\Phi_{нр}$, $\Phi_{др}$ - номинальный и действительный фонды времени рабочих, ч.;

k - планируемый коэффициент перевыполнения сменных норм выработки ($k = 1.05 \dots 1.15$).

Определим списочное и явочное число рабочих для разборочного участка:

$$P_{уч.яв.} = \frac{1182.9}{(1945 \cdot 1,05)} = 0.63 = 1 \text{ чел.};$$

$$P_{уч.сп.} = \frac{1182.6}{(1682 \cdot 1,05)} = 0.73 = 1 \text{ чел.}$$

Результаты расчета количества рабочих получены аналитическим образом и занесены в таблицу 2.5

Таблица 2,5 - Сводные данные по определению численности рабочих по участкам.

№ п/п	Наименование работ	Трудоемкость работ по участкам, чел-ч.	Фонд времени рабочего, ч		Число рабочих			
			Номинальный фонд	Действительный фонд	Явочное		Списочное	
					Расчетное	Принятое	Расчетное	Принятое
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Разборочные	1182,9	1945	1682	0,63	1	0,73	1
	Моечные	591,45	1945	1590	0,31		0,39	

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	Дефектовочные	1084,3	1945	1682	0,58	1	0,67	1
	Комплектовочные	985,76	1945	1682	0,53		0,61	
3	Сборочный	2957,2	1945	1682	1,59	2	1,84	2
4	Испытательно-регулирующие	788,6	1945	1682	0,42	1	0,49	1
5	Востановление	591,45	1945	1682	0,31		0,39	
5	Моторремонтные	2267,2	1945	1590	0,98	1	1,35	2
ВСЕГО:		9857,6			5.3	6	6.2	7

Общее число производственных рабочих определяют как сумму:

$$P_{\text{пр}} = P_{\text{сп}} + P_{\text{вс}} \quad (2.7)$$

где $P_{\text{сп}}$ - списочное число основных производственных рабочих ($P_{\text{сп}} = \sum P_{\text{уч.сп}}$);

$P_{\text{вс}}$ - число вспомогательных рабочих.

$$(P_{\text{вс}} = 0.1 \cdot P_{\text{сп}}) \quad (2.8)$$

$$P_{\text{вс}} = 0.1 \cdot 7 = 0.7$$

Принимаем 1 производственного рабочего.

$P_{\text{пр}} = 7 + 1 = 8$ – производственных рабочих.

Средний разряд производственных рабочих определяем по формуле:

$$a_{\text{ср.}} = (P_1 + 2 \cdot P_2 + 3 \cdot P_3 + 4 \cdot P_4 + 5 \cdot P_5 + 6 \cdot P_6) / P_{\text{сп}} \quad (2.9)$$

где $P_1 \dots P_6$ - численность рабочих по соответствующим разрядам.

$$a_{\text{ср.}} = (1 \cdot 0 + 2 \cdot 1 + 3 \cdot 3 + 4 \cdot 4 + 5 \cdot 0 + 6 \cdot 0) / 7 = 3.8$$

Таблица 2.6 - Распределение производственных рабочих по разрядам.

Разряд рабочих	1	2	3	4	5	6
Число рабочих в % от $P_{\text{пр}}$	4	9	36	41	7	3
Число рабочих, чел	-	1	3	4	-	-

Общий штат участка восстановления определяем как сумму:

$$P = P_{\text{пр}} + P_{\text{итр}} + P_{\text{сл}} + P_{\text{моп}}, \quad (2.10)$$

$P_{\text{итр}}$ - число инженерно-технических работников ($P_{\text{итр}} = 0.1 P_{\text{пр}}$);

$P_{\text{сл}}$ - число служащих ($P_{\text{сл}} = (0.02...0.03) P_{\text{пр}}$);

$P_{\text{моп}}$ - число младшего обслуживающего персонала ($P_{\text{моп}} = (0.02...0.04) P_{\text{пр}}$).

$P_{\text{итр}} = 0.1 * 8 = 0,8$ принимаем 1;

$P_{\text{сл}} = (0.02...0.03)8 = 0,16$, принимаем 0;

$P_{\text{моп}} = (0.02...0.04)8 = 0,18$, принимаем 0;

$P = 8 + 1 + 0 + 0 = 9$;

Таким образом, всего штатное количество работников составляет 9 чел. Из них 1 чел – ИТР; 1- вспомогательный рабочий; 7 чел – производственные рабочие.

2.8 Расчет числа основного ремонтно-технологического оборудования

При проектировании РП число основного оборудования определяется расчетным путем, а остальное оборудование подбирается в соответствии с технологическим процессом ремонта с учетом типовых проектов.

Определим число моечных машин периодического действия по формуле:

$$S_m = Q \cdot t / (\Phi_{\text{д.о.}} \cdot q \cdot \eta_o \cdot \eta_t); \quad (2.11)$$

где Q – общая масса деталей, подлежащих мойке за планируемый период в данной машине;

t – время мойки одной партии деталей или узлов (обычно $t = 0,5$ ч.);

$\Phi_{\text{д.о.}}$ – действительный фонд времени оборудования.

$$\Phi_{\text{д.о.}} = \Phi_{\text{н.о.}} \cdot \eta_o = 1590 \cdot 0,95 = 1510 \text{ ч.}$$

где η_o - коэффициент использования оборудования, учитывающий простои в ремонте и техническом обслуживании ($\eta_o = 0,95...0,98$);

q – масса деталей одной загрузки (грузоподъемность поворотного стола), кг (принимается по технической характеристике моечной машины для машины очистки ОМ- 6068);

$$q=300\text{кг};$$

$\eta_0=0,6\dots 0,8$ - коэффициент, учитывающий одновременную загрузку моечной машины по массе в зависимости от конфигурации и габаритов деталей;

$\eta_t = 0,8\dots 0,9$ - коэффициент использования моечной машины по времени;

Общая масса деталей и узлов, подлежащих мойке:

$$Q=B_1 \cdot Q_1 \cdot \Sigma N; \quad (2.12)$$

где B_1 – коэффициент учитывающий долю массы деталей (узлов), подлежащих мойке, соответственно от общей массы двигателя $B_1 = 0,6\dots 0,8$

Q_1 – масса деталей, кг принимаем $Q_1=1500$ кг (средняя масса всех деталей) [];

ΣN - число текущих ремонтов машин $\Sigma N = 115$.

$$Q = 0,8 \cdot 1500 \cdot 115 = 138000 \text{ кг};$$

$$S_m = (138000 \cdot 0,5 / 1510 \cdot 300 \cdot 0,6 \cdot 0,8) = 0,63$$

Принимаем число моечных машин $S_m = 1$;

Определим число ванн для варки (мойки) корпусных двигателей, а также удаления накипи на блоке и головках цилиндров по формуле:

$$S_v = Q_v / (\Phi_{\text{д.о.}} \cdot d_v \cdot \eta_0 \cdot \eta_t); \quad (2.13)$$

где Q_v – общая масса деталей, подлежащих выварке в ваннах, кг;

d_v – масса деталей, которые можно вываривать в ванне за 1 ч., кг ($d_v = 100\dots 200$ кг.);

При расчетах общую массу деталей подлежащих выварке ориентировочно принимаем равной 40% массы двигателя, тогда получим:

$$S_v = (0,4 \cdot 1500 \cdot 115) / (1510 \cdot 200 \cdot 0,6 \cdot 0,8) = 0,47;$$

Принимаем число ванн равное 1.

Расчитанное число станков распределяют по видам пользуясь следующим процентным соотношением:

Токарные 35..50%, расточные 8..10%, строгальные 8..10%, фрезерные 10..12%, сверлильные 10..15% и шлифовальные 12..20%. /6/. Так как расчетное число станков очень мало и некоторые виды станков не целесообразно принимать то с учетом этого примем в следующем порядке: 1 -токарный 1;

- сверлильный 1;

- шлифовальный 1;

Определим число испытательных стендов для обкатки и испытания двигателей по формуле:

$$S_n = N_d \cdot t_u \cdot C / (\Phi_{д.о.} \cdot \eta_c); \quad (2.14)$$

где N_d – число двигателей, проходивших обкатку и испытание в расчетном периоде принимаем 115 двигателей;

t_u – время обкатки и испытания двигателя (с учетом монтажных работ). Подбирается для каждого двигателя, но считаю необходимым найти среднее время выработки $t_u = 10$ ч.

$C = 1,05 \dots 1,1$ – коэффициент, учитывающий возможность повторной обкатки и испытания двигателя;

$$S_n = 115 \cdot 1,1 \cdot 10 / (1510 \cdot 0,9) = 0,93$$

Принимаем 1 обкаточных стенда (один из них резервный), а все остальное оборудование подбирают согласно технологическому процессу И заносим в (Приложение 1)

2.9 Определение потребности в производственных площадях и общая компоновка мастерской

Для условий ЦРМ площади участков можно определить по удельным площадям (по числу производственных рабочих, рабочих мест, основного оборудования, фронта ремонта, приведенных ремонтов и т.п.):

$$F_{вч} = F_{уд} \cdot N_{вч}; \quad (2.15)$$

где $F_{уд.}$ – удельная площадь на единицу показателя;

$N_{уч.}$ – значение показателя (число рабочих оборудования и т.п.);

Удельные площади приводятся в нормативно-технической литературе.

