

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

Кафедра эксплуатации и ремонта машин

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Проектирование технологического процесса восстановления поршней ДВС с разработкой конструкции съемника компрессионных колец»

Шифр 35.03.06.412.20.СК.00.00.00 ПЗ

Студент группы Б262-08у _____

Чурбанов Павел Михайлович

Руководитель доцент _____

Гималтдинов И.Х.
Ф.И.О.

подпись

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 10 от «31» Января 2020г.)

Зав. кафедрой профессор
ученое звание _____

подпись

Адигамов Н.Р.
Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра эксплуатации и ремонта машин

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой


_____ / Агашев А.А.
« 14 » декабря 20 19 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Чурбанову П.М.

Тема ВКР «Проектирование технологического процесса восстановления поршней ДВС с разработкой конструкции съёмника компрессионных колец»
утверждена приказом по вузу от « 10 » января 2020 г. № 4

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР 05.02.2020

3. Исходные данные: нормативно справочная литература, технологические карты, результаты замеров износов деталей.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Анализ состояния вопроса
2. Проектирование технологического процесса восстановления
3. Конструкторская разработка
4. Мероприятия по безопасности жизнедеятельности
5. Технико-экономическое обоснование конструкции

5. Перечень графических материалов

1. Анализ существующих конструкций
2. Ремонтный чертеж
3. Технологические карты на восстановление
4. Сборочный чертеж приспособления
5. Рабочие чертежи деталей

6. Консультанты по ВКР

Раздел	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	
Экономическое обоснование	
Конструктивная часть	

7. Дата выдачи задания «14» Декабря 2019 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов выполнения ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Анализ устройства и условий работы	25.12.2019г	
2	Технологическая часть	16.01.2020г	
3	Конструктивная часть	30.01.2020г	

Студент-дипломник Бурханов Т.М. (Б.М.)

Руководитель ВКР к.т.н., доцент Гумалидов И.Х. (И.Х.)

ОТЗЫВ

руководителя о работе над ВКР Чурбанова П.М. на тему
«Проектирование технологического процесса восстановления поршней ДВС
с разработкой конструкции съемника компрессионных колец»

К своей работе над ВКР Чурбанов П.М. приступил своевременно, и работал согласно разработанному графику. К работе над ВКР относился добросовестно. Необходимо отметить, что Чурбанов П.М. довольно грамотно решал сложные технические задачи, возникающее перед ним во время выполнения работы.

Во время выполнения ВКР Чурбанов П.М. в полном объеме применил знания, полученные им в процессе обучения в университете.

На мой взгляд, содержание ВКР соответствует утвержденному названию, а качество реализации работы отвечает требованиям, предъявляемым к ВКР.

В связи с этим считаю, что ВКР Чурбанова П.М. заслуживает положительной оценки (отлично), а он сам присвоения ему степени бакалавра.

Руководитель ВКР

Доцент

кафедры «Эксплуатация и
ремонт машин»

С отзывом ознакомлен

«03» *декабрь* 2020г.



Гималтдинов И.Х.

Чурбанов П.М.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу

Выпускника Зурбанова П. М.

Направление Агроинженерия

Профиль Технический сервис ВАРК

Тема ВКР Проектирование технологического процесса
восстановления поршней ДВС с разработкой конструкции
свечные компрессионных колец

Объем ВКР: текстовые документы содержат: 80 страниц, в т.ч. пояснительная записка 75 стр.; включает: таблиц 6, рисунков и графиков 17, фотографий — штук, список использованной литературы состоит из 22 наименований; графический материал состоит из 5 листов.

1. Актуальность темы, ее соответствие содержанию ВКР _____

Тема актуальна и соответствует содержанию

2. Глубина, полнота и обоснованность решения инженерной задачи _____

Решение инженерной задачи обосновано

3. Качество оформления текстовых документов хорошее

4. Качество оформления графического материала хорошее

5. Положительные стороны ВКР (новизна разработки, применение информационных технологий, практическая значимость и т.д.)

Разработки предложенные в работе имеют
практическую значимость

АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Чурбанова П.М. выполненную на тему «Проектирование технологического процесса восстановления поршней ДВС с разработкой конструкции съемника компрессионных колец».

Выпускная квалификационная работа включает в себя пояснительную записку из 75 листов печатного текста и графических материалов на 5 листах формата А1, содержит 17 рисунков, 6 таблиц, список использованной литературы содержит 22 наименований.

Текстовые документы работы содержат пояснительную записку, состоящую из введения, 3 разделов, заключения и списка использованной литературы; приложения и спецификацию.

В первом разделе проводится анализ условий работы поршней ДВС. Приведены причины потери работоспособности и основные дефекты. Проведен анализ существующих конструкций для съема компрессионных колец и чистки канавок. Во втором разделе приводится технологический процесс восстановления детали. Проанализированы существующие способы восстановления, выбран рациональный способ восстановления, выполнен ремонтный чертеж и технологические карты на восстановление. В третьем разделе разрабатывается конструкция съемника компрессионных колец. Описана работа приспособления, выполнены инженерные расчеты конструкции. Разработаны мероприятия по безопасной эксплуатации конструкции. Разработана инструкция по безопасной работе с устройством. Дано технико-экономическое обоснование целесообразности применения приспособления.

ANNOTATION

For graduation qualification work Churbanov P. M. performed on the topic "Design of technological process of recovery of pistons of ICE with development of design of extractor of compression rings."

Graduation qualification includes explanatory note of 75 sheets of printed text and graphic materials on 5 sheets of A1 format, contains 17 figures, 6 tables, list of used literature contains 22 names.

The text documents of the work contain an explanatory note consisting of an introduction, 3 sections, an opinion and a list of used literature; applications and specification.

In the first section the conditions of ICE pistons operation are analyzed. The reasons for failure of operability and main defects are given. Analysis of existing structures for removal of compression rings and cleaning of grooves was carried out. The second section describes the part recovery process. Existing recovery methods have been analyzed, a rational recovery method has been selected, a repair drawing and recovery routings have been completed. The third section develops the design of the compression ring extractor. Device operation is described, engineering design calculations are performed. Measures for safe operation of the structure have been developed. Instructions for safe operation of the device have been developed. Feasibility study of the application of the device has been given.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	<u>8</u>
1 АНАЛИЗ УСТРОЙСТВА ПОРШНЕЙ ДВС, ПРИЧИНЫ ПОТЕРИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ, ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ	<u>10</u>
1.1 Устройство и анализ работы, характеристика причин потерь работоспособности поршней	<u>10</u>
1.1.1 Условия эксплуатации поршней.....	<u>10</u>
1.1.2 Конструктивные и технологические особенности поршней.....	<u>11</u>
1.2 Условия работы, обуславливающие изнашивание рабочих поверхностей поршня	<u>15</u>
1.2.1 Теплонапряженность поршня	<u>17</u>
1.3 Условия трения, смазки и процесс изнашивания.....	<u>18</u>
1.3.1 Виды изнашивания.....	<u>20</u>
1.3.2 Режимы смазки.	<u>23</u>
1.4 Анализ существующих конструкций	<u>24</u>
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОРШНЯ	<u>28</u>
2.1 Методы восстановления поршней	<u>28</u>
2.2 Разработка структурной схемы разборки.....	<u>42</u>
2.3 Выбор рационального способа восстановления дефектов поршня	<u>44</u>
2.4 Разработка карты технологического процесса дефектации и выбор контрольно-измерительных средств	<u>46</u>
2.5 Разработка ремонтного чертежа.....	<u>47</u>
2.6 Разработка маршрутных и операционных карт	<u>48</u>
2.7 Расчёт и выбор параметров и режимов нанесения покрытия на поршень	<u>49</u>
2.8 Определение норм времени выполнения операций.....	<u>50</u>

