

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: Разработка технологического процесса восстановления коленчатого вала с разработкой установки для электроконтактной приварки.

Шифр ВКР 35.03.06.239.17. ГС.00.00.00.ПЗ

Студент	_____	_____	Фахриев М.М.
		подпись	Ф.И.О.

Руководитель	ст. преподаватель	_____	Вагизов Т.Н.
		подпись	Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол №__ от _____ 2017 г.)

Зав. кафедрой	__ профессор	_____	Адигамов Н.Р.
	ученое звание	подпись	Ф.И.О.

Казань – 2017 г.

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Фахриева М.М. на тему «Разработка технологического процесса восстановления коленчатого вала с разработкой установки для электроконтактной приварки».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 1 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, шести разделов, заключения и включает __ рисунков и таблиц. Список использованной литературы содержит 18 наименований.

В первом разделе дан описание устройства, анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности коленчатого вала автомобиля КАМАЗ.

Во втором разделе определена закономерность износа и процент восстанавливаемых деталей.

В третьем разделе разработан технологический процесс восстановления коленчатого вала автомобиля КАМАЗ, подобрано необходимое оборудование и инструмент, предложена технология восстановления коленчатого вала.

В четвертом разделе разработана установка электроконтактной приварки.

В пятом разделе подсчитаны экономическое обоснование установки.

В шестом разделе спроектированы мероприятия по безопасности труда.

В конце приведены общие выводы по выпускной работе.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЯ	
1.1 Описание устройства, анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности коленчатого вала автомобиля КАМАЗ	
1.2 Разработка структурной схемы блока цилиндров автомобиля КАМАЗ	
2 ИЗУЧЕНИЕ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ.....	
2.1 Задачи микрометража.....	
2.2 Обработка результатов микрометража коленчатого вала двигателя КАМАЗ.....	
2.3 Построение таблицы статистического ряда и статистических графиков.....	
2.4 Подбор теоретического закона распределения и построение теоретических графиков.....	
2.5 Анализ кривых и определение процента клапана подлежащих восстановлению.....	
3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ КАМАЗ.....	
3.1 Разработка карты технологического процесса дефектации и выбор контрольно-измерительных средств	
3.2 Выбор рационального способа восстановления дефектов коленчатого вала	
3.3 Разработка ремонтного чертежа коленчатого вала КАМАЗ	
3.4 Разработка маршрутных и операционных карт восстановления коленчатого вала КАМАЗ	
3.5 Расчет и выбор параметров и режимов шлифования	
3.6 Разработка операционной технологии накатки галтелей шатунных шеек коленчатого вала.....	

4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СВАРОЧНОЙ ГОЛОВКИ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШЕЕК КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ	
4.1 Обоснование необходимости модернизации сварочной головки базовой установки электроконтактной приварки	
4.2 Устройство и принцип работы	
4.3 Конструктивный расчет сварочной головки установки электроконтактной приварки	
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
5.1 Обеспечение безопасности в конструкции	
6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
6.1 Экономическое обоснование сварочной головки	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	
ПРИЛОЖЕНИЯ	
СПЕЦИФИКАЦИИ	

ВВЕДЕНИЕ

Сельскохозяйственное производство располагает сейчас миллионами тракторов, автомобилей, комбайнов и других машин.

Чтобы поддерживать такой огромный парк машин и оборудования в работоспособном состоянии и успешно его использовать, создана и непрерывно совершенствуется сеть ремонтно-обслуживающих предприятий. Значительный объем ремонтных работ и сложных видов технического обслуживания выполняются ремонтными предприятиями. Вместе с тем, большой объем работ производится и собственными силами в мастерских хозяйств. Это объясняется необходимостью проведения на месте различных плановых видов ремонта, внеплановых аварийных ремонтов машин и почвообрабатывающего оборудования, оборудования для животноводческих ферм, а также необходимостью выполнения работ по созданию различного нестандартного оборудования и оснастки.

Таким образом, несмотря на развитую сеть ремонтных предприятий, мастерские хозяйств играют важную роль в поддержании машинно-транспортного парка в работоспособном состоянии. Существенным обстоятельством является и возможность выполнения определенного объема ремонтных работ в осенне-зимний период силами работников предприятий, не занятых сельскохозяйственными работами. Это повышает экономичность использования рабочих и способствует стабилизации состава кадров в хозяйстве.

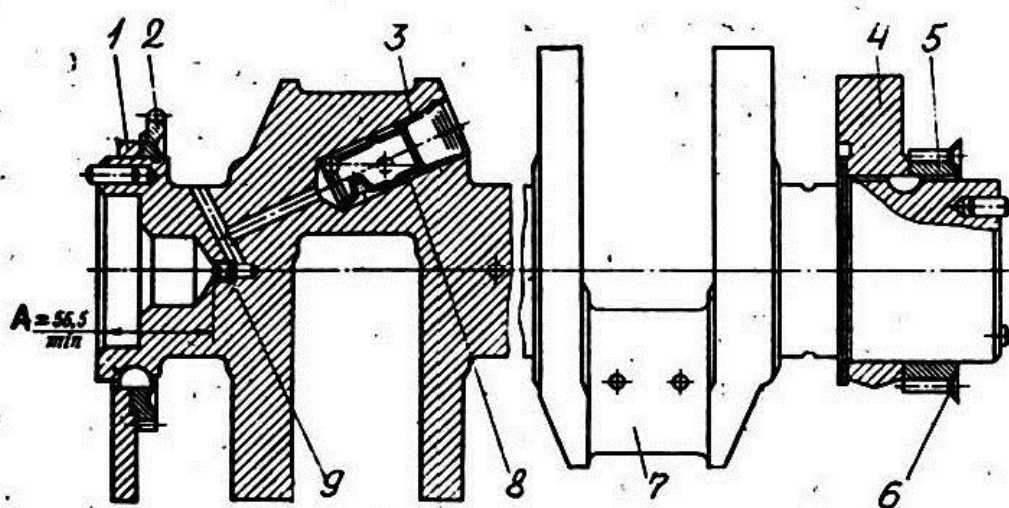
Сельское хозяйство России располагает системой ремонтно-обслуживающих предприятий, но их услуги для хозяйств очень дороги. Поэтому задача по совершенствованию инженерной службы на селе остается весьма актуальной. Очень велики потери по причине машин из строя, их невысокого ресурса, неудовлетворительного качества ремонта.

Задачи технического перевооружения народного хозяйства и интенсификации производства непосредственно относятся к ремонтной службе хозяйств.

В настоящее время большой объем ремонтных работ выполняется в мастерских хозяйств, так как приобретение новой техники затруднительно, а услуги специализированных предприятий очень дороги. Для своевременного выполнения ремонта техники мастерские должны быть обеспечены необходимым оборудованием и квалифицированными рабочими кадрами.

Важное значение имеют правильная организация труда, совершенная технология ремонта машин и последующий контроль качества ремонта.

Грязевые частицы центробежной силой отбрасываются к верхней части полостей, а масло через четыре сквозных отверстия подается к шатунным вкладышам, грязь удаляется через заглушки. На переднем конце вала напрессовывается ведущая шестерня привода масляного насоса и передний противовес системы уравнивания. В торце переднего конца коленчатого вала имеется отверстие для установки полумуфты отбора мощности, которая крепится к валу при помощи болтов. На заднем конце коленчатого вала напрессовывается задний противовес системы уравнивания и шестерня привода агрегатов. Задний конец коленчатого вала в торцевой части имеет два отверстия для запрессовки штифтов фиксации маховика, одно осевое отверстие для опорного подшипника первичного вала коробки передач, а также резьбовые отверстия для болтов крепления маховика. Осевые усилия коленчатого вала воспринимаются четырьмя упорными полукольцами, установленными в выточках блока и крышки задней коренной опоры. Уплотнения коленчатого вала осуществляются самоподвижным сальником, запрессованным в картер маховика, и маслоотражателем.



1 – передний противовес; 2 – шестерня привода масляного насоса; 3 – заглушка; 4 – задний противовес; 5 – ведущая шестерня; 6 – маслоотражатель; 7 – коленчатый вал; 8 – втулка; 9 – винт заглушка; A – расстояние от переднего конца вала до вертеша.

Рисунок 1.1 - Коленчатый вал в сборе КамАЗ – 740.

В процессе работы за счет присутствующих усилий и нагрузки

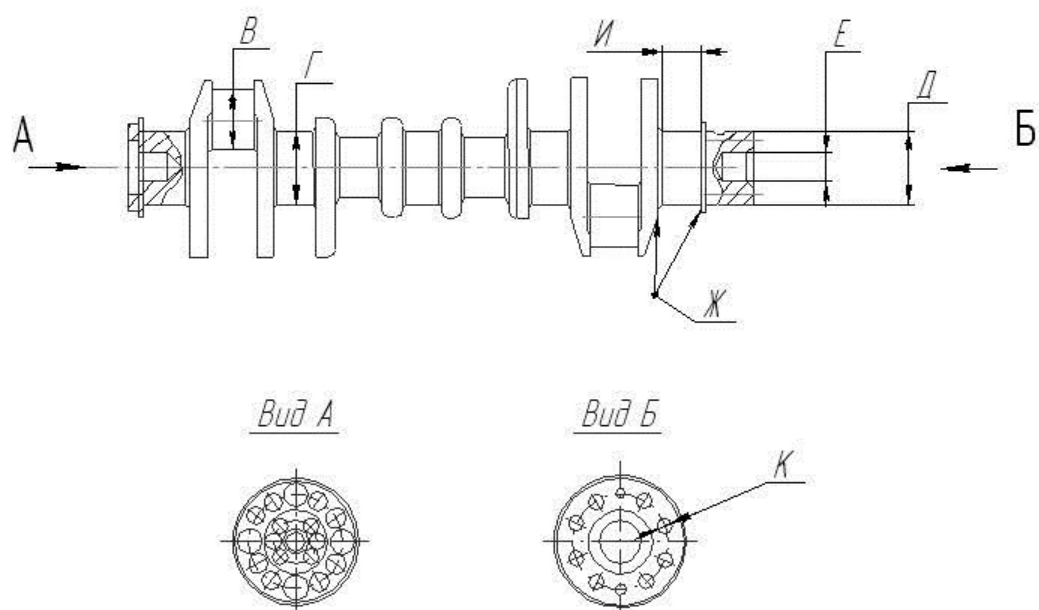


Рисунок 1.2 - Дефекты коленчатого вала автомобиля КамАЗ.