Определим площадь разборочно-моечного участка:

$$F_{уч} = 35 \cdot 2 = 70 \text{ м}^2;$$

Остальные расчеты выполнены и сведены в таблицу 2.7

Таблица 2.7 - Сводные данные по определению численности рабочих по участкам.

№ поз. На плане	Наименование участка	Показатель (Nуч.)	Удельная площадь (Fуд)	Расчетная площадь	Площадь принятая по планировке, (Fуч.пр)
1	2	3	4	5	6
1	Разборочно - моечный	1	35	35	36
2	Дефектовочно - комплектовочный	1	17	17	18
3	Сборочный ремонт двигателей	2	30	60	60
4	Испытательно-регулировочные Восстановления	1	40	40	42
5	Мотороремонтное	2	40	80	84
	Всего			232	240
6	Складские помещения			24	24
7	Санузел			24	24
8	Канторскр-бытовые			12	12
	Итого			292	300

Площадь вспомогательных (Fвс), складских (Fск) и канторско-бытовых (Fкб) помещений определяется по следующим соотношениям:

$$F_{вс} = (0.10 \dots 0.12) F_{пр};$$

$$F_{ск} = (0.08 \dots 0.10) F_{пр};$$

$$F_{кб} = (0.05 \dots 0.06) F_{пр}$$

где $F_{пр}$ - общая производственная площадь ($F_{пр} = \sum F_{уч.рас.}$).

$$F_{вс} = (0.10 \dots 0.12) \cdot 236 = 24 \text{ м}^2$$

$$F_{ск} = (0.08 \dots 0.10) \cdot 236 = 24 \text{ м}^2$$

$$F_{кб} = (0.05 \dots 0.06) \cdot 236 = 12 \text{ м}^2$$

Общая площадь производственного корпуса определяется по формуле:

$$F_{зд.} = F_{пр} + F_{вс} + F_{ск} + F_{кб} = 240 + 24 + 24 + 12 = 300 \text{ м}^2;$$

1. Выбираем ширину здания:

Предварительно ширину здания принимаем так, чтобы к длине здания составило примерно 1/3.

2. Определяем расчетную длину участка (L_p):

$$L_p = \frac{F_{зд.}}{B} = \frac{300}{6} = 50 \text{ м}$$

Длина здания принимаем кратной 6 м т.е. $L_p = 50$ м;

3. Принимаем прямоугольную схему компоновки.

После обоснования схемы участка и габаритов производственного корпуса разрабатывается общий план компоновки ремонтной мастерской. Сначала указывается поточная линия, и обозначаются зоны размещения основных участков. Вдоль поточной линии размещаются производственные участки согласно технологическому процессу ремонта машин. При компоновке допускается расхождение расчетных площадей участков с принятыми в пределах $\pm 15\%$

По нашим расчетом получилось 300 м^2 . В связи с этим для организации ремонта двигателей первоначально сконструируем необходимое оборудование для ремонта на участке.

3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ СМД-62

3.1 Основные дефекты коленчатого вала и способы их устранения

При эксплуатации двигателя из всего многообразия возможных дефектов в большинстве случаев, определяющим ресурс коленчатого вала является износ шатунных и коренных шеек. Шейки валов и их подшипники изнашиваются вследствие воздействия на них физических, химических факторов. Овальность, конусность, задиры, забоины, коррозию, волнистость, устраняют шлифованием шеек под очередной ремонтный размер. Шейки шлифуют после выполнения всех других операций по ремонту коленчатого вала. Такая последовательность позволяет предохранять шлифовальные поверхности от повреждения и избежать нарушения положения осей шатунных и коренных шеек. Другие возможные основные неисправности коленчатого вала и способы их устранения приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Дефекты коленчатых валов и способы их устранения [].

№/п	Дефекты	Способы устранения
1	2	3
1.	Износ коренных и шатунных шеек. Овальность и конусность шеек. Задиры, риски и вмятины на шейках	Шлифование под ремонтный размер. Гальванопокрытия. Электро- и газовая металлизация. Автоматические и механизированные наплавки: - электровибрационная в среде жидкости; - электродуговая под слоем флюса; - электродуговая в среде CO ₂ порошковыми проволоками
2.	Износ посадочных мест под распределительную шестерню, шкив и маховик	Наплавка с последующим обтачиванием и шлифованием. Электроискровое наращивание
3.	Изгиб вала: Биение 2-й и 3-й коренных шеек	Шлифование под ремонтный размер. Правка под прессом

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3
4	Биение торцевой поверхности под фланец	Подрезание торца фланца на токарном станке с последующей балансировкой
5.	Износ посадочного места наружного кольца шарикоподшипника в торце вала	Растачивание посадочного места, запрессовка втулки с последующим растачиванием. Электроискровое наращивание с последующим шлифованием.
6.	Износ отверстий под штифты крепления маховика	Развертывание под ремонтный размер
7.	Износ поверхности под фланец коленчатого вала.	Подрезание торца фланца на токарном станке с последующей балансировкой
8.	Трещины на шейках и на щеках	Шлифование под ремонтный размер Наплавка с последующим обтачиванием под нормальный размер. Выбраковка (для кольцевых трещин, а также трещин, выходящих на галтель). Шлифование с последующей балансировкой. Выбраковка для трещин глубиной более 4 мм)

3.2 Шлифование коренных и шатунных шеек

У коленчатых валов следует сначала шлифовать шатунные, а затем коренные шейки так как при шлифовании шатунных шеек после коренных соосность коренных шеек нарушается, радиус кривошипа увеличивается.

При шлифовании выдерживают радиус галтелей в установленных пределах. Уменьшение радиуса галтелей значительно снижает циклическую прочность и часто приводит к поломке вала.

Коренные шейки шлифуют на станках типа 3А423 в центрах. Базовыми поверхностями при ремонте коренных шеек служат центровые отверстия. Шатунные шейки шлифуют, закрепляя вал в специальных трех кулачковых патронах, установленных в центросмесителях. Базовыми поверхностями

служат поверхности фланца под маховик и распределительную шестерню коленчатого вала. Шлифование проводят с сохранением радиуса кривошипа. Овальность и конусность шатунных и коренных шеек вала не должны после шлифования превышать более 0,015 мм, а шероховатость поверхности $R_a = 0,63$ мкм. После шлифования закругляют кромки отверстий масляных каналов, а затем полируют шейки на специальных станках или на станке ЗА423, используя приспособление ОР-26320, где каждую шейку отдельно полируют абразивной алмазной лентой вместе с галтелями. Шероховатость полированной поверхности должна быть не ниже $R_a-0,32$ мкм. После износа шеек коленчатого вала последнего ремонтного размера их восстанавливают одним из следующих способов: широкослойной наплавкой под слоем флюса, газопламенным напылением порошковых материалов, плазменной наплавкой и напылением порошковых материалов.

3.3 Разработка маршрутной карты (МК) шлифования коленчатого вала СМД-62.

Технология восстановления изношенных шеек коленчатых валов СМД-62 шлифованием включает в себя следующие операции:

005 Моечная операция.

После разборки двигателя коленчатые валы разбирают (удаляют шпонки, заглушки и пробки из масляных каналов, подшипники из отверстия во фланце и т.д.), тщательно очищают и дефектуют. Во избежание разбрызгивания особенно тщательно остатки масла необходимо промыть масляные каналы. Коленчатый вал можно промыть в моечной машине ОМ - 837, где производят мойку раствором МС-8 концентрации 15 г/л; и при температуре $t = 80 \pm 5^\circ\text{C}$.

Режим мойки: температура раствора $80 \pm 5^\circ\text{C}$, давление моющей жидкости 0,5...0,6 МПа или температура $70 \pm 5^\circ\text{C}$, давление моющей жидкости 0,6...0,75 МПа.

Нормы времени:

$$T_n = T_{шт} + T_{пз}/n, \quad (3.1)$$

где $T_{шт}$ – штучное время, мин;

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

n – количество одновременно подлежащих мойке деталей.

$T_{шт}=10$ мин; $T_{пз}=20$ мин (стр.159, табл.120 [19]); $T_n=10+20/1=30$ мин.

010 Дефектация.

В процессе дефектации необходимо определить техническое состояние коленчатого вала. Проверяют размеры коренных и шатунных шеек, биение вала на каждой коренной шейки в центрах и на призмах. Кроме диаметральных размеров необходимо проверить сопрягаемые поверхности по ширине шеек. Так же контролируют резьбовые отверстия крепления фланца маховика, износ поверхности под сальник, и проверяют вал на трещины.

Для выполнения этих операций применяют различные стенды, приборы и измерительные инструменты различной точности. Результаты дефектации определяют дальнейший маршрут восстановления коленчатого вала, поэтому все данные фиксируют в протоколе измерения.