3 РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СЪЕМНИКА КОМПРЕССИОННЫХ КОЛЕЦ	<u>51</u>
3.1 Обоснование необходимости разработки конструкции.....	<u>51</u>
3.2 Устройство и принцип действия приспособления.....	<u>58</u>
3.3 Основные расчеты по конструкторской разработке.....	<u>61</u>
3.4 Безопасность жизнедеятельности	<u>62</u>
3.4.1 Инструкция по охране труда для слесаря, работающего приспособлени- ем.....	<u>63</u>
3. 4.1.1 Общие требования.....	<u>63</u>
3.4.1.2 Требования безопасности перед началом работы.....	<u>65</u>
3.4.1.4 Требования безопасности в аварийных ситуациях.....	<u>65</u>
3.4.1.5 Требование безопасности по окончанию работы.....	<u>66</u>
3.4.2 Расчет искусственного освещения участка ТО и ремонта.....	<u>66</u>
3.5 Физическая культура на производстве	<u>68</u>
3.6 Расчет затрат на изготовление приспособления	<u>69</u>
3.7 Техничко-экономическая оценка приспособления	<u>71</u>
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	<u>73</u>
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	<u>74</u>
ПРИЛОЖЕНИЯ	<u>76</u>
СПЕЦИФИКАЦИИ	<u>78</u>

ВВЕДЕНИЕ

В свете вступления нашей страны во Всемирную торговую организацию в аграрной отрасли экономики среди многих других задач на первый план выходит конкурентоспособность сельскохозяйственных производителей, которая определяет перспективы их дальнейшего существования и развития. Помимо качества продукции, ее конкурентоспособность напрямую зависит от издержек производства. Ввиду сложного материального и финансового положения, в которых находятся сельскохозяйственные предприятия, еще сильнее ухудшившегося вследствие экономического кризиса, минимизация себестоимости производства продукции является приоритетной задачей, стоящей перед предприятиями.

В свою очередь для этого необходима минимизация всех издержек производства. Значительная часть себестоимости продукции сельского хозяйства определяется издержками на поддержание и восстановление работоспособности технологических машин и оборудования. Помимо этого, работоспособность машин косвенно влияет и на урожайность сельскохозяйственных культур, так как готовность техники выполнять возложенные на нее задачи, иначе говоря ее надежность, сказывается на возможности осуществлении сельскохозяйственных операций качественно, без потерь и в требуемые агротехнические сроки.

Способами снижения издержек на восстановление работоспособности машин и оборудования являются перевооружение ремонтно-технологической базы сельскохозяйственных предприятий, повышение квалификации эксплуатирующего и ремонтирующего технику персонала, освоение инновационных технологий восстановления и упрочнения изношенных деталей машин, технико-экономическое обоснование существующих технологических процессов и целесообразности осуществления восстановления в целом, а также научная организация труда рабочих, занятых в техническом сервисе.

9

Поступление в аграрное производство новой отечественной и зарубежной техники неотвратимо предъявляет более жесткие требования к ее эксплуатации, техническому обслуживанию, хранению и ремонту. Учитывая плачевное текущее материально-техническое состояние ремонтно-обслуживающей базы агрофирм и хозяйств, во большинстве случаев требуется ее капитальное перевооружение и восполнение. Современное количественное и качественное состояние ремонтно-технологической базы, ее обеспеченность новыми видами оборудования, приборами, приспособлениями и способы организации труда значительно отстают от скорости смены морально устаревшей сельскохозяйственной техники даже в экономически благополучных хозяйствах и агрофирмах.

Освоение инновационных технологий возделывания с применением сложных посевных и почвообрабатывающих комбинированных машин отечественного и зарубежного производства не снабжены всем необходимым комплексом средств для осуществления их технического сервиса. В результате снижается их экономическая эффективность, которая имеет первостепенное значение в условиях жесткой конкуренции.

Хронически сложившийся в сельскохозяйственном производстве принцип остаточного финансирования обновления технологического оборудования и оснастки технического сервиса следует разрушить, поскольку отдача от вложений в данную сферу произойдет быстрее, чем от вложений в покупку новых технологических машин и оборудования для производства сельскохозяйственной продукции.

В связи с вышесказанным, проектирование технологических процессов на основе технико-экономического обоснования, видится актуальной задачей стоящей перед ремонтно-обслуживающими базами хозяйств.

В настоящей выпускной квалификационной работе предлагается проектирование технологического процесса восстановления поршня с разработкой съемника для повышения эффективности разборочно-сборочных работ.

1 АНАЛИЗ УСТРОЙСТВА ПОРШНЕЙ ДВС, ПРИЧИНЫ ПОТЕРИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ, ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

1.1 Устройство и анализ работы, характеристика причин потерь работоспособности поршней.

1.1 Характеристика поршней автомобильных двигателей

Поршень – самая нагруженная деталь в ДВС и служит для:

1) формирования формы камеры сгорания и герметичность пространства внутри цилиндра;

2) передачи силы давления газов на коленчатый вал, через шатун.

Поршень комплектуется поршневым пальцем, поршневыми кольцами

В комплект поршня также входят, поршневые кольца, поршневой палец, детали для удержания пальца от осевого перемещения, крепежные детали и в отдельных случаях — устройство для охлаждения.

Поршневые кольца по своему назначению делятся на компрессионные (уплотнительные) и маслосъемные (маслосбрасывающие).

Компрессионные кольца ставят для предупреждения прорыва газов в картер во время сжатия и расширения. Кроме того, они служат для отвода теплоты от поршня к втулке цилиндра и далее в охлаждающую среду.

Маслосъемные кольца служат для удаления излишка масла с рабочей поверхности гильзы и предупреждения возможности попадания его в камеру сгорания.

1.1.1 Условия эксплуатации поршней. На поршень действуют механические нагрузки от давления газов и сил инерции, а также высокие тепловые нагрузки в период непосредственного соприкосновения его с горячими газами при сгорании топлива и расширении продуктов сгорания. Дополнительно поршень нагревается от трения о стенки цилиндра. При перегреве поршня понижаются механические свойства его материала и возрастают термические напряжения в нем. Кроме того, в этом случае ухудшается наполнение цилиндра свежим зарядом, что ведет к уменьшению

мощности двигателя, возможно заклинивание поршня в цилиндре, ухудшается работа кольцевого уплотнения, а также появляются преждевременные вспышки или детонационное сгорание в двигателях с внешним смесеобразованием.

Компрессионные кольца работают в весьма тяжелых условиях, совершая возвратно-поступательное движение при высокой нагрузке, скорости скольжения и температуре. Кольца нагреваются от соприкосновения с горячими газами и нагретыми стенками поршня, а также вследствие трения о стенки цилиндра. Работа трения поршневых колец составляет приблизительно 40—50 % механических потерь в двигателе.

1.1.2 Конструктивные и технологические особенности поршней.