Восстановление коленчатого вала производится после ресурсной эксплуатации с перешлифовкой шеек на 4 ремонтных размера.

Ремонтные размеры коленчатого вала показаны в таблице 1.1, а величины допускаемых биений – в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Ремонтные размеры коленчатого вала КамАЗ – 740.

Номинальный размер, мм	Ремонтный размер 1	Ремонтный размер 2	Ремонтный размер 3	Ремонтный размер 4
$\text{Ø}95\pm0,011$	$94,5^{+0,015}_{-0,010}$	$94^{+0,015}_{-0,010}$	$93,5^{+0,015}_{-0,010}$	$93^{+0,015}_{-0,010}$
$\text{Ø}80\pm0,0095$	$79,5^{+0,015}_{-0,010}$	$79^{+0,015}_{-0,010}$	$78,5^{+0,015}_{-0,010}$	$78^{+0,015}_{-0,010}$
$36,2\pm0,05$	$36,2^{+0,08}$	или		$36,5^{+0,08}$

Таблица 1.2 Величины допустимых для ремонта биений средней коренной шейки относительно крайних в зависимости от ремонтного размера

Ремонтный размер	Величина биения, мм
Номинал	0,90
1	0,65
2	0,40
3	0,15

Из всех поступающих в капитальный ремонт двигателей КамАЗ износ и другие повреждения поверхности коренных и шатунных шеек имеют 100%

коленчатых валов. Доля остальных дефектов существенно меньше и зависит от общего времени работы коленчатого вала.

После выработки ресурса вала восстановленного на 4-й ремонтный размер необходимо решать вопрос о восстановлении коленчатого вала на номинальный ремонтный размер.

Коленчатые валы, перешлифованные на последний ремонтный размер и изношенные до выбраковочного размера могут быть восстановлены на номинальный размер шеек нанесением металла на изношенные поверхности приваркой металлической ленты или порошков.

При наличии трещин на шейках в коленчатом валу рекомендуется выбраковывать деталь.

Необходимо выбрать такой способ восстановления, который будет удовлетворять таким характеристикам как высокая производительность, минимальные потери присадочного материала, минимальное термическое влияние на деталь и высокий коэффициент долговечности.

1.2 Разработка структурной схемы блока цилиндров автомобиля КАМАЗ

Составление структурной схемы разборки начинают с изделия в сборе, в нашем случае клапана выпускного. Узлы, сборочные единицы и детали заключаются в прямоугольники, в которых помимо названия указывают номер детали и количество.

От изделия в сборе проводят прямую линию, к которой подводят узлы и детали в порядке их снятия. Заканчивается схема разборки базовым (основным) элементом.

Разборка осуществляется согласно технологических карт и структурных схем разборки агрегата, где указывается строгая последовательность проведения разборочных работ. На разборочных схемах все детали, сборочные единицы представлены в виде прямоугольников, где имеется информация об этих деталях.

1	
2	3

1 – название детали или сборочной единицы;

2 – код детали или сборочной единицы по этому предприятию;

3 - количество использованных деталей.

При разработке структурной схемы разборки определяется основная базовая деталь, с которой начинается разборка. Правильно разработанный процесс разборки должен обеспечивать минимальные затраты физического труда на реализацию сборочных работ, обеспечивать максимальную возможность использования средств механизации и автоматизации. Форма организации разборочных работ во многом зависит от формы организации производственного процесса на предприятии (тупиковая, поточно-узловая, поточная). В связи с этим разборка может осуществляться концентрированным методом (тупиковая), и дифференциальным методом (поточно-узловая).

Разборка может осуществляться на неподвижных постах и на подвижных конвейерах.

Для разборки применяются оборудования и инструменты: стенд опрессовочный КИ-15742; переносной гидравлический пресс-съемник; гайковерты; универсальный съемник; динамометрический ключ.

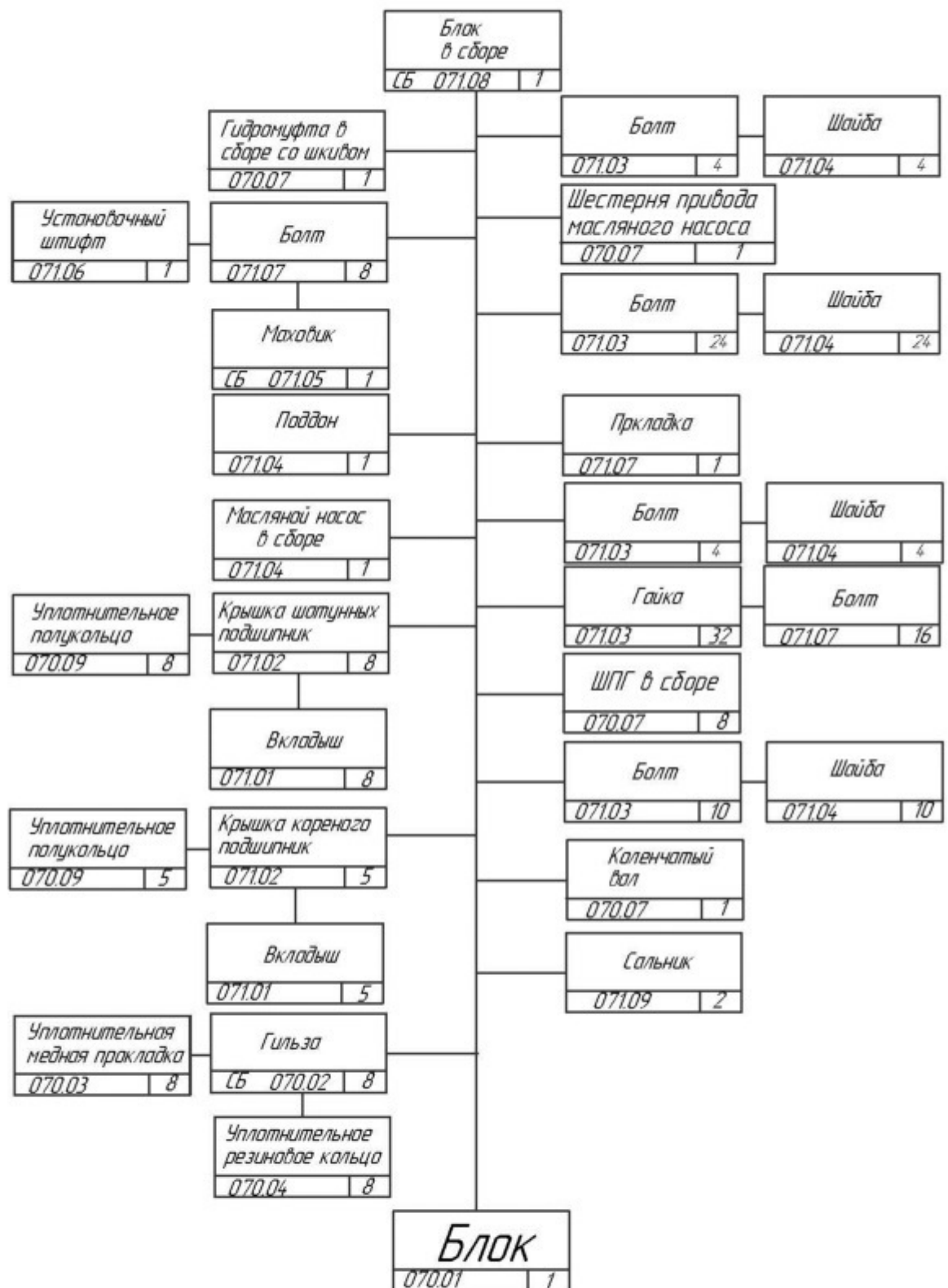


Рисунок 1.3 - Структурная схема разборки блока цилиндров автомобиля КАМАЗ.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ДВИГАТЕЛЕЙ

2.1 Обоснование необходимости проектирования

Коленчатый вал – это одна из основных и ответственных деталей кривошипно-шатунного механизма двигателя. Из конструкторско-технологической характеристики детали следует, что коленчатый вал является сложной с конструктивной стороны деталью, отличающейся металлоемкостью и значительной стоимостью. К коленчатому валу предъявляют требования наиболее полной статической и динамической уравновешенности, высокой прочности, жесткости и отсутствия опасных изгибающих напряжений.

Наиболее часто встречающимися дефектами являются износ коренных и шатунных шеек. Остальные дефекты встречаются реже. Из анализа износного состояния валов, взятых из ремонтного фонда предприятия, выявлено, что требуют восстановления более 60% валов от общего количества валов, поступающих в ремонт. Внедрение технологии восстановления позволит еще более полно использовать остаточный ресурс деталей.

Наибольшее количество двигателей, установленных на грузовой автотранспорт предприятия, имеют марки КАМАЗ. Коленчатые валы двигателей выполнены аналогичной конструкцией, отличаются только количеством коренных и шатунных шеек. В связи с этим выбор способа, разработка технологии и на основании этого проектирование участка восстановления коленчатых валов является актуальным в плане снижения себестоимости ремонта двигателей.

2.2 Расчет годовой программы участка восстановления коленчатых валов

Годовой объем работ по восстановлению отдельных деталей определяют исходя из числа капитальных ремонтов машин и их составных частей, т.е. по формуле [1]:

$$A_{\text{в}} = K_{\text{к}} \cdot n \cdot H_{\text{в}}, \quad (2.1)$$

где $K_{\text{к}}$ – число капитальных ремонтов машин определенной марки или их составных частей, в которых установлена данная деталь;

n – количество восстанавливаемых деталей определенного наименования на одной машине;

$H_{\text{в}}$ – коэффициент восстановления деталей данного наименования;

Число капитальных ремонтов двигателей для нужд капитального и текущего ремонта определим по формуле [2]:

$$K_{\text{а}} = N \cdot P_1 \cdot P_2 (O_{\text{к}} + O_{\text{т}}), \quad (2.2)$$

где N - число машин данной марки;

P_1 - поправочный коэффициент к среднегодовому коэффициенту охвата капитальным ремонтом, учитывающий зональные условия эксплуатации;

P_2 - поправочный коэффициент, учитывающий средний возраст машин [3];

$O_{\text{к}}$ - коэффициент охвата капитальным ремонтом машин данной марки;

$O_{\text{т}}$ - коэффициент охвата текущим ремонтом [4].

