

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(институт)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство»

(направленность (профиль))

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс ремонта и восстановления
распределительного вала двигателя автомобиля LADA PRIORA

Студент(ка)

В.Е. Чайковский

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.В. Бобровский

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

Безопасность
экологичность
технического объекта
Экономическая
эффективность проекта

и

ст.преподаватель К.Ш. Нуров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

к.т.н. Л.Л. Чумаков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Нормоконтроль

д.т.н., профессор А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ »

20 _____ г.

Тольятти 2016

АННОТАЦИЯ

В ходе выполнения данной бакалаврской работы был разработан технологический процесс ремонта и восстановления распределительных кулачковых валов автомобилей LADA. В работе произведен анализ известных методов восстановления деталей вращения, выбран оптимальный вариант, выбрано оборудование, проведен расчет оптимальных режимов обработки и рассчитана трудоемкость ремонта.

Детально рассмотрены широко применяемые методы восстановления деталей, проработаны методы последующей механической обработки и упрочнения восстановленных поверхностей с целью повышения износостойкости детали и восстановления ее ресурса и срока службы до уровня близкого к новой детали.

Рассчитаны все необходимые расчеты режимов резания, механической обработки и упрочнения и трудоемкости каждого вида работ.

Разработано приспособление для упрочнения поверхностей кулачков детали, применяемое на универсальном токарном станке. В процессе разработки произведены необходимые расчеты прилагаемых усилий, рабочих органов – гидроцилиндров. Применен новый инструмент для упрочнения детали - выглаживатель.

В исследовательской части представлены материалы исследований по различным способам упрочнения криволинейных поверхностей детали с указанием их достоинств и недостатков.

В конструкторской части спроектировано приспособление для выглаживания.

Разработан полный технологический процесс ремонта и восстановления распределительного вала с использованием материалов исследований и спроектированного приспособления, на основании которого составлена маршрутная и операционные карты.

Графическая часть проекта состоит из 6 листов формата А1.

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	2
СОДЕРЖАНИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	5
1. Состояние вопроса, обоснование темы и задачи бакалаврской работы.	6
1.1 Описание конструкции детали, условий её работы	6
1.2 Виды износа, дефекты и неисправности чугунного распределительного вала и методы их устранения	8
1.3 Обзор современных методов восстановления чугунных распределительных валов	8
1.3.1. Основные виды наплавки распределительных валов.....	8
1.3.2. Термическая и механическая обработка распределительных валов после наплавки.....	12
1.3.3. Финишная обработка поверхностей восстановленных распределительных валов, упрочнение.....	12
1.4 Развитие ремонтной базы в стране по восстановлению деталей в ближайшем будущем.....	13
1.5 Цель и задачи бакалаврской работы	14
2. Обзор современных методов повышения износостойкости распределительных валов. Применение методов отделочно-упрочняющей обработки кулачковых валов.....	15
2.1. Обзор методов и способов ППД	15
2.1.1. Обзор статических методов и способов ППД.....	16
2.2. Пути повышения производительности статических методов ППД.....	17
3. Исследование процесса отделочно-упрочняющей обработки кулачковых валов	18
3.1. Существующие схемы устройств для выглаживания кулачков распределительного вала.....	18
3.1.1. Первый способ	18
3.1.2. Второй способ.....	19
3.1.3. Третий способ.....	20
3.2. Четвертый способ	24
4. Технологический процесс ремонта и восстановления распределительного вала двигателя автомобиля LADA PRIORA.....	30
4.1. Выбор технологических баз, схем базирования и установки заготовки.....	30
4.2. Технологический маршрут технологического процесса.....	30
4.3. Выбор средств технологического оснащения.....	36
4.4. Проектирование технологических операций.....	38
4.4.1. Расчет режимов обработки.....	38
4.4.2. Расчет норм времени	39
5. Разработка конструкции приспособления для отделочно-упрочняющей обработки кулачков распределительного вала	40
5.1. Существующие схемы устройств для выглаживания кулачков распределительного вала.....	40
5.2. Техническое задание на разработку приспособления для выглаживания ...	40
5.3. Техническое предложение на приспособление для выглаживания	43

5.4. Описание конструкции и принцип работы приспособления для выглаживания.....	45
5.5. Конструкторские расчеты.....	47
6. Безопасность и экологичность технического объекта.....	50
6.1. Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта....	50
6.2. Идентификация профессиональных рисков.....	53
6.3. Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	54
6.4. Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	55
6.7. Обеспечение экологической безопасности технического объекта	58
7. экономическая эффективность работы.....	60
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	68
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	69
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	71

ВВЕДЕНИЕ

Технический прогресс в автомобильном хозяйстве неразрывно связан с постоянным совершенствованием ремонтного производства.

Одним из основных вопросов ремонтного производства является восстановление изношенных деталей. При этом важным условием является их восстановление до уровня новых при относительно невысокой себестоимости. При восстановлении деталей необходимо руководствоваться самыми современными технологиями в мире, применяемыми в технологии восстановления и ремонта деталей.

При восстановлении изношенных чугунных деталей автомобилей широко применяется восстановление сваркой и наплавкой. Однако наплавка чугуна имеет свои нюансы, и технологические трудности, по причине появления хрупкого наплавленного слоя, склонного к появлению трещин.

ОАО «АВТОВАЗ», широко применяет в деталях автомобилей чугуны, одной из которых является распределительный вал.

Целью бакалаврской работы является разработка в условиях небольшого ремонтного подразделения технологического процесса восстановления изношенного распределительного вала двигателя LADA.

1. Состояние вопроса, обоснование темы и задачи бакалаврской работы.

1.1 Описание конструкции детали, условий её работы

Деталь – вал распределительный выпускной – является одной из самых важных деталей двигателей внутреннего сгорания.

Он преобразует вращательное движение, получаемое через приводной ремень от коленчатого вала в поступательное движение впускных клапанов. Непосредственно в двигателе распредвал входит в механизм газораспределения, который служит для последовательного распределения горячей смеси по цилиндрам двигателя, в соответствии с последовательностью работы цилиндров и для удаления отработанных газов из двигателя. Газораспределительный механизм двигателя автомобиля ВАЗ 2170 имеет два распределительных вала: один распределяет газовую смесь по цилиндрам (выпускной вал распределительный), другой открывает клапаны для удаления отработанных газов (выпускной вал распределительный). Детали механизма газораспределения располагаются в головке блока цилиндров.

Распределительный вал отливается из высокопрочного чугуна ВЧВГ 40-1 ГОСТ 7293-80 (механические свойства чугуна приведены в таблице 1.1).

Таблица 1.1.

Механические свойства чугуна ВЧВГ 40-1 ГОСТ 7293-80

$\sigma_{и},$ Н/мм ²	$\sigma_{в},$ Н/мм	$\delta, \%$	Ударная вязкость, $a_{н},$ кг·м/см ²	$\gamma, \text{г/см}^2$	$\lambda,$ кал/(см·с·град)	НВ
700	400	1	1,1	6,8...7,4	0,087...0,09	170...230

Чугунный распредвал прочен и обладает высокой износостойкостью, что немаловажно, так как вращение осуществляется в опорах скольжения, а кулачки распредвала находятся в постоянном скользящем контакте с регулировочной шайбой толкателя клапанов. Высокая износостойкость вала в местах интенсивного трения достигается отбеливанием поверхностного слоя на глубину от 0,2 мм до 1,5 мм.

Для лучшей прирабатываемости и однозначности контакта кулачки распредвала кроме специального профиля в поперечном сечении имеют небольшой скос в осевом направлении в сторону ближайшей опоры скольжения. Высота скоса $h = 0,02^{+0,015}$ мм.

Распредвал имеет пять опорных шеек диаметром $\varnothing 24_{-0,055}^{-0,040}$ мм. Шейки располагаются между парными кулачками и около шкива привода.

Шкив привода распредвала размещается на крайней левой поверхности $\varnothing 22_{-0,029}^{-0,007}$ мм. На этой поверхности выполнен паз под сегментную шпонку радиусом R6,5 мм. В осевом направлении приводной шкив крепится на распредвале с помощью центрального винта. Для этого в левом торце вала выполнено ступенчатое отверстие с резьбой M10×1,25-6H глубиной 47^{+1} мм. С правого торца вала также выполнено центровое отверстие $\varnothing 10,6$ мм со сферической (торообразной) фаской.

Между парами кулачков на свободных поверхностях диаметром $\varnothing 22$ мм выполнены шейки $\varnothing 22_{-0,3}^{-0,4}$ для базирования по ним во время механической обработки.

Основными контролируемыми размерами и параметрами детали являются:

- профиль кулачков;
- несоосность шеек распредвала;
- все осевые размеры от базы (базой являются левый торец шейки около шкива).

Особое внимание уделяется контролю профиля при повороте $\pm 71^0$ (0^0 находится в вершине кулачка).

Масса готовой детали 1,65 кг.

1.2 Виды износа, дефекты и неисправности чугунного распределительного вала и методы их устранения

Основные дефекты распределительных валов и методы их устранения приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3. – Дефекты распределительных валов и методы их устранения [2]

Характер работы	Основной вид износа	Основные явления, характеризующие данный вид износа	Максимальный износ в месте, обозначенном на рисунке, мм	Виды дефектов в эксплуатации	Основные существующие способы восстановления основных дефектов
Изгиб и кручение	Коррозионно-механический и молекулярно-механический	Молекулярное схватывание, перенос материала, разрушение отдельных микрорайонов поверхностного слоя отделением материала	1 – 0,4 мм 2 – 2 мм, 3- 0,2 мм 4 – 0,2 мм	Повреждение резьбы, отверстий, износ впускных и выпускных кулачков, изгиб вала	Шлифование опорных шеек и кулачков под ремонтный размер, хромирование их с последующим шлифованием, металлизация с последующей обточкой и шлифованием, наплавка кулачков сормайтот, электронаплавка шейки под распределительную шестерню.

The diagram shows a camshaft with several lobes. Callout 1 points to a bearing journal, 2 to a cam lobe, 3 to a cam lobe, 4 to a bearing journal, and 5 to a bearing journal. The shaft is shown in a perspective view with cross-sections at the ends.

1.3 Обзор современных методов восстановления чугунных распределительных валов

1.3.1. Основные виды наплавки распределительных валов

Для восстановления изношенных шеек распределительных валов в основном применяют различные методы наплавки. Наплавка дает возможность получать на рабочих поверхностях деталей слои практически любых толщин и химсостава, а также получать слои с необходимыми нам полезными свойствами – высокой твердостью и износостойкостью.

Таблица 1.4. – Обзор методов наплавки [2]

№	Наименование	Описание	Применение
1	Ручная наплавка	<p>Сущность ручной наплавки заключается в том, что теплом сварочной дуги плавится основной металл (металл наплавляемой детали) и присадочный материал (электродный стержень с покрытием), затем происходит кристаллизация расплавленного металла.</p> <p>При ручной дуговой наплавке плавящимся электродом режим наплавки зависит от толщины металла, подлежащего наплавке, размеров изделия, требований к качеству и внешнему виду и др.</p> <p>Ручная наплавка может быть выполнена: угольными электродами, газовым пламенем, с применением литых прутков или с вдуванием порошков, в среде защитных газов (неплавящимся электродом в среде аргона, плазменной дугой) и электродами с особыми свойствами.</p> <p>Наплавку ведут на постоянном или переменном токе.</p>	<p>Применяется в основном для наплавки стальных деталей. Сложно контролировать качество наплавленного слоя.</p> <p>Применяется на неотвественных поверхностях.</p>
	Наплавка под слоем флюса	<p>Сущность наплавки заключается в том, что между деталью и оголенным металлическим электродом, к которым подводится ток от источника питания, возникает электрическая дуга. Ток может быть переменным и постоянным.</p> <p>В зону дуги подают флюс. Слой флюса толщиной 50...60 мм закрывает дугу и плавится под воздействием ее тепла. Вокруг зоны наплавки образуется своеобразный защитный слой, который предохраняет расплавленный металл от воздействия окружающей среды: окисления, разбрызгивания, угара и образования пор.</p> <p>Металл переносится с проволоки через дуговой промежуток в жидкую ванну в виде капель и перемешивается с расплавленным основным металлом.</p> <p>Состав и структура шва зависит от марки и диаметра электродной проволоки, марки основного металла и состава флюса.</p> <p>После наплавки слой флюса с детали следует убрать.</p>	<p>Полученный наплавленный слой имеет высокое качество, может быть применен для наплавки чугунных валов.</p>
	Механизированная наплавка	<p>Главные особенности механизированных способов наплавки: непрерывность процесса, которую достигают использованием электродной проволоки или ленты в виде больших мотков; подвод тока к электроду на минимальном расстоянии от дуги, что позволяет применять токи большой силы без перегрева электрода;</p>	<p>Высокая производительность обработки. Полученный наплавленный слой имеет</p>

		использование специальных устройств для подачи электродного материала в зону действия источника тепла и механизмов для передвижения источников тепла или наплавляемого изделия применение специальных устройств для закреплений и вращения наплавляемых деталей.	высокое качество в связи с устойчивостью процесса. Может быть применен для наплавки чугунных распределительных валов.
	Наплавка порошковыми проволоками	Сущность способа заключается в том, что в качестве электродного материала применяют специальную порошковую проволоку, в состав которой наряду с легирующими элементами введены защитные газо- и шлакообразующие вещества в количестве 10... 12% от массы проволоки. Широкую проверку прошли два типа порошковой проволоки для наплавки под слоем флюса и открытой дугой без дополнительной защиты. Для наплавки порошковой проволокой в качестве оборудования применяют те же автоматы и полуавтоматы, что и для сварки и наплавки сплошными электродными проволоками под слоем флюса.	Наплавочные порошковые проволоки рекомендуется применять прежде всего для восстановления деталей с большими величинами износа.
	Наплавка в среде защитных газов	Сущность способа заключается в том, что защитный газ непрерывно подается в зону дуги, горящей между наплавляемой деталью и плавящимся или неплавящимся электродом. В ремонтном производстве применяют полуавтоматическую наплавку в среде углекислого газа плавящимся электродом на постоянном токе при обратной полярности, а также способ автоматической электродуговой наплавки в среде защитного газа с направленным охлаждением. Эта обеспечивает получение наплавленного металла высокого качества (без пор, раковин и трещин). Охлаждающая жидкость подводится на строго определенное расстояние от зоны горения дуги. Она закаливает нанесенный слой и позволяет регулировать его твердость в широких пределах - HRC 20....50.	Высокое качество наплавленного слоя. Возможность регулировать твердость получаемой поверхности в широком диапазоне. Может быть применен для наплавки чугунных распределительных валов.
	Наплавка в среде водяного пара	Вибродуговая наплавка в защитной среде водяного пара с одновременным охлаждением детали отдельной струей жидкости создает благоприятные условия формирования и кристаллизации наплавленного слоя, уменьшает склонность наплавленного металла, к образованию пор. и трещин, позволяет в широком диапазоне регулировать структуру и твердость наплавленного металла путем, установления определенного расхода, и. места подвода охлаждающей жидкости,	Высокое качество наплавленного слоя. Возможность регулировать твердость получаемой поверхности в широком диапазоне. Может быть

		<p>повышает усталостную прочность вследствие уменьшения, дефекта металла наплавки.</p> <p>Для наплавки в среде водяного пара используют обычные сварочные полуавтоматы.</p>	<p>применен для наплавки чугунных распределительных валов.</p>
	Вибродуговая наплавка	<p>Разновидностью электродугового процесса плавления металлического электрода является вибродуговая наплавка. Во время плавления электроду сообщается колебательное движение (около 100 колебаний в секунду) с периодическим замыканием дугового промежутка и принудительным переносом электродного металла в наплавочную ванночку. При размыкании образуется дуга, напряжение достигает 12...28 В и более, происходит оплавление поверхности детали и плавление электрода.</p> <p>Напряжение 24...28 В применяют для наплавки металла сравнительно больших слоев (1,5...3 мм) на значительно изношенные крупногабаритные детали. Низкое напряжение (14...16 В) применяют при наплавке тонкостенных деталей небольшого диаметра, где нежелателен значительный нагрев детали, необходима более высокая твердость наплавленного слоя, а требования к усталостной прочности невысокие.</p> <p>Наплавка осуществляется на постоянном токе обратной полярности. В качестве источника тока используют генератор ПСО-500 с балластным реостатом. Для устойчивого горения дуги в сварочную цепь включен стабилизирующий дроссель РСТЭ-34.</p> <p>Применяют автоматы (вибродуговые головки) самых разнообразных конструкций.</p>	<p>Полученный наплавленный слой имеет высокое качество, может быть применен для наплавки чугунных валов.</p>

1.3.2. Термическая и механическая обработка распределительных валов после наплавки

После операции наплавки распредвалы необходимо подвергнуть термической обработке - отпуску или отжигу и нормализации. Это необходимо если техпроцессом предусмотрена закалка или переплав поверхностей кулачков в среде защитного газа – аргона.