Поршни двигателей внутреннего сгорания наряду с достаточной прочностью и жесткостью должны иметь, возможно, меньшую массу для уменьшения сил инерции, обладать высокой теплопроводностью и износостойкостью. Помимо удовлетворения этим требованиям, конструкция поршня должна обеспечивать свободное перемещение его в цилиндре и одновременно достаточную герметичность для предотвращения прорыва газа из полости камеры сгорания в картер и попадания масла со стороны картера в рабочую полость цилиндра.

Поршень имеет форму стакана, очертания, днища которого определяют форму камеры сгорания. Днище воспринимает давление газов и поэтому должно быть весьма прочным.

На наружной поверхности в верхней цилиндрической части поршня имеются канавки для поршневых колец, служащие для уплотнения цилиндра от прорыва газов и попадания смазки из картера в камеру сгорания. Нижняя часть поверхности поршня служит направляющей. Верхнюю часть поршня обычно называют *головкой*, а направляющую (тронковую) часть—*юбкой*. На внутренней поверхности юбки поршня имеются бобышки с отверстиями для установки поршневого пальца. Юбка поршня нагружается нормальной силой.

Для изготовления поршней применяют чугун, алюминиевые и

магниевого сплавы, а также сталь. Большой частью поршни делают из чугуна и алюминиевых сплавов.

Чугунные поршни отличаются высокой прочностью и износостойкостью и малым коэффициентом линейного расширения, но имеют большую массу.

Поршни из алюминиевых сплавов обладают меньшей прочностью и износостойкостью, но значительно легче чугунных и применяются в двигателях с высокой частотой вращения. Поршень, изготовленный из алюминиевого сплава, несмотря на большую (для обеспечения необходимой прочности) толщину стенок, на 25—30 % легче чугунного. Теплопроводность алюминиевых сплавов в 3—4 раза выше, чем у чугуна, поэтому температура днища поршней из алюминиевых сплавов ниже, чем температура днища чугунных поршней. В результате этого соответственно ниже температура заряда, лучше наполнение цилиндра и имеется возможность осуществить большую степень сжатия в двигателях с внешним смесеобразованием. Вследствие меньшего коэффициента трения алюминиевых сплавов понижается мощность, затрачиваемая на преодоление трения поршней в цилиндре.

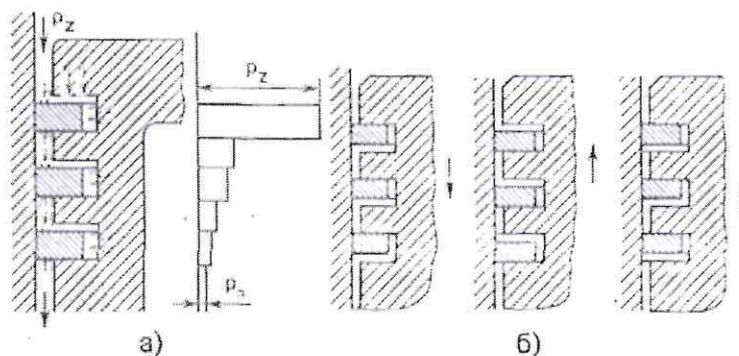
Существенным недостатком алюминиевых сплавов является относительно высокий коэффициент линейного расширения (в 2—2,5 раза больше, чем у чугуна), поэтому поршни из этих сплавов надо устанавливать в цилиндре с большим зазором. Значительные зазоры затрудняют пуск двигателя и вызывают стуки при работе непрогретого двигателя, а также при работе его на малых нагрузках.

Во время эксплуатации двигателя больше всего нагревается головка поршня. Поэтому диаметр ее делают обычно несколько меньше диаметра юбки. Для лучшей приработки стенки поршней из алюминиевых сплавов и чугунных поршней часто покрывают слоем олова толщиной около 0,01—0,1 мм.

Жидкостное охлаждение поршней применяется в том случае, когда отвод теплоты в стенки цилиндра недостаточен и при работе двигателя не

обеспечивается допустимая температура днища поршня. Обычно это наблюдается в двигателях с большим диаметром цилиндров, а также в форсированных быстроходных двигателях. Охлаждение поршней осуществляется в большинстве случаев маслом. В поршне непосредственно под днищем делается полость, через которую прокачивается охлаждающая жидкость.

Компрессионное кольцо должно плотно прижиматься к внутренней поверхности цилиндра. Для этого кольцо изготавливают разрезным, и его диаметр в свободном состоянии несколько больше диаметра цилиндра, причем радиус кривизны поршневого кольца в свободном состоянии должен быть переменным. Когда кольцо сжато и вставлено в цилиндр, оно принимает цилиндрическую форму и оказывает давление на стенки, равное 0,05—0,30 МПа и более. Во время работы давление кольца на стенки увеличивается, так как проникающие через зазоры между кольцом и поршнем газы прижимают кольцо к стенкам цилиндра.



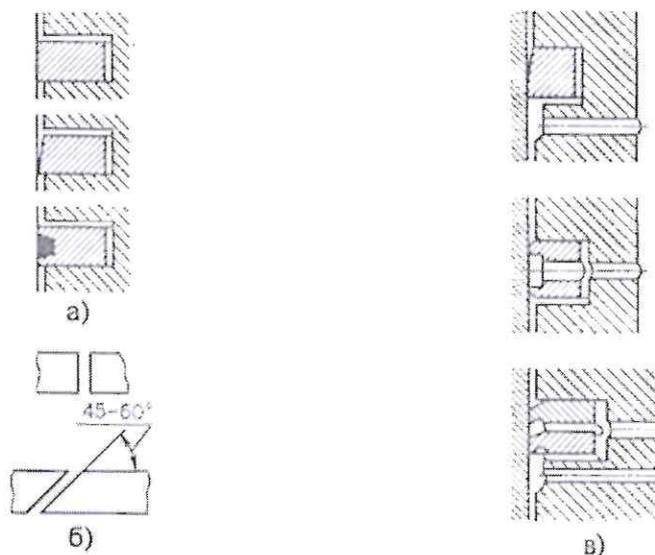
а – уплотняющее; б – насосное

Рисунок 1.1 – Различное действие компрессионных колец.

На поршне ставится несколько компрессионных колец. На рис. 1.1,а показана схема их уплотняющего действия. Опытные данные свидетельствуют о том, что при наличии трех компрессионных колец на поршне давление p_3 после третьего кольца составляет всего лишь 7—8 % давления p_z в цилиндре. Количество газов, прорывающихся из рабочей полости в картер, зависит от давления газов в цилиндре и времени, в течение

которого совершается рабочий ход, т. е. от быстроходности двигателя.

Для изготовления компрессионных колец применяется серый чугун с повышенным содержанием фосфора и с присадками хрома, никеля или молибдена, придающими материалу кольца необходимую прочность, вязкость и хорошие антифрикционные свойства. Для лучшей приработки кольца и повышения его износостойкости на него наносят различные покрытия из олова или свинца, еще для повышения износостойкости применяют пористое хромирование и т. п. Кольца чаще всего изготавливают прямоугольного сечения с различным отношением высоты кольца к радиальной толщине. Разрез кольца или так называемый замок может быть прямым, косым или ступенчатым. При надевании колец на поршень замки у отдельных колец смещают один относительно другого на $120\text{—}180^\circ$.



а – компрессионные кольца; б – замки; в – маслосъемные кольца

Рисунок 1.2 – Форма поршневых колец.