Произведем расчеты по вышеуказанной методике для автомобилей и тракторов. Расчет количества капитальных ремонтов двигателей приведем в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Годовая программа ремонта двигателей

Марки машин	Кол-во машин, шт.	Коэффициент охвата капитальным ремонтом, O_k+Q_r	Поправочные коэффициенты		Количество ремонтов, K_a^{08}
			Π_1	Π_2	
МАЗ	80	0,3	0,9	0,7	15
КАМАЗ	220	0,3	0,9	0,7	42
УРАЛ	130	0,3	0,9	0,7	25
Трактора	32	0,27	0,93	0,7	6
Итого:					88

Для определения годовой программы участка восстановления деталей наплавкой в чел.-ч., определим трудоемкость восстановления одной детали, к которой приведем остальные. В качестве детали приведения выбираем коленчатый вал КАМАЗ, для которого разработана технология восстановления. По данным таблицы 2.1 в ремонтной мастерской будет ремонтироваться 88 двигателей. Пользуясь формулой (2.1) определим количество восстанавливаемых коленчатых валов. Коэффициент восстановления коленчатого составляет 0,58...0,7. Принимаем для условий мастерской $H_v=0,7$, тогда:

$$A_v=88 \cdot 1 \cdot 0,7=62 \text{ шт.}$$

С учетом того, что восстановление коленчатых валов является востребованным, окончательно годовую программу участка принимаем с коэффициентом дополнительной загрузки за счет сторонних организации в количестве 100 единиц.

Таким образом, на проектируемом участке будет восстанавливаться 100 коленчатых валов приведенных к КАМАЗ.

2.3 Выбор режима работы участка и расчет фондов времени

Проект участка по восстановлению коленчатых валов планируется в течение года при односменном режиме работы и двух выходных днях в неделю.

Годовой номинальный ($\Phi_{нр}$) и действительный ($\Phi_{до}$) фонды времени рабочих в часах рассчитываются по формулам:

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

$$\Phi_{др} = (d_K - d_{П} - d_{П} - d_O) \cdot t_{см} \cdot k - d_{ПП} \cdot k, \text{ ч} \quad (2.5)$$

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

d_B – число выходных дней, $d_B=105$ дней;

$d_{П}$ – число праздничных дней, $d_{П}=12$ дней;

$d_{ПП}$ – число предпраздничных дней, $d_{ПП}=4$ дня;

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

d_O – продолжительность отпуска в днях, $d_O = 30$ дней;

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

Для условий работы на 2007 г. фонд времени рабочего:

$$\Phi_{нр} = (365 - 105 - 12) \cdot 8 - 4 = 1980 \text{ ч}$$

$$\Phi_{др} = (365 - 105 - 12 - 30) \cdot 8 \cdot 0,96 - 4 \cdot 0,96 = 1670,5 \text{ ч}$$

Годовой фонд времени участка:

$$\Phi_{уч} = [(d_K - d_B - d_{П}) \cdot t_{см} - d_{ПП}] \cdot n, \text{ ч} \quad (2.6)$$

$$\Phi_{уч} = [(365 - 105 - 12) \cdot 8 - 4] \cdot 1 = 1980 \text{ ч}$$

Годовой фонд времени работы оборудования:

$$\Phi_{до} = [(d_K - d_B - d_{П}) \cdot t_{см} - d_{ПП}] \cdot n \cdot k_0, \text{ ч} \quad (2.7)$$

где k_0 – коэффициент, учитывающий простои оборудования при ТО и ремонте, $k_0 = 0,92 \dots 0,96$.

$$\Phi_{до} = [(365 - 105 - 12) \cdot 8 - 4] \cdot 1 \cdot 0,94 = 1861 \text{ ч}$$

2.5 Расчет и выбор технологического оборудования

Расчет и выбор потребного оборудования ведется по данным технологического процесса.

Годовой объем наплавочных работ:

$$T_{\text{нап}} = N_{\text{нап}} \cdot n_{\text{ед.нап}}; \quad (2.12)$$

где $N_{\text{нап}}$ – годовая программа восстановления коленчатых валов, $N_{\text{нап}}=100$ шт;
 $n_{\text{ед.нап}}$ – норма времени на наплавку одного коленчатого вала, принимаем
 $n_{\text{ед.нап}} = 1,13$ ч.

$$T_{\text{нап}} = 100 \cdot 1,13 = 113 \text{ ч}$$

Количество коленчатых валов, наплавляемых в день одной установкой У-653, определяется по формуле:

$$K_{\text{н}} = 8 / n_{\text{ед.нап}}; \quad (2.13)$$

$$K_{\text{н}} = 8 / 1,13 = 7 \text{ шт.}$$

Соответственно в год одной установкой:

$$\Gamma_{\text{н}} = 250 \cdot 7 = 1750 \text{ шт.}$$

Для программы в 100 валов, подлежащих восстановлению достаточно одной установки У-653.

Годовой объем шлифовальных работ.

$$T_{\text{гш}} = N_{\text{ш}} \cdot n_{\text{ед.ш}}; \quad (2.14)$$

где $T_{\text{гш}}$ – годовой объем шлифовальных работ, ч;

$N_{\text{ш}}$ – годовая программа, шт;

$n_{\text{ед.ш}}$ – норма времени на шлифование одного коленчатого вала,
 $n_{\text{ед.ш}} = 1,95$ ч.

$$T_{\text{гш}} = 100 \cdot 1,95 = 195 \text{ шт.}$$

Количество валов обрабатываемых одним шлифовальным станком в день:

$$K_{\text{ш}} = 8 / n_{\text{ед.ш}}; \quad (2.15)$$

$$K_{\text{ш}} = 8 / 1,95 = 4,1 \text{ шт.}$$

Следовательно в год:

$$T_{ГМ} = N_{М} \cdot n_{ед.М}; \quad (2.22)$$

где $n_{ед.М}$ – норма времени на мойку одного коленчатого вала, ч.

$$T_{М} = 100 \cdot 0,13 = 13 \text{ ч.}$$

Количество валов обрабатываемых в день:

$$K_{М} = 8 / 0,13 = 61 \text{ шт.}$$

Следовательно в год одной моечной машиной:

Достаточно одной моечной машины ОМ-3600.

Годовой объем балансировочных работ:

$$T_{ГБ} = N_{Б} \cdot n_{ед.Б}; \quad (2.23)$$

где $n_{ед.Б}$ – норма времени на балансировку одного коленчатого вала, ч.

$$T_{ГБ} = 100 \cdot 0,17 = 17 \text{ ч.}$$

Количество валов подлежащих балансировке в день:

$$K_{Б} = 8 / 0,17 = 47 \text{ шт.}$$

Соответственно в год одной балансировочной машиной:

$$Г_{Б} = 250 \cdot K_{Б}; \quad (2.24)$$

$$Г_{Б} = 250 \cdot 47 = 11797 \text{ шт.}$$

Достаточно одной балансировочной машины.

С учетом проведенных расчетов принятое оборудование заносим в ведомость (таблица 2.2).

Таблица 2.2 - Ведомость оборудования участка

Наименование, тип или модель оборудования	Количество, шт	Характеристика и габариты, мм	Номинальная мощность, кВт		Занимаемая площадь, м ²
			на единицу	всего	
1	2	3	4	5	6
Стол контролера ОРГ-1468-01-090А	1	2400x800x800	-	-	1,92

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6
Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060	1	1200x800x805	-	-	0,96
Наплавочный станок У-653М	1	2720x1300x3010	6,4	6,4	3,54
Выпрямитель ВДУ-506	1	800x610x1040	40	40	0,49
Шкаф управления	1	650x450x1650	-	-	0,30
Специализированный круглошлифовальный станок 3А423	1	4600x2100x1580	10,22	10,22	9,66
Наплавочная установка 011-1-02Н	1	2970x1210x1320	6,72	6,72	3,60
Компрессор ГСВ-0,6/8	1	1900x462x1280	4,5	4,5	0,88
Пресс гидравлический Ор-12600	1	1250x830x2200	3,0	3,0	1,04
Вертикально- сверлильный станок 2А135	1	1240x810x2500	4,0	4,0	1,00
Балансировочная машина КИ-4274	1	2580x730x1200	2,0	2,0	1,88
Шкаф для инструмента ОРГ-5126	1	1600x430x1900	-	-	0,69
Стеллаж для коленчатых валов ОРГ-1468-05-280	2	1400x500x2365	-	-	0,70
Ящик для песка ОРГ-1468-03-320	1	500x400x1000	-	-	0,20
Кран-балка подвесная	1	Q = 0,5 т	1,8	1,8	-
Итого:				78,64	26,86

2.6 Обоснование производственной площади и компоновка участка восстановления

Производственная площадь участка по восстановлению коленчатых валов находится по формуле:

$$F = F_0 \cdot k; \quad (2.25)$$

где F_0 – площадь, занимаемая оборудованием, м^2 ;

k – переходный коэффициент, учитывающий рабочие зоны, проезды и проходы, для проектируемого участка $k = 3,5 \dots 4,5$.

$$F = 26,86 \cdot (3,5 \dots 4,5) = 94 \dots 121 \text{ м}^2.$$

Перед разработкой компоновочного плана участка восстановления деталей, намечаем предварительную схему производственного потока. Ширину здания принимаем стандартной равной 12 м. Отношение длины здания к его ширине должно быть не более 3. Расстояние между опорами – 3 или 6 м.