После термической обработки кулачков распределительных валов их подвергают шлифовке по заданному профилю. В качестве оборудования в этом случае используют либо копировальный станок, либо станок с ЧПУ для бескопирной обработки. В условиях СТО использование станка с ЧПУ очень затратно.

Кулачки распределительного вала шлифуют электрокорундовыми кругами (24А) на керамической связке (К) различной зернистостью (16...40) и твердостью (СМ, СТ), например 24А16СМ16К с применением СОЖ.

Твердость кулачков распределительного вала по чертежу должна быть более HRC 50 на глубину 0,7 мм. В случае, если при наплавке удастся получить такую твердость на такой глубине, то операцию переплава кулачков в среде защитного газа не производят.

1.3.3. Финишная обработка поверхностей восстановленных распределительных валов, упрочнение.

Для финишной обработки шеек распределительного вала применяют различные способы обработки в основном – полирование и методы ПДД - поверхностно-пластического деформирования.

Полирование позволяет получить качество поверхностей до шероховатости Ra 0,16.

Альтернативным методом – выглаживанием можно получить не только шероховатость Ra 0,16, но и создать упрочненный поверхностный слой, что важно для снижения износа трущейся поверхности кулачка распределительного вала. Однако сложность реализации метода препятствует его широкому распространению при выглаживании распределительных валов. Сложность заключается в необходимости прикладывания определенного усилия на всей поверхности криволинейного кулачка, удерживая вектор приложения силы к нормали поверхности. В качестве инструмента при выглаживании используются различные деформирующие элементы – шар, ролик, дорн.

Этим методом можно обрабатывать металлы, которые подвергаются деформации в холодном состоянии, в том числе чугуны. Также поверхности, восстановленные наплавкой, железнением, имеющие высокую сцепляемость с основным металлом тоже можно выглаживать.

1.4 Развитие ремонтной базы в стране по восстановлению деталей в ближайшем будущем

В настоящее время, в условиях мирового финансового кризиса и низких цен на нефть произошла девальвация рубля и цены значительно выросли. В этих условиях при ремонте автомобилей стало выгодно использование восстановленных деталей вместо дорогих новых. Тем более, что наладить производство восстановленных деталей не так затратно в условиях СТО. А для конечного потребителя выгоднее стало отдать деталь на ремонт и восстановление, чем купить дорогую – новую.

Таким образом, в ближайшем будущем, число таких предприятий по восстановлению деталей будет только расти.

1.5 Цель и задачи бакалаврской работы

Целью данной работы является разработка техпроцесса ремонта и восстановления распределительного вала LADA с минимальной себестоимостью. Задачами при разработке техпроцесса, решением которых я займусь своей работе будут: - выбрать технологическое оборудование, технологическую оснастку и инструмента, рассчитать режимы обработки, пронормировать операции и внедрить приспособление, изготовленное в условиях своего предприятия.

2. Обзор современных методов повышения

износостойкости распределительных валов. Применение методов отделочно-упрочняющей обработки кулачковых валов.

2.1. Обзор методов и способов ППД

Проведем классификацию и анализ известных методов обработки ППД и сведем результаты в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Классификация и анализ известных методов ППД

Статические	Динамические	Комбинированные
<p>К статическим методам относятся методы, при которых происходит непрерывное контактное взаимодействие индентора (инструмента) с деталью в процессе их взаимного перемещения. Такие статические методы ППД как выглаживание, дорнование, и обкатывание получили наиболее широкое распространение из-за их относительной простоты в реализации. Самым распространенным методом ППД является алмазное выглаживание. Положительными качествами его является - высокая производительность и стойкость инструмента. Этот метод позволяет достичь шероховатости Ra 0,32...0,1 мкм, также после обработки повышается микротвердость и в поверхностном слое детали создаются положительные остаточные напряжения. Кинематически алмазное выглаживание можно сравнить с точением, однако вместо резца применяется алмазный индентор (выглаживатель), при движении который, пластически деформирует поверхностный слой, выравнивая и упрочняя его.</p>	<p>К динамическим методам относятся методы обработки, в которых взаимодействие инструмента с заготовкой носит дискретный, ударный, прерывистый характер. Самыми распространенными из них являются дробеструйная обработка с упрочнением, центробежная обработка шариками или щетками, вибрационная обработка в замкнутом пространстве и окружении свободных деформирующих элементов [3].</p>	<p>К комбинированным методам обработки относятся такие, которые наряду с двумя перечисленными методами ППД включают в себя другое физическое и/или механическое воздействие на обрабатываемую деталь, как, например, лазером, ультразвуком, пропусканием электротока в место контакта инструмента с заготовкой [3, 4], предварительный нагрев или охлаждение заготовки и другие. К комбинированным методам обработки относятся также методы ППД, которые совмещены с процессами резания.</p>

2.1.1. Обзор статических методов и способов ППД.

Одной из задач, стоящих в работе является применение процесса выглаживания к финишной обработке кулачков распредела. Их рассмотренных в таблице 2.1 для этого наиболее подходят статические методы.

Как сказано выше к статическим методам относятся те методы, при которых происходит непрерывное контактное взаимодействие индентора (инструмента) с деталью в процессе их взаимного перемещения.

Проведем детальный анализ статических методов, выявим их характерные особенности, свойства и закономерности. Классификацию статических методов ППД представим в таблице 2.2 (в скобках представлены наиболее типичные примеры ППД).

Таблица 2.2 – Классификация статических методов обработки ППД

Статические способы поверхностно-пластического деформирования			
По виду трения в контакте инструмента с деталью			
Контактное вдавливание (дорнование)	Трение скольжения (алмазное выглаживание)	Трение качения (обкатка роликами, шариками)	Трение качения с проскальзыванием (обкатка роликами имеющими неправильную форму – усеченный конус, овал, эксцентриситет)
По траектории движения инструмента по поверхности детали			
Прямолинейное движение (дорнование)	Движение по заданному закону (алмазное выглаживание)	Хаотическое движение (многоинструментальная обработка)	Комбинация движений (Вибрационное выглаживание)
По форме деформирующих тел			
Сферические	Цилиндрические	Различные	

Из всех различных методов упрочняющей обработки ППД в зависимости от материала, формы, размеров, детали, предъявляемых требований к качеству поверхности и геометрическим параметрам, производственных и других условий мы выберем оптимальный метод.

Выглаживание применяется не только для обработки стали, но и для обработки чугунов и цветных металлов, с одинаковым относительным увеличением прочности и износостойкости.

2.2. Пути повышения производительности статических методов ППД.

В связи с тем, что альтернативой ППД при обработке кулачков в нашем технологическом процессе ремонта распредвала является операция переплава кулачков, то увеличение производительности выглаживания стоит особенно остро.

Существуют несколько методов повышения производительности статических методов ППД, рассмотрим их подробнее.

Таблица 2.3 - Пути повышения производительности статических способов ППД

Способ повышения производительности	Пример использования
Увеличение скорости	Использование новых инструментальных материалов
	Интенсификация теплоотвода из зоны обработки
	ППД при низких температурах
	Опережающее ППД и резание
	Ультразвуковое ППД
	Срезание напыла
Увеличение количества выглаживающих элементов	Двух, трех и более инструментальная обработка
	Многоэлементное выглаживание
Увеличение очага деформации	Протягивание (дорнование)
	Обработка инструментами, дающими каплевидный отпечаток
	Силовое выглаживание
	Виброобработка роликами
	Обкатывание широкими (в том числе самоустанавливающимися) роликами
	Выглаживание широким (в том числе самоустанавливающимся) инструментом без продольной подачи, не требующим точной установки.

3. Исследование процесса отделочно-упрочняющей обработки кулачковых валов

3.1. Существующие схемы устройств для выглаживания кулачков распределительного вала

Проведя патентный и информационный поиск в базах РФ, Европы и Америки изобретений и полезных моделей, а также просмотров техническую литературу, журналы и каталоги оборудования для упрочняющей обработки и выявил основные схемы конструкций устройств для выглаживания кулачков.

3.1.1. Первый способ

На выглаживающий инструмент действует сила P_x , направленная перпендикулярно к основному направлению размещения деформирующей пластины (базовой плоскости пластины). Величина этой силы зависит от угла α между нормалью АВ к определенной точке поверхности А и радиус-вектором ОА, связывающим эту точку с центром вращения кулачка О. (рис. 3.1).[5]

Циклическое действие силы P_x в процессе обработки может вызвать пластическую деформацию гнезда, в котором закреплен инструмент, и "выламывание" инструмента, что приведет вполне вероятно к поломке самого инструмента.

Учитывая, что $\alpha_{\text{MAX}} = 45^{\circ}$, получим $\varphi_{\text{MAX}} \leq 80^{\circ}$. При данном значении φ_{MAX} возможен скол вершины кристаллического инструмента.

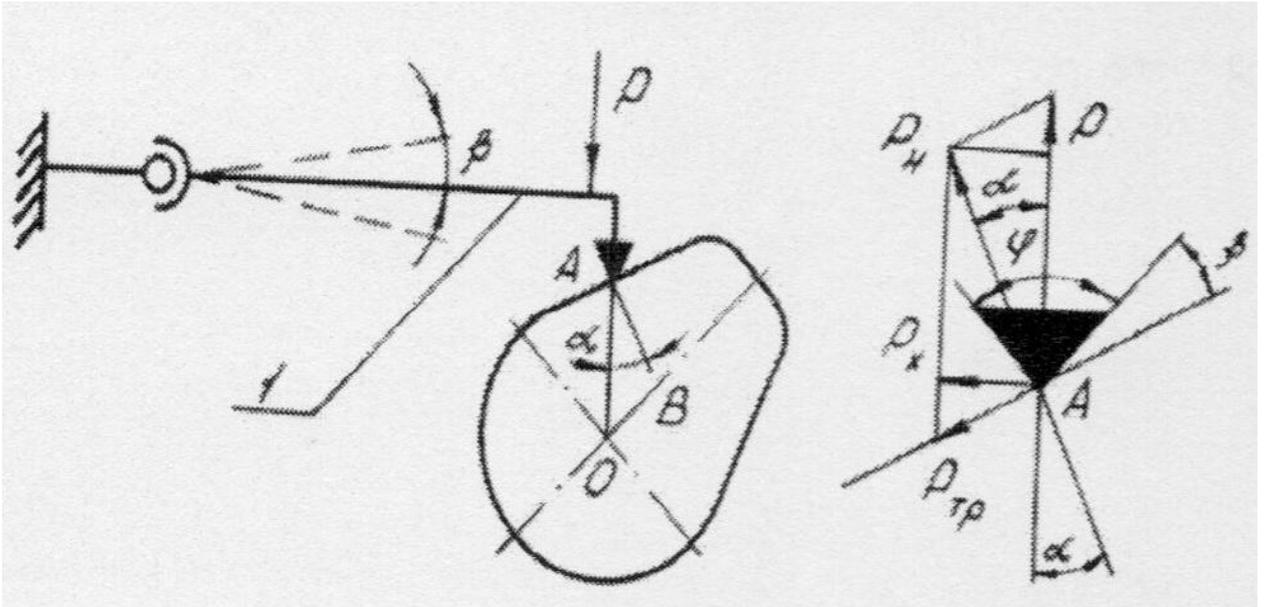


Рисунок 3.1. Первый способ схемы реализации выглаживания кулачковых валов.

3.1.2. Второй способ

В данном случае способ почти повторяет первый, однако здесь используется самоустанавливающаяся инструментальная головка 2 с двумя инструментами. Инструменты устанавливаются под действием силы P , приложенной к рычагу, по нормали к обрабатываемой поверхности. Недостатком второго метода является то, требуется прикладывать в два раза большую силу P , чем в случае обработки одним инструментом. Это вызывает необходимость соответствующего увеличения крутящего момента, обеспечивающего вращение кулачкового вала.

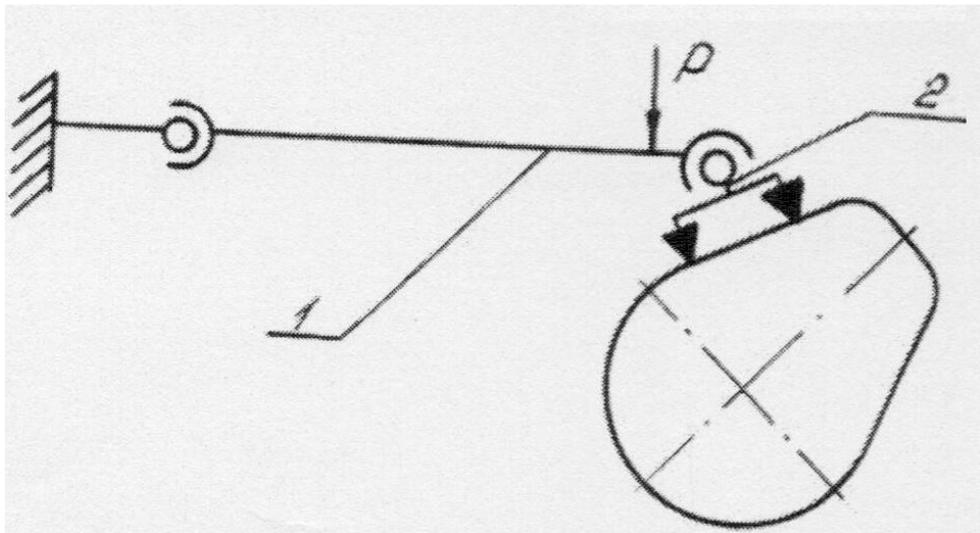


Рисунок 3.2. Второй способ схемы реализации выглаживания кулачковых валов самоустанавливающимися инструментами.

3.1.3. Третий способ

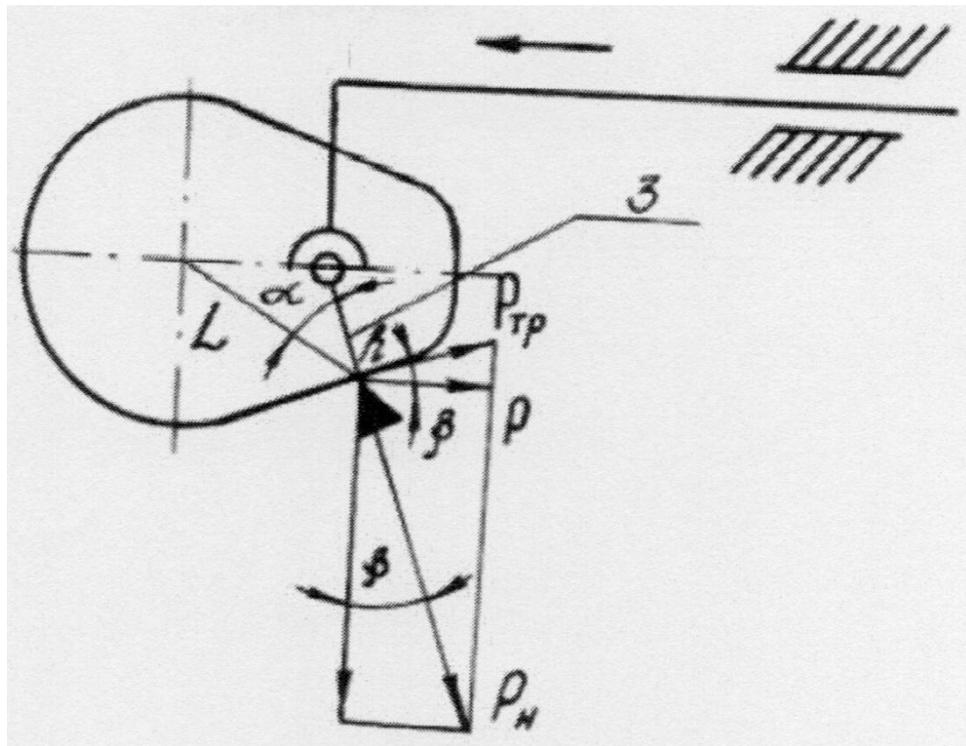


Рисунок 3.3. Третий способ схемы реализации выглаживания кулачковых валов за счет шарнирной самоустановки инструмента.