Часть попавшего на стенку цилиндра масла в результате так называемого насосного действия компрессионных колец выжимается в камеру сгорания и вызывает не только излишний расход смазочного материала, но и повышенное нагарообразование, а также закоксовывание, особенно верхних колец. Насосное действие компрессионных колец показано на рис. 1.1, б. Во время движения поршня вниз кольца прижимаются к

4!

верхним торцам поршневых канавок, и масло со стенок цилиндра поступает в нижние торцовые зазоры. При обратном движении поршня кольца перемещаются в канавках и выдавливают масло через радиальный зазор в верхний торцовый зазор и далее в пространство над кольцами.

На поршне устанавливают одно-три маслосъемных кольца. Их располагают на конце направляющей части (юбки) поршня и на его головке ниже компрессионных колец.

Для сбрасывания масла с зеркала гильзы наружную поверхность кольца делают конической или с фаской, обращенной в сторону камеры сгорания.

При движении вверх кольца «всплывают» на масляном слое, при движении вниз острая кромка соскабливает масло. Для удаления масла, собирающегося под кромкой, в стенке поршня просверливают радиальные отверстия. Часто в маслосъемных кольцах делают также канавки с отверстиями. Форма компрессионных и маслосъемных колец показана на рис. 1.2.

1.2 Условия работы, обуславливающие изнашивание рабочих поверхностей поршня

В работающем автомобиле наряду с рабочими возникают и развиваются различные вредные разрушительные процессы, под влиянием которых уровень рабочих процессов снижается, а технико-эксплуатационные качества автомобиля ухудшаются. Рабочие процессы в машине протекают в период ее функционирования, в то время как вредные процессы — в период всего времени ее существования.

К вредным процессам можно отнести изнашивание рабочих поверхностей деталей, усталость металла, вибрации узлов и механизмов, внутренние напряжения в деталях, различные виды коррозии, старения и др. Вредные процессы могут происходить под влиянием погрешностей в самой машине, например от неуравновешенности вращающихся масс, нарушения взаимного расположения деталей в узлах и механизмах, несоблюдения продолжительности или вообще отсутствия старения литых заготовок

корпусных деталей и др., и под действием внешних условий — нарушения нагрузочного режима, температурных влияний окружающей среды и т. п. По скорости протекания вредные процессы делят на три группы: быстропротекающие, средней скорости и медленные. К быстропротекающим процессам относятся вибрация узлов, изменение сил трения в подвижных сопряжениях, колебания рабочих нагрузок и другие подобные процессы, оказывающие влияние на взаимное положение деталей и узлов и искажающие цикл работы машины. В противоположность быстродействующим процессам, периодичность изменения которых измеряется долями секунды, медленные процессы могут длиться дни и месяцы. К ним относятся изнашивание деталей, усталость металла, коррозия и т. п.

Климатические условия эксплуатации в отношении температуры окружающей среды и самой машины, влажности среды, длительность изменения которых может измеряться минутами и часами, относятся к процессам средней скорости.

На скорость протекания вредных процессов оказывает влияние «обратная связь», существующая между состоянием самой машины и вредными процессами. Так, например, износ рабочих поверхностей деталей подвижных сопряжений приводит к росту зазора, что в ряде сопряжений вызывает повышение динамической нагрузки и интенсивность изнашивания.

Внутренние напряжения в литых корпусных деталях, например блоках цилиндров, не подвергавшихся старению, вызывают деформацию блока и нарушение соосности гнезд под вкладыши коренных подшипников, благодаря чему интенсивность изнашивания деталей кривошипно-шатунного механизма повышается и возрастает вероятность искажения геометрической формы деталей.

Устранить полностью вредные процессы не представляется возможным. Однако замедлить интенсивность их проявления не только можно, но и необходимо. В процессе эксплуатации это достигается проведением

технического обслуживания и текущего ремонта. Благодаря этому протекание рабочих процессов улучшается, а уровень вредных процессов снижается, и проявление их происходит в допустимых пределах.

Для управления вредными процессами и уменьшения их отрицательного действия на работоспособность автомобиля необходимо рассмотреть сущность физических явлений, которыми эти процессы сопровождаются.

Детали цилиндропоршневой группы (ЦПГ) работают в условиях реверсивного трения, высокой тепловой и механической напряженности при воздействии абразивной и агрессивной сред, масляном голодании, способствующих разрыву защитных разделяющих пленок и изнашиваются в основном вследствие адгезионного разрушения. В зависимости от свойств материалов и условий трения этот вид изнашивания может протекать на субмикро -, микро - и макроуровнях с различной интенсивностью, достигая в экстремальном случае катастрофической формы - задира.

1.2.1 Теплонапряженность поршня. В процессе работы двигателей существует не стационарность теплообмена и существенное неравномерное распределение тепловой нагрузки по деталям. Если определить теплоту, передаваемую за отдельные такты цикла, то окажется, что основная часть теплоты передается за такт расширения (рабочий ход) – до 90 %. Доля теплообмена затакт выпуска в большинстве случаев не превышает 10 %.

Резкое изменение средних за цикл тепловых нагрузок во времени вследствие разгона, нагружения, разгрузки, остановки двигателя известно под названием теплового удара. Характер и частота тепловых ударов оказывает влияние на надежность работы деталей ЦПГ.

Тепловое состояние деталей влияет на прочностные характеристики материалов, из которых они изготовлены на интенсивность отклонений на деталях, на условия их смазки, трения, износа, а также на напряжения в деталях. Примерами влияния температуры на интенсивность отложений может служить зависимость отложений кокса на поршне (особенно в верхней

внутреннего трения, как вязкость смазочного материала. В сопряжениях деталей автомобиля встречаются все перечисленные виды трения.

Внешнее трение подразделяют по 3-м признакам: 1) наличие или отсутствие смазочного материала; 2) по наличию относительного движения (трение покоя, трение изнашивания); 3) по характеру относительного движения (трение скольжения, трение качения).

Процесс разделения соприкасающихся поверхностей смазочным материалом для снижения силы трения и уменьшения их изнашивания называют смазкой, а подведение смазочного материала к нужному узлу называют системой смазки.

По типу разделения поверхностей трения смазочным материалом и по состоянию самого смазочного материала различают следующие виды смазки: 1) граничная; 2) полужидкостная; 3) гидродинамическая.

В настоящее время общепризнанно, что на основной части хода поршня сохраняется режим гидродинамической смазки.

Гидродинамический режим определяется толщиной масляной пленки между кольцом и цилиндровой втулкой и скоростью поршня. Критическое состояние масляного слоя может наступить в областях мертвых точек движения поршня. Особенно это касается ВМТ начала такта расширения, когда давление и температура максимальны и происходит уменьшение вязкости масла. В таких условиях толщина масляной пленки сравнима с высотой микронеровностей рабочей поверхности кольца и гильзы, и может происходить контактирование пары трения.

В результате многочисленных исследований выявлено влияние количества масла на силу трения. Эти исследования показали, что при объеме больше некоторой минимальной величины количество масла не влияет на силу трения, а масла, подаваемого путем разбрызгивания, достаточно для обеспечения гидродинамического трения поршневой группы.

Трение со смазочным материалом в условиях граничной смазки характеризуется толщиной смазочной пленки. При условии, что этот слой

меньше, чем 0,1 мкм, не проявляются вязкостные свойства масла.

Повышенная прочность граничной пленки сохраняется только до давления не более 1 МПа. Помимо явления истирания поверхности при разрушении пленки, смазочный материал в микровпадинах создает эффект гидроудара под действием нагрузки, ведущий к расклиниванию микровпадин и зарождению разрушения – эффект Ребиндера.