015 Круглошлифовальная операция.

Перед шлифованием необходимо настроить станок на заданный режим обработки, а именно настроить коленчатый вал по обрабатываемой поверхности, установить соответственно частоту вращения шпинделя и проверить состояние периферии обрабатываемого круга. Шлифуют коренные шейки для устранения овальности и конусности на круглошлифовальном станке 3А423. При шлифовании коренных шеек базовыми поверхностями служат центровые отверстия, а для привода коленвала используют поводки.

К основным элементам режима резания относятся: глубина резания t в мм; подача S , мм/об; скорость резания V , мм/мин или частота вращения n , мин⁻¹

Шлифование с продольной подачей:

Глубина шлифования:

$t = (0,005 - 0,015)$ мм – проход при круглом чистовом шлифовании;

$t = (0,010 - 0,025)$ – при черновом шлифовании [].

Число проходов:

$$i = Z/t = 0,1/0,015 = 7 \quad (3.2)$$

где z – припуск на шлифование, мм.

продольная подача S , мм/об:

$$S = S_D B_K, \quad (3.3)$$

S_D – продольная подача в долях ширины круга на один оборот детали

$S_D = (0,6 - 0,7) B_K$ – при шлифовании деталей из любых материалов, диаметром более 20 мм;

B_K – ширина шлифовального круга в мм ($B_K = 20 - 60$ мм);

Применяем $B_K = 60$ мм.

$S = 0,65 \cdot 60 = 39$ мм;

Частота вращения:

$$n_D = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (3.4)$$

где V – скорость главного движения резания которая представляет собой окружную скорость шлифовального круга в главном движении резания Для нашего принятого шлифовального круга скорость составляете 35 м/с/

Подставив, получим:

$$n_D = \frac{1000 \cdot 35}{\pi \cdot 91} = 122 \text{ мин}^{-1};$$

По паспорту станка 3А423 принимаем $n = 125 \text{ мин}^{-1}$

Скорость продольного перемещения V_{CT} мм/мин:

$$V_{CT} = \frac{S \cdot n_D}{1000} = \frac{39 \cdot 122}{1000} = 4,7 \text{ мм/мин};$$

Основное время при шлифовании:

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n_D \cdot S} \cdot K = \frac{73 \cdot 7}{122 \cdot 39} \cdot 1,4 = 0,15 \text{ ч.} \quad (3.5)$$

где L - длина продольного хода стола определяется по формуле:

при шлифовании в

$$L=l - (0,2 \dots 0,4) B_K = 91 - 0,3 \cdot 60 = 73 \text{ мм}; \quad (3.6)$$

где l – длина шлифуемой поверхности, мм;

K - коэффициент точности (коэффициент, равный при черновом шлифовании 1,1; при чистовом – 1,4).

020 Шлифовальная операция.

Шлифуют на чисто шатунные шейки, переустановив их на станок 3А423. Шлифование наплавленных слоев с высокой твердостью рекомендуется производить кругами из электрокорунда хромистого при твердости (СМ1,СМ2) и скорости круга 25...35м/с

К основным элементам режима резания относятся: глубина резания t в мм; подача S , мм/об; скорость резания V , мм/мин или частота вращения n , мин⁻¹

Шлифование с продольной подачей:

Глубина шлифования:

$t = (0,005 - 0,015)$ мм – проход при круглом чистовом шлифовании;

$t = (0,010 - 0,025)$ – при черновом шлифовании.

Число проходов:

$$i = Z/t = 0,1/0,015 = 7 \quad (3.7)$$

где z – припуск на шлифование, мм.

продольная подача S , мм/об:

$$S = S_D \cdot B_K, \quad (3.8)$$

S_D – продольная подача в долях ширины круга на один оборот детали
 $S_D = (0,6 - 0,7) B_K$ – при черновом шлифовании деталей из любых материалов, диаметром более 20 мм;

B_K – ширина шлифовального круга в мм ($B_K = 20 - 60$ мм);

Применяем $B_K = 60$ мм.

$S = 0,65 \cdot 50 = 32,5$ мм;

Частота вращения:

$$n_d = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (3.9)$$

где V – скорость главного движения резания которая представляет собой окружную скорость шлифовального круга в главном движении резания /5/. Для нашего принятого шлифовального круга скорость составляете 35 м/с,

Подставив, получим:

$$n_d = \frac{1000 \cdot 35}{\pi \cdot 84} = 133 \text{ мин}^{-1};$$

По паспорту станка 3А423 принимаем $n=140 \text{ мин}^{-1}$

Скорость продольного перемещения $V_{СТ}$ мм/мин:

$$V_{СТ} = \frac{S \cdot n_d}{1000} = \frac{32.5 \cdot 133}{1000} = 4.3 \text{ мм/мин};$$

Основное время при шлифовании:

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n_d \cdot S} \cdot K = \frac{66 \cdot 7}{133 \cdot 32.5} \cdot 1,4 = 0,15 \text{ ч} \quad (3.10)$$

где L - длина продольного хода стола определяется по формуле:

при шлифовании в

$$L = l - (0.2 \dots 0,4) B_K = 84 - 0,3 \cdot 60 = 66 \text{ мм}; \quad (3.11)$$

где l – длина шлифуемой поверхности, мм;

K - коэффициент точности (коэффициент, равный при черновом шлифовании 1,1; при чистовом – 1,4)

Для остальных шеек основное время рассчитываем аналогично.

025 Полировальная операция

Для улучшения приработки коленвала с сопрягаемыми деталями и подшипниками и придания коленвалу эстетических свойств, при необходимости производят полирование шеек коленвала. Полирование выполняют на полировальных станках марки ХШ 185 М, где в качестве инструмента используется бесконечная абразивная лента и полировальная паста.

030 Контрольная операция.

Контроль качества восстановленных поверхностей коленчатого вала производят с помощью метрологических приборов измерением. Шероховатость проверяют сравнением эталонов шероховатости с поверхностью шеек. Твердость наплавленных поверхностей проверяют на твердомере ТК – 2. при этом замеры производят в двух плоскостях нескольких шеек. Для проверки наличия трещин используется магнитный дефектоскоп. Овальность и конусность шатунных и коренных шеек коленчатых валов не более 0,015. Радиус кривошипа должен быть с допуском 0,08...0,10мм.

4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

4.1 Описание устройства

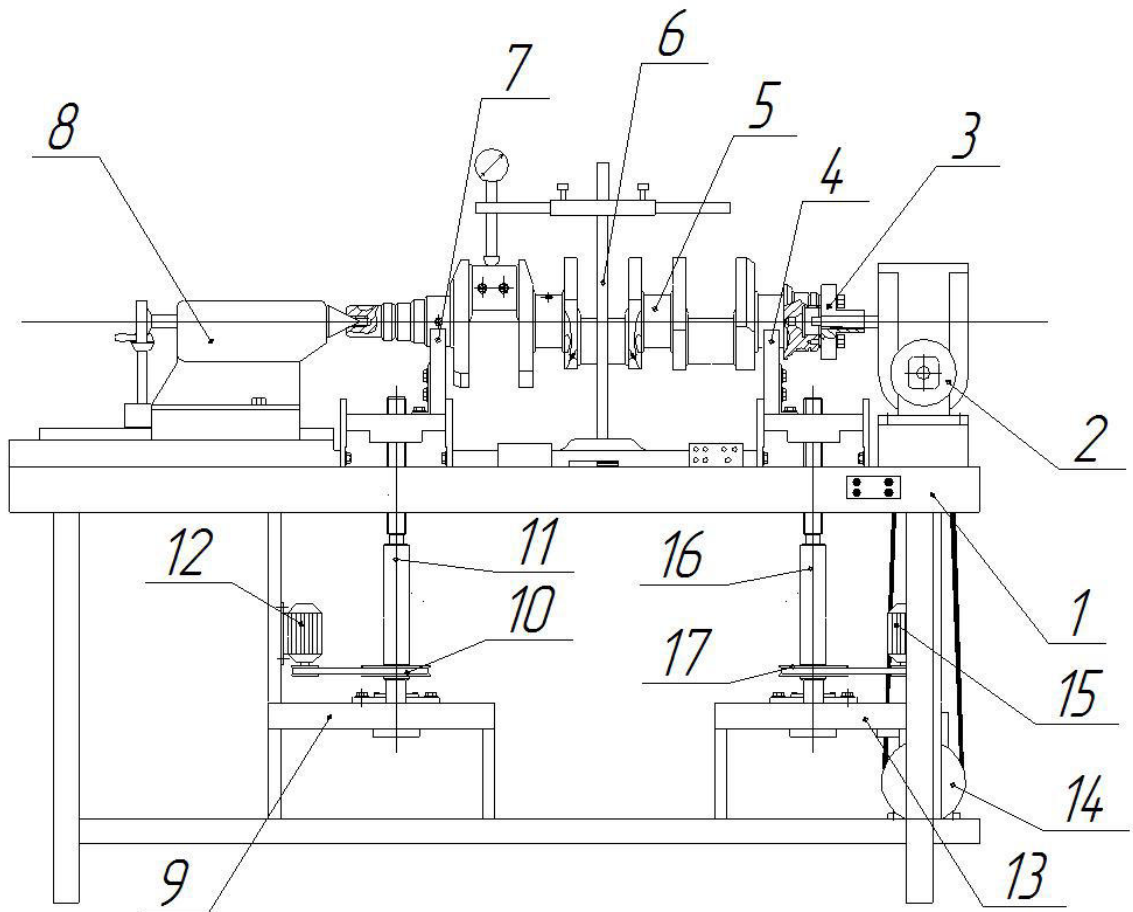
Стенд для контроля и проверки коленчатых валов двигателей СМД- 60, 62, ЯМЗ-238, 240 состоит из следующих частей. На стальном столе (каркасе) 1 (рисунок 4.1) смонтированы все основные узлы. В нижней - опорной части стола на подставках 9 и 13 по двум конца установлены два привода механизма подъема призмы 4 и 7 состоящие из валов 11 и 16, шкивов ременной передач 10 и 17 и приводных электродвигателей 15 и 12. В верхней опорной части с одной стороны опорного стола 1 установлен центр 8 с возможностью ее перемещения в продольном направлении. С другой части стола 1 смонтирован привод вращения, включающий электродвигатель 14 и редуктор 2. Выходной вал редуктора 2 соединяется с фланцем дефектуемого вала 5 посредством муфты 3. Для реализации контроля биения вала по коренным шейкам на стенде предусматривается установка индикатора часового типа на стол станка.