Этот метод выглаживания кулачковых валов позволяет вести обработку одним инструментом при обеспечении самоустановки инструмента по нормали к обрабатываемой поверхности (рис. 3.3) [6]. Это достигается за счет установки инструмента на шарнирном звене 3. Ось шарнира (ось поворота звена) смещена относительно точки контакта в "тело" кулачка на величину h . Работоспособность способа реализуется при условии $\operatorname{tg}\beta > \mu$, где μ - коэффициент трения инструмента о заготовку. Из геометрических соотношений следует:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{1}{\sin\alpha} \cdot \left(\cos\alpha - \frac{h}{l} \right) \quad (3.1)$$

Максимальное значение угла α для кулачка равно 45° . Этому соответствует $l=24$ мм. С учетом (1.1) получим первое условие реализации способа:

$$\frac{h}{l} < 1,41 - \frac{\mu}{1,41} \quad (3.2)$$

Подставив в (1.2) $\mu_1 = 0,1$ и $l = 24$ мм получим $h < 32$ мм. С ростом h возрастает величина силы P_H по отношению к прикладываемой силе P . Чтобы уменьшить отрицательные последствия этого явления следует стремиться к уменьшению h . Определим ограничение по нижнему пределу h .

Для практической реализации третьего метода обработки инструмент следует закрепить в державке, имеющей цилиндрическую опорную поверхность (рис. 3.4). Ось этой поверхности должна быть смещена относительно вершины на величину h . Сила трения державки об опорную цилиндрическую поверхность препятствует развороту державки, причем с увеличением радиуса цилиндрической поверхности R возрастает момент сопротивления развороту и уменьшается угол разворота державки γ . Упомянутая связь выражается функцией:

$$\frac{R}{h} = \frac{\sin\Delta\gamma - \cos\Delta\gamma \cdot \mu_1}{\mu_2} \quad (3.3)$$

где μ_2 – коэффициент трения в опорной паре державки;

$\Delta\gamma$ - угол недоворота державки.

Из (3.3) следует, что для уменьшения габаритов инструментальной головки за счет уменьшения R следует стремиться к уменьшению коэффициента трения μ_2 . Если выполнить опорную поверхность из фторопласта, тогда $\mu_2 = 0,02$. В этом случае отношения $\frac{R}{h}$ и соответствующие им углы недоворота $\Delta\gamma$ примут значения, которые представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Зависимость отношения $\frac{R}{h}$ и $\Delta\gamma$ при $\mu_2 = 0,02$

$\Delta\gamma$	10°	15°	20°	25°	30°
$\frac{R}{h}$	3,76	8,1	12,4	17,3	20,7

Уменьшение угла недоворота державки может быть обеспечено за счет увеличения h . Однако следует учитывать, что при этом возрастает нормальная сила выглаживания P_H по отношению к силе P , поскольку:

$$P_H = \frac{P}{\sin \alpha} \quad (3.4)$$

Поэтому силу P следует изменять в соответствии с (3.4) для поддержания постоянного значения P_H .

Эта задача может быть решена с помощью гидравлической системы изменения силы выглаживания, представленной на рис. 3.5. Изменение давления в полости гидроцилиндра 2 обеспечивается за счет автоматического регулирования дросселя 3, подвижный (регулирующий) элемент которого механически связан со штоком гидроцилиндра 2. Таким образом в зависимости от положения инструментальной головки 1 может устанавливаться определенное значение проходного сечения дросселя 3 и соответствующее значение силы P . Дроссель 3 выполняется таким образом,

чтобы обеспечить уменьшение силы P при обработке плоских участков кулачка и соответствующее уменьшение силы P при обработке цилиндрических участков.

Система изменения силы выглаживания устройства, выполнена по схеме, представленной на рис. 3.5.

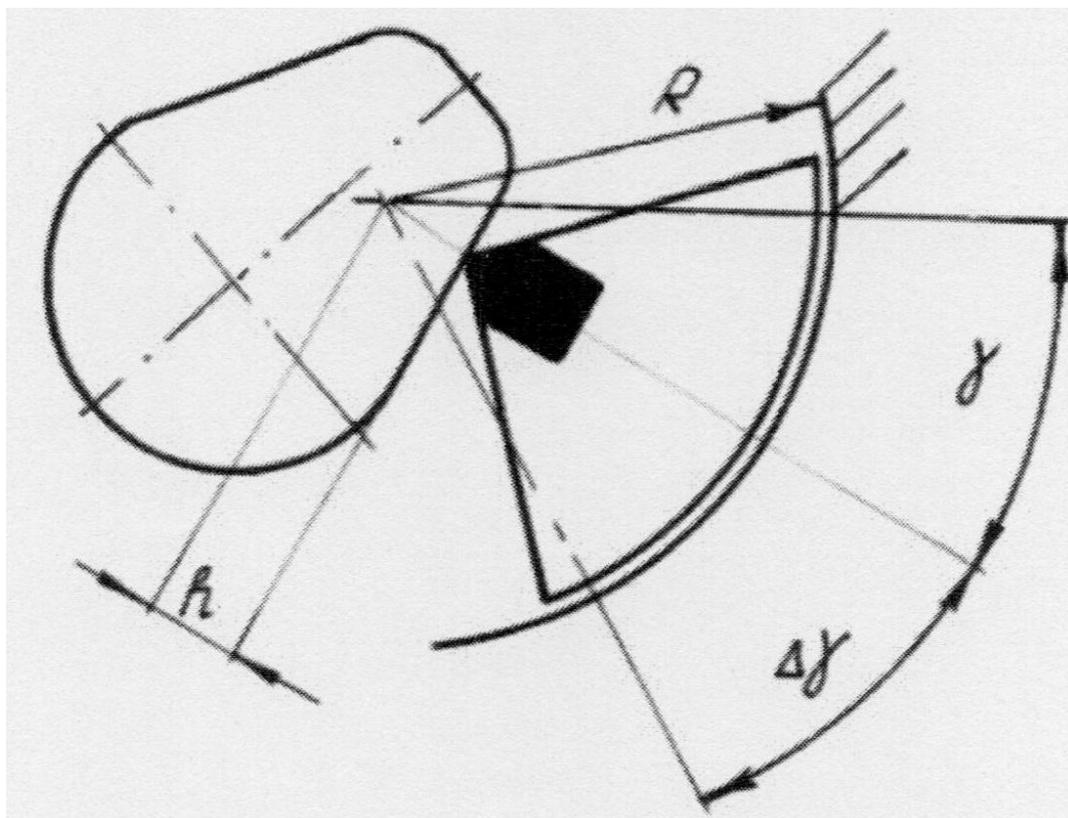


Рисунок 3.4. Схема к расчёту угла недоворота $\Delta\gamma$.

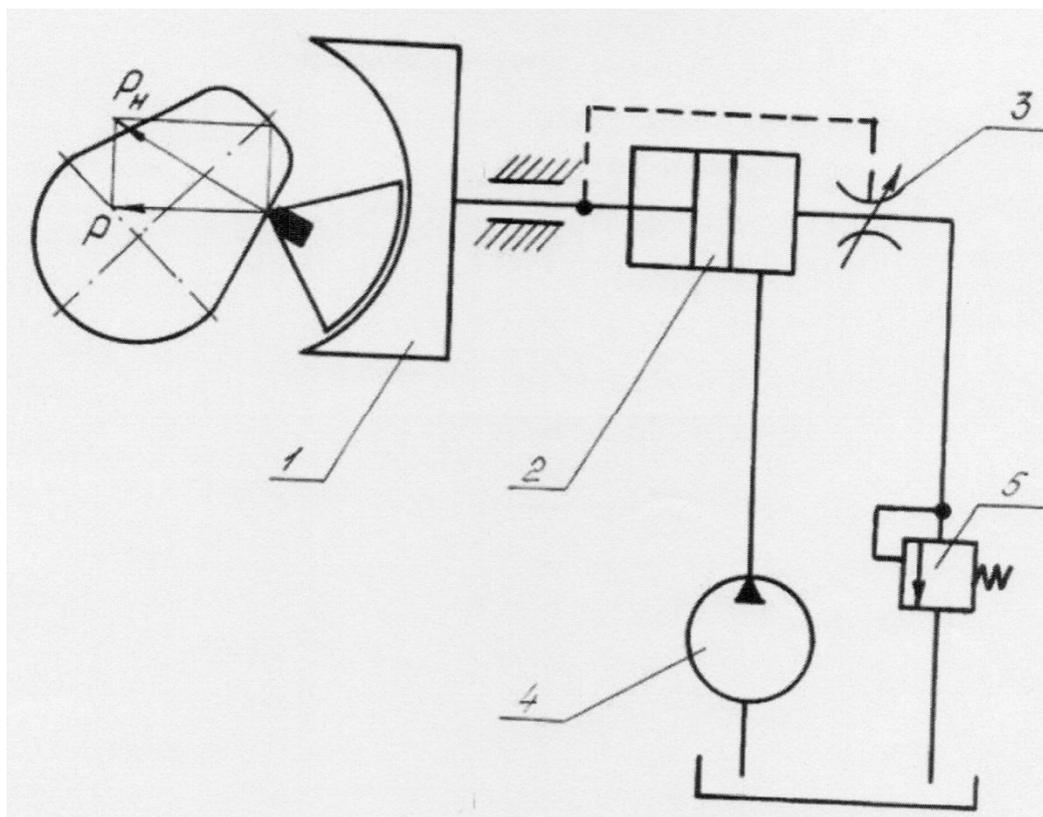


Рисунок 3.5. Гидравлическая схема устройства, обеспечивающего изменения силы, прикладываемой к инструменту.

Недостатком этого метода выглаживания является необходимость передачи значительного крутящего момента на кулачковый вал. Это приводит к необходимости последовательной обработки кулачков. Первый цикл включает обработку четырех кулачков. При этом один из крайних кулачков используется для передачи крутящего момента. Во время второго цикла обрабатывается оставшиеся четыре кулачка. При этом в качестве ведущего используется другой крайний ранее обработанный кулачок.

3.2. Четвертый способ

Четвертый метод выглаживания устраняет недостатки третьего метода. Сущность метода заключается в том, что обработку профиля кулачка ведут тремя инструментами (рис. 3.6) [7]. Обработку цилиндрических участков

ведут одним инструментом, при этом кулачок 1 вращают, а инструмент 2 перемещают в плоскости, проходящей через ось вращения кулачка. Затем кулачок останавливают и обработку плоских участков осуществляют двумя другими инструментами 6, установленными симметрично относительно оси симметрии профиля кулачка, путем сообщения возвратно-поступательного перемещения вдоль этих участков [8].

На этапе конструктивной проработки способа оказалось возможным исключить необходимость остановки кулачкового вала в процессе обработки плоских участков. Обработка этих участков осуществляется в процессе вращения кулачкового вала, при этом инструментальная головка разворачивается вместе с кулачком за счет шарнирной подвески и одновременно совершает возвратно-поступательное движение с помощью гидроцилиндра Γ_2 (рис. 3.7). Затем с помощью гидроцилиндра Γ_1 инструменты выводятся из зоны обработки, включается гидроцилиндр Γ_6 , который вводит в эту зону инструмент, обеспечивающий обработку цилиндрических участков (рис. 3.8). Переход инструмента с одного диаметра кулачка на другой осуществляется с помощью гидроцилиндра Γ_4 . Усилие выглаживания плоских участков задается гидроцилиндром Γ_3 , а цилиндрических - гидроцилиндром Γ_5 . Этапы обработки цилиндрических и плоских участков кулачка осуществляются последовательно (рис. 3.9).

Разработана кинематическая схема станка, реализующего рассмотренный метод выглаживания кулачковых валов.

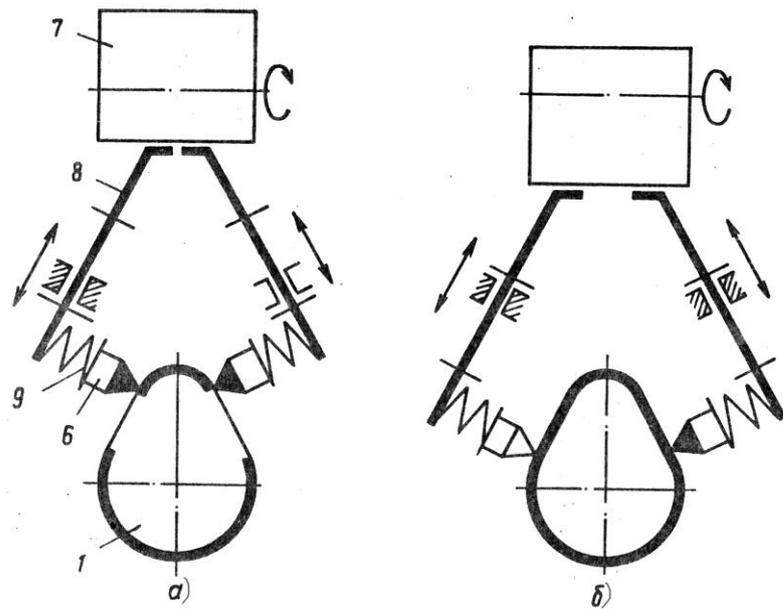
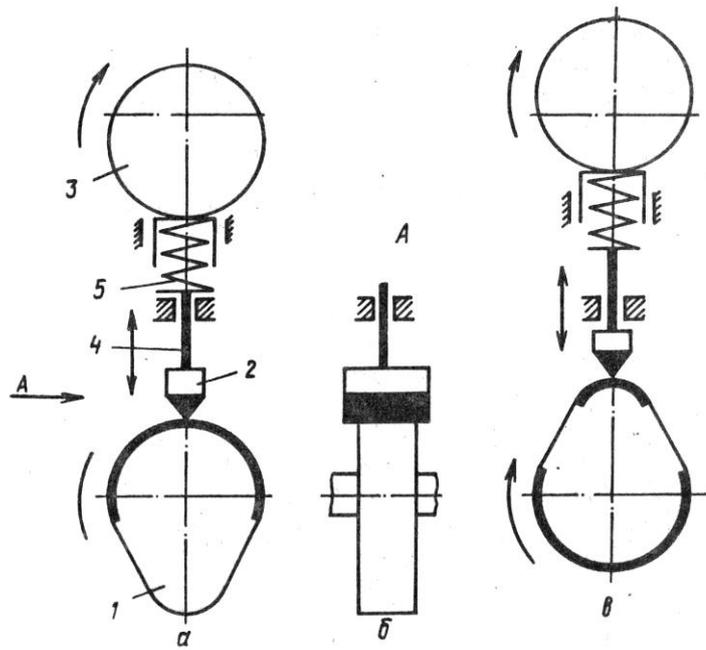


Рисунок 3.6. Способ отделочно-упрочняющей обработки широким инструментом деталей сложной формы. (а. с. № 1539049) [7].