Оборудование в цехе располагаем по схеме технологического процесса с учетом необходимых проездов и проходов. Станки располагаем согласно требуемым нормам расстояний между оборудованием и элементами здания: от стены до тыльной стороны станка и до боковой стороны расстояние составляет не менее 600 мм. Расстояние между станками при их поперечном расположении составляет не менее 1600 мм. Рабочая зона должна быть не менее 1000 м и оборудована деревянными подножными решетками. Наплавочный участок необходимо отгородить капитальными огнестойкими стенами. Установленная на участке кран-укосина с электроталью должна обеспечивать перемещение деталей от стеллажа для деталей к столу дефектации, установкам наплавки и шлифовальному станку.

Окончательное проектное решение данного участка представлено на листе А1 в графической части проекта. Площадь участка составила 108 м^2 .

3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ КАМАЗ

3.1 Разработка карты технологического процесса дефектации и выбор контрольно-измерительных средств

Задача проектирования технологического процесса заключается в определении рациональной последовательности выполнения отдельных операций, выборе оборудования, оснастки, режимов и условий их использования.

Деталь или агрегат (узел), восстановленный в соответствии с разработанной технологией, должен отвечать техническим требованиям, при этом процесс должен будет выполняться при наименьших материальных и трудовых затратах.

Для определения технического состояния деталей (сборочных единиц) их подвергают дефектации, то есть устанавливают три категории деталей: годные, утильные и требующие восстановления. На участках дефектации осуществляется сортировка деталей, которые, как правило, помечаются краской:

Исходные данные для разработки технологического процесса дефектации – технические требования на капитальный ремонт соответствующей машины, в которых на каждую деталь (узел) приводится эскиз, перечень всех дефектов, средства контроля и рекомендации по ремонту.

При проектировании технологического процесса составляется карта эскизов и карта технологического процесса дефектации. Необходимое число изображений (видов, разрезов, сечений и выносных элементов) на эскизе устанавливают из условия обеспечения наглядности и ясности расположения контролируемых поверхностей детали, что позволит качественно провести технологический процесс дефектации.

Контролируемые поверхности следует обводить сплошной линией в 2...3 раза толще основной, остальные участки детали делают тонкими контурными линиями.

На эскизе детали все дефектные поверхности нумеруют по часовой стрелке арабскими цифрами, которые указывают в окружности диаметром 6... 8 мм и соединяют с размерными линиями .

На карте технологического процесса дефектации приводят: наименование и обозначение изделия, номер, наименование и содержание операции по выявлению каждого дефекта, приведенного на карте эскизов;

наименование приспособления, измерительного инструмента или способа установления дефекта. Приведем перечень дефектов рассматриваемой детали:

Износ стержня клапана;

Износ торцевой поверхности;

Износ пояса по высоте;

Износ фаски тарелки клапана;

Износ или выгорание на рабочей фаске;

Изгиб стержня.

В качестве оборудования для дефектации принимаем стол для дефектации ОРГ-14-68-01-090 А ГОСНИТИ.

Для контроля размеров при дефектации выбирают средства измерения. При выборе средств измерения руководствуются следующими положениями:

точность измерительного средства должна быть достаточно высокой по сравнению с заданной точностью трудоемкость измерений и их стоимость должны быть по возможности наиболее низкими.

Выбор средств измерения производится следующим образом:

1. По известному номинальному размеру и величине допуска контролируемого размера детали по ГОСТ 8.051-81 определяют допускаемую предельную погрешность измерения;

2. По литературе выбирают измерительные средства для измерения размера.

При выборе средства измерения должно соблюдаться следующее условие: предельная погрешность средств измерения должна быть меньше допустимой погрешности измерения, то есть

$$\Delta_{lim} \leq \delta, \quad (3.1)$$

где δ – допускаемая погрешность измерения;

Δ_{lim} – предельная погрешность измерительного средства.

$$0,015 > 0,01$$

Следовательно, выбранный прибор подходит для измерения.

Износ коренных и шатунных шеек: МК-100 по ГОСТ 6507-78

Метрологические характеристики МК-100:

Цена деления – 0,01 мм;

Пределы измерения прибора – 75... 100 мм;

Наработка до первого отказа циклы, не менее 25000 с вероятностью 0,85.

3.2 Выбор рационального способа восстановления дефектов коленчатого вала

Коленчатый вал является важной деталью двигателя автомобиля, во многом определяющий его ресурс. В отечественном автомобиле строении стоимость коленчатого вала составляет около 20...30% стоимости двигателя в целом, а в зарубежных автомобилях доходит до 40%.

Коленчатый вал наиболее нагруженная деталь двигателя, испытывающая нагрузки изгиба и кручения, а поверхность коренных и шатунных шеек испытывает износ при трении скольжения.

Рациональный способ восстановления коленчатого вала выбираем на основании следующих критериев: технологического (применимости), технического (долговечности) и технико-экономического (обобщающего).

Разработка принципов организации восстановления деталей различных марок машин является весьма актуальной. Первым этапом в этом направлении должно быть определение важнейшей для восстановления номенклатуры деталей и расчет их оптимальных объемов. Для экономических расчетов весьма важно правильно выбрать оценки эффективности восстановления .

В соответствии с системным методом исследования для сравнительного

анализа эффективности восстановления деталей предлагается ввести коэффициент экономической эффективности восстановления деталей.

Коэффициент экономической эффективности восстановления деталей может изменяться от нуля до единицы, малые величины коэффициента показывают небольшую величину получаемой условной экономии при восстановлении деталей и наоборот. В практике ряда научных учреждений и ремонтных предприятий получил широкое распространение другой показатель - коэффициент экономической целесообразности восстановления деталей.

Для разработки технологического процесса восстановления детали определяют дефекты и выбирают наиболее рациональный способ их устранения. Практике и науке о ремонте известно большое количество различных способов устранения дефектов деталей. Каждый из способов имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Выбор того или иного способа устранения дефекта определенного вида представляет значительные трудности. В то же время от правильно выбранного способа устранения дефекта зависит эффективность не только восстановления деталей, но и авторемонтного производства в целом. Впервые критерии для выбора способа восстановления деталей были четко сформулированы В. А. Шадричевым. Его методикой пользуются на практике. Сущность методики заключается в том, что выбирается тот способ устранения дефекта детали, который наилучшим образом отвечает следующим критериям: критерию применимости или технологическому критерию — безразмерному; критерию долговечности, определяемого работоспособностью восстановленных деталей, оцениваемого с помощью коэффициента долговечности, под которым понимается отношение срока службы восстановленной детали к сроку службы новой; технико-экономическому критерию, определяемому по удельным затратам на километр пробега на восстановление и изготовление соответствующей детали.

Для каждого выбранного способа дают комплексную качественную оценку по значению коэффициента долговечности (K/D), которое определяют по формуле. По физическому смыслу коэффициент долговечности

пропорционален сроку службы деталей в эксплуатацию и, следовательно, рациональным по этому критерию будет способ, у которого $KД \rightarrow \max$.

Выбрав один или несколько способов устранения дефекта, которые обеспечивают необходимую твердость, износостойкость, выносливость и другие показатели, окончательное решение о целесообразности выбранного способа восстановления детали принимают по технико-экономическому критерию.

Технико-экономический критерий связывает стоимость восстановления детали с ее долговечностью после устранения дефектов. Условие технико-экономической характеристики эффективности способа восстановления детали предложено профессором Казарцевым В. И.:

Эффективным будет считаться способ, у которого $КТ \rightarrow \min$. Если $КТ$ будет больше стоимости 1 м новой детали, необходимо решить вопрос о целесообразности восстановления детали [1].

Примем для дефекта 1 в качестве возможных способов восстановления детали никелирование электролитическое и осталивание и рассчитаем для каждого из способов технический и технико-экономический критерии. Значения коэффициентов при расчете определяем из литературы [2], значение коэффициента $KП$ примем равным 0,8.

Технический критерий.

$$K_d = K_n * K_v * K_c * K_p, \quad (3.2)$$

где K_d - коэффициент долговечности;

K_v - коэффициент износостойкости, $K_{v1} = 0,91$, $K_{v2} = 0,95$, $K_{v3} = 0,91$ [3];

K_n - коэффициент выносливости, $K_{n1} = 0,87$, $K_{n2} = 0,9$, $K_{n3} = 0,82$, [4];

K_c - коэффициент сцепления, $K_{c1} = 1$, $K_{c2} = 1$, $K_{c3} = 0,65$, [5];

K_p - поправочный коэффициент, $K_p = 0,9$ [6].

$$K_{d1} = 0,91 * 0,87 * 1 * 0,9 = 0,713.$$

$$K_{d2} = 0,95 * 0,9 * 1 * 0,9 = 0,769.$$

$$K_{d3} = 0,91 * 0,82 * 1 * 0,9 = 0,672.$$

Технико-экономический критерии.

$$K_T = C_B/K_d \rightarrow \min$$

$$K_{T1} = 974/0,713 = 1366,06;$$

$$K_{T2} = 544/0,769 = 707,41;$$

$$K_{T3} = 604/0,672 = 898,81;$$

Более рациональным способом восстановления из представленных является 2 способ, механическая обработка под ремонтный размер. Так как этот способ превосходит по техническому критерию и имеет малый технико-экономический критерий.

3.3 Разработка ремонтного чертежа коленчатого вала КАМАЗ

Ремонтный чертеж выполняется перед разработкой технического процесса восстановления детали. Задачей ремонтного чертежа является передача информации по дефектам, возникающим в процессе эксплуатации. На ремонтном чертеже указывается общий вид детали в тонких линиях согласно выбранному масштабу (с учетом полноты заполнения листа).

Кроме того на ремонтном чертеже указывается маршрут движения детали при ее восстановлении [1].

На ремонтном чертеже указываются номинальные размеры сопрягаемых поверхностей с указанием необходимых отклонений. Также на поле ремонтного чертежа указываются таблицы дефектов, где отражается информация:

1. Наименование дефекта.
2. Повторяемость дефектов в виде коэффициентов повторяемости от общего количества деталей и деталей, подлежащих ремонту.
3. Основной способ устранения того или иного дефекта.
4. Допустимый способ устранения дефекта.

В таблице на ремонтном чертеже приведены наименования дефектов, коэффициенты их повторяемости, способы восстановления дефектов.