4.2 Принцип действия стенда

Дефектуемый вал устанавливают на стенд с помощью подъемного устройства или кран-балки. В зависимости от вида контролируемого дефекта, коленчатый вал устанавливают на призмы или в центрах. Изначально определяют износ коренных и шатунных шеек, посадочные поверхности под сальник маховика, и визуально осматривают коленчатый вал. Замеры шеек коленчатого вала как правило производится посредством микрометра соответствующего диапазона измерения, в двух трех плоскостях и в также в нескольких сечениях. При этом коленчатый вал необходимо проворачивать вокруг своей оси. Эти измерения удобнее проводить на стенде с закреплением в центрах. Далее коленчатый вал проверяют на биение. Для этого вал также

					<i>ВКР 35.03.06.24 7.17 СКК.02.000 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Ахметшина А.О.</i>			Стенд для контроля коленчатых валов	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Проб.</i>		<i>Ахметзянов Р.Р.</i>						
<i>Н. контр.</i>		<i>Марданов Р.Х.</i>			<i>Казанский ГАУ ИМУТС каф. ТС</i>			
<i>Утверд.</i>		<i>Адигамов Н.Р.</i>						

базируют по центрам. При этом используют индикатор часового типа с точностью отсчета 0,001 мм установленный на стойке 6 (рисунок 4.1). Проверку биения, конусности и овальности каждой коренной шейки производят аналогично, но со включенным приводом 6 вращения вала. За счет червячного редуктора частота вращения вала здесь будет небольшая примерно около 30...80 мин⁻¹.



1- стол; 2 – редуктор; 3 – муфта; 4,7 призмы; 5 – коленчатый вал (дефектуемый); 6 – индикатор часового типа со стойкой; 8 – центр; 9,13 – опоры вала.

Рисунок 4.1 - Стенд для контроля коленчатых валов.

Проверка биения в призмах производится только при отведенных центрах на опираясь на коренные шейки вала. Для проверки биения используют те же измерительные инструменты.

Подпись и дата
Взам. инв. № дубл.
Взам. инв. № подл.
Подпись и дата
Инв. № подл.

4.3 Расчет деталей подъемного устройства

4.3.1 Выбор электродвигателя

Определяем потребную мощность привода

$$P_{\text{потр}} = T \times \omega_{\text{п}} \quad (4.1)$$

где T - вращающий момент на приводном валу, Н м;

$\omega_{\text{п}}$ – угловая скорость приводного вала, с^{-1} ;

$$\omega_{\text{п}} = \frac{\pi \times n}{30} \quad (4.2)$$

где n – частота вращения приводного вала, мин^{-1} ;

Принимаем $n = 15 \text{ мин}^{-1}$

$$\omega_{\text{п}} = \frac{3,14 \times 15}{30} = 1,57 \text{ с}^{-1}$$

$$T = F \times d/2, \quad (4.3)$$

где F – осевая сила, Н

d – диаметр шкива, мм;

Принимаем $d = 20$ мм.

С учетом веса коленчатого вала $F = 1000\text{Н}$

$$T = 1000 \times 20/2 = 10000 \text{ Н мм}$$

$$P_{\text{потр}} = 10000 \times 1,57 = 15,7 \text{ кВт.}$$

Определяем требуемую мощность электродвигателя:

$$P_{\text{дв}} = \frac{P_{\text{потр}}}{\eta_{\text{общ}}} : \quad (4.4)$$

Где $\eta_{\text{общ}}$ - общее КПД привода.

$$\eta_{\text{общ}} = \eta_{\text{под.к}} \times \eta_{\text{р.п}} \times \eta_{\text{в.г}}, \quad (4.5)$$

где $\eta_{\text{под.к}}$ - КПД подшипников качения, (таблица 1,1 /3/);

$\eta_{\text{в.г.}}$ - КПД передачи винт-гайка, (таблица 1,1 /3/);

$\eta_{\text{р.п}}$ - КПД ременной передачи, (таблица 1,1 /3/).

$$\eta_{\text{общ}} = 0,99 \times 0,95 \times 0,8 = 0,75$$

$$P_{\text{дв}} = \frac{15,7}{0,75} = 20,9 \text{ кВт}$$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 35.03.06.24.7.17 СКК.02.000 ПЗ	Лист

Выбираем электродвигатель марки АИР180S4 ГОСТ 3940-84

4.3.2 Выбор расчетной схемы приводного вала

Определение реакций опор, построение эпюр изгибающих и крутящих моментов.

Исходные данные:

Материал: Сталь 45, закалка ТВЧ до HRC 52...56

Характеристики: $\sigma_B = 570$ МПа, $\sigma_r = 290$ МПа (таблица 10,7 /6/)

Определяем реакции опор

Сечение 1-1 (рисунок 4.2)

$$\Sigma M_A = 0, F \times (a + b) + R_B \times (a + b + c + d) = 0, \text{откуда}$$

$$R_B = -\frac{F \times (a + b)}{a + b + c + d} = -\frac{1000 \times (70 + 95)}{70 + 95 + 267 + 300} = -225.41 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Сечение 2-2

$$\Sigma M_B = 0, -F \times (d + c) - R_A \times (a + b + c + d) = 0,$$

$$\text{откуда } R_A = -\frac{F \times (d + c)}{a + b + c + d} = -\frac{1000 \times (300 + 267)}{70 + 95 + 267 + 300} = -774.59 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Проверка $\Sigma Y = 0, F - R_A - R_B = 0$

$$1000 - 225.41 - 774.59 = 0$$

Вывод: реакции в опорах определены верно

Построение эпюр изгибающих и крутящих моментов

1 участок AC $0 < z_1 \leq (a + b)$

$$M_X = R_A \times z_1,$$

при $z_1 = 0, M_X = 0;$

$$\text{при } z_1 = (a + b), M_X = R_A \times (a + b) = -774.59 \times 165 = -127.81 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

2 участок BC $0 < z_2 \leq (b + c)$

$$M_X = R_B \times z_2,$$

при $z_2 = 0, M_X = 0$

$$\text{при } z_2 = (b + c), M_X = R_B \times z_2 = -225.41 \times 567 = -127.81 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Эпюры изгибающих и крутящих моментов приведены на рисунке 4.2

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Взам. инв. № дубл.	Взам. инв. № подл.	Подпись и дата	Инв. № подл.	Лист	ВКР 35.03.06.24.7.17 СКК.02.000 ПЗ

4.3.3 Расчет на прочность

Для валов расчет на сопротивление усталости является основным. Расчет выполняем по номинальной нагрузке, а циклы напряжений принимаем – симметричным для напряжений изгиба и от нулевой для напряжений кручения. При совместном действии кручения и изгиба запас сопротивления усталости определяем по формуле:

$$S = \frac{S_\sigma \times S_\tau}{\sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2}} \geq [S] \approx 1.5 \quad (4.6)$$

Как видно из эпюры изгибающих моментов, опасным сечением является сечение в точке С. Произведем для него расчет.