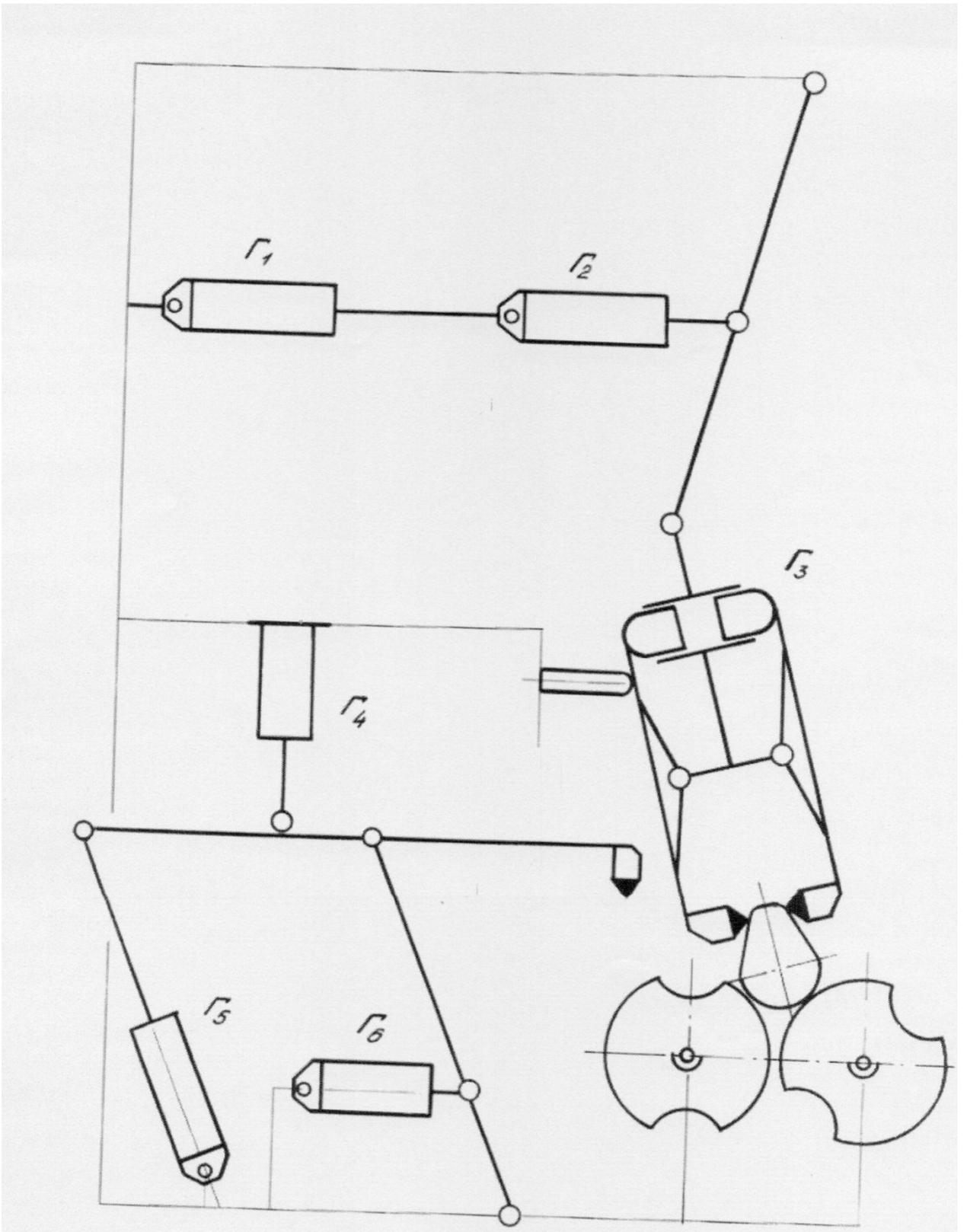


Рисунок 3.7. Конструктивная схема реализации четвертого метода выглаживания (обработка плоских участков).

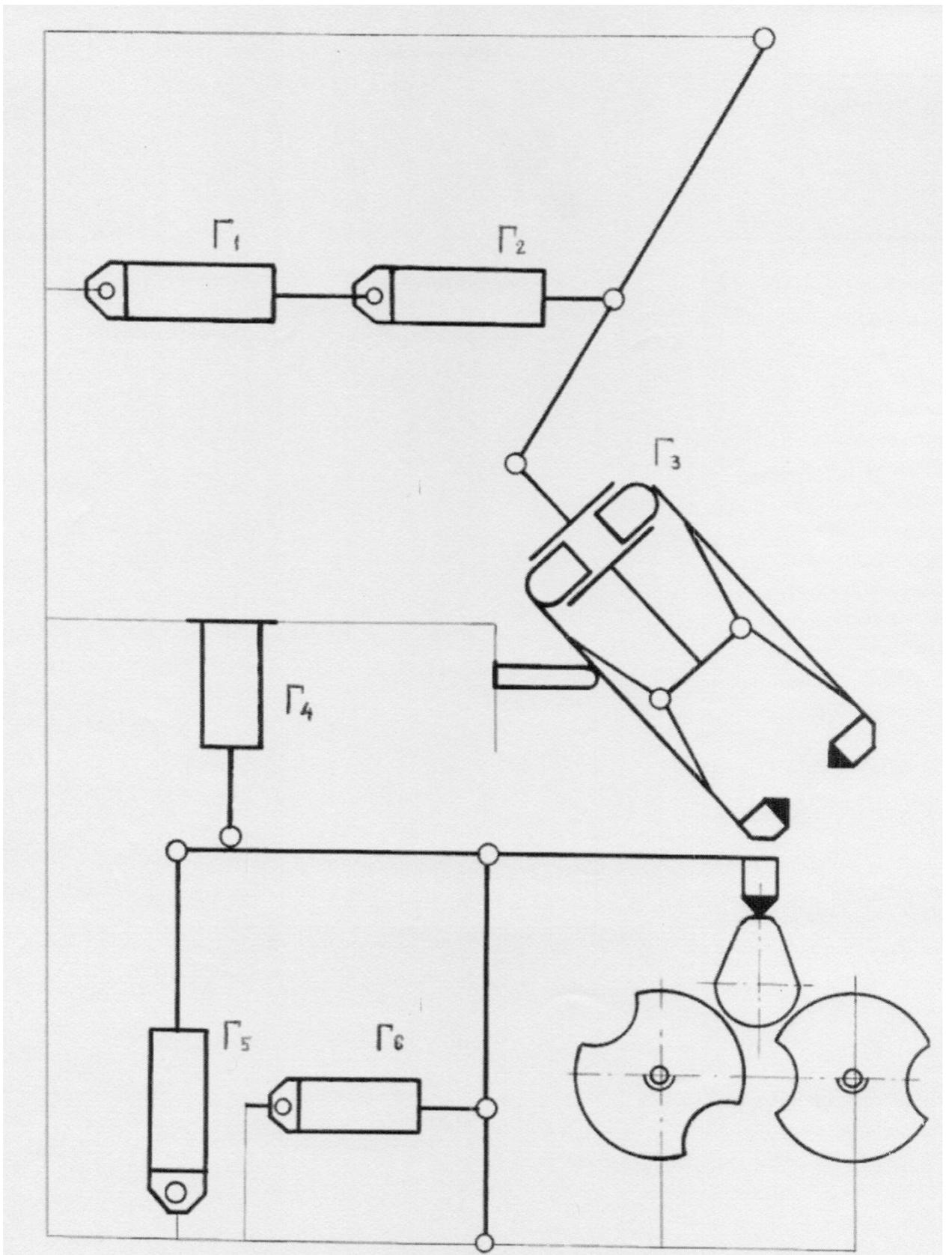


Рисунок 3.8. Конструктивная схема реализации четвертого метода выглаживания (обработка цилиндрических участков кулачка).

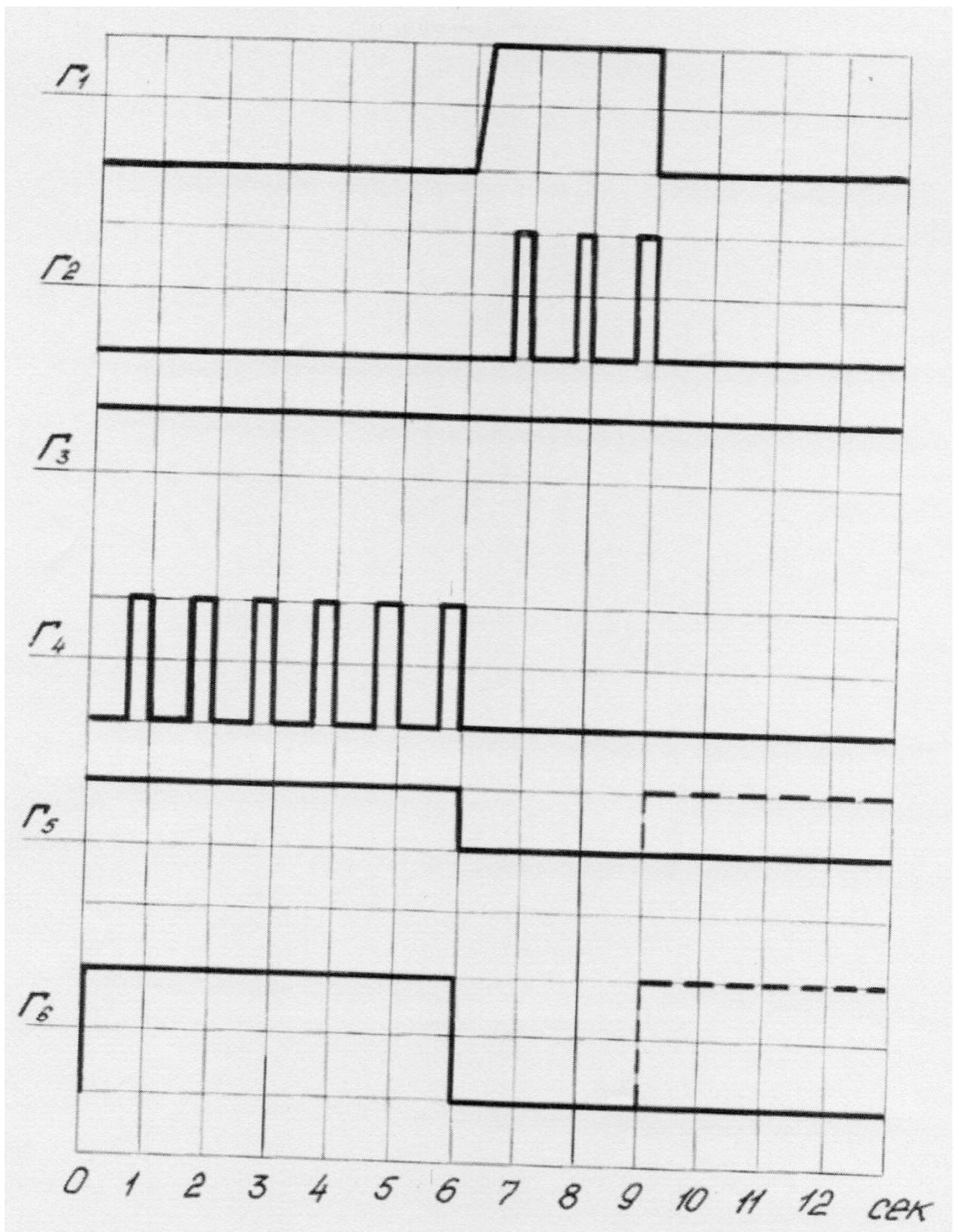


Рисунок 3.9. Циклограмма работы гидравлического привода станка для
выглаживания кулачковых валов.

4. Технологический процесс ремонта и восстановления распределительного вала двигателя автомобиля LADA PRIORA

4.1. Выбор технологических баз, схем базирования и установки заготовки

В качестве баз будем использовать центровые отверстия, полученные в процессе изготовления распределительного вала, так как они не подвержены износу в процессе эксплуатации. После операции правки подвергаем проверке точность центровых отверстий.

4.2. Технологический маршрут технологического процесса

В начале ремонта распределительного вала проводят операцию мойки, позволяющей удалить с детали грязь, маслянные и жировые отложения, которые могут быть причинами образования пор и трещин при выполнении операции наплавки.

Для наплавки нового слоя на поверхность кулачка его шлифуют с припуском 1 мм.

Комплексный технологический процесс ремонта и восстановления распределительного вала, включающий в себя все операции по восстановлению всех видов износа представлен в таблице 4.1. В реальной жизни абсолютно все виды износа, как правило, не встречаются, однако при ремонте технолог принимает решение оставить отлько те операции, которые необходимы, остальные исключает из технологического процесса.

Таблица 4.1. - Маршрут обработки детали.

№ и наим. опер.	№ пер.	Наименование перехода	Оборудование, инструмент, приспособление
10 Моечная	1	Промыть распределительный вал в горячем растворе каустической соды, промыть все отверстия под высоким давлением.	Камерная моечная машина (под высоким давлением)
20 Контрольная (дефектовка)	1	Установить вал в центра	Стойка с центрами, индикатор, стойка для индикатора, микрометр с диапазоном измерения 0-25, точностью 0,005 мм, Скоба микрометрическая 0-25 мм, набор концевых мер №3, пробка резьбовая М10, штангенциркуль, нутромер с диапазоном измерения 0-25 мм, точностью 0,01 мм.
	2	Проверить диаметры 5 посадочных шеек $\varnothing 24_{-0,055}^{-0,040}$ мм, диаметр под шкив звездочки $\varnothing 22_{-0,029}^{-0,007}$ мм.	
	3	Проверить состояние резьбы под винт крепления шкива звездочки распредвала М10×1,25-6Н, L=15 мм	
	4	Проверить визуально состояние всех галтелей, диаметров на предмет раковин, забоин, трещин, задиров.	
	5	Проверить шпоночный паз по размеру $4_{-0,035}$ и его состояние.	
	6	Снять вал, уложить на стол	
30 Контрольная	1	Установить распределительный вал на призмы по базам К и Л	Контрольная плита Призмы, индикатор с ценой деления 0,005мм, марке перманентный
	2	Контролировать биение второй, третьей, четвертой шейки, в случае биения более 0,03 мм маркировать красным перманентным маркером для последующей правки вала на прессе	
	3	Снять деталь	
40 Правка	1	Установить вал в печь и нагреть примерно до 400°С	Электропечь Призмы, индикатор
	2	Вынуть вал из печи и установить распредвал на призмы прессы по	

		базам, указанным на чертеже - К, Л.	Пресс гидравлический
	3	Контролировать биение второй, третьей и четвертой шейки и выправить вал до биения не превышающего 0,03 мм	
	4	Снять деталь	
50 Центровальная	1	Установить вал 1 шейкой (К) в патрон, а шейку (Л) в люнет	Токарный станок, 3х кулачковый патрон, люнет, индикатор с ценой деления 0,005мм, резец фасонный с пластиной ВК 8.
	2	Выставить вал, обеспечив биение третьей шейки не более 0,03 мм	
	3	Проверить резцом центровую фаску по радиусу R4 на глубину 1 мм	
	4	Снять деталь	
60 Шлифовальная (шлифование шеек под наплавку)	1	Установить вал в центра, 2, 3, 4 шейки в люнет	Кругло-шлифовальный станок, центра, люнет, шлифовальный круг
	2	Шлифовать 1-5 шейки до диаметра 23±0,01 мм	
	3	Шлифовать шейку под звездочку распредвала до диаметра 21±0,01 мм	
	4	Снять деталь	
70 Шлифование (шлифование кулачков под наплавку)	1	Установить вал в центра станка	Копирный кругло-шлифовальный станок, центра, микрометр, копир
	2	Шлифовать все кулачки по копиру с припуском по профилю 1 мм	
	3	Снять деталь	
80 Наплавочная (наплавка шеек)	1	Установить вал на станок торцом в рифленый центр и торцом под звездочку распредвала в центр задней бабки	Установка для наплавки валов, мундштук для наплавки валов, патрон
	2	Очистить шейки от грязи и масла	
	3	Наплавить последовательно все шейки слоем 1 мм	
	4	Снять деталь	
90 Наплавочная (наплавка)	1	Установить вал на станок торцом в рифленый центр и торцом под звездочку распредвала в центр задней бабки. Упором сориентировать по профилю 1 кулачка.	Установка для наплавки валов, мундштук для наплавки валов, патрон,