При компрессии $h_{\min} > 0,1$ мкм проявляются объемные или вязкостные свойства смазочного материала, которые и определяют коэффициент трения гидродинамической смазки. Смазочный материал, нагнетенный в зазор, обеспечивает надежное разделение поверхностей трения.

1.3.1 Виды изнашивания. Процесс изнашивания деталей сопровождается сложными физико-химическими явлениями и многообразием влияющих на него факторов. В зависимости от материала и качества поверхности сопряженных деталей, характера контакта, нагрузки, скорости относительного перемещения и др. процесс изнашивания протекает различно. ГОСТ 27674—88 установлены три группы изнашивания в машинах: механическое, коррозионно-механическое и при действии электрического тока. Каждая из групп изнашивания делится на отдельные виды изнашивания согласно рисунку 1.3

Рассмотрим кратко основные виды изнашивания. Из механических видов изнашивания, проявляющихся в результате механических воздействий в деталях автомобиля, встречается абразивное изнашивание. Абразивное изнашивание получается в результате режущего или царапающего действия твердых тел или частиц. При этом протекание изнашивания не зависит от проникновения абразивных частиц на поверхности трения. Попадают ли частицы извне или они содержатся в одном из трущихся тел. как, например, в металлопокрытиях восстановленных деталей, характер износа не меняется.

Изменение размеров деталей при абразивном изнашивании зависит от ряда факторов: материала и механических свойств деталей, режущих свойств абразивных частиц, удельного давления и скорости скольжения при трении.

вследствие возникших микро- и макроскопических трещин, которые по мере работы развиваются в одиночные и групповые углубления и впадины. Глубина трещин и впадин зависит от механических свойств металла деталей, величины удельных давлений при контакте и размера контактных поверхностей.

Гидро-газоабразивное изнашивание возникает в результате воздействия твердых частиц, увлекаемых потоком жидкости. Твердые частицы в поток жидкости попадают в результате загрязнения за счет пыли воздуха и продуктов износа. Гидро-газоабразивное изнашивание деталей топливных, масляных и водяных насосов, гидроприводов тормозных систем, гидроусилителей нередко проявляется совместно с эрозионным изнашиванием из-за воздействия потока жидкости. Трение потока жидкости о металл приводит к разрушению окисной пленки, образующейся на поверхности детали, и способствует коррозионному разрушению материала, особенно под действием абразивных частиц и микроударов в случае возникновения кавитации. Гидро-газоабразивное изнашивание происходит в результате воздействия твердых частиц, увлекаемых потоком газа.

Коррозионно-механическое изнашивание — изнашивание в результате одновременного механического воздействия и молекулярных или атомарных сил. К числу этого изнашивания относится изнашивание при заедании в результате схватывания, глубинного вырывания материала, переноса его с одной поверхности трения на другую и воздействия возникших неровностей на сопряженную поверхность.

Такое изнашивание происходит при трении материала, вступившего в химическое взаимодействие со средой. К коррозионно-механическим видам изнашивания относятся окислительное изнашивание и изнашивание при фреттинг-коррозии.

Окислительное изнашивание возникает при наличии на поверхности трения защитных пленок, образовавшихся в результате взаимодействия материала с кислородом. Окислительный износ, по Б. И. Костецкому,

2-

характеризуется протеканием одновременно двух процессов — пластической деформации микроскопических объемов металла поверхностных слоев деталей и диффузии кислорода (из воздуха) в деформируемые слои.

В первой стадии износа окисление происходит в небольших объемах металла, расположенных у плоскостей скольжения при трении. Во второй стадии окисление захватывает большие объемы поверхностных слоев. Глубина окисления соответствует глубине пластической деформации.

Окисление первой стадии износа приводит к образованию на поверхности трущихся деталей пленок твердых растворов кислорода. При второй стадии износа образуются химические соединения кислорода с металлом (для стали FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4). Процесс окислительного изнашивания происходит в тонких поверхностных слоях порядка сотен ангстрем.

1.3.2 Режимы смазки. Масла, применяемые в двигателях внутреннего сгорания, служат для уменьшения износа движущихся деталей и потерь мощности на трение в них, выполняют функцию уплотняющей среды в зоне поршневых колец, а самым главным его назначением является отвод теплоты.

В некоторых двигателях систему смазки используют для охлаждения днища поршня. Масло, кроме того, улучшает уплотнение поршневыми кольцами надпоршневого пространства и предотвращения деталей от коррозии, повышенного износа, перегрева и заедания трущихся поверхностей.

Условия работы некоторых сопряженных деталей, таких как, например, поршень — цилиндр, поршневое кольцо — цилиндр, не способствуют поддержанию устойчивого гидродинамического режима смазки, поэтому в этих узлах трение приближается к граничному. Условия граничного трения возникают также при недостаточном поступлении масла к узлам трения, при увеличении удельных нагрузок, повышении температуры, понижении относительной скорости перемещения трущихся поверхностей, т. е. в

основном при изменении режима работы двигателя. При граничном трении коэффициент трения зависит не от вязкости масла, а от содержания в масле поверхностно-активных веществ, способных адсорбироваться на трущихся поверхностях. Адсорбированная пленка препятствует непосредственному контакту трущихся поверхностей, что уменьшает силу трения и износ деталей.

Условия смазки и смазочные масла выбирают в зависимости от нагрузки на трущиеся поверхности, скорости взаимного перемещения, температурной напряженностью и д.р.

Для трущихся пар, работающих в наиболее тяжелых условиях (высоких удельных давлений и скоростях взаимного перемещения), необходимо наиболее благоприятное гидродинамическое трение. Но не всегда целесообразно, например, для пары поршень – цилиндр. С одной стороны, вообще трудно создать устойчивую достаточной толщины пленку между деталями, совершающих возвратно-поступательные движения, а с другой стороны, излишняя на стенках цилиндра вызывает закоксовывание поршневых колец.

При наличии высоких температур, превышающих часто температуру коксования масла, эта пара все время работает в условиях полужидкостного и даже граничного трения.

При ремонте ДВС весьма ответственным этапом является снятие и установка колец на поршень, а также чистка канавок. Поэтому в ВКР было принято решение разработать универсальное устройство. На начальном этапе проектирования был проведен анализ существующих конструкций.

1.4 Анализ существующих конструкций

Таким образом, проведем анализ существующих конструкций приспособлений для снятия и установки поршневых колец, а также для чистки поршневых канавок.

Поскольку использование плоской отвертки и других подручных средств, при снятии и установке поршневых колец, может привести к их

20

поломке, то следует использовать специальные съемники, предназначенные для этого. Конструкций таких приспособлений множество, но принцип действия не имеет больших отличий.

Рассмотрим универсальное приспособление для снятия и установки поршневых колец. Универсальное приспособление для замены поршневых колец изображено на рисунке 1.5.



Рисунок 1.5 – Универсальное приспособление для снятия поршневых колец.

Данное приспособление предназначено для снятия и установки поршневых колец средних и малых диаметров до 82мм. Данный тип конструкции приспособления имеет как свои достоинства, так и недостатки. Достоинство этого вида конструкции заключается в его универсальности, таким образом, при необходимости можно снимать и устанавливать поршневые кольца различных диаметров. Также к преимуществам такого рода конструкции можно добавить простоту изготовления, его малый вес и габариты. Поскольку больших нагрузок при снятии и установке поршневых колец приспособление не испытывает, то нет необходимости при изготовлении использовать дорогие материалы, что влияет на его низкую себестоимость. Недостатком же такой формы конструкции является отсутствие захвата для поршневых колец, вследствие чего, при съеме или установке колец, они могут

деформироваться. Особенно часто деформация может произойти при замене поршневых колец с большим диаметром.