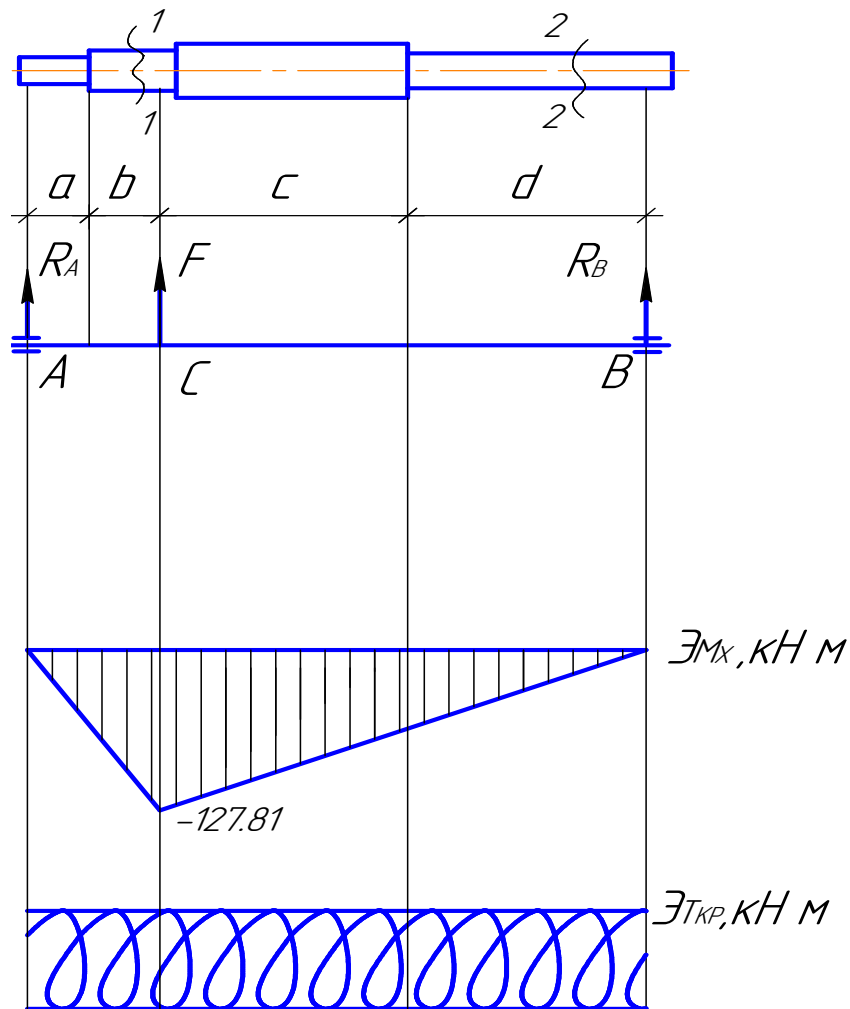


Рисунок 4.2 - Эпюры изгибающих и крутящих моментов.

Запас сопротивления усталости по изгибу

Ив. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

$$S_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_{\sigma} \times \sigma_a}{K_d \times K_F + \psi_{\sigma} \times \sigma_m}} : \quad (4.7)$$

Запас сопротивления усталости по кручению

$$S_{\sigma} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_{\tau} \times \tau_a}{K_d \times K_F + \psi_{\tau} \times \tau_m}}, \quad (4.8)$$

где σ_{-1} и τ_{-1} - пределы выносливости;

K_{σ} и K_{τ} - эффективные коэффициенты концентрации напряжений при изгибе и кручении;

σ_a и τ_a - амплитуды переменных составляющих циклов напряжений;

K_d и K_F - масштабный фактор и фактор шероховатости;

ψ_{σ} и ψ_{τ} - коэффициенты, корректирующие влияние постоянной составляющей цикла напряжений на сопротивление усталости;

$\psi_{\sigma} = 0,15$; $\psi_{\tau} = 0,1$ - для среднеуглеродистых сталей;

σ_m и τ_m - постоянные составляющие.

Согласно выше принятому условию при расчете валов:

$$\sigma_m = 0; \quad \sigma_a = \frac{M}{0,1d^3}; \quad (4.9)$$

$$\tau_m = \tau_a = \frac{0,5T}{0,2d^2}; \quad (4.10)$$

$$\sigma_a = \frac{127,81}{0,1 \times 20^3} = 0,16 \text{ МПа},$$

$$\tau_m = \tau_a = \frac{0,5 \times 10000}{0,2 \times 20^3} = 3,125 \text{ МПа}.$$

Пределы выносливости определяем по формулам:

$$\sigma_{-1} = (0,4 \dots 0,5) \sigma_{\sigma}, \quad (4.11)$$

$$\tau_{-1} = (0,2 \dots 0,3) \sigma_{\sigma}, \quad (4.12)$$

$$\sigma_{-1} = 0,45 \times 570 = 256,5 \text{ МПа},$$

$$\tau_{-1} = 0,25 \times 570 = 142,5 \text{ МПа}.$$

По графику (рисунок 15,5/6/) находим масштабный фактор $K_d = 1,5$

Подпись и дата	
Взам. инв. № дубл.	
Взам. инв. № подл.	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
-----	------	----------	---------	------

ВКР 35.03.06.24.7.17 СКК.02.000 ПЗ

Лист

По графику находим фактор шероховатости $K_F = 0,93- 0,95$

По таблице [] назначаем:

- коэффициент концентрации напряжений при изгибе $K_\sigma = 2,5,$

- коэффициент концентрации напряжений при кручении $K_\tau = 1,8.$

$$S_\sigma = \frac{256.5}{\frac{2.5 \times 0.16}{1 \times 0.93 + 0.1 \times 0}} = 657.7$$

$$S_\tau = \frac{142.5}{\frac{1.8 \times 3.125}{1 \times 0.93 + 0.1 \times 3.125}} = 31.45$$

$$S = \frac{657.7 \times 31.45}{\sqrt{657.7^2 + 31.45^2}} = 28.26$$

$$S > [S]$$

$$28.26 > 1.5$$

Вывод: запас прочности вала на сопротивление усталости обеспечен.

4.3.4 Расчет приводного вала на статическую прочность при перегрузках

Проверку статической прочности производим в целях предупреждения пластических деформаций и разрушений с учетом кратковременных перегрузок. При этом определяем эквивалентное напряжение по 3 теории прочности (теория формоизменения).

$$\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{\sigma_u^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma]; \quad (4.13)$$

$$\text{где } \sigma_u = \frac{M}{0.1d^3}; \quad (4.14)$$

$$\tau = \frac{T}{0.2d^2}; \quad (4.15)$$

где M и T – изгибающий и крутящий моменты в опасном сечении при перегрузке.

$$[\sigma] = 0,8\sigma_T, \quad (4.16)$$

$$[\sigma] = 0,8 \times 290 = 232 \text{ МПа,}$$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	Лист
					ВКР 35.03.06.24.7.17 СКК.02.000 ПЗ

$$\sigma_u = \frac{127.81}{0,1 \times 20^3} = 0,16 \text{ МПа},$$

$$\sigma_\tau = \frac{10000}{0,2 \times 20^3} = 6.25 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{0.16^2 + 3 \times 6.25^2} = 27.1 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{\text{экв}} < [\sigma],$$

$$1,8 \text{ МПа} < 232 \text{ МПа}.$$

Вывод: статическая прочность вала при перегрузках обеспечена.

Инв. № подл.	Подпись и дата				Лист
	Взам. инв. № дубл.				
Инв. № подл.	Подпись и дата				Лист
	Взам. инв. № подл.				
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
<i>ВКР 35.03.06.24 7.17 СКК.02.000 ПЗ</i>					

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

5.1 Обеспечение условий и безопасности труда на производстве

Ответственность за организацию работ по охране труда в Казанском государственном аграрном университете (КГАУ) возложена на ректора. Ежегодно он назначает из числа должностных лиц ответственных за состояние охраны труда на факультетах, кафедрах (деканов, заведующих кафедрами). В учебных кабинетах и лабораториях ответственность за противопожарное состояние и технику безопасности возлагается на заведующих лабораториями. В университете предусмотрена штатная должность главного специалиста по охране труда.

Согласно Трудовому кодексу Российской Федерации продолжительность рабочего времени у сотрудников КГАУ составляет 40 часов, у профессорско-преподавательского состава - 36 часов в неделю. Ежегодно работникам университета предоставляется оплачиваемый отпуск продолжительностью 28 календарных дней, а профессорско-преподавательскому составу - 56 календарных дней.

Обучение работников университета охране труда проводится с учетом Положения о профессиональной подготовке в области охраны труда в Республике Татарстан. Вводный инструктаж с работниками при приеме на работу проводит главный специалист по охране труда университета. Проведение вводного инструктажа оформляется с обязательными подписями инструктируемого и инструктирующего. Проведение первичного и повторного инструктажей возлагается на непосредственных руководителей работ (заведующих кафедрой, преподавателей).

Общее техническое и санитарно-гигиеническое состояние учебных корпусов, гаражей и других помещений университета соответствует требуемым нормам. Пешеходные дорожки по территории университета имеют асфальтобетонное покрытие. Санитарно-защитная зона и

противопожарные разрывы между зданиями соблюдаются. Системы отопления и вентиляции обеспечивают параметры микроклимата в учебных и производственных помещениях в соответствии с требованием ГОСТ 12.1.005-88. Освещение, в основном, соответствует требованиям СНиП-23-05-95.

В соответствии с Трудовым кодексом на работах с вредными условиями труда, связанных с загрязнением (маляры, регулировщики топливной аппаратуры мастера профессионального обучения и др.) выдается спецодежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты.