3.4 Разработка маршрутных и операционных карт восстановления коленчатого вала КАМАЗ

Маршрутная карта восстановления составляется на все возможные дефекты согласно ЕСТД. Исходными данными для разработки маршрутной карты служат карта эскизов или ремонтный чертеж, схема выбранного рационального способа устранения дефектов, сведения для выбора оборудования и оснастки, разряд работы и нормы времени.

Приступая к разработке маршрутной карты намечают последовательность выполнения операций технологического процесса устранения.

Выбрав рациональный способ восстановления - шлифование до ремонтного размера определяем порядок выполнения шлифовки использованием оборудования – токарно-винторезный станок -1 К 62 Б.

Контрольная операция записывается в конце технологического процесса.

В маршрутной карте указывают также наименование, номер по каталогу, материал (СТ 42 ХМФА ТУ 14-1-5083-91), размер и массу детали (69,5 кг).

Карта шлифования содержит следующие данные: наименование детали и номер детали по каталогу, перечень оборудования по шлифовке, приспособления и инструменты (см. МК).

Технологический процесс восстановления не включает операции по устранению трещин, так как такие детали бракуются при дефектовке.

При восстановлении коленчатого вала восстановительные операции идут первыми, а окончательными идут обработка шлифованием.

Оценка необходимости количества времени и требуемой квалификации рабочего для выполнения заданной работы нужно для правильной оплаты труда рабочего. Данные технического нормирования служат основой для определения трудоемкости процесса, среднего разряда и соответственно восстановления.

Первая операция технологического процесса моечная. Промываем деталь моечным раствором МС – 18, концентрации 15 г/л в моечной ванне ОМ-14251Г при помощи щетки и ветоши. При этом температура моечного раствора $80 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Нужно следить за тем, чтобы на детали не было остатков масла и грязи.

Следующая операция дефектовочная. Производится визуальный осмотр. С помощью Гладкий микрометр МК-100 замеряем диаметры D коренных и шатунных шеек. С помощью установок ДУК – 66П или ПМД – 70 производится проверка на наличие дефектов в виде трещин, в том числе – скрытых. Все измерения проводятся на дефектовочном столе.

Операция шлифовальная. Производится шлифование шеек коленчатого вала для выведения следов задиров, неравномерного износа, а также для исправления нарушенной геометрии шеек(конусность, овальность, корсетность и т.д). Шлифование производится на кругло шлифовальном станке 3А423, обработка ведется кругами ПП900х36,8х305.

Операция контрольная. Производится проверка размеров и шероховатости шатунных и коренных шеек, радиусов галтелей, проверяется биение коленчатого вала, а при шлифовании на 3 и 4-ый ремонтные размеры проверяют твердость поверхности шеек.

Таблица 3.1 – Последовательность операций по восстановлению.

Операции	Оборудование	Приспособления инструмент
005 Моечная	Моечная машина ОМ-14251Г.	
010 Шлифование	Токарно-винторезный станок -1 К 62 Б	ПТ-1468-11-710
015 Контрольная	Контрольный стол	Гладкий микрометр МК-100

3.5 Расчет и выбор параметров и режимов шлифования

3.5.1 Технология и режимы шлифования

Шейки шлифуют после выполнения всех других операций по восстановлению коленчатого вала. Такая последовательность позволяет предохранить шлифованные поверхности от повреждения и избежать нарушения положения осей шеек.

Для шлифовки коренных шеек коленчатых валов применяют специальные шлифовальные станки. При шлифовке шеек необходимо соблюдать радиус кривошипа и строго выдерживать радиус галтелей в установленных пределах. Уменьшение радиуса галтелей значительно снижает усталостную прочность и часто при нарушении соосности приводит к поломке вала.

В качестве смазочно-охлаждающих жидкостей при шлифовании могут быть применены следующие растворы:

-1,2% эмульсола или специальной пасты и 0,5-0,8% кальцинированной соды (или тринатрийфосфат);

-2% эмульсола или специальной пасты и 0,25% нитрат натрия;

2-3% кальцинированной соды и незначительное количество мыла.

Шейки коленчатого вала шлифуют при следующих режимах (таблица 3.2).

Таблица 3.2 - Режимы шлифования коленчатого вала

Вид обработки	Черновое шлифование	Чистовое шлифование
Окружная скорость шлифовального круга, м/с	25-30	25-30
Окружная скорость обрабатываемого изделия, м/мин	12-15	15-25
Поперечная подача (глубина резания), мм/об	0,025-0,03	0,005-0,010
Поперечная подача при врезном шлифовании, мм/об	0,02-0,07	-
Продольная подача в долях ширины круга на один оборот изделия	0,3-0,7	0,2-0,3

3.5.2 Разработка операционной технологии шлифования шеек коленчатого вала

1. Определяем припуск на окончательное шлифование после электроконтактной приварки порошково-полимерной ленты

Размеры шеек после приварки:

- коренных шеек $\varnothing 94,95 \dots 94,90$ мм;
- шатунных шеек $\varnothing 79,95 \dots 79,90$ мм.

Припуск на шлифование равен:

$$Z = (94,95 \dots 94,90) - 94,95 / 2 = 0,22 \dots 0,20 \text{ мм.} \quad (3.3)$$

2. Определяем глубину резания t (поперечную подачу) или толщину слоя металла снимаемого за один проход шлифовального круга. Принимаем $t=0,010$ мм/об.

3. Определяем продольную подачу $S_{пр}$ в долях ширины шлифовального круга B_k :

$$S_{пр} = (0,2 \dots 0,4) B_k = (0,2 \dots 0,4) 32 = 6,4 \dots 12,8 \text{ мм/об.} \quad (3.4)$$

Принимаем $S_{пр} = 10$ мм/об.

4. Определяем число проходов, необходимых для снятия припуска

$$i = z/t = 0,22/0,010 = 22 \text{ прохода}$$

5. Окружную скорость шлифовального круга принимаем по выбранному кругу равную $V = 35$ м/с. Принимаем марку шлифовального круга 14А40ПС26К5 2кл., ПШ900х36,8х305 /9/.

6. Окружная скорость шлифуемой поверхности шеек рекомендуется – коренных – 18...25 м/мин., шатунных – 7...12 м/мин. Принимаем $V_{кор} = 20$ м/мин., $V_{шат} = 10$ м/мин.

Определяем частоту вращения коленчатого вала по формуле:

$$n_{кв} = 1000 V_{кв} / \pi D, \text{ (мин}^{-1}\text{)} \quad (3.5)$$

$$\text{для коренных шеек } n_{кв} = 1000 \cdot 20 / 3,14 \cdot 95 = 67 \text{ мин}^{-1};$$

$$\text{для шатунных шеек } n_{шат} = 1000 \cdot 10 / 3,14 \cdot 80 = 40 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем по паспорту станка 3А423 ближайшие значения:

$$\text{для коренных шеек } n_{кор} = 65 \text{ мин}^{-1};$$

$$\text{для шатунных шеек } n_{шат} = 40 \text{ мин}^{-1}.$$

8. Определяем норму штучного времени для шлифования шеек коленчатого вала:

$$T_{шт} = T_o + T_{вс} + T_{об} + T_{от}, \text{ (мин)}, \quad (3.6)$$

где $T_{шт}$ – основное время на шлифование, мин.;

$T_{вс}$ – вспомогательное время, мин.;

$T_{об}$ – время на обслуживание рабочего места, мин.;

$T_{от}$ – время на отдых и личные потребности, мин.

Основное время шлифования определяем по формуле:

$$T_o = (L \cdot i \cdot K) / n \cdot S_{пр}, \text{ (мин)}, \quad (3.7)$$

где L – длина шлифуемой поверхности, мм;

i – число проходов;

K – коэффициент зачистных проходов ($K = 1, 2 \dots 1, 3$);

n – частота вращения детали, мин^{-1} ;

$S_{пр}$ – продольная подача, мм/об.

Для шлифования коренных шеек:

$$T_o = (70 \cdot 22 \cdot 1,2) / (65 \cdot 10) = 2,84 \text{ мин.}$$

Для шлифования шатунных шеек:

$$T_o = (70 \cdot 22 \cdot 1,2) / (42 \cdot 10) = 4,4 \text{ мин.}$$

В соответствии с рекомендациями, принимаем $T_{вс} = 3,6$ мин.

Сумма $T_{об}$ и $T_{от}$ называется дополнительным временем. Дополнительное время определяется по формуле:

$$T_{доп} = 0,09 T_{оп}, \text{ (мин)} \quad (3.8)$$

где $T_{оп} = T_o + T_{вс} = 2,84 + 3,6 = 6,44$ мин.,

тогда: $T_{доп} = 0,58$ мин. – коренных шеек;

$T_{доп} = 0,72$ мин. – шатунных шеек.

Штучное время для коренных шеек $T_{шт} = 2,84 + 3,6 + 2 \cdot 0,58 = 7,6$ мин.

Штучное время для шатунных шеек $T_{шт} = 4,4 + 3,6 + 2 \cdot 0,72 = 9,44$ мин.

Подготовительно – заключительное время принимаем $T_{п.з.} = 16$ мин.

3.6 Разработка операционной технологии накатки галтелей шатунных шеек коленчатого вала

Режим сглаживающе- упрочняющей обработки

- Марка токарного станка - 163
- Скорость обработки - 100 м/мин.

- Продольная подача - 0,18 мм/ об.
- Число проходов - 1
- Усилие деформирования - 200.. 300 кгс
- Толщина снимаемого слоя - 0,005 мм (на диаметр)

Определяем норму штучного времени для накатки шатунных шеек коленчатого вала

$$T_{шт} = T_o + T_{вс} + T_{доп} \text{ (мин.)} \quad (3.9)$$

где T_o - основное время на накатку, мин.;

$T_{вс}$ - вспомогательное время, мин.;

$T_{доп}$ - дополнительное время состоит из $T_{об}$ и $T_{ст}$, мин.