Следующая конструкция это клещи для замены поршневых колец. Клещи для снятия и установки поршневых колец изображены на рисунке 1.6.

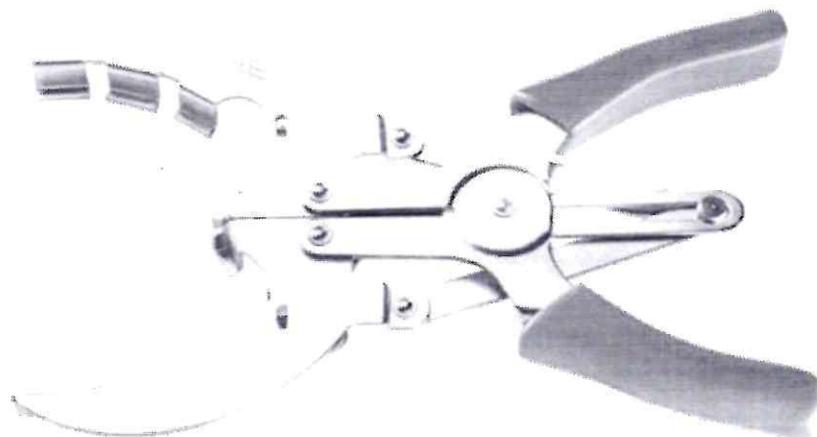


Рисунок 1.6 – Клещи для снятия и установки поршневых колец

Данный вид клещей для снятия и установки поршневых колец используют для замены поршневых колец диаметром от 80 до 120мм. Главное преимущество такого вида конструкции приспособления для замены поршневых колец заключается в наличии захвата для поршневого кольца, что способствует простоте замены колец, таким образом, ускоряя процесс снятия и установки поршневых колец, и исключает возможность деформации поршневого кольца при его замене. Недостатком же, по сравнению с предыдущим типом конструкции съемника, является более сложное изготовление такого вида приспособления, больший вес и габариты, а также более высокая цена.

Многие механики, выполняя замену поршневых колец, используют плоскую отвертку или другие подручные средства. Если не использовать специальное приспособление, при снятии и установке поршневых колец, то можно поцарапать поршень, а также испортить поршневые кольца.

После излома поршневых колец, они становятся не пригодными для установки, и возникает потребность их замены.

Оптимальным вариантом для замены поршневых колец является наличие такого приспособления, как съемник.

Для очистки поршневых канавок тоже существуют несколько видов конструкций приспособлений. Рассмотрим один из них изображенный на рисунке 1.7.

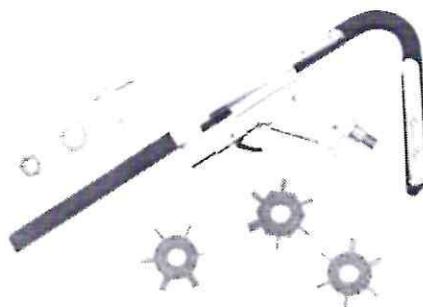


Рисунок 1.7 – Приспособление для чистки поршневых канавок

Такая конструкция приспособления очень эффективна для очистки поршневых канавок. Ключевая особенность этого приспособления, а также его главное преимущество, в наличии 3 шестилезвийных насадок для различных размеров поршневых канавок. Так же к плюсам данного приспособления можно отнести его малые вес и габариты, простоту конструкции и использования. Недостатком же является его стоимость.

Для очистки поршневых канавок наличие специального приспособления является оптимальным решением, так как, оно упрощает и ускоряет процесс очистки поршневых канавок в несколько раз.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОРШНЯ

2.1 Методы восстановления поршней

При капитальном ремонте двигателей поршни сдаются в утиль без дефектовки, так как техническими условиями на капитальный ремонт их восстановление не предусмотрено.

В результате этого ежегодно выбраковывается много поршней, которые могут быть восстановлены, и вновь пойти в эксплуатацию. Одним из методов является разработанный технологический процесс восстановления поршней методом электролитического натирания железцинковым сплавом электролитического восстановления юбок поршней ванным способом. Но эти процессы не нашли практического применения из-за их сложности, большой трудоемкости и низкой эффективности.

Существует метод по восстановлению поршней путем их обточки под меньший ремонтный; размер, расточки отверстий в бобышках под ремонтный размер поршневого пальца и расточки канавки под верхнее компрессионное кольцо с установкой компенсационного кольца.

Переточка поршней обуславливает необходимость восстановления гильз и цилиндров моноблоков под меньшие размеры поршней. Такими способами восстановления являются армирование цилиндров стальной термообработанной лентой, установка в цилиндры разрезных втулок, установка цельных сухих гильз, осадка гильз, их перекомплектовка. Все эти способы ремонта позволяют получить любой желаемый диаметр цилиндра, что дает возможность уменьшать диаметр поршня до необходимого размера.

Для определения размеров элементов поршней, подлежащих восстановлению, проведен микрометраж 200 сданных в утиль поршней двигателя ЗМЗ-53. При микрометраже измерялись диаметр юбки поршня, диаметр отверстия под поршневой палец и ширина канавки под первое компрессионное кольцо (рис. 2.1).

Измерения проводились с помощью микрометра, индикаторного нутромера и плиток из набора концевых мер. Результаты измерений представлены на рис. 2.2.

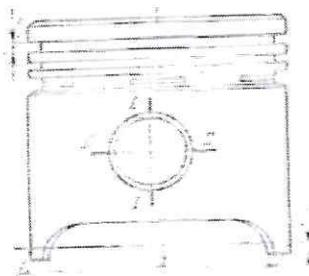
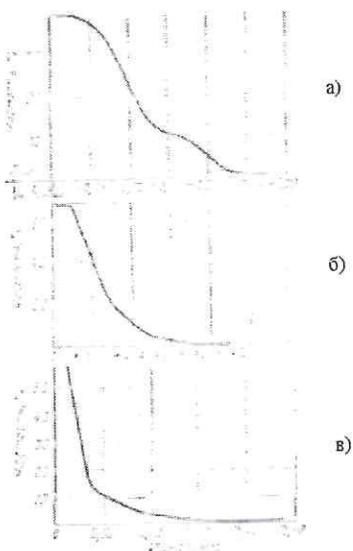


Рисунок 2.1 – Схема измерения износа рабочих поверхностей поршня.

Внешним осмотром установлено, что 5 % поршней непригодны для восстановления, так как у них есть трещины, сколы, прогары и оплавления.

Износ юбки поршня не превышает 0,3 мм на диаметр (см. рис. 2.2. а). Ввиду характерного для юбки одностороннего износа ее диаметр при восстановлении следует уменьшать на 0.5 мм.

Износ канавки по ширине под верхнее компрессионное кольцо не превышает 0.5 мм (см. рис. 2.2. в). Износ канавок более 0.3 мм наблюдается у 2 % поршней.



а – юбка поршня; б – отверстий под поршневой палец; в – верхней канавки поршня под компрессионное кольцо по высоте; L – поле допуска

Рисунок 2.2 – Распределение максимальных износов.