Ежегодно сотрудники, студенты и профессорско-преподавательский состав проходят медицинский осмотр, согласно приказу министерства здравоохранения и медицинской промышленности Российской Федерации.

В настоящее время проводится большая и полезная работа по улучшению условий труда и быта работников. В КГАУ имеется лечебно-оздоровительный профилакторий со всем необходимым медицинским оборудованием для полноценного лечения и отдыха преподавателей и студентов университета. Санитарно-бытовое обеспечение в университете находится на должном уровне, в достаточном количестве имеются умывальные, уборные, буфеты, столовые. Пункт медицинского обслуживания находится в общежитии №6 КГАУ.

В случае возникновения пожара на каждом этаже имеется план эвакуации из здания, пожарные краны, а также в каждом учебном кабинете и лаборатории — огнетушители.

5.2 Особенности обеспечения безопасности труда при проведении технологического процесса ремонта и эксплуатации стенда для контроля коленчатых валов двигателя СМД-60.

В разделе 2 дипломного проекта выполнены мероприятия по организации ремонта автотракторных коробок передач в условиях инновационного научно-производственного центра при кафедре «Технический сервис».

Основным элементом организации рабочего места является его планировка, т. е. расположение его относительно других рабочих мест, относительно оборудования, приспособлений, инструментов, местоположения рабочего. Расстояния от тары и от оборудования до рабочего должны быть такими, чтобы рабочий мог использовать преимущественно движение рук, т.е. при этом не наклоняться сильно, не приседать, не тянуться высоко. Эти зоны определяют, на каком расстоянии от корпуса рабочего должны быть размещены предметы, которыми он пользуется в процессе работы. Оптимальная зона (наиболее удобная) определяется полудугой радиусом примерно 400 мм для каждой руки. Максимальная зона досягаемости составляет 500 мм без наклона корпуса и 650 мм с наклоном корпуса не более 30° для рабочего среднего роста. Расположение предметов дальше указанных пределов повлечет дополнительные, а следовательно, лишние движения, т. е. вызовет ненужную затрату рабочего времени, ускорит утомляемость работающего и снизит производительность труда. Оптимальной зоной досягаемости рук в вертикальной плоскости является зона от уровня плеча до пояса.

На участке установлены разборочно-сборочные стенды, верстаки, стеллажи и шкафы. Стенды расставлены согласно требуемым нормам расстояний между оборудованием и элементами зданий. Расстояние от стенки до тыльной стороны и до боковой стороны станка составляют не менее 600 мм. Расстояние между станками составляет не менее 1600 мм. Рабочая зона должна быть не менее 1000 мм и оборудована деревянными подножными решётками.

При организации рабочих мест руководствуются следующими требованиями:

на посты разборки ремонтный фонд должен поступать тщательно вымытый и очищенный;

рабочее место должно быть оснащено средствами механизации основных и вспомогательных работ, необходимой документацией, местом для инструмента, специализированной тарой;

приспособления и инструменты должны быть расположены на расстоянии вытянутой руки, причем их следует разложить в строгой последовательности их применения, а не разбрасывать и не накладывать друг на друга;

режущие инструменты следует укладывать на деревянные подставки так, чтобы они были предохранены от повреждений.

Основные требования техники безопасности к участку по ремонту коробок передач:

участок разборки должен иметь прочные несгораемые стены. Полы на участке должны иметь ровную (без порогов) гладкую, но не скользкую удароустойчивую, не впитывающую нефтепродукты поверхность. Их необходимо систематически очищать от смазки и грязи. Потолки и стены следует закрашивать краской светлых тонов;

на участке размещать оборудование и подводить питание к нему следует в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. Помещение должно быть обеспечено углекислотными огнетушителями марок ОУ-2 и ОУ-8.

разбирать агрегаты, имеющие пружины, разрешается только на специальных стендах или при помощи приспособлений, обеспечивающих безопасную работу.

В разделе 3 дипломного проекта разработана технология процесса шлифования коленчатого вала СМД-60, СМД-62. Опасными факторами при работе являются вращающиеся механизмы конструкции и электрический ток, воздействующий на работников в случае замыкания фазы электродвигателя на корпус. Учитывая это, для работы на шлифовальной установке допускаются лица, не моложе 18 лет, знающие устройство конструкции и прошедшие первичный инструктаж по охране труда.

Для вращающихся деталей установки (шлифовальный круг, шкив) предусмотрен защитный кожух с толщиной стенки 2 мм. Без кожуха работать

на станке не разрешается. Включая станок ,необходимо убедиться в надежности крепления и прочности круга путем кратковременного вращения круга вхолостую (около 1 минуты). После установки нового круга вращение вхолостую должно продолжаться не менее 5 мин. Работнику, работающему с приспособлениями, в соответствии с Типовыми отраслевыми нормами необходимо выдавать: комбинезон хлопчатобумажный (срок носки 12 месяцев), перчатки (срок носки 1 месяц), очки защитные (до износа).

Прежде чем начать работу , шлифовщик обязан проверить , надежно ли закреплена заготовка в упорных центрах , на оправке, на магнитной плите. Установку и снятие головки цилиндра необходимо производить при полной остановки электродвигателя. Включать шлифовальный круг можно только после закрепления головки цилиндра.

В разделе 4 проекта разработана конструкция поднятия и опускания призм на которых установлен ремонтируемый коленчатый вал

Возможную опасность при работе на данном стенде представляет также электродвигатель. В случае пробоя изоляции фазных проводов или их повреждения возможно поражение обслуживающего персонала электрическим током. В связи с этим в качестве защиты предлагается выполнить защитное зануление путем электрического соединения корпуса электродвигателя с нулевым проводом сети. Тогда при замыкании любого фазного провода на корпус электродвигателя происходит короткое фазовое замыкание. Появляется ток большой силы, при котором быстро перегорают плавкие вставки предохранителей, отключая поврежденную фазу. Для эффективной защиты определим ток плавкой вставки предохранителя.

5.3 Мероприятия по охране окружающей среды

В КГАУ и прилегающей территории к источникам загрязнения окружающей среды относятся: отработанные газы автомобильных двигателей, горюче-смазочные материалы, рабочие жидкости, применяемые в различных системах автомобилей; сточные воды, использованные при

мойке автомобилей, отходы от учебно-производственных лабораторий.

В настоящее время в университете организован вывоз отходов, имеется специально отведенная площадка.

На автотранспорт приходится до 60% всей окиси углерода, поступающей в атмосферу. Количественный и качественный состав отработанных газов зависит от технического состояния машин, режима работы, качества топлива, износа деталей, узлов и агрегатов. Для уменьшения вредного воздействия газов своевременно должны проводиться техническое обслуживание машин, технические осмотры, замена изношенных деталей и их восстановление, точные регулировки машин и агрегатов на стендах диагностирования, качественная обкатка двигателей.

Нарушение условия хранения и использования горюче-смазочных материалов вызывает вредное воздействие на окружающую природу - в зоне хранения горюче-смазочных материалов наблюдаются вредные запахи из-за утечки паров ГСМ, на земле наблюдаются пятна и лужи от пролитых горюче-смазочных материалов.

Для предотвращения вреда, который могут нанести окружающей среде вышеназванные факторы, предлагаются следующие мероприятия:

- производственные отходы нужно отправлять в отсортированном виде в пункты приема вторичного сырья или на свалку, расположенную за пределами города;
- для сбора отработавших ртутьсодержащих ламп закупить специально оборудованные металлические ящики;
- отработанные смазочные материалы и рабочие жидкости нужно собирать в емкости 200 л, а затем отправлять на переработку;
- для очистки сточной использованной воды нужно установить грязесборники и отстойники. Дополнительно нужно предусмотреть очистку сточных вод при помощи специальных растворов.

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

6.1 Экономическое обоснование конструкции для контроля коленчатых валов.

Затраты на изготовление и модернизацию конструкции для контроля коленчатых валов определяют по формуле:

$$C_{\text{ц.констр.}} = C_{\text{к}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{п.д}} \cdot K_{\text{нац}} + C_{\text{сб.п}} + C_{\text{оп}} + C_{\text{накл}}, \quad (6.1)$$

где $C_{\text{к}}$ – стоимость изготовления корпусных деталей, руб.;

$C_{\text{о.д}}$ – затраты на изготовление оригинальных деталей, руб.;

$C_{\text{п.д}}$ – цена покупных деталей, изделий, агрегатов по прейскуранту;

$C_{\text{сб.п}}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции для контроля коленчатых валов, руб.;

$C_{\text{оп}}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции для контроля коленчатых валов, руб.;

$C_{\text{накл}}$ – накладные расходы, руб.;

$K_{\text{нац}}$ – коэффициент, учитывающий разницу между прейскурантной ценой и балансовой стоимостью конструкции для контроля коленчатых валов ($K_{\text{нац}}=1,4\dots 1,5$).