Основное время накатки определяем по формуле:

$$T_o = \frac{\pi \cdot d \cdot L \cdot i}{1000 \cdot V \cdot S} \text{ , (мин.)} \quad (3.10)$$

где d - диаметр обрабатываемой детали, мм;

L - длина обрабатываемой поверхности детали, мм;

i - число проходов;

V - скорость обработки м/мин.;

S - продольная подача, мм/ об.

$$T_o = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 70 \cdot 1}{1000 \cdot 100 \cdot 0,18} = 0,98 \text{ мин.}$$

Для всех галтелей $T_o = 7,84$ мин.

$$T_{всп} = 1,9 \text{ мин.}$$

$$T_{доп} = 0,09 \cdot T_{оп} \text{ (мин)} \quad (3.11)$$

где $T_{оп} = T_o + T_{вс} = 7,84 + 1,9 \text{ мин.}^{-1}$,

Тогда: $T_{доп} = 0,88$ мин.

$$T_{шт} = 7,84 + 1,9 + 0,88 = 10,62 \text{ мин.}$$

4 РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ПРИВАРКИ

4.1 Обоснование необходимости модернизации сварочной головки базовой установки электроконтактной приварки

В целях уменьшения вспомогательного времени на выполнение операций по восстановлению деталей машин, была модернизирована сварочная головка базовой установки электроконтактной приварки 011-01-02.

Как известно, для восстановления коленчатых валов сварочные ролики – электроды необходимо перемещать с одной восстановленной шейки коленчатого вала на следующую восстанавливаемую шейку. Отсюда следует, что для восстановления коленчатого вала на установке электроконтактной приварки требуется больше времени и трудоемкости на перемещение сварочных роликов с одной восстанавливаемой поверхности на другую, что напрямую влияет на производительность труда. Поэтому в ремонтное производство необходимо внедрять новые устройства и приспособления, способствующие повышению вспомогательного времени и производительности труда.

Нами предлагается модернизация сварочной головки. Данное устройство предназначено для подвода роликовой головки к восстанавливаемой детали до процесса электроконтактной приварки. Таким образом расширяются технологические возможности установки, и резко уменьшается время для перемещения сварочной головки на следующую поверхность восстановления. Приспособление также улучшает условия труда рабочего и может быть изготовлено в условиях нашего предприятия.

Модернизированная сварочная головка, имеет ряд преимуществ:

- Уменьшение времени для перемещения сварочной головки на следующую поверхность восстановления;
- Универсальность технологии, т.е. могут устанавливаться детали различных форм для приварки;

					ВКР 35.03.06.239.17.УЭП.00.00.00.ПЗ			
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Установка электроконтактной приварки			
Разраб.	Фахриев М.М.							
Проверил	Вагизов Т.Н							
Н. контр.	Марданов Р.Х							
Утв.	Адигамов Н.Р							
						Литера	Лист	Листов
						У		
						Казанский ГАУ ИМ и ТС каф. ТС		

➤ Большая производительность – требуется незначительное время на их переналадку.

Целью разработки конструкции является повышение производительности работ при восстановлении коленчатых валов за счет уменьшения вспомогательного времени и повышения производительности труда.

4.2 Устройство и принцип работы

Общее устройство.

Сварочный узел установки - головка модернизированная установки электроконтактной приварки 011-1-10 состоит из следующих основных систем, узлов и деталей: роликовой головки 1; стойки 2; корректора роликового 5; водила 4; тележки роликовой 6; плиты подвижной 16; плиты неподвижной 17; системы пневмообеспечения, энергоснабжения и охлаждения.

Головка модернизированная устанавливается на суппорт серийной установки 011-1-10 и крепится винтами 20.

Роликовая головка предназначена для прижатия присадочного материала и подвода сварочного тока через сварочный контур к восстанавливаемой поверхности, а также передачи усилия прижатия от пневмоцилиндров к роликам-электродам. Состоит из двух роликов -электрода, двух кронштейнов, пластин, оси, втулки.

Трубка вворачивается в ось и выводится на поверхность ролика-электрода. По трубке поступает охлаждающая вода.

В качестве материалов для роликов-электродов используют специальные медные сплавы. Наилучшим материалом является бронза Бр.НБТ, а наиболее универсальный - бронза Бр.ХКд -0,5...0,3. Можно использовать также бронзы Бр.Х и Вр.ХЦр -0,6...0,05.

Стойка 2, соединенная с кронштейнами 7 и шарнирно с пневмоцилиндрами 35 и замыкающаяся двумя роликовые головками 1 на детали, образует рычажную систему и осуществляет передачу усилия на сварочные ролики.

Кронштейны 7 могут одновременно перемещаться и регулировать расхождение роликовых головок параллельно друг другу в диапазоне от 0 до 70 мм при помощи передачи винт-гайки при вращении диска и при использовании рычажной системы охватывать детали диаметром до 100 мм.

Конструкция кронштейнов и оси позволяют фиксировать сварочные ролики с интервалом 90°.

Пневмоцилиндр 34 предназначен для подвода роликовой головки к наплавляемой детали в процессе наплавки. После окончания наплавки пневмоцилиндр отводит роликовую головку от детали.

Пневмоцилиндр крепится неподвижно к неподвижной плите 17 На шток цилиндра насаживается водило 4, которое через поводок крепится к подвижной плите 16.

Управление пневмоцилиндром производится трёхходовым краном, который устанавливается дополнительно на пневмопанели установки 011-1-10.

На подвижную плиту устанавливается кронштейн 10 с роликовыми головками 1 и крепится стойка 2.

Тележка роликовая 6 предназначена для перемещения подвижной плиты 16 по неподвижной 17. Тележка состоит из корпуса, который крепится винтами к подвижной плите. В корпус устанавливаются две оси с роликами. Ролики обеспечивают легкое перемещение подвижной плиты, с установленными на ней сборочными единицами.

Для исключения опрокидывания подвижной плиты с установленными на ней узлами и задания ей направленного движения на неподвижную плиту 7 крепится корректор роликовый 5.

Корпус корректора винтами крепится к неподвижной плите. В корпусе устанавливается ось с роликом. Для регулирования зазора между подвижной и неподвижной плитами и легкости хода подвижной плиты служат регулировочные пластины, которые устанавливаются между корпусом и неподвижной плитой.

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.239.17.УЭП.00.00.00.ПЗ

Лист

При работе головки универсальной используется система пневмообеспечения установки 011-1-10.

Дополнительно в пневмосистему установки подключают кран трёхходовой для управления цилиндром перемещения подвижной плиты, редуктор низкого давления, пневмоцилиндр 2011-100-300, пневмодроссель с обратным клапаном, которые образуют функциональную линию подвижной плиты головки 1. Для функционирования роликовой головки (обжатие и отжатие роликов) дополнительно к стойке устанавливается второй пневмоцилиндр 2011-10х75. Два пневмоцилиндра линии роликовой головки соединяются с обратным клапаном.

Давление воздуха в функциональной линии подвижной плиты регулируется редуктором низкого давления, подключенным к общей системе пневмообеспечения после маслораспылителя.

Пневмоцилиндры роликовой головки 1 подключаются к общей системе пневмообеспечения и их работа функционируется пневмоклапаном редукционным и пневмораспределителем. Управление пневмоцилиндрами роликовой головки выведено на пульте управления установки.

Пульт управления установлен на тележке и служит для размещения органов управления установки.

На лицевую панель пульта выведены:

- кнопка УСТАНОВКИ откл. - для аварийного отключения установки;
- кнопка БЫСТРО - для ускоренного перемещения тележки;
- кнопка ВЛЕВО - для левого перемещения тележки;
- кнопка ВПРАВО - для правого перемещения тележки;
- кнопка СТОП - для остановки тележки;
- переключатель ММ/МИН - для регулирования скорости перемещения тележки;
- кнопка КЛЕЩИ - для включения прижима клещей;
- кнопка СТОП - для отключения прерывателя и прижима клещей;
- кнопка ПРЕРЫВАТЕЛЬ - для включения сварки;

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.239.17.УЭП.00.00.00.ПЗ

Лист

- переключатель ОБ/МИН - для регулирования частоты вращения шпинделя;
- кнопка СТОП - для отключения вращения;
- кнопка НАЗАД - для включения вращения шпинделя назад;
- кнопка ВПЕРЕД - для включения вращения шпинделя вперед;
- лампа СЕТЬ - для сигнализации подачи напряжения.

Работа пневмосистемы установки с модернизированной роликовой головкой производится следующим образом;

- переключателем трёхходового крана, установленного на пнев-мопанели установки отводится в "заднее" нерабочее положение подвижная плита с роликовой головкой;

- на. центросместители» установленные в патроне и в заднем вращающемся центре, установки устанавливается коленчатый вал и закрепляется винтами;

- проверяется биение наплавляемой поверхности вала;

- переключение трехходового крана роликовая головка подводится "вперед" в рабочее положение;

- в наладочном режиме устанавливается режим приварки (давление воздуха в пневмосистеме, и, соответственно на роликовые головки - "усилие прижима клещей", частота вращения шпинделя, скорость перемещения тележки);

- устанавливаются электрические параметры приварки на прерывателе ПЕЛ-200;

- установив на восстанавливаемой поверхности детали привариваемый материал включают кнопку КЛЕЩЕЙ;

- роликовые головки при заданном усилии прижима обжимают наплавляемую деталь;

- включают кнопку ВЛЕВО или ВПРАВО (для заданного направления перемещения тележки);

- включают кнопку ВПЕРЕД или НАЗАД (для заданного направления вращения шпинделя);

- включают кнопку ПЕРЕРЫВАТЕЛЬ для включения сварки. При включении кнопки ПЕРЕРЫВАТЕЛЬ блокируются все выше названные кнопки и начинается автоматический режим сварки.

- по окончании процесса сварки включается кнопка СТОП - для отключения прерывателя и прижима клещей, далее включается кнопка СТОП - для отключения вращения;

- переключением трёхходового крана на пневмопанели роликовая головка отводится в заднее положение.

При включении цепи электрического тока (включение кнопки ПЕРЕРЫВАТЕЛЬ) напряжение на сварочный ролик головки передаётся через электрод от токоподводящей оси в резьбовое отверстие которого, ввертывается токоподводящая шина, соединенная со вторичной обмотки трансформатора.

Внутри осей сварочная роликов, а также электрода, токоподводящей оси имеются каналы для циркуляции охлаждающей воды. Приварка ленты на поверхность детали производится методом электроконтактной приварки.

Приварка осуществляется импульсами тока определенной длительности и силы. Регулирование времени прохождения электрического тока, и паузы, изменение величины сварочного тока производится с помощью прерывателя типа ПСЛ-200.