кулачков)	2	Очистить шейки от грязи и масла	копир.
	3	Наплавить последовательно все кулачки слоем 1 мм	
	4	Снять деталь	
100 Шлифовальная (предварительное шлифование шеек)	1	Установить распределительный вал в центра	Кругло-шлифовальный станок, центра, люнеты, шлифовальный круг
	2	Шлифовать 1-5 шейку до диаметра $\varnothing 24_{-0,055}^{-0,040}$ мм, шейку под шкив звездочки $\varnothing 22_{-0,029}^{-0,007}$ мм.	
	3	Снять деталь	
110 Контрольная	1	Проверить органолептически качество наплавленного слоя; шлаковые включения, трещины, раковины и поры не допускаются; на бракованных шейках заново сошлифовать металл и наплавить новый	
120 Шлифование (предварительное шлифование кулачков)	1	Установить распределительный вал в центра 2, 3, 4 шейки в люнеты. Упором сориентировать по профилю 1 кулачка.	Копирный кругло- шлифовальный станок, центра, микрометр, копир
	2	Шлифовать по копиру кулачки последовательно	
	3	Снять деталь	
130 Контрольная	1	Проверить органолептически качество наплавленного слоя; шлаковые включения, трещины, раковины и поры не допускаются; на бракованных шейках заново сошлифовать металл и наплавить новый	
140 Токарная (обработка галтелей на 1- 5 шейках)	1	Установить вал в центра, 2, 3, 4 шейки в люнеты	Токарный станок, 3х кулачковый патрон, центры, люнеты, резец фасонный с пластиной ВК 8 левый/правый.
	2	Точить левые галтели последовательно на 1-5 шейках	
	3	Точить правые галтели последовательно на 1-5 шейках	
	4	Снять деталь	

Продолжение таблицы 4.1

150 Контрольная	1	Проверить качество галтелей	
160 Фрезерная	1	Установить распределительный вал на призмы по шейкам Л и К. Выставить деталь по профилю кулачков.	Горизонтально-фрезерный станок Приспособление Фреза шпоночная Нутромер
	2	Фрезеровать шпоночный паз шириной $5_{-0,03}$ мм в ремонтный размер, под ремонтную шпонку R9	
	3	Снять вал	
170 Шлифовальная (окончательное шлифование шеек)	1	Установить распределительный вал в центра	Кругло-шлифовальный станок, центра, люнеты, шлифовальный круг
	2	Шлифовать 1-5 шейку до диаметра $\varnothing 24_{-0,055}^{-0,040}$ мм, шейку под шкив звездочки $\varnothing 22_{-0,029}^{-0,007}$ мм.	
	3	Снять деталь	
180 Контрольная	1	Проверить органолептически качество наплавленного слоя; шлаковые включения, трещины, раковины и поры не допускаются; на бракованных шейках заново сошлифовать металл и наплавить новый	
190 Шлифование (окончательное шлифование кулачков)	1	Установить распределительный вал в центра 2, 3, 4 шейки в люнеты. Упором сориентировать по профилю 1 кулачка.	Копирный кругло-шлифовальный станок, центра, микрометр, копир
	2	Шлифовать по копиру кулачки последовательно	
	3	Снять деталь	
200 Контрольная	1	Проверить органолептически качество наплавленного слоя; шлаковые включения, трещины, раковины и поры не допускаются; на бракованных шейках заново сошлифовать металл и наплавить новый	
210 Резьбонарезная (Прогонка)	1	Закрепить распредвал в тиски	Тиски Метчик M10x1,25 Пробка резьбовая
	2	Прогнать резьбу M10x1,25 под болт крепления звездочки распредвала по всей длине	

внутренней резьбы при срыве резьбы до пяти ниток)	3	Снять распредвал	
	4	Проверить качество прогонки резьбы	
220 Правильная	1	Установить распредвал крайними шейками (Л, К) на призмы	Пресс Приспособление для правки Индикатор
	2	Проверить биение 3 шейки	
	3	Править распредвал, биение не более 0,03 мм	
	4	Снять деталь	
230 Выглаживающая	1	Установить распредвал в центра станка, сориентировать по профилю 1 кулачка	Токарный станок Приспособление для выглаживания. Люнет.
	2	Выглаживать кулачки последовательно по программе командоаппарата приспособления.	
240 Выглаживающая	1	Установить распредвал в центра станка	Токарный станок Приспособление для выглаживания. Люнет.
	2	Выглаживать шейки последовательно	
250 Моечная	1	Продуть и промыть распределительный вал	Керосин, Сжатый воздух
260 Консервация	1	Смазать распределительный вал, завернуть в промасленную бумагу и отправить на склад	Масло АИ-20 Промасленная бумага

4.3. Выбор средств технологического оснащения

Прежде чем проектировать технологического процесса ремонта распределительного вала я проанализировал имеющийся парк металлорежущих станков, который, как правило, имеется на СТО.

В основе своей это универсальные, переналаживаемые станки.

Единственной сложностью, как я думаю, будет шлифование кулачков распредвала. Для этого необходим специальный копирный шлифовальный станок. В остальном типичная СТО имеет в своем распоряжении металлорежущий парк станков, на котором можно выполнить все технологические операции.

Выбранное оборудование, оснастка и инструмент представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2. – Оборудование, оснастка и инструмент, применяемый в технологическом процессе.

№ оп.	Наим. операции	Оборудование	Оснастка		
			Режущий инструмент	Мерительный инструмент	Приспособление
10, 250	Моечная	Моечная машина высокого давления	-	-	-
20, 30, 110,130,150,180,200	Контрольная	Контрольный стол	-	Приспособления для контроля, штангенциркуль, микрометр	Стойка с центрами
40, 220	Правка	Пресс гидравлический	-	Индикатор, стойка	-
50, 140, 240	Токарная	16Б16 Токарно-винторезный универсальный	Резцы проходные, пластины, выглаживатель	Штангенциркуль, штангенрейсмасс	Патрон поводковый, центр упорный
230	Выглаживающая	16Б16 Токарно-винторезный универсальный	Выглаживатель	Микрометр	Патрон поводковый, центр упорный
60,100,170	Шлифовальная (шлифование шеек)	Круглошлифовальный станок 3М132В	Шлифовальный круг, алмаз для правки	Микрометр, штангенрейсмасс, штангенциркуль, скоба измерительная	Поводок, центры упорные
70,120,190	Шлифовальная (шлифование кулачков)	Копирный круглошлифовальный станок	Шлифовальный круг, алмаз для правки, копир	Микрометр, штангенрейсмасс, штангенциркуль, скоба измерительная	Поводок, центры упорные
160	Фрезерная	Горизонтальный консольно-фрезерный 6К-82Г	Фреза шпоночная, дисковая	Штангенциркуль, нутромер	Приспособление зажимное, призмы.
80,90	Наплавочная	Установка наплавочная универсальная ОКС-22084	-	-	-
210, 260	Слесарная	Верстак, тиски	-	-	-

4.4. Проектирование технологических операций

4.4.1. Расчет режимов обработки

Произведем расчет режимов выглаживания кулачков распредвала на операции 230 выглаживающую проектируемого техпроцесса.

Расчет произведем в программном пакете MathCAD [9]. Результаты представлены на рис. 4.1.

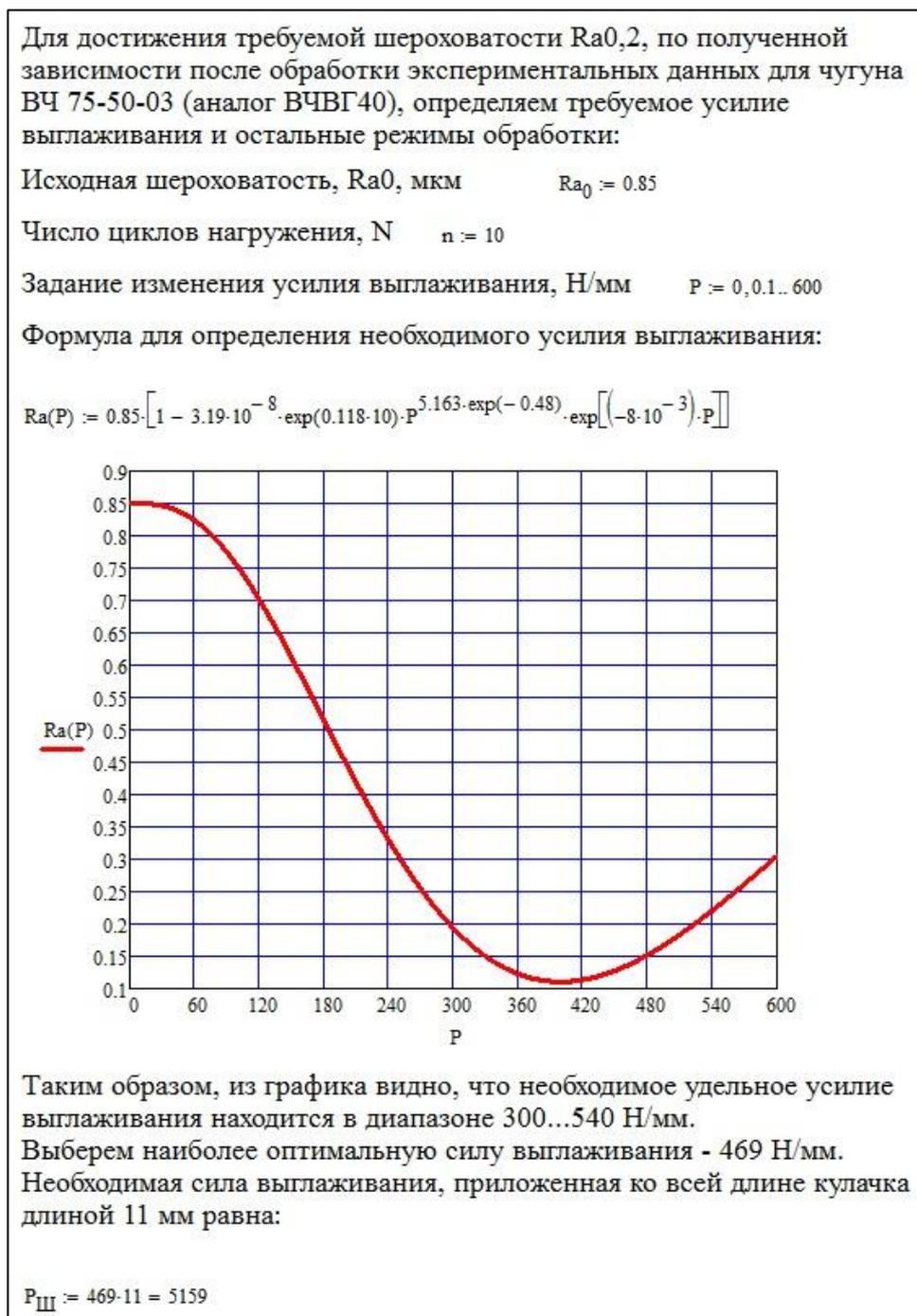


Рисунок 4.1 - Листинг программы MathCAD.

4.4.2. Расчет норм времени

Машинное время обработки T_o в мин, равно:

$$T_o = \frac{N}{n} \cdot N_{шт}; \quad (4.1)$$

где N – число циклов нагружения, $N = 10$ об,

n – частота оборотов детали, $n = 25$ об/мин;

$N_{шт}$ – количество кулачков, $N_{шт} = 8$ шт.

Штучное время на операции определяется по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{т.о.} + T_{о.п.}; \quad (4.2)$$

где T_o – основное время, мин;

$T_{всп}$ – вспомогательное время, мин;

$T_{то}$ – время, необходимое на техническое обслуживание рабочего места, примем 8 % к T_o ;

$T_{о.п.}$ – время, необходимое на отдых и естественные надобности, примем 6 % к T_o ,

Вспомогательное время равно:

$$T_{всп} = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{из} + T_{БОП}; \quad (4.3)$$

где $T_{у.с}$ – время на установку/снятие детали, мин;

$T_{з.о}$ – время на закрепление/открепление детали, мин;

$T_{из}$ – время на измерение детали, мин;

$T_{БОП}$ – время на быстрый подвод/отвод инструмента, мин.

Произведем расчет штучного и машинного времени на операцию 230 техпроцесса – выглаживающую кулачков вала.

По формуле (4.1) основное машинное время равно:

$$T_o = \frac{10}{25} \cdot 8 = 3,2 \text{ мин}$$

Штучное время (4.2, 4.3) равно:

$$T_{шт} = 3,2 + 0,1 + 0,02 + 0,16 + 0,1 + 0,06 \cdot 3,2 + 0,08 \cdot 3,2 = 4,028 \text{ мин}$$

5. Разработка конструкции приспособления для отделочно-упрочняющей обработки кулачков распределительного вала

5.1. Существующие схемы устройств для выглаживания кулачков распределительного вала

Прежде чем разрабатывать собственную конструкцию приспособления для выглаживания кулачков распределительного вала я осуществил патентный и информационный поиск в базах РФ, Европы и Америки изобретений и полезных моделей, а также просмотрел техническую литературу, журналы и каталоги оборудования для упрочняющей обработки и выявил основные схемы конструкций устройств для выглаживания кулачков. Обзор схем устройств представлен в разделе 3 бакалаврской работы.

Выявленные способы отобраны по критериям: возможность реализации используя модернизацию имеющегося оборудования, возможность проведения ремонта в условиях СТО, гибкость установки и возможность переналадки на различные типоразмеры кулачков.

5.2. Техническое задание на разработку приспособления для выглаживания

Разработать приспособление для выглаживания кулачков распределительного вала, после наплавки, устанавливаемое на токарный станок. При выглаживании необходимо обеспечить заданные значения точности и шероховатости поверхности. Также необходимо обеспечить возможность регулирования усилия выглаживания в пределах его эффективности.

Устройство для выглаживания относится к области металлообрабатывающего оборудования и используется для выполнения

окончательных операций, связанных с проведением капитального ремонта распределителей автомобилей.

Предусмотреть возможность переналадки приспособления для выглаживания других типоразмеров валов, от автомобилей других моделей.

Проектируемое оборудование предполагается установить в помещении слесарно-механического участка СТО.

Возможность экспорта в зарубежные страны не предусмотрена.

Приспособление для выглаживания разрабатывается на основании разработанных конструктивных схем и патента №1539049 в рамках курсового проекта.

Задание на разработку выдано кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей» Голыяттинского государственного университета.

При разработке оборудования особое внимание следует обратить на следующие источники информации: авторские свидетельства и патенты на методы поверхностно-пластического деформирования, имеющие индекс по МПК редакция № 8 В24В39/04 «для обработки наружных поверхностей вращения»; рефераты и схемы изобретений соответствующей тематики из реферативного сборника «Изобретения стран мира»; государственные стандарты, стандарты по безопасности производства; а также журналы, каталоги гаражного оборудования, методические пособия и другая техническая литература.

Наименования и условного обозначения тема разработки не имеет.

В процессе эксплуатации предусмотреть возможность ежемесячного обслуживания и проверки оборудования. Разрабатываемое оборудование является перспективным для разработки.

Приспособление для выглаживания изготовить в 1 экземпляре. Приспособление выполнить из отдельных узлов. По возможности использовать в конструкции приспособления нормализованные и

унифицированные узлы для облегчения его производства в условиях АТП или СТО.

Приспособление должно устанавливаться на крепление суппорта универсального токарного станка, типа 16К20. В качестве приводов приспособления использовать стандартные гидроцилиндры и гидронасосы.

В качестве инструмента предусмотреть использование изношенных хвостовиков твердосплавного осевого инструмента, предварительно доработанных с целью придания им заданной геометрии и шероховатости.

Управление последовательного включения и выключения гидроцилиндров осуществить с помощью программируемого контроллера.

При разработке устройства предусмотреть возможность дальнейшего усовершенствования конструкции путем его использования для обработки кулачков валов различной длины и геометрии.

Исходя из анализа ремонтируемых на СТО кулачковых валов, приспособление должно иметь следующие характеристики:

- достигаемое усилие выглаживания 100...1000 кг;
- обрабатываемый диаметр 30...60 мм;
- ширина обрабатываемой поверхности 5...20 мм;
- использовать давление масла в гидросистеме 5...10 МПа.

Органы управления приспособлением расположить на станке, рядом с органами управления самого станка.

Для работы приспособления необходим один оператор, который осуществляет сам процесс выглаживания, последовательно подводя приспособление к шейкам распределительного вала.

Установку распределительного вала на станок производить одному оператору – слесарю.

Обеспечить доступность, подход к узлам при разборке-сборке, переналадки на обработку других деталей и техническом обслуживании.