Стоимость изготовления корпусных деталей конструкции для контроля коленчатых валов определяют по формуле:

$$C_{\text{к}} = Q_{\text{п}} \cdot Ц_{\text{к.д}}, \quad (6.2)$$

где $Q_{\text{п}}$ – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей конструкции для контроля коленчатых валов, кг.;

$Ц_{\text{к.д}}$ – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, руб.

$$C_{\text{к}} = 26 \times 70 = 1820 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей конструкции для контроля коленчатых валов определяют по формуле:

$$C_{\text{о.д}} = C_{\text{зп}} + C_{\text{м}}, \quad (6.3)$$

где $C_{\text{зп}}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей, руб.;

C_m – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

Зарботную плату производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей конструкции для контроля коленчатых валов определяют по формуле:

$$C_{зп} = C_{пр} + C_{доп} + C_{соц}, \quad (6.4)$$

где $C_{пр}$ – основная заработная плата, руб.;

C_d – дополнительная заработная плата, руб.;

$C_{соц}$ – начисления по социальному страхованию, руб.

Основную заработную плату определяют по формуле:

$$C_{пр} = Z_{ч} \cdot T_{ср} \cdot K_t, \quad (6.5)$$

где $T_{ср}$ – средняя трудоемкость на изготовление оригинальных деталей, чел.·час;

$Z_{ч}$ – часовая ставка рабочих, руб.;

K_t – коэффициент учитывающий доплаты к основной зарплате, ($K_t=1,025 \dots 1,03$).

$$C_{пр} = 120 \times 10,5 \times 1,03 = 1298 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

$$C_{доп} = \frac{(5 \dots 12) \cdot C_{пр}}{100}. \quad (6.6)$$

$$C_{доп} = \frac{10 \times 1298}{100} = 130 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

$$C_{соц} = \frac{4,4 \cdot (C_{пр} + C_d)}{100}. \quad (6.7)$$

$$C_{соц} = \frac{4,4 \times (1298 + 130)}{100} = 63 \text{ руб.}$$

$$C_{зп} = 1298 + 130 + 63 = 1491 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок определяют по формуле:

$$C_m = Ц \cdot Q_3, \quad (6.8)$$

где Ц – цена 1 кг материала заготовок, руб.;

Q_3 – масса заготовки, кг.

Массу заготовки определяют из выражения:

$$Q_3 = \frac{Q_d}{K_3}, \quad (6.9)$$

где Q_d – масса детали, кг;

$$Q_{\text{заг}} = \frac{50}{0,7} = 3,5 \text{ кг.}$$

$$C_M = 35 \times 35 = 125 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{од}} = 1491 + 1225 = 2716 \text{ руб.}$$

K_3 – коэффициент использования массы заготовки ($K_3 = 0,29 \dots 0,99$).

Зарботную плату производственных рабочих, занятых на сборке конструкции для контроля коленчатых валов определяют по формуле:

$$C_{\text{зн.сб.п}} = C_{\text{сб}} + C_{\text{д.сб}} + C_{\text{соц.сб}}, \quad (6.10)$$

где $C_{\text{сб}}$, $C_{\text{д.сб}}$, $C_{\text{соц.сб}}$ – соответственно, основная и дополнительная зарплата, начисления по социальному страхованию, руб.

Основную заработную плату рабочих, занятых на сборке конструкции для контроля коленчатых валов определяют по формуле:

$$C_{\text{сб}} = T_{\text{сб}} \cdot C_{\eta} \cdot K_t, \quad (6.11)$$

где $T_{\text{сб}}$ – трудоемкость на сборку конструкции для контроля коленчатых валов, чел.·час.

$$C_{\text{сб}} = 12 \times 110 \times 1,03 = 1360 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{д.сб}} = \frac{(5 \dots 12) C_{\text{сб}}}{100}. \quad (6.12)$$

$$C_{\text{д.сб}} = \frac{10 \times 1360}{100} = 136 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

$$C_{\text{соц.сб}} = \frac{4,4(C_{\text{сб}} + C_{\text{д.сб}})}{100}. \quad (6.13)$$

$$C_{\text{соц.сб}} = \frac{4,4 \times (1360 + 136)}{100} = 66 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зп.сб.п}} = 1360 + 136 + 6,6 = 1562 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции для контроля коленчатых валов определяют по формуле:

$$C_{\text{оп}} = \frac{C_{\text{пр}}^1 \cdot \Pi_{\text{оп}}}{100}, \quad (6.14)$$

где $C_{\text{пр}}^1$ – основная заработная плата рабочих, участвующих в изготовлении конструкции для контроля коленчатых валов, руб.;

$\Pi_{\text{оп}}$ – процент общепроизводственных расходов, ($\Pi_{\text{оп}} = 69,5$).

$$C_{\text{оп}} = \frac{1298 \times 69,5}{100} = 902 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{констр}} = 1820 + 2716 + 15400 + 1562 + 902 = 22400 \text{ руб.}$$

Таблица 6.1 - Исходные данные для расчета технико-экономических показателей конструкции для контроля коленчатых валов.

№ п/п	Наименование	Ед.измерения	Знач. показателя	
			исходный	проектир.
1	Масса конструкции для контроля коленчатых валов	кг	105	120
2	Балансовая стоимость	руб.	21200	22400
3	Количество обслуживающего персонала	Чел.	1	1
4	Разряд работы	разряд	4	4
5	Тарифная ставка	руб./чел.ч	110	110
6	Норма амортизации	%	13	13
7	Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание	%	8	8
8	Годовая загрузка конструкции для контроля коленчатых валов	ч	300	300
9	Время 1 цикла	ч	0,9	0,6

При расчетах показатели базового (существующего) варианта обозначаются как X_0 , а проектируемого как X_1 .

Расчет технико-экономических показателей по обоим вариантам проводится в такой последовательности:

на стационарных работах периодического действия:

$$W_{\text{ч}} = \frac{60 \cdot q \cdot \gamma \cdot \tau}{T_{\text{ц}}}, \quad (6.15)$$

где $T_{\text{ц}}$ – время одного рабочего цикла, мин.

τ – коэффициент использования рабочего времени смены ($\tau = 0,60 \dots 0,95$).

$$W_{\text{ч}0} = \frac{60 \times 0,9}{54} = 1 \text{ шт/час.}$$

$$W_{\text{ч}1} = \frac{60 \times 0,9}{36} = 1,5 \text{ шт/час.}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

$$M_{\text{е}} = \frac{G}{W_{\text{з}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \quad (6.16)$$

где G – масса конструкции для контроля коленчатых валов, кг;

$T_{\text{год}}$ – годовая загрузка конструкции для контроля коленчатых валов, час;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы конструкции для контроля коленчатых валов, лет.

$$M_{\text{е}0} = \frac{105}{1 \times 300 \times 5} = 0,07 \text{ кг/шт.}$$

$$M_{\text{е}1} = \frac{120}{1,5 \times 300 \times 5} = 0,05 \text{ кг/шт.}$$

Фондоемкость процесса определяют по формуле:

$$F_{\text{е}} = \frac{C_{\text{б}}}{W_{\text{з}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (6.17)$$

где $C_{\text{б}}$ – балансовая стоимость конструкции для контроля коленчатых валов, руб.

$$F_{\text{е}0} = \frac{21200}{1 \times 300} = 70,6 \text{ руб./шт.}$$

$$F_{e1} = \frac{22400}{1,5 \cdot 300} = 49,7 \text{ руб./шт.}$$

Трудоемкость процесса находят из выражения:

$$T_e = \frac{n_p}{W_z}, \quad (6.18)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{1} = 1 \text{ чел. ч/шт.}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{1,5} = 0,66 \text{ чел. ч/шт.}$$

Энергоемкость процесса находят из выражения:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_q}, \quad (6.19)$$

где N_e – мощность потребляемая установкой.

$$\mathcal{E}_{e0} = \frac{1,5}{1} = 1,5 \text{ кВт/ед.}$$

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{1,5}{1,5} = 1 \text{ кВт/ед.}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{зп} + C_э + C_{рго} + A \quad (6.20)$$

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

$$C_{зп} = Z \cdot T_e, \quad (6.21)$$

$$C_{зп0} = 110 \times 1 = 110 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{зп1} = 110 \times 0,66 = 72,6 \text{ руб./шт.}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_э = Ц_э \cdot \mathcal{E}_e, \quad (6.22)$$

где $Ц_э$ – комплексная цена электроэнергии, руб./кВт.

$$C_{э1} = 2,88 \times 1,5 = 4,32 \text{ руб.}$$

$$C_{э2} = 2,88 \times 1 = 2,88 \text{ руб.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_6 \cdot N_{\text{рто}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (6.23)$$

где $N_{\text{рто}}$ – суммарная норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

$$C_{\text{рто0}} = \frac{21200 \times 8}{100 \times 1 \times 300} = 5,6 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{рто1}} = \frac{22400 \times 8}{100 \times 1,5 \times 300} = 4 \text{ руб./шт.}$$

Амортизационные отчисления по конструкции определяют по формуле:

$$A = \frac{C_6 \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (6.24)$$

где a – норма амортизации %.