При продольной подаче сварочной головки и вращении шпинделя сварочные ролики клещей под давлением обкатывают поверхность шейки вала и производят электроконтактную приварку порошково-полимерной ленты.

При расположении роликов в одной плоскости кольцевой шов нужно формировать за 1/2 оборота шпинделя. При включенной продольной подаче сварочной головки каждый электрод производит свой шов по винтовой линии за каждый оборот шпинделя.

Система охлаждения предназначена для охлаждения тоководящих частей сварочного контура, зоны сварки, сварочного трансформатора и прерывателя ПСЛ-200.

Охлаждающая вода собирается в поддоне, установленном на тележке, и сливается через ниппель в канализационную сеть.

4.3 Конструктивный расчет сварочной головки установки электроконтактной приварки

4.3.1 Расчет на прочность

Проверочный расчет плит на изгиб. Материал плит СтЗ имеет допускаемое напряжение изгиба $[\sigma_u] = 140 \text{ МПа}$ [] при переменной нагрузке, действующей от нуля до максимума и от максимума до нуля. Сравним его с максимальным напряжением возникающим в сечении плит. Должно выполняться условие $[\sigma_u] < \sigma_{\max}$.

Найдем максимальное напряжение, для этого найдем наиболее опасное сечение.

Построим эпюру моментов.

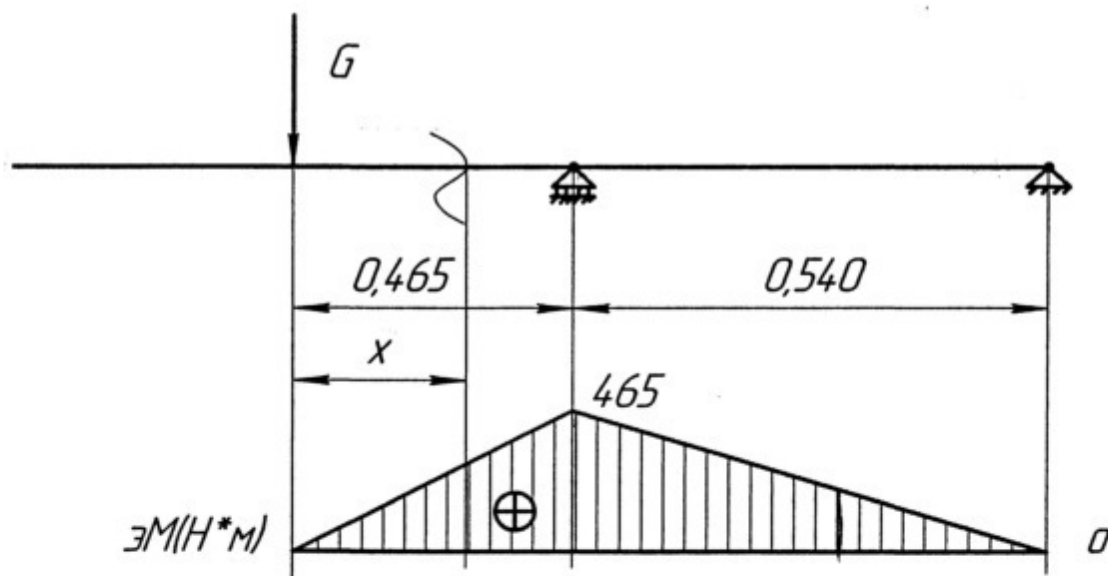


Рисунок 4.1 - Эпюра моментов.

$$M(A) = G \cdot x, \quad (4.1)$$

$$M_{\max} = G \cdot x_{\max} = 1000 \cdot 0,465 = 465 \text{ Н/м};$$

где G – эквивалентная поперечная сила, Н;

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.239.17.УЭП.00.00.00.ПЗ

Лист

x – плечо, м.

Находим максимальное сечение и сравниваем его с допустимым.

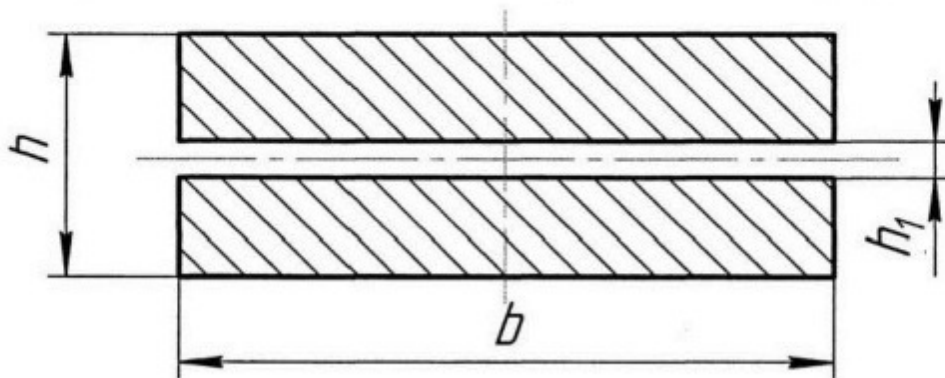


Рисунок 4.2 - Максимальное сечение.

$$I_x = \frac{b \cdot (h^3 - h_1^3)}{12} = \frac{0.514 \cdot (0.027^3 - 0.004^3)}{12} = 0.84 \cdot 10^{-6}; \quad (4.2)$$

где I_x – осевой момент инерции, м^4 ;

b – ширина плит, м;

h, h_1 – высота соответственно поперечного сечения и зазора между плитами.

$$W_x = \frac{I_x}{Y_{\max}} = \frac{0.84 \cdot 10^{-6}}{0.0135} = 62.2 \cdot 10^{-6}; \quad (4.3)$$

где W_x – осевой момент сопротивления сечения, м^3 ;

$Y_{\max}$ – максимальное расстояние от оси, м.

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x} = \frac{465}{62.2 \cdot 10^{-6}} = 7.5 \text{ МПа}, \quad (4.4)$$

где $\sigma_{\max}$ – максимальное напряжение, МПа;

$M_{\max}$ – максимальный изгибающий момент, Н·м.

$7.5 < 140$, - $\sigma_{\max} < [\sigma_u]$ выполняется.

4.3.2 Расчет пневмоцилиндра

Требуемый диаметр пневмоцилиндра двустороннего действия определяется из следующего выражения: []

$$F_{ц} = \pi/4 \cdot (D_{ц}^2 - d_{ц}^2) \cdot P_{ц} \cdot \eta_{ц}, \quad (4.5)$$

где $F_{ц}$ - осевое усилие на штоке;

$d_{ц}$ - диаметр штока цилиндра;

$P_{ц}$ - давление в рабочей полости цилиндра;

$\eta_{ц}$ - КПД цилиндра, учитывающий трение, $\eta_{ц} = 0.8...0.9$. Давление в рабочей полости цилиндра берется несколько меньше давления в питающей привод сети, для пневмоцилиндра $P_{ц} = 0.4...0.5$ МПа при давлении в сети 0.63 МПа.

$$F_{ц} = N \cdot k; \quad (4.6)$$

где N - нормальная нагрузка, $N = 1000$ Н;

k - коэффициент трения, при скольжении сталь - бронза без смазки $k = 0.1$.

$$F_{ц} = 1000 \cdot 0.1 = 100 \text{ Н}$$

$$D_{ц} - d_{ц} = \sqrt{\frac{F_{ц} \cdot 4}{\pi \cdot P_{ц} \cdot \eta_{ц}}} = \sqrt{\frac{100 \cdot 4}{3.14 \cdot 0.45 \cdot 10^6 \cdot 0.85}} = 0.0547 \text{ м} \quad (4.7)$$

Выбираем по ГОСТ 15608 - 70 пневмоцилиндр 2011 - 100x300 ГОСТ 15608 - 70 [].

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.239.17.УЭП.00.00.00.ПЗ

Лист

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Обеспечение безопасности в конструкции

На рабочем месте оператора наплавочной установки необходимо располагать стеллаж для приемки восстанавливаемых деталей, тумбочку для хранения инструментов, подставку под ноги рабочего. Установка электроконтактной приварки предназначена для восстановления крупногабаритных деталей типа „Вал” наружным диаметром от 10 до 350 мм. Масса обрабатываемых деталей превышает 20 кг, поэтому на участке по восстановлению деталей машин в соответствии с требованиями правил устройства электроустановок, нужно установить подъемно-транспортное устройство или консольно-поворотный кран.

К работе на установке допускаются лица, не моложе 18 лет, прошедшие предварительное обучение, а также прошедшие первичный инструктаж на рабочем месте. Перед началом работы оператор установки должен надеть установленные по нормам средства индивидуальной защиты (спец. одежду, обувь, защитные очки), проверить состояние рабочего места, исправность станда и подготовить его к работе. Во время работы, болт соединения верхней и нижней втулок должен быть затянут до усилия пружины 60Н. После окончания работы необходимо привести в порядок установку, поворотно-консольный кран повернуть от поточной линии. После деформирования детали, во избежание получения ожогов, запрещается снимать нагретую деталь со станка не убедившись, что она охлаждена.

Сварочная головка установки для электроконтактной приварки ленты, предназначенная для восстановления коленчатых валов. Предлагаемая конструкция сварочной головки предназначена для подвода роликовой головки к восстанавливаемой детали непосредственно в процессе электроконтактной приварки. Таким образом расширяются технологические возможности установки. Приспособление также улучшает условия труда рабочего и может быть установлено в условиях нашего предприятия.

Отличительная особенность данного приспособления это универсальность, при помощи него можно восстанавливать не только коленчатые валы автомобилей, восстановлению поддаются любые автотракторные детали которые можно восстанавливать электроконтактной приваркой стальной или порошково-полимерной ленты.

Данная технология выгодно отличается от стандартной технологии восстановления валов вибродуговой наплавкой тем, что отпадает необходимость применения расходных материалов (различных флюсов и шлакообразующих веществ), кроме этого процесс является экологически безвредным, так как при этом не происходит выделения вредных веществ. Технология предусматривает подвод воды с последующим охлаждением сварочного ролика.