На приспособлении должны работать токари, имеющие навык работы на токарном станке и прошедшие инструктаж по технике безопасности и изучившие правила эксплуатации приспособления. Непосредственно перед работой необходимо проверять исправность гидросистемы приспособления, чистоту рабочих частей инструмента, шарнирных соединений выглаживателей. Не допускается загрязнение рабочих частей инструмента.

На основании стоимости аналогичного оборудования, учитывая что проектируемое приспособление будет изготавливаться в условиях СТО и из отечественных комплектующих, принимаем себестоимость изделия не более 200 000 руб.

Срок окупаемости оборудования принимаем ориентировочно 3 года.

При выполнении задания предусмотреть разработку технического предложения с эскизным проектом.

На экспертизу предоставить в письменном варианте ТЗ, ТП, ЭП и расчёты. Место проведения экспертизы кафедра «ПиЭА» ТГУ.

На согласование предоставляется техническое предложение с эскизным проектом. Согласование с другими организациями не требуется. Изготовление опытных образцов не предусматривается.

5.3. Техническое предложение на приспособление для выглаживания

Получено задание на разработку приспособления для выглаживания кулачков распределительного вала автомобиля ВАЗ.

Приспособление должно обеспечивать выглаживание криволинейной поверхности кулачка распределительного вала с целью достижения заданного качества поверхности и повышения ее эксплуатационных свойств.

Приспособление предполагается использовать на токарном станке типа 16К20 в слесарно-механическом участке на СТО. Приспособление разработать на основании разработанных конструктивных схем методов

выглаживания и патента №1539049, путём упрощения и унификации конструкции.

Предлагаемое приспособление представлено на рис. 5.1.

Проведя анализ конструкторской схемы реализации четвертого метода выглаживания, проведем ее упрощение. Объединим гидроцилиндры, выполняющие одинаковую функцию – подвод и отвод инструмента из зоны обработки. Это гидроцилиндры - Γ_1 , Γ_4 , Γ_6 (по рис. 3.7, 3.8).

Приспособление устанавливается на суппорт универсального токарного станка. Ввод и вывод инструментов из зоны обработки осуществляется с помощью гидроцилиндра Γ_A . Создание усилия для обработки цилиндрических участков осуществляется с помощью гидроцилиндра Γ_B . Переход от одного диаметра на другой происходит за счет гидроцилиндра Γ_A . Затем инструментальный блок для обработки цилиндрических участков выводится из зоны обработки гидроцилиндром Γ_A . Вместо него вводится двухинструментальный блок Б, за счет перемещения гидроцилиндра Γ_A , осуществляющий обработку плоских участков. За счет шарнирной подвески и гидроцилиндра Γ_2 инструментальный блок осуществляет поступательное движение, а усилие выглаживания создается с помощью гидроцилиндра Γ_B . В конце обработки плоских участков губки разводятся гидроцилиндром Γ_B и с помощью гидроцилиндра Γ_A инструментальный блок Б выводится из зоны обработки и вводится в зону обработки инструментальный блок А. Процесс повторяется несколько циклов, необходимых для создания заданного качества обработки поверхности. После обработки 1 кулачка, суппорт подводят к следующему и процесс повторяется.

К конструкции приспособления предъявляются следующие требования:

- достигаемое усилие выглаживания (возьмем по экспериментальным данным, для чугуна ВЧ 75-50-03, материал распределительного вала Лада Приора – ВЧ ВГ 40-1 имеет похожие свойства) 10318 Н;

- обрабатываемый диаметр 33-48 мм;
- ширина обрабатываемой поверхности 11 мм;
- тип крепления, для обеспечения установки на направляющие «ласточкин хвост» суппорта;
- использовать давление масла в гидросистеме 6 МПа.

Предусмотреть последовательное плавное изменение давления в конце выглаживания, с целью исключения риска возникновения наплыва. Предусмотреть согласованное с вращением распредвала включение и выключение гидроцилиндров, участвующих в работе.

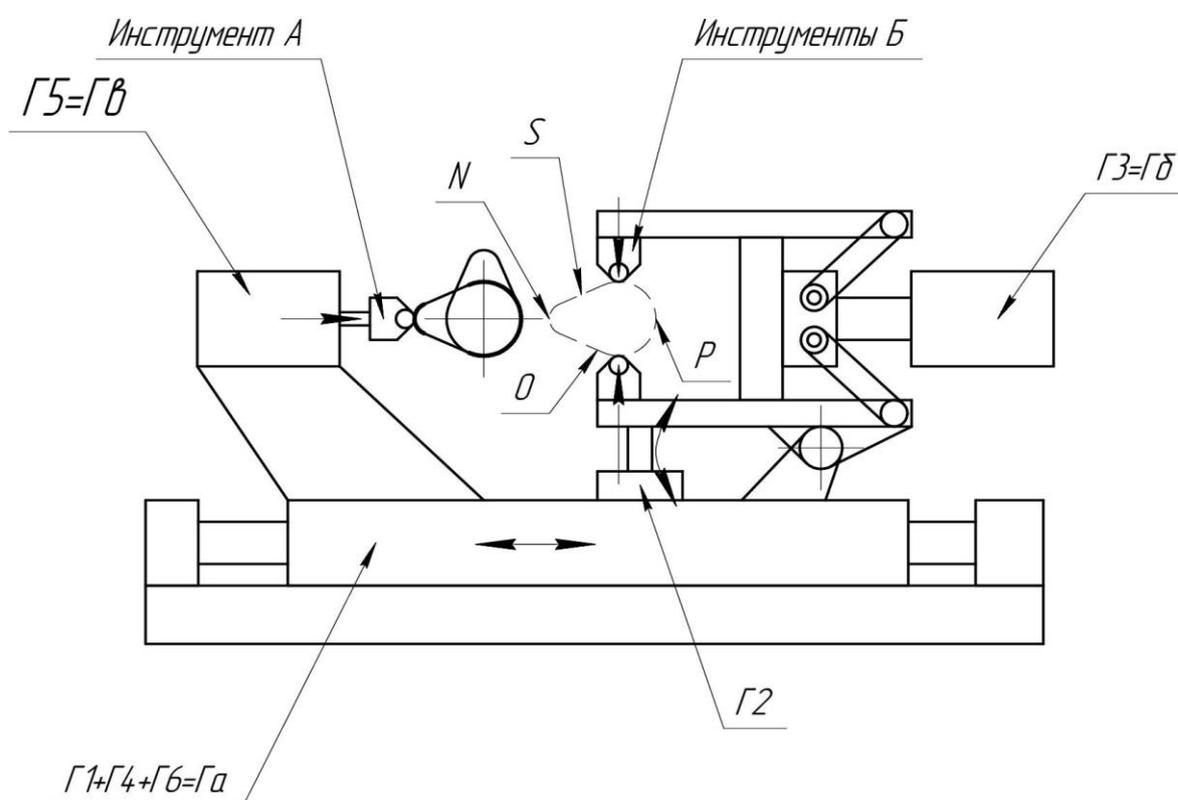


Рисунок 5.1. Предлагаемое устройство для выглаживания кулачков распредвала.

5.4. Описание конструкции и принцип работы приспособления для выглаживания

Приспособление работает следующим образом.

Оператор устанавливает распределительный вал в шпиндель станка, ориентируя по шпоночному пазу, поводит задний центр и закрепляет деталь.

Затем подводит приспособление для выглаживания, закрепленное в на суппорте станка к обрабатываемому кулачку.

На станке включает вращение детали с частотой вращения – 60 об/мин.

Далее процесс идет по следующей программе (см. лист графической части).

1. Подвод инструмента 7 с помощью гидроцилиндра 4 к цилиндрическим участкам.

2. Создание усилия выглаживания поверхности острого участка кулачка с помощью гидроцилиндра 2

3. Отвод инструмента 7 с помощью гидроцилиндра 4

4. Поворот на следующий участок цилиндрической круглой поверхности.

5, Создание усилия выглаживания поверхности круглого цилиндра с помощью гидроцилиндра 2

6. Отвод инструмента 7 с помощью гидроцилиндра 4

7. Подвод 2 инструментов 7 в противоположном двухинструментальном блоке с помощью гидроцилиндра 4 к конусным участкам кулачка

8. Поворот приспособления для ориентации по оси кулачка с помощью гидроцилиндра 3 для захвата кулачка

9. Создание усилия выглаживания плоских участков поверхности кулачка с помощью гидроцилиндра 5

10. Отвод двухинструментального блока с инструментами 7 с помощью гидроцилиндра 4

11. Повтор цикла выглаживания 10 раз для одного кулачка.

Процесс выглаживания на последнем цикле происходит с плавным уменьшением усилия с целью исключения возникновения наплыва. С целью

обеспечения плавности работы движение приспособления изменение давления в гидроцилиндре 4 имеет плавный цикл.

5.5. Конструкторские расчеты

Произведем расчет диапазона усилия, получаемого при изменении давления масла в гидросети.

Оптимальное значение усилия, необходимого для получения заданного качества получаемой поверхности, согласно экспериментальным данным (данные возьмем как для чугуна ВЧ 75-50-03) для 10 циклов нагружения – $P = 469 \text{ Н/мм}$.

Существует формула [10] для определения диаметра гидроцилиндра исходя из усилия и давления в гидросети:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P \cdot \eta_{\text{мех}}} + d^2} \quad (5.1)$$

Воспользуемся ей для определения необходимого давления в гидросети исходя из известных значений диаметров цилиндра и штока гидроцилиндра и усилия, необходимого для выглаживания.

Необходимое усилие на кулачок распределительного вала определим по формуле, для одного выглаживателя:

$$Q_K = P \cdot L \quad (5.2)$$

для двух выглаживателей:

$$Q_K = \frac{P \cdot L}{2} \quad (5.3)$$

Где $P = 469 \text{ Н/мм}$ – оптимальное удельное усилие выглаживания

$L = 11 \text{ мм}$ – ширина кулачка распределительного вала.

Необходимое усилие на кулачок вала равно, при обработке одним выглаживателем:

$$Q_K = P \cdot L = 469 \cdot 11 = 5159 \text{ Н}$$

При обработке двумя выглаживателями:

$$Q_K = \frac{P \cdot L}{2} = \frac{469 \cdot 11}{2} = 2579,5 \text{ Н}$$

Преобразовав формулу (5.1) получим давление в гидросети, для одного инструмента, при использовании стандартного гидроцилиндра с диаметром поршня 45 мм и диаметром штока 16 мм:

$$P = \frac{\left(\frac{1,13^2 \cdot Q_K}{D^2 - 1,13 \cdot d^2} \right)}{\eta_{\text{мех}}} = \frac{\left(\frac{1,13^2 \cdot 5159}{45^2 - 1,13 \cdot 16^2} \right)}{0,9} = 4,217 \text{ МПа}$$

для двух инструментов, при использовании стандартного гидроцилиндра с диаметром поршня 32 мм и диаметром штока 12 мм:

$$P = \frac{\left(\frac{1,13^2 \cdot Q_K}{D^2 - 1,13 \cdot d^2} \right)}{\eta_{\text{мех}}} = \frac{\left(\frac{1,13^2 \cdot 2579,5}{32^2 - 1,13 \cdot 12^2} \right)}{0,9} = 4,249 \text{ МПа}$$

Таким образом для получения оптимального усилия выглаживания достаточно применить стандартные гидроцилиндры с диаметром поршня 45/32 мм и диаметром штока – 16/12 мм. Применим стандартный насос, обеспечивающий плавное изменение давление масла, а также различное давление в пределах от 0 до 6,3 МПа - Пластинчатый насос регулируемый НПЛР-20/6,3. Технические характеристики представлены в таблице 5.1, фото и принципиальная схема представлены на рис .5.1.

Таблица 5.1. – Технические характеристики пластинчатого насоса НРЛР 20/16

Характеристика	Значение
Номинальный рабочий объём см ³	20
Номинальная подача, л/мин	26,5
Номинальное давление на выходе, МПа	6,3
Масса насоса, кг	23,5
Направление вращения	По часовой стрелке
Нагрузки на валу	Радиальные и осевые нагрузки недопустимы
Рекомендуемая вязкость	23 ÷ 45 сСт при 40° С (ISO VG22-46). Для холодного запуска при нулевом давлении: 400 сСт максимум
Класс чистоты жидкости	ISO 19/16 (достигается при тонкости фильтрации 25 мкм и $\beta \geq 75$)
Температура жидкости	+70° С
Положение в пространстве	Любое

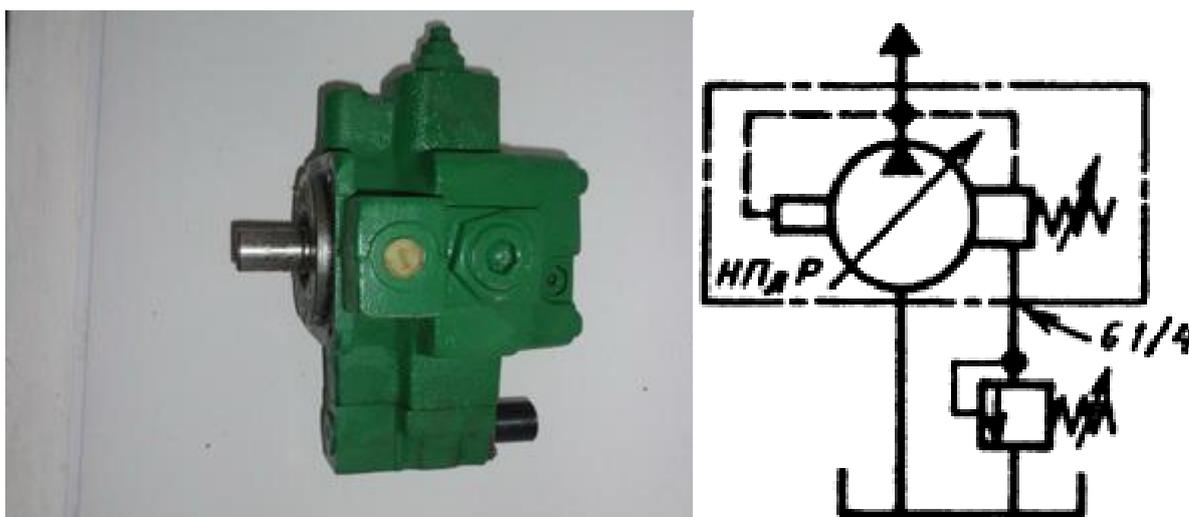


Рисунок 5.1 – Изображение и принципиальная схема насоса насоса НРЛР 20/6,3

6. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

6.1. Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

Слесарно-механическое отделение предназначено для проведения работ по восстановлению и ремонту деталей автомобиля, а также для изготовления некоторых деталей автомобиля с использованием токарно-винторезных, фрезерных, сверлильных и других станков.

С учетом норм расстановки оборудования площадь отделения равна 72 м².

В соответствие с ранее проведёнными расчётами в данном отделении выполнением всех работ занимаются 10 работников (5 в первую смену, 5 во вторую)

В отделении производятся следующие виды работ:

- токарные и винторезные работы по изготовлению метизов;
- сверлильные работы;
- шлифование шеек валов под ремонтный размер;
- расточка блока цилиндров двигателя, отверстий под подшипник в корпусных деталях под ремонтный размер при капитальном ремонте;
- хонингование поверхности зеркала блока цилиндров;
- изготовление необходимого инструмента и его ремонт (заточка);
- необходимые работы в рамках самообслуживания предприятия;
- изготовление несложных деталей;
- наплавочные и сварочные работы восстановления изношенных поверхностей деталей;

по всем основным автомобильным деталям

Вышеназванные работы выполняются в слесарно-механическом отделении в условиях полного технологического цикла, за исключением мойки деталей, которая производится в агрегатном отделении.

Перечень находящегося в отделении оборудования представлен на рисунке 6.1.

№	Наименование
1	Моечная машина высокого давления
2	Контрольный стол
3	Пресс гидравлический
4	16Б16 Токарно-винторезный универсальный
5	16Б16 Токарно-винторезный универсальный
6	Круглошлифовальный станок 3М132В
7	Копирный круглошлифовальный станок
8	Горизонтальный консольно-фрезерный 6К-82Г
9	Установка наплавочная универсальная ОКС-22084
10	Верстак, тиски

Рисунок 6.1. Перечень оборудования в слесарно-механическом отделении.