Отверстия бобышек поршней при износе приобретают форму эллипса с большой осью, расположенной: вдоль оси поршня.

Механическая обработка поршней обеспечивает очистку их от нагара, ликвидирует дефекты поверхностей (задиры, риски), придает им товарный вид. Трудоемкость восстановления одного поршня путем механической обработки в условиях серийного производства составляет около 15 мин.

Разборка шатунно-поршневой группы (выпрессовывание поршневого пальца из поршня) производится на гидравлическом стенде, что исключает повреждение поршней при разборке.

Очистка поршней от нагара ведется в четырехсекционной машине типа ОМ 4944 в расплаве солей.

На специализированном посту производится дефектовка поршней. Около 30 % поршней ремонтного фонда содержат дефекты неустраняемые: трещины, обломы, прогары, забоины и т. д. Предельный износ отверстия под поршневой палец определяется нутромером 18—50, износ рабочих поверхностей канавок под компрессионные кольца — плоским калибром 1К4-118. износ поверхности юбки — индикаторным приспособлением 1ПП4-012А, настроенным с помощью эталона.

Изношенные отверстия под поршневой палец разворачиваются на вертикально-сверлильном станке 2Н135 под ремонтный размер 25,05 мм. Под этот же ремонтный размер растачивается втулка шатуна и шлифуется поршневой палец после нанесения хромового покрытия. Поршень укрепляется на подставке. Обработка ведется разверткой с твердосплавными зубьями на ручной подаче при частоте вращения шпинделя 125 мин. В качестве смазывающе-охлаждающей жидкости (СОЖ) применяется смесь из 90 % керосина и 10% масла индустриального И-20А.

Для базирования поршня при последующем ремонте канавок под кольца и юбки на днище и поверхности бобышек на его оси делаются центровые отверстия (см. рис. 2.5). Операция выполняется на

токарно-винторезном станке 16Е16КП с креплением поршня специальными кулачками за головку посредством двух установок. В первой установке, когда поршень обращен днищем к задней бабке, центровочным сверлом выполняется отверстие в днище диаметром 3,15 мм и рабочей длиной 2,5 мм. Во второй установке зенкуется коническая поверхность на поверхности бобышек шириной 5...8 мм и углом при вершине 60°. Обработка ведется на ручной подаче при частоте вращения шпинделя 600 мин⁻¹.

Ремонт юбки поршня заключается в ее обработке до предыдущего ремонтного (или номинального) размера в две операции. Первая операция — токарная. Деталь устанавливается в центрах токарного станка 16Е16КП, и стачиваются на 0,5 мм диаметры головки поршня и его канавок, затем снимаются фаски. Точение канавок производится без снятия металла на боковых стенках первоначального профиля. Вторая операция — шлифовальная, она ведется на станке ЗМ433У, который ранее использовался для обработки кулачков распределительных валов. Для обработки поршней необходима модернизация станка: установка абразивного круга высотой 80 мм и опорно-базирующих элементов, соответствующих базам детали, применение оригинального копирного устройства вместо копиров завода-изготовителя станка. Ступица копирного устройства устанавливается на шейке шпинделя. На ступице ставятся два цилиндрических диска, центры, которых отстоят на 0,181 мм в противоположные стороны от оси вращения шпинделя. Рабочая поверхность дисков находится при работе в постоянном контакте с опорным цилиндрическим роликом, ось которого закреплена в корпусе передней бабки станка. Таким образом, при вращающемся шпинделе происходит качание стола с деталью, что обеспечивает овальность юбки поршня 0,362 мм. Конусообразность юбки обеспечивается соответствующим поворотом стола относительно направляющих шлифовальной бабки.

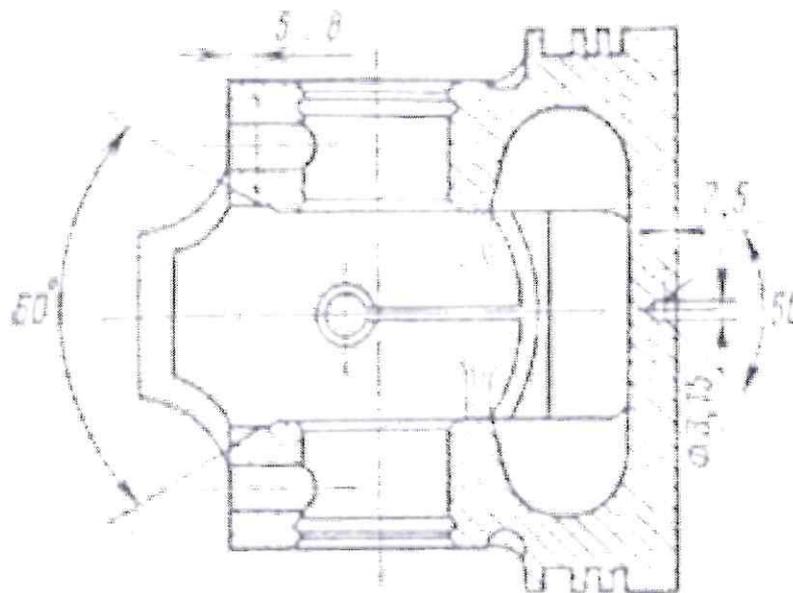


Рисунок 2.3 – Технологические базы поршня при его механической обработке во время ремонта

Абразивный круг—из хромисто-титанистого электрокорунда марки ПП600×80×305 92А2Б-Н СМ1 К6 50 м/с А 1 кл ГОСТ 2424-83. Он работает на врезание при ручной подаче, СОЖ — Аквол 11.

Изношенные по высоте канавки под компрессионные кольца протачиваются на размер $3,2^{+0,07}_{+0,05}$. При сборке поршней с кольцами в отремонтированные таким образом канавки устанавливаются компрессионные кольца с маслосъемными дисками соответствующего ремонтного размера.

Слой олова на поверхность поршней наносится химическим способом в ванне с водным раствором двухлористого олова $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (45 г/л), каустической соды NaOH (30 г/л) и перекиси водорода H_2O_2 (20 г/л). Температура раствора 50...60 °С, время выдержки 3...5 мин.

Поршни двигателей, поступающих, в ремонт, имеют износ канавок компрессионных колец. Износы остальных поверхностей поршня в абсолютном большинстве случаев не превышают допустимых пределов, оговоренных документацией, разработанной на КамАЗе.

Таблица. 2.1 – Допустимые размеры основных поверхностей поршня.