$$A_0 = \frac{21200 \times 13}{100 \times 1 \times 300} = 9,2 \text{ руб./шт.}$$

$$A_1 = \frac{22400 \times 13}{100 \times 1,5 \times 300} = 6,5 \text{ руб./шт.}$$

$$S_0 = 110 + 5,6 + 9,2 + 4,32 = 129 \text{ руб./шт.}$$

$$S_1 = 72,6 + 4 + 6,5 + 2,88 = 86 \text{ руб./шт.}$$

Приведенные затраты определяют по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_{\text{н}} \cdot F_{\text{е}} = S + E_{\text{н}} \cdot k, \quad (6.25)$$

где $E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15;

$F_{\text{е}}$ – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив0}} = 129 + 0,15 \times 70,6 = 139 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{прив1}} = 86 + 0,15 \times 49,7 = 93 \text{ руб./шт.}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}. \quad (6.26)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (129 - 86) \times 1,5 \times 300 = 19350 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{прив}}^0 - C_{\text{прив}}^1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}.$$

$$E_{\text{год}} = (139 - 93) \times 1,5 \times 300 = 20700 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б1}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (6.27)$$

где $C_{\text{б1}}$ – балансовая стоимость спроектированной конструкции для контроля коленчатых валов, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{22400}{19350} = 1,2 \text{ года}.$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_{\text{б}}}. \quad (6.28)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{19350}{22400} = 0,8.$$

Таблица 6.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции для контроля коленчатых валов.

№ п/п	Наименование показателей	Базовый	Проект
1	Часовая производительность, ед./ч.	1	1,5
2	Фондоемкость процесса, руб./ед.	70,6	49,7
3	Энергоемкость процесса, кВт/ед.	1,5	1
4	Металлоемкость процесса, кг./ед.	0,07	0,05
5	Трудоемкость процесса, чел*ч./ед.	1	0,66
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	129	86
7	Уровень приведенных затрат, руб./ед.	139	93
8	Годовая экономия, руб.	-	19350
9	Годовой экономический эффект, руб.	-	20700
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	1,2
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	0,8

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе разработаны мероприятия по организации ремонта автотракторных двигателей в условиях научно-производственного центра «ООО СПЦ Ресурс» кафедры «Технический сервис» Казанского аграрного университета.

Разработанная технология восстановления коленчатого вала позволяет снизить себестоимость ремонта. Этому способствует также разработанная конструкция стенда для контроля коленчатых валов. Все технологические и конструктивные решения обоснованы инженерными расчетами.

Предлагаемые мероприятия по обеспечению безопасных условий труда и экологичности производства способствуют улучшению работы производственных рабочих.

Технико-экономические расчеты показали целесообразность разрабатываемых мероприятий. Срок окупаемости капитальных вложений на организацию и внедрение технологии ремонта автотракторных двигателей в условиях инновационного научно-производственного центра составляет года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адигамов Н.Р. Методическое пособие к курсовой работе по дисциплине «Ремонт машин» [Текст] / Н.Р. Адигамов, Т.Н. Вагизов, И.Х. Гималтдинов - Казань «Казанский ГАУ», 2013. – С 40.
2. Адигамов Н.Р. Методические указания по выполнению выпускной квалификационной работе бакалавров. [Текст] / Н.Р. Адигамов, Г.И. Кондратьев, Г.Р. Муртазин, Р.Р. Шайхутдинов., Т.Н. Вагизов., И.Х. Гималтдинов, Р.Р. Ахметзянов // метод. Указания – Казань «Казанский ГАУ», 2015.-60с.
3. Булгариев Г.Г., Методические указания по выполнению экономической части дипломного проекта для студентов-очников специальности 110304 – «Технология обслуживания и ремонта машин в АПК» [Текст] / Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев // - Казань «Казанский ГАУ», 2006.
4. Кондратьев Г.И., Методические указания для практических и самостоятельных работ по дисциплине «Методы расчета надежности технических систем» [Текст] / Г.И. Кондратьев, Р.Р. Шайхутдинов // метод. Указания – Казань «Казанский ГАУ», 2015.-44с.
5. Киямов И.М., Расчет сварных и резьбовых соединений [Текст] / И.М. Киямов, Яхин С.М. // методические указания для выполнения домашнего задания по деталям машин и основам конструирования - Казань, КГСХА, 2004
6. Шамсутдинов Ф.А. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине “Детали машин и основы конструирования” [Текст] / Ф.А. Шамсутдинов, Г.В. Пикмуллин // - Казань: КГАУ, 2015. С 142
7. Мудров А.Г. Методические указания к разработке сборочного чертежа курсового проекта по Деталям машин и основам конструирования [Текст] / А.Г. Мудров // - Казань, КГАУ, 2010. С 80.

8. Мудров А.Г. Методические указания к выполнению рабочих чертежей по курсовому проектированию “Детали машин и основы конструирования” [Текст] / А.Г. Мудров // - Казань, КГАУ, 2011. С 68.
9. Гулиа Н.В. Детали машин [Текст] / Н.В.Гулиа, В.Г.Клоков, С.А.Юрьев // .2010 (ЭБС «Лань» ISBN-978-5-8114-1091-0),2-е изд.-416 с.
10. Чернилевский Д.В. Детали машин и основы конструирования [Текст] / Чернилевский Д.В. // М.: Машиностроение, 2006. С 656.
11. Берлинов М.В. Расчет оснований и фундаментов [Текст] / М.В. Берлинов, Б.А.Ягупов. // (ЭБС «Лань»),2011, 1-е изд.-288 с.).
12. Маталин, А.А. Технология машиностроения [Текст] / А.А. Маталин // (ЭБС «Лань»), 2010,512 с).
13. Курмаз Л.В., Детали машин. Проектирование [Текст] / Л.В. Курмаз, А.Т. Скойбеда // Справочное учебно-методическое пособие. - М.: Высшая школа, 2005. С309.
14. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин [Текст] / Дунаев П.Ф. Леликов О.П. - М.: Высшая школа, 2005. С 447.
15. Шелофаст В.В. Основы проектирования машин. [Текст] / В.В. Шелофаст – М.: Изд-во АПМ, 2005.-472 С.
16. Сигаев Е.А. Соппротивление материалов. [Текст] / Е.А. Сигаев - Кемерово: Кузбассвузиздат, 2002. С 227.
17. Леонов О. А. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] / О. А. Леонов, В. В. Карпузов, Н. Ж. Шкаруба // - М.: Колос, 2009. –С 568.
18. Богатырев А.В. Тракторы и автомобили [Текст] / А.В Богатырев, В.Р. Лехтер // Учебник - М. Колос, 2008. С392.
19. Пучин Е.А. Технология ремонта машин [Текст] / Е.А. Пучин, О.Н. Дидманидзе, В.С. Новиков // учебник для вузов – Москва УМЦ «ТРИАДА».- Т.1, 2006.- С 348.
20. Черноиванов В.И. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве. [Текст] / В.И. Черноиванов В.В. Бледных, А.Э. Северный

и др. // Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ – изд. 2-ое перераб. и доп. – М.:, 2003 г. – С 992.

21. Яговкин А.И. Организация производства технического обслуживания и ремонта машин [Текст] / А.И. Яговкин. // учебн. пособие для студ. высш. учебн. заведений 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - С 400.

22. Варнаков В.В. Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения. [Текст] / В.В. Варнаков, В.В. Стрельцов, В.Н. Попов, В.Ф. Карпенков. // М.: Колос, 2000. С 256.

23. Курчаткин В.В. Оборудование ремонтных предприятий. [Текст] / В.В. Курчаткин, К.А. Ачкасов, Н.Ф. Тельнов, и др.; Под редакцией В.В. Курчаткина // М.: Колос, 1999. С 232.

24. Алексеев, В.П. Основы научных исследований и патентование [Электронный ресурс]: учебник / В.П. Алексеев, Д.В. Озеркин. — Электрон. дан. — М.: ТУСУР (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники), 2012. — 172 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4938.

25. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности [Текст] / С.В.Белов, В.А.Девисилов, А.В.Ильницкая и др. // Учебник для вузов. Под общей ред. С.В.Белова. -8-е издание – М.: Высшая школа,2009. С 616.

26. Девисилов В.А. Охрана труда: учебник [Текст] / В.А. Девясилов - 4-е издание перераб. и доп.// – М.: Форум, 2009. С 496.

27. Курдюмов В.И. Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности [Текст] / В.И. Курдюмов, Б.И. Зотов. // М. Колос, 2005. С 216.

28. Кукин П.П. Безопасность жизнедеятельности. [Текст] / П.П.Кукин, В.Л.Лапин, Н.Л.Пономарев. // Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда. Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа,2007. – С 335.

29. Хейфец А.Л. Инженерная 3Д-компьютерная графика [Текст] / А.Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И.В. Буторина, В.Н. Васильева // учебное

пособие для бакалавров; под ред. А. Л. Хейфеца. - 2-е изд., перераб. и доп.-
М.: Изд-во Юрайт, 2011. – С 464.