Таблица 6.1 - Технологический паспорт слесарно-механического отделения

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
10, 250	Технологический процесс ремонта распределительного вала	Моечная, промывка деталей	Оператор моечной машины	Моечная машина высокого давления	водный, моющий раствор с присадками
20, 30, 110,130,150, 180,200		Контрольная, дефектовка, контроль размеров деталей	Контроллер	Контрольный стол	Спирт, нефрас, ветошь
40, 220		Правка, правка детали, исправление кривизны вала.	Слесарь МСР	Пресс гидравлический	Масло
50, 140, 240		Токарная, точение вала в заданный размер.	Токарь	16Б16 Токарно-винторезный универсальный	Эмульсия ВЭЛС-1, 5% - СОЖ, ветошь
230		Выглаживающая, отделочная обработка кулачков вала, шеек распредвала.	Шлифовщик	16Б16 Токарно-винторезный универсальный	
60,100,170		Шлифовальная, шлифование шеек распредвала	Шлифовщик	Круглошлифовальный станок 3М132В	Эмульсия ВЭЛС-1, 3% - СОЖ, ветошь.
70,120,190		Шлифовальная, шлифование кулачков распредвала	Шлифовщик	Копирный круглошлифовальный станок	Эмульсия ВЭЛС-1, 3% - СОЖ, ветошь.
160		Фрезерная, фрезерование шпоночного паза	Фрезеровщик	Горизонтальный консольно-фрезерный 6К-82Г	Эмульсия ВЭЛС-1, 5% - СОЖ, Ветошь
80,90		Наплавочная, наплавка нового слоя на изношенную поверхность	Слесарь МСР	Установка наплавочная универсальная ОКС-22084	
210, 260		Слесарная, опилить заусенцы после мехобработки, протать резьбу.	Слесарь МСР	Верстак, тиски	Масло, ветошь.

6.2. Идентификация профессиональных рисков

Таблица 6.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№ п/п	Производственно-технологическая и эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного производственного фактора
1	Мойка деталей в ванне с моющим раствором	Физические: повышенный уровень влажности. Химические: раздражающие вещества, проникающие через органы дыхания, кожу	Моющая жидкость установки, раствор моющих средств
2	Дефектовка деталей	Физические: острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов и оборудования, недостаточный уровень освещенности на рабочем месте Психофизиологические: Перенапряжение органов зрения, монотонный труд	Острые кромки мерительного инструмента, и проверяемых деталей, монотонность измерительных операций.
3	Правочная	Физические: острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов и оборудования, недостаточный уровень освещенности на рабочем месте, повышенная запыленность воздуха рабочей зоны, движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования Психофизиологические: перенапряжение зрительных анализаторов	Острые кромки инструмента, деталей, самого прессы, низкая освещенность оборудования.
4	Токарная	Физические: острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов и оборудования, недостаточный уровень освещенности на рабочем месте, движущиеся части оборудования и инструмента, повышенный уровень вибрации, шум, повышенный уровень напряжения в электрической сети. Психофизиологические: Перенапряжение органов зрения	Токарный станок, шлифовальный станок, металлорежущий инструмент, провода и электродвигатели оборудования
5	Шлифовальная		

6.3. Методы и средства снижения профессиональных рисков

Таблица 6.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов.

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	СИЗ работника
1	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	Планировка отделения с расстановкой оборудования согласно ОНТП-01-91, инструктаж персонала, установка предупреждающих знаков и табличек, установка ограждений, защитных кожухов на движущиеся части оборудования, окраска в сигнальный цвет (желтый) движущихся частей оборудования	Куртка, брюки, фартуки, комбинезоны, рукавицы, перчатки, ботинки
2	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности инструментов и оборудования	Оптимальная планировка отделения и расстановка оборудования, инструктаж персонала, предупреждающие знаки, использование сертифицированного оборудования и инструмента, своевременное техническое обслуживание инструмента, перемещение инструмента в отделении в защитной упаковке.	Куртка, брюки, фартуки, комбинезоны, рукавицы, перчатки, ботинки
3	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Отделение наиболее шумных участков от общей рабочей зоны, покупка оборудования с наименьшим уровнем шума, использования противошумных кожухов на стендах, соблюдение графика обслуживания и ремонта оборудования	Наушники, противошумные шлемы, противошумные вкладыши, беруши
4	Перенапряжение зрительных органов	правильный подбор естественного и искусственного освещения, перерывы на отдых, производственная гимнастика	Защитные очки
5	Повышенная влажность воздуха	Оптимальная работа приточно-вытяжной вентиляции, применение местных вытяжек, обособленное расположение участка мойки	Влагонепроницаемая спецодежда, резиновые перчатки.
6	Едкие химические вещества	покупка сертифицированной продукции с наименьшим воздействием на организм человека, соблюдение производственной и личной гигиены	Перчатки, специальные защитные крема
7	Повышенная напряженность электрического поля, возможность поражения электрическим током	Оформление допуска к работе, надзор во время работы, четкое производство отключений, инструктаж по работе с электроустановками, защитное заземление, предохранительные устройства, знаки безопасности, дистанционное управление стендами, прокладка проводов под полом	Куртка, брюки, фартуки, комбинезоны, рукавицы, перчатки, ботинки

6.4. Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Таблица 6.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Слесарно-механическое отделение	Технологическое оборудование в отделении (см. табл. 6.1)	А и Е	пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды	образующиеся в результате пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, оборудования, технологических установок

Таблица 6.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
1 огнетушитель водный ОВ-10, 1 универсальный порошковый огнетушитель 10 л – ОП-10, 1 углекислотный огнетушитель – УО-5, ящик с песком для присыпания разлитых легковоспламеняющихся жидкостей, асбестовое одеяло 2 на 2 м, по нормативу согласно ППП-04-12	спецавтомобили ближайшей пожарной части; 1 мотопомпа	Пожарные краны, шланги	пожарный извещатель ИП-212-141, устройство передачи извещений «Сигнал»	не предусмотрено по нормативам	не предусмотрено по нормативам	Лопата, ведро, лом	оповещатель охранно-пожарный звуковой ГРОМ-44

Таблица 6.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Слесарно-механическое отделение	своевременное и качественное проведение профилактических работ, ремонта, модернизации и реконструкции инженерного оборудования	проведение профилактических работ по графику, персональная ответственность
	наличие сертификатов по пожарной безопасности на оборудование, оснастку и инструмент	покупка только сертифицированного оборудования у специализированных фирм
	инструктаж по пожарной безопасности	проведение всех видов инструктажа под роспись
	расстановка технологического оборудования с учетом беспрепятственной эвакуации персонала и подходов к средствам пожаротушения	должно быть обеспечено беспрепятственное движение людей к эвакуационным путям и средствам пожаротушения
	предписывающие и указательные знаки безопасности на дверях эвакуационных	наличие предусмотренных знаков
	разработка плана эвакуации при пожаре	наличие актуального плана эвакуации на предприятии
	своевременно обновлять средства пожаротушения	размещение планов эвакуации на видных местах(1 раз в 5 лет)
	изготовление и применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности	наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности
	контроль над режимом курения	На производстве оборудовать изолированное, закрытое помещение для курения с принудительной вытяжкой и первичными средствами пожаротушения – огнетушителями.
	контроль над уборкой масла и мусора	Указать в технологической документации периодичность и метод уборки рабочего места в конце смены.

6.7. Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Таблица 6.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса	Воздействие технического объекта на атмосферу	Воздействие технического объекта на гидросферу	Воздействие технического объекта на литосферу
Слесарно-механическое отделение	производственный персонал, стенды и оборудование	испарения масел, моющих растворов, паров топлива	сточные воды от установок для мойки агрегатов	Твердые бытовые отходы (ветошь, полиэтилен), отработанные ртутные и люминисцентные лампы, изношенная спецодежда, промасляная ветошь(х/б ткань), отходы от упаковки инструмента (промасляная бумага), лом, стружка металлов, отработанное масло

Таблица 6.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Слесарно-механическое отделение
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Использования вытяжных устройств над зонами работ с повышенной влажностью на моечном участке. Использование фильтрующих элементов на имеющейся на участке приточно-вытяжной вентиляции. Периодический контроль над состоянием воздуха в рабочей зоне.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Утилизация и захоронение выбросов, сбросов, отходов, стоков и осадков сточных вод с соблюдением мер по предотвращению загрязнения почв. Слив воды из установки для мойки деталей осуществляется в специальный сток, ведущий к очистным сооружениям участка уборочно-моечных работ и далее в производственную канализацию. Персональная ответственность за охрану окружающей среды.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Отработанные люминесцентные лампы после замены отправляются на утилизацию в специализированные предприятия. Сбор и складирование отходов осуществляется в специальные закрытые контейнеры, бочки и т.д., установленные в специально отведенных местах. Использованная одежда применяется как вторичное сырье при производстве ветоши. Бумага пакетируется и отвозится на вторичную переработку. Вывоз отходов производится силами специализированных организаций, с которыми заключается договор на вывоз, утилизацию и захоронение. Лом металлов складировается на площадке и после накопления определенных объемов вывозится подрядной организацией. Персональная ответственность за охрану окружающей среды. Ведение журнала учета отходов, сдача нефтяных отходов на специальный полигон.

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» проведен анализ технологического процесса ремонта выпускного распределительного вала в слесарно-механическом отделении, перечислены технологические операции, специальности работников, технологическое и инженерное оборудование.

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие: движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования; перенапряжение зрительных органов; недостаточный уровень освещенности на рабочем месте. Разработан комплекс организационно-технических мероприятий для снижения профессиональных рисков. Подобраны средства индивидуальной и коллективной защиты для работников.

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности производственного подразделения. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности. Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности в отделении.

Проведена идентификация экологических факторов и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемой техники и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

Таблица 7.1 – Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Базовый вариант	Проектируемый вариант
В технологическом процессе ремонта распредвала, при восстановлении кулачков используются две операции: 1 – переплав поверхности кулачка в среде защитного газа на установке отбела кулачков для создания необходимой твердости и износостойкости поверхности; 2 – полирование кулачков распредвала для создания качественной поверхности и достижения требуемой шероховатости.	В технологическом процессе ремонта распредвала, восстановление кулачков происходит в одну операцию: 1 – выглаживание кулачков на установке по выглаживанию, смонтированной на имеющееся в СТО оборудование – токарный станок. Выглаживанием достигается требуемая твердость и износостойкость, а также требуемая по конструкторской документации шероховатость.
Операция 95 <u>Оборудование</u> – установка отбела распредвала, $C_{об}=620000$ руб.; $M_y=5$ кВт.; $P_{уд}=2,52$ м ² ; $K_{д.пл}=1,2$; $T_o=3,2$ мин.	Операция 230 <u>Оборудование</u> – имеющийся на СТО токарный станок 16Б16. <u>Оснастка</u> – станочное приспособление для выглаживания, $T_o=3,2$ мин.
Операция 230 <u>Оборудование</u> – полировальный станок NAGEL, $C_{об}=120000$ руб.; $M_y=1$ кВт.; $P_{уд}=2$ м ² ; $K_{д.пл}=1,2$; $T_o=3,2$ мин.	

Таблица 7.2 – Исходные данные для экономического обоснования по сравниваемым вариантам

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
			Баз.	Пр.
1	Годовая программа ремонта	$P_r, шт.$	10000	10000
2	Норма машинного времени	$T_o, мин.$	3,2	3,2
			3,2	-
3	Норма обслуживания рабочего места, мин	a	8,00	
4	Норма штучного времени, мин	b	6,00	
5	Трудоемкость проектирования технологии или техники	$T_{пр}, час$	-	60
6	Часовая тарифная ставка:	$C_ч, руб.$	100	100
7	Часовая заработная плата конструктора, технолога	$C_{ч.тех}, руб / час$	-	100
8	Коэффициент доплаты до часового, дневного и месячного фондов	K_d	1,08	1,08
9	Коэффициент премирования	$K_{пр}$	1,2	1,2

Продолжение табл. 7.2

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
			Баз.	Пр.
10	Коэффициент доплат за профмастерство	$K_{ПФ}$	1,12	1,12
11	Коэффициент доплат за условия труда:	K_V	1,12	1,12
12	Коэффициент отчисления на соцстрах	K_C	0,3	0,3
13	Коэффициент выполнения норм	$K_{ВН}$	1,0	1,0
14	Коэффициент расходов на доставку и монтаж оборудования	$K_{МОИТ}$	0,3	0,3
15	Эффективный фонд времени: - оборудования - рабочего.	$\Phi_{Э}, час.$ $\Phi_{ЭР}, час.$	4015 1840	4015 1840
16	Годовая норма амортизационных отчислений на площадь	$H_A, \%$	20	20
17	Коэффициент затрат на текущий ремонт оборудования	K_P	0,3	0,3
18	Тариф платы за электроэнергию	$Ц_{Э}, руб./кВт$	2	2
19	Стоимость эксплуатации 1м ² площади здания в год	$Ц_{ПЛ}, руб/м^2$	2000	2000
20	Коэффициент транспортно-заготовительных расходов,%	$K_{ТЗ}$	5	
21	Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования	$K_{ОБ}$	1,5	
22	Коэффициент общепроизводственных расходов	$K_{ОПР}$	1,65	
23	Нормативный коэффициент эффективности	E_H	0,33	
24	Коэффициент общехозяйственных расходов	$K_{ОХР}$	1,45	
25	Коэффициент внепроизводственных расходов	$K_{ВНЕПР}$	0,3	
Дополнительные исходные данные для расчета себестоимости приспособления				
26	Сырье и материалы – сталь 40, кг	$Q_M, руб.$	-	75
	Средняя цена за единицу, руб	$Ц_M, руб.$	-	33
27	Покупные изделия и полуфабрикаты			
	Метизы: Кол-во, шт Цена за единицу, руб	n_i $Ц_i$		22 100
	Гидроцилиндр: Кол-во, шт Цена за единицу, руб	n_i $Ц_i$		4 7100
	Контроллер: Кол-во, шт Цена за единицу, руб	n_i $Ц_i$		1 2270
	Насос пластинчатый НРЛР 20/6,3 Кол-во, шт Цена за единицу, руб	n_i $Ц_i$		1 40600
	Предохранительный клапан Кол-во, шт Цена за единицу, руб	n_i $Ц_i$		1 3000
28	Заработная плата основная			
	Фрезерная операция: Трудоемкость, н/ч Часовая тарифная ставка, руб.	T C_P		20 100

Продолжение табл. 7.2

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
			Баз.	Пр.
	Токарная операция: Трудоемкость, н/ч Часовая тарифная ставка, руб.	т С _р		10 100
	Шлифовальная операция: Трудоемкость, н/ч Часовая тарифная ставка, руб.	т С _р		5 150
	Сверлильная операция: Трудоемкость, н/ч Часовая тарифная ставка, руб.	т С _р		10 100
	Сборочная операция: Трудоемкость, н/ч Часовая тарифная ставка, руб.	т С _р		20 120

1. Расчет затрат по статье «Сырье и материалы» по формуле:

$$M = C_M \cdot Q_M \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right);$$

№	Наименование материала	Ед. изм.	Норма расхода	Ср. цена за единицу	Сумма, руб.
1	Сталь 40	кг	75	33	2598,75

2. Расчет затрат «Покупные изделия и полуфабрикаты» по формуле:

$$P_{II} = C_{II} \cdot n_{II} \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right)$$

№	Наименование полуфабрикатов	Количество	Цена за 1шт., руб.	Сумма, руб.
1	Метизы	22	100	2200
2	Гидроцилиндры	4	7100	28400
3	Контроллер	1	2270	2270
4	Насос	1	40600	40600
5	Клапан	1	3000	3000
	ИТОГО		53070	76470
	Транспортно-заготовительные расходы			3823,5
	ВСЕГО			80293,5

3. Расчет статьи «Зарплата основная» по формуле:

$$Z_C = C_{\text{ч}} \cdot T \cdot \left(1 + \frac{K_{ПФ}}{100}\right)$$

№	Виды операций	Разряд работы	Труд-ть, ч/час	Часовая тарифная ставка	Тарифная зарплата
1	фрезерная	4	20	100	2000
2	токарная	4	10	100	1000
3	шлифовальная	5	5	150	750
4	сверлильная	4	10	100	1000
5	сборочная	4	20	120	2400
	ИТОГО				7150
	Премияльные доплаты				858
	Основная заработная плата				8008

4. Расчет статьи затраты «Зарплата дополнительная» производится по

формуле: $Z_D = Z_O \cdot \frac{K_D}{100} = 8008 \cdot \frac{8}{100} = 572 \text{ руб}$

5. Расчет статьи «Отчисления в ЕСН» производится по формуле:

$$O_C = Z_O + Z_D \cdot K_C = 8008 + 572 \cdot 0,3 = 2316,6 \text{ руб}$$

6. Расчет статьи “Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования”

производятся по формуле: $P_{C.OB.} = Z_o \cdot \frac{K_{OB.}}{100} = 8008 \cdot \frac{150}{100} = 10725$ руб

7. Расчет статьи “Общепроизводственные расходы” производятся по

формуле: $P_{C.OPP.} = Z_o \cdot \frac{K_{OPP.}}{100} = 8008 \cdot \frac{165}{100} = 11797,5$ руб

8. Цеховая себестоимость рассчитывается по формуле:

$C_{Ц} = M + П_{И} + Z_o + Z_{Д} + O_C + P_{C.OB.} + P_{C.OPP.} = 2598,75 + 80293,5 + 8008 + 572 + 2316,6 + 10725 + 11797,5 = 115453,35$ руб

9. Расчет статьи “Общехозяйственные расходы” производятся по формуле:

$P_{OXP} = Z_o \cdot \frac{K_{OXP}}{100} = 8008 \cdot \frac{145}{100} = 10367,5$ руб.