Монтаж данной установки планируется в здании ремонтной мастерской. При этом предусматривается заземление установки к имеющемуся контуру на участке восстановления. Присоединение защитного *РЕ*-проводника осуществляется болтом с защитной площадкой, расположенной в доступном месте, с надписью „Земля” (или условным знаком заземления по ГОСТ 2.721-74).

Изоляцию силовой электропроводки считается достаточной, если ее сопротивление между проводом каждой фазы и землей, или между разными фазами на участке, ограниченном последовательно включенными установочными автоматами или плавкими предохранителями составляет не менее 0,5 МОм. Измерение сопротивления при монтаже установки будет проводиться с помощью мегаомметра М110/М, рассчитанным на напряжение 1000 В.

Согласно требованиям Правил устройства электроустановок сопротивление заземляющего устройства в электроустановках до 1000 В. (установка 01-1-02 рассчитана на напряжение питающей сети 380 В.), должно составлять не более 10 Ом при мощности трансформатора 100кВА и менее (мощность трансформатора ТВК – 75УХЛ4 составляет 75кВА).

Сопротивление заземляющих проводников (между корпусом электрооборудования и магистралью заземления) при монтаже установки следует измерять омметром М-372, при этом норма на сопротивление цепи составляет не более 0,1 Ом.

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

6.1 Экономическое обоснование сварочной головки

Затраты на изготовление и модернизацию сварочной головки определяют по формуле:

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

где C_k – стоимость изготовления корпусных деталей, руб.;

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

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

$C_{сб.п}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке сварочной головки, руб.;

$C_{оп}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление сварочной головки, руб.;

$C_{накл}$ – накладные расходы, руб.;

$K_{нац}$ – коэффициент, учитывающий разницу между прейскурантной ценой и балансовой стоимостью сварочной головки ($K_{нац}=1,4 \dots 1,5$).

Стоимость изготовления корпусных деталей сварочной головки определяют по формуле:

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

где $Q_{п}$ – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей сварочной головки, кг.;

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

$$C_k = 44 \cdot 80 = 3520 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей сварочной головки определяют по формуле:

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

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

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

Заработную плату производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей сварочной головки определяют по формуле:

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

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

$C_{\text{д}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

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

Основную заработную плату определяют по формуле:

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

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

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

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

$$C_{\text{пр}} = 100 \cdot 64 \cdot 1,03 = 6592 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

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

$$C_{\text{доп}} = \frac{10 \cdot 6592}{100} = 659 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

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

$$C_{\text{соц}} = \frac{4,4 \cdot (6592 + 659)}{100} = 319 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зп}} = 6592 + 659 + 319 = 7570 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок определяют по формуле:

$$C_{\text{м}} = Ц \cdot Q_3, \quad (6.8)$$

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;

$$Q_{\text{заг}} = \frac{26}{0,7} = 37 \text{ кг.}$$

$$C_m = 25 \cdot 37 = 925 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{од}} = 7570 + 925 = 8495 \text{ руб.}$$

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

Заработную плату производственных рабочих, занятых на сборке сварочной головки определяют по формуле:

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

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 сварочной головки 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 сварочной головки, чел.·час.

$$C_{\text{сб}} = 24 \cdot 100 \cdot 1,03 = 2472 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

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

$$C_{\text{д.сб}} = \frac{10 \cdot 2472}{100} = 247 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

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

$$C_{\text{соц.сб}} = \frac{4,4 \cdot (2472 + 247)}{100} = 119 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зп.сб.п}} = 2472 + 247 + 119 = 2838 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление сварочной головки 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 сварочной головки, руб.;

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

$$C_{\text{оп}} = \frac{6592 \cdot 69,5}{100} = 4581 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{констр}} = 3520 + 8495 + 16000 \times 1,5 + 2838 + 4581 = 43434 \text{ руб.}$$

Таблица 6.1 - Исходные данные для расчета технико-экономических показателей сварочной головки.

№ п/п	Наименование	Ед.измерения	Знач. показателя	
			исходный	проектир.
1	Масса сварочной головки	кг	72	86
2	Балансовая стоимость	руб.	34460	43434
3	Количество обслуживающего персонала	Чел.	1	1
4	Разряд работы	разряд	4	4
5	Тарифная ставка	руб./чел.ч	100	100
6	Норма амортизации	%	13	13
7	Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание	%	8	8
8	Годовая загрузка сварочной головки	ч	300	300
9	Время 1 цикла	ч	6	4

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:

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

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

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

$$W_{q0} = \frac{60 \cdot 0,9}{360} = 0,150 \text{ шт/час.}$$

$$W_{q1} = \frac{60 \cdot 0,9}{240} = 0,225 \text{ шт/час.}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_z \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}, \quad (6.16)$$

где G – масса сварочной головки, кг;

$T_{год}$ – годовая загрузка сварочной головки, час;

$T_{сл}$ – срок службы сварочной головки, лет.

$$M_{e0} = \frac{72}{0,150 \times 300 \times 5} = 0,32 \text{ кг/шт.}$$

$$M_{e1} = \frac{86}{0,225 \times 300 \times 5} = 0,25 \text{ кг/шт.}$$

Фондоемкость процесса определяют по формуле:

$$F_e = \frac{C_6}{W_z \cdot T_{год}}, \quad (6.17)$$

где C_6 – балансовая стоимость сварочной головки, руб.

$$F_{e0} = \frac{34460}{0,150 \times 300} = 765,7 \text{ руб./шт.}$$

$$F_{e1} = \frac{43434}{0,225 \cdot 300} = 643,4 \text{ руб./шт.}$$

Трудоемкость процесса находят из выражения:

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

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{0,150} = 6,66 \text{ чел. ч/шт.}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{0,225} = 4,44 \text{ чел. ч/шт.}$$

Энергоемкость процесса находят из выражения:

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

где N_e – мощность потребляемая установкой.

$$\mathcal{E}_{e0} = \frac{2,51,5}{0,150} = 16,66 \text{ кВт/ед.}$$

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{2,5}{0,225} = 11,11 \text{ кВт/ед.}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{\text{зп}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A \quad (6.20)$$

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

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

$$C_{\text{зп0}} = 100 \times 6,66 = 666 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{зп1}} = 100 \times 4,44 = 444 \text{ руб./шт.}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_{\text{э}} = C_{\text{э}} \cdot \mathcal{E}_e, \quad (6.22)$$

где $C_{\text{э}}$ – комплексная цена электроэнергии, руб./кВт.

$$C_{\text{э1}} = 2,88 \times 16,66 = 48 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{э2}} = 2,88 \times 11,11 = 32 \text{ руб.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_{\text{б}} \cdot H_{\text{рто}}}{100 \cdot W_q \cdot T_{\text{год}}}, \quad (6.23)$$

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

$$C_{\text{рто0}} = \frac{34460 \cdot 8}{100 \cdot 0,150 \cdot 300} = 61,2 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{рто1}} = \frac{43434 \cdot 8}{100 \cdot 0,225 \cdot 300} = 51,5 \text{ руб./шт.}$$

Амортизационные отчисления по конструкции определяют по формуле:

$$A = \frac{C_0 \cdot a}{100 \cdot W_q \cdot T_{\text{год}}}, \quad (6.24)$$

где a – норма амортизации %.

$$A_0 = \frac{34460 \times 13}{100 \times 0,150 \times 300} = 99,5 \text{ руб./шт.}$$

$$A_1 = \frac{43434 \times 13}{100 \times 0,225 \times 300} = 83,6 \text{ руб./шт.}$$

$$S_0 = 666 + 61,2 + 99,5 + 48 = 874,7 \text{ руб./шт.}$$

$$S_1 = 444 + 51,5 + 83,6 + 32 = 611,1 \text{ руб./шт.}$$

Приведенные затраты определяют по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_n \cdot F_e = S + E_n \cdot k, \quad (6.25)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15;

F_e – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив}0} = 874,7 + 0,15 \times 765,7 = 989,5 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{прив}1} = 611,1 + 0,15 \times 643,4 = 707,6 \text{ руб./шт.}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

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

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (874,7 - 611,1) \times 0,225 \times 300 = 17793 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

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

$$E_{\text{год}} = (989,5 - 707,6) \times 0,225 \times 300 = 19028 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{01}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (6.27)$$

где C_{01} – балансовая стоимость спроектированной сварочной головки, руб.

$$T_{ок} = \frac{43434}{17793} = 2,4 \text{ года} .$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{эф} = \frac{\mathcal{E}_{год}}{C_6} . \quad (6.28)$$

$$E_{эф} = \frac{17793}{43434} = 0,4 .$$

Таблица 6.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности сварочной головки.

№ п/п	Наименование показателей	Базовый	Проект
1	Часовая производительность, ед./ч.	0,150	0,225
2	Фондоемкость процесса, руб./ед.	765,7	643,4
3	Энергоемкость процесса, кВт/ед.	16,66	11,11
4	Металлоемкость процесса, кг./ед.	0,32	0,25
5	Трудоемкость процесса, чел*ч./ед.	6,66	4,44
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	874,7	611,1
7	Уровень приведенных затрат, руб./ед.	989,5	707,6
8	Годовая экономия, руб.	-	17793
9	Годовой экономический эффект, руб.	-	19028
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	2,4
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	0,4

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одним из важнейших факторов, определяющих эффективную работу сельскохозяйственного предприятия, является уровень готовности машинно-тракторного парка.

Поэтому в данной выпускной квалификационной работе была поставлена задача повышения уровня готовности машинно-тракторного парка путем восстановления изношенных деталей, с предложением технологии ремонта.

В процессе выпускной работы были проанализированы литературные источники, выбран метод восстановления коленчатого вала автомобиля КАМАЗ.

Главной целью любого производства является получение прибыли. Поэтому при оценке эффективности внедрения новых проектов и конструкции, используют прибыль. В 6 - ой части выпускной работы приведены необходимые расчеты и экономическое обоснование разрабатываемой установки. При сравнении с показателями исходной конструкции, проектируемый является предпочтительнее, поэтому рекомендуется использовать проектируемые мероприятия.

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 АПИМ, 2005.-472 С.
16. Сигаев Е.А. Сопротивление 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. Девисилов - 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.