10. Производственная себестоимость

$C_{ПР} = C_{Ц} + P_{OXP} = 115453,35 + 10367,5 = 125820,85$ руб.

11. Расчет статьи “Внепроизводственные расходы” производятся по формуле:

$P_{ВН} = C_{ПР} \cdot \frac{K_{ВНЕПР}}{100} = 125820,85 \cdot \frac{30}{100} = 37746,255$

12. Полная себестоимость: $C_{ПОЛН} = C_{ПР} + P_{ВН} = 125820,85 + 37746,255 = 163567,105$ руб.

Таблица 7.3 – Расчет необходимого количества оборудования и коэффициента его загрузки

№	Наименование показателей	Расчетные формулы и расчет	Значения показателей	
			Базовый	Проект
1	Норма штучного времени, Тшт	$T_{шт} = T_{оп} \cdot \left(\frac{1 + a + b}{100} \right)$	3,648	3,648
			3,648	0
2	Расчетное количество основного технологического оборудования по изменяющимся операциям технологического процесса детали, шт.	$H_{OB.РАСЧ} = \frac{T_{шт} \cdot П_{Г}}{\Phi_{Э} \cdot 60 \cdot K_{ВН}}$	0,167	0,167
			0,167	0
3	Принятое количество оборудования, шт.	$H_{OB.ПРИН} = H_{OB}$ Расчетное количество оборудования округляется до ближайшего большего, целого числа.	1	1
			1	0

Таблица 7.4 – Расчет капитальных вложений в сфере эксплуатации по вариантам

№	Наименование, единица измерения	Расчетные формулы и расчет	Значения показателей	
			Баз.	Пр.
1	Прямые капитальные вложения в основное технологическое оборудование, руб.	$K_{OB} = \sum_1^m H_{OB} \cdot K_3 \cdot C_{OB}$ <p>Для определения прямых капитальных вложений в основное технологическое оборудование использовался пакет программ Microsoft Excel</p>	123732,7 0	27349,45
2	Сопутствующие капитальные вложения:			
2.1	Затраты на проектирование, руб.	$Z_{ПР} = T_{ТР.ПР} \cdot C_{Ч.ТЕХ}$	—	6000
2.2	Затраты на доставку и монтаж оборудования, руб.	$K_M = K_{OB} \cdot K_{МОНТ}$	37119,8	8204,84
2.3	Затраты в эксплуатацию производственных площадей, руб.	$K_{Э.ПЛ} = \sum_1^m H_{OB} \cdot P_{уд} \cdot K_{Д.ПЛ} \cdot C_{Э.ПЛ}$ <p>Для определения затрат в эксплуатацию производственных площадей использовался пакет программа Microsoft Excel</p>	24435	0
	Итого сопутствующие капитальные вложения, руб.	$K_{СОП} = K_M + Z_{ПР} + K_{Э.ПЛ}$ $K_{СОП(БАЗ)} = 37119,8 + 24435 = 61554,8$ $K_{СОП(ПР)} = 6000 + 8204,84 = 14204,84$	61554,8	14204,84
3	Общие капитальные вложения, руб.	$K_{ОБЩ} = K_{OB} + K_{СОП}$ $K_{ОБЩ(БАЗ)} = 123732,7 + 61554,8 = 185287,47$ $K_{ОБЩ(ПР)} = 27349,45 + 14204,84 = 41554,29$	185287,4 7	41554,29
4	Удельные, капитальные вложения, руб.	$K_{уд} = \frac{K_{ОБЩ}}{P_{Г}}$ $K_{уд(БАЗ)} = \frac{185287,47}{10000} = 18,53$ $K_{уд(ПР)} = \frac{41554,29}{10000} = 4,155$	18,53	4,155

Таблица 7.5 – Расчет эксплуатационных издержек по вариантам

№	Наименование показателей	Расчетные формулы и расчет	Значения показателей	
			Баз.	Пр.
1	Основная заработная плата рабочих операторов, руб.	$З_{пл.оп} = \frac{\sum T_{шт} \cdot C_{ч}}{60} \cdot K_{у} \cdot K_{пф} \cdot K_{пр} \cdot K_{д} \cdot K_{н} \cdot K_{вн}$ <p>Для определения затрат в эксплуатацию производственных площадей использовался пакет программа Microsoft Excel</p>	21,827764 22	10,91388211
2	Начисления на заработную плату, руб.	$H_{зпл} = З_{пл.оп} \cdot K_{с}$	6,5483292 67	3,274164634
3	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования			
3.1	Расходы на амортизацию оборудования, руб.	$P_A = \frac{\sum_{1}^m Ц_{об} \cdot H_{об} \cdot T_{шт}}{\Phi_{э} \cdot 60 \cdot K_{вн} \cdot 100} \cdot H_A$	1,4847920 3	0,328193424
3.2	Расходы на текущий ремонт оборудования, руб.	$P_{р.об} = \frac{\sum_{1}^m Ц_{об} \cdot H_{об} \cdot T_{шт}}{\Phi_{э} \cdot 60 \cdot K_{вн}} \cdot K_p$ <p>Для определения величины расходов на текущий ремонт оборудования использовался пакет программ Microsoft Excel</p>	0,7423960 15	0,164096712
3.3	Расходы на технологическую энергию, руб.	$P_{э} = \frac{\sum_{1}^m M_{у} \cdot T_{маш}}{КПД \cdot 60} \cdot K_{од} \cdot K_{м} \cdot K_{в} \cdot K_{п} \cdot Ц_{э}$	0,336	0,0616
3.4	Амортизация площади	$A_{пл} = \frac{\sum_{1}^m H_{об} \cdot P_{уд} \cdot K_{д.пл} \cdot H_{а.пл.}}{100 \cdot \Phi_{э} \cdot K_{в}} \cdot Ц_{э.пл}$	0,2118306 35	0,004707347
3.5	Расходы на содержание и эксплуатацию производственной площади, руб.	$P_{пл} = \frac{\sum_{1}^m H_{об} \cdot K_3 \cdot P_{уд} \cdot K_{д.пл}}{П_{г}} \cdot Ц_{э.пл}$	0,1805828 14	0,004012951
Итого технологическая себестоимость			2,9556014 94	0,562610435

Таблица 7.6 – Себестоимость эксплуатации базовой и проектируемой конструкции

№	Статьи затрат	Затраты, руб.	
		Базовый	Проект
1	Основная заработная плата рабочих операторов	21,82776422	10,91388211
2	ЕСН	6,548329267	3,274164634
3	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования: $P_{Э.ОБ}$	2,955601494	0,562610435
4	Общепроизводственные расходы: $P_{ОПР} = Z_{ПЛ.ОСН} \cdot K_{ОПР}$	36,01581097	18,00790548
5	Общехозяйственные заводские накладные расходы: $P_{ОХР} = Z_{ПЛ.ОСН} \cdot K_{ОХР}$	31,65025812	15,82512906
Итого производственная себестоимость: $C_{ПР} = C_{ТЕХ} + P_{ОПР} + P_{ОХР}$		70,62167059	34,39564498
6	Внепроизводственные расходы: $P_{ВН} = C_{ПР} \cdot K_{ВНП}$	21,18650118	10,31869349
Всего полная себестоимость: $C_{ПОЛ} = C_{ПР} + P_{ВН}$		91,80817177	44,71433848

Таблица 7.7 – Расчет показателей экономической эффективности внедрения новой техники

№	Наименование показателей, единица измерения	Расчетные формулы и расчет	Значение показателей	
			Баз.	Пр.
1	Приведенные затраты на единицу детали, руб.	$Z_{ПР.ЕД} = C_{ПОЛ} + E_H \cdot K_{УД}$	97,922658	46,085629
2	Годовые приведенные затраты, руб.	$Z_{ПР.ГОД} = Z_{ПР.ЕД} \cdot П_Г$	979226,58	460856,29

Прибыль при проведении работ за счет снижения себестоимости обслуживания составят:

$$П = (C_{ПОЛ(БАЗ)} - C_{ПОЛ(ПР)}) \cdot П_Г = (1,80817 - 44,71434) \cdot 10000 = 470938,3329$$

Налог на прибыль: $H_{ПРИБ} = П \cdot K_{НАЛ} = 470938,3329 \cdot 0,24 = 113025,1999$

Чистая ожидаемая прибыль:

$$П_{Р.ЧИСТ} = П - H_{ПРИБ} = 470938,3329 - 113025,1999 = 357913,133$$

Определение срока окупаемости капитальных вложений (инвестиций):

$$T_{ОК} = \frac{K_{ОБЩ}}{П_{Р.ЧИСТ}} = \frac{41554,29}{357913,133} = 0,116$$

Расчетный срок окупаемости инвестиций округляется до целого большего числа, поэтому $T_{ОК} = 1$ год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы был разработан технологический процесс ремонта и восстановления распределительного вала двигателя Лада. На основе проведенного научного исследования было предложено применить новый метод механической обработки – широкое выглаживание, который позволил заменить дорогостоящую операцию переплава кулачков и полирование на более бюджетный метод обработки. Также разработана конструкция приспособления, которую рекомендовано применить на СТО при восстановлении и ремонте кулачков распределительных валов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Малкин, В.С. Устройство и эксплуатация технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта: учебно-методическое пособие к курсовому проекту бакалавров направления подготовки 190600.62 (23.03.03) «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», спец. «Автомобили и автомобильное хозяйство» [Текст] / В.С. Малкин; ТГУ. - Тольяти: ТГУ, 2015. - 65 с. : ил.
2. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей. – М.: Колос, 1981. – 351 с., ил.
3. Сазонов М.Б. Повышение долговечности и надежности лопаток компрессора ГТД путем регулирования состояния поверхностного слоя комбинированной упрочняюще-отделочной обработкой. – Автореферат диссертации, 1990.
4. Бабичев А.П. Вибрационная обработка деталей. Изд.2-е, перераб. и доп. М.:Машиностроение, 1974 -136с.
5. Одинцов Л.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием: Справочник. – М.:Машиностроение, 1987.-328 с.
6. Михайлов А.А., Ершов А.А. Алмазное выглаживание деталей сложной формы. – Межвуз. Сб. научн. Тр.: Процессы и оборудование абразивно-алмазной обработки, 1979, с.149.
7. А.С.1539049, ГПИ, Бобровский Н.М., Черненко О.С., Голицин С.Н., 25.05.1988 г. СССР.
8. Барац Я.И. Финишная обработка металлов давлением. (Теплофизика и качество) Изд-во Сарат. Ун-та, 1982.-184 с.
9. [Дьяконов, Владимир Павлович](#). Справочник по MathCAD PLUS 6.0 PRO: справочное издание / В.П. Дьяконов. - Москва : СК Пресс, 1997. - 328 с.: ил. + 1 дискета. - (Библиотека PCWeek/RE). - ISBN 5-89233-011-7 :Б.ц. Библиогр.: с. 326-328
10. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т.1/Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение-1, 2001. 912 с., ил.
11. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т.2/Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение-1, 2001. 944 с., ил.

12. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» Учебно-методическое пособие/ Горина, Л.Н., Фесина М.И. – Тольятти: ТГУ, 2016 – 32 с.
13. Чумаков Л.Л. Раздел выпускной квалификационной работы «Экономическая эффективность проекта». Уч.-методическое пособие. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 37 с.
14. Бобровский Н.М. Разработка научных основ процесса обработки деталей поверхностно-пластическим деформированием без применения смазочно-охлаждающих жидкостей. Монография. // Тольяттинский Государственный Университет, Тольятти, 2008. - 170с.
15. Горохов В.А. Проектирование и расчет приспособления: Учеб. Пособие для студентов вузов машиностроительных спец./Горохов В.А. и др. – Мн.: Выш. шк., 1986.- 238 с.: ил.
16. Ануриев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя . В 3 т. Т. 2 / В. И. Ануриев ; под ред. И. Н. Жестковой. - 8-е изд., перераб. и доп. - Моск-ва : Машиностроение, 1999. - 875 с. : ил.
17. Гжиров Р.И. Краткий справочник конструктора: Справочник – Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1983 – 464 с., ил.
18. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979 – 303 с., ил.
19. Юдин Е. Я. Охрана труда в машиностроении. Учебник для машиностроительных вузов/Е.Я. Юдин, С.В. Белова – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983, 432 с., ил.
20. Епишкин, В.Е. Проектирование станций технического обслуживания автомобилей: Учебное пособие по дисциплине «Проектирование предприятий автомобильного транспорта»: для студентов специальности 190601 «Автомобили и автомобильное хозяйство» [Текст] / В.Е. Епишкин, А.П. Ка-раченцев, В.Г. Остапец - Тольятти: ТГУ, 2012. - 285 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Формат Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
			<i>Документация</i>		
A1		16.РБ.ПЗА.50.61.00.000СБ	Сборочный чертеж		
			<i>Сборочные единицы</i>		
	1	16.РБ.ПЗА.50.61.01.000СБ	Корпус в сборе	1	
	2	16.РБ.ПЗА.50.61.02.000СБ	Гидроцилиндр	1	
	3	16.РБ.ПЗА.50.61.03.000СБ	Гидроцилиндр	1	
	4	16.РБ.ПЗА.50.61.04.000СБ	Гидроцилиндр	1	
	5	16.РБ.ПЗА.50.61.05.000СБ	Привод коромысловый	1	
	6	16.РБ.ПЗА.50.61.06.000СБ	Стойка	1	
	7	16.РБ.ПЗА.50.61.07.000СБ	Выглаживатель	3	
			<i>Детали</i>		
	10	16.РБ.ПЗА.50.61.00.010	Плита	1	
	11	16.РБ.ПЗА.50.61.00.011	Тяга	4	
	12	16.РБ.ПЗА.50.61.00.012	Ось	1	
	13	16.РБ.ПЗА.50.61.00.013	Ось	1	
	14	16.РБ.ПЗА.50.61.00.014	Ось	1	
			<i>Стандартные изделия</i>		
	20		Винт ГОСТ Р ИСО 4762 М6×25	8	
	21		Винт ГОСТ Р ИСО 4762 М6×16	8	
	22		Винт ГОСТ Р ИСО 4762 М12×25	4	
	23		Гайка М6 ГОСТ 5915-70	2	
16.РБ.ПЗА.50.61.00.000СБ					
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	
Разраб.	Чайковский				
Пров.	Бодравский				
Н.контр.	Егоров				
Утв.	Бодравский				
Приспособление для выглаживания			Лист	Лист	Листов
					1
			ТГУ Каф. ПЗА ЭКД-1201		

Копировал

Формат А4