Номер позиции на Рис. 1	Наименование контрольного размера	Размер, мм		Пределно-допустимый зазор с сопрягаемой деталью	Способ восстановления	Ремонтный размер, мм
		номинальный	допустимый			
1	Диаметр юбки на расстоянии 104 мм от днища в плоскости, перпендикулярной оси поршневого пальца	119,86 ^{+0,021} _{-0,009}	119,810	0,220	Обработать ремонтный размер	—
2	Диаметр отверстия под поршневой палец	45 ^{-0,002} _{-0,013}	45,04	0,05	Восстановить ремонтный размер	45,15 ^{-0,002} _{-0,013}
3	Износ канавок под поршневые кольца по ролику диаметром 2,96 мм: 1-е компрессионное кольцо 2-е компрессионное кольцо	120,6 ⁰ _{-0,35} 121,1 ⁰ _{-0,40}	120,10 120,5	0,47 0,17	Обработать ремонтный размер Обработать ремонтный размер	120,6 ⁰ _{-0,35} по ролику 3,43 121,1 ⁰ _{-0,40} по ролику 3,43
4	Износ канавки под маслосъемное кольцо по шаблону	5,05 ^{+0,040} _{+0,017}	5,12	0,148	—	—
5	Уменьшение размера А от днища до оси поршневого пальца по группам поршня:					
	10	75,71 ⁰ _{-0,04}	75,61	—	Подрезать, обеспечив размер группы 10	75,61
	20	75,82 ⁰ _{-0,04}	75,61	—		
	30	75,93 ⁰ _{-0,04}	75,61	—		
	40	76,04 ⁰ _{-0,04}	75,61	—		

Дефектация поршней перед ремонтом сводится, в основном, к визуальному осмотру для выявления грубых забоин и повреждений, крупных трещин в районе камеры сгорания и нерезистовой вставки, прогаров. У поршня допустимы износ графитового покрытия, зачистка отдельных забоин на головке и юбке, риски в отверстии под поршневой палец, трещины по кромке камеры сгорания, но не должно быть забоин, выходящих на канавку

маслосъемного кольца. Допустимые размеры основных поверхностей поршня представлены в табл. 2.1

Перед дефектовкой и ремонтом поршни необходимо промыть и очистить от нагара (особенно тщательно надо очистить поверхность маслосъемной канавки). Нагар хорошо удаляется капроновой щеткой после выпаривания поршней в течение 30 мин, в растворе «Лабомид-203» при температуре 80 °С. Нельзя применять для очистки острые металлические предметы — шаберы, пилы и т. п.

Протачивать компрессионные канавки поршня нужно на токарном станке 16К20. Базируют и фиксируют поршень по днищу и одной из боковых поверхностей маслосъемной канавки. Для этого используют специальные кулачки имеющие выступы по форме маслосъемной канавки шириной 4,5...4,8 мм. Базовые поверхности кулачков (А и Б) обрабатываются на этом же станке в собранном состоянии и постоянно обновляются. Биение базовых поверхностей не должно превышать 0,05 мм. Использование маслосъемной канавки в качестве базовой поверхности допускается вследствие незначительного ее износа, а также потому, что при изготовлении нового поршня она обрабатывается одновременно с канавками под компрессионные кольца.

Поршень центрируют сначала по днищу маслосъемной канавки (поверхность А). Затем его поджимают вращающимся упором 4 со стороны камеры сгорания — происходит ориентация по боковой поверхности Б маслосъемной канавки. После этого поршень окончательно зажимают в патроне станка.

Протачивать компрессионные канавки можно отдельно или одновременно. Одновременная проточка возможна при установке резцов в специальный резцедержатель, позволяющий регулировать вылет инструментов и расстояние между ними.

Профиль канавки обеспечивается специальной заточкой резцов. Параметры заточки различны для резцов первой и второй канавок.

Припуск на обработку (0.5 мм) распределяется между двумя поверхностями канавки таким образом, чтобы после обработки не оставалось необработанной поверхности (черноты). Днище канавок обрабатывается касанием носика резца.

В расточенные канавки поршня надо устанавливать ремонтные поршневые кольца 740.1004030Р, увеличенные по высоте на 0.5 мм. В настоящее время выпускаются кольца, покрытые хромом. Их можно устанавливать и в первую, и во вторую канавки

Представленный метод ремонта поршня позволяет снизить расход запасных частей, экономить алюминиевый сплав и наиболее полно использовать ресурс поршней.

Надежность, качество и эффективность восстановленных поршней двигателей КамАЗ проверены и подтверждены испытаниями.

Анализ состояния ремонтного фонда толстостенных поршней (дизелей КамАЗ, ЯМЗ и других) показывает, что поршни выбраковываются вследствие износа трех поверхностей — канавок, юбки и отверстий в бобышках под поршневой палец.

В настоящее время разработаны процессы восстановления и упрочнения канавок поршней с использованием наиболее прогрессивных методов сварки-наплавки, напыления и пластической деформации.

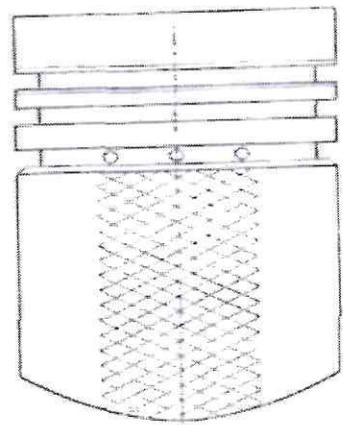


Рисунок 2.4 – Поршень дизеля с восстановленной юбкой

Износ направляющей поршня и юбки имеет различные показатели и зависит от конструкции поршня. Так, у укороченных поршней двигателя КамАЗ-740 средняя величина износа находится в нижнем интервале допустимого отклонения, что не даст возможности использовать эти поршни в течение еще одного межремонтного интервала, восстановив только изношенные канавки. Износ направляющих поршней дизелей (ЯМЗ-238, ЯМЗ-240, СМД-14, СМД-60, СМД-65) превышает допустимые отклонения, что также не дает возможности их повторного использования.

В дополнение к существующим методам восстановления юбок поршней, предусматривающим нанесение различными методами на поверхность деталей компенсирующего металла, разработан способ пластического деформирования.

Суть этого способа заключается в создании на поверхности юбки сетки взаимнопересекающихся каналов с перераспределением материала, вытесняемого из каналов на новые приращиваемые поверхности.

Параметры создаваемых каналов определяются из условия постоянства объемов перемещаемого V_1 , и перемещенного V_{II} объемов металла.

$$V_1 = V_{II} \quad (2.1)$$

Величина необходимого для восстановления износа объема металла определяется из выражения

$$V_1 = V_1 + V_2 \quad (2.2)$$

где V_1 — объем металла, приходящийся на износ юбки;

V_2 — объем металла, необходимый для последующей механической обработки поршня.

Объем металла, получаемый при вытеснении из канавки, и необходимый для конденсации объема V_{II} образуется параметрами канавки.

$$V_{II} = HhL, \quad (2.3)$$

где H - ширина канавки, мм;

h - высота канавки, мм;

L — длина канавки, мм.

Разработанное приспособление для восстановления изношенной юбки поршня, которое приводится в действие от фрезерного станка, осуществляет накатку с глубиной высадки 0.5 мм за 2...3 прохода. После накатки на юбке поршня образуется система взаимнопересекающихся ромбическими приращенными поверхностями в пересечениях. Благодаря этому достигается увеличение диаметра юбки. Приспособление позволяет увеличить диаметр юбки на 1 мм.

Метод пластического деформирования металла позволяет восстановить геометрические размеры направляющей части поршня и улучшить некоторые эксплуатационные свойства пары трения поршень — гильза цилиндра.

Таблица 2.2 – Повторяемость дефектов изношенных поршней.

Наименование дефекта	Частота повторяемости у двигателя	
	СМД	ЯМЗ
Износ только первой компрессионной канавки	0,43	0,42
Износ юбки поршня и первой компрессионной канавки	0,22	0,18
Износ юбки поршня, первой компрессионной канавки и отверстия под поршневой палец	0,09	0,05
Прогары, трещины, забоины, сколы, задиры	0,04	0,03
Поршни с износом в пределах рабочего чертежа	0,22	0,32

Ремонт может производиться: 1) путем замены комплекта колец на номинальный с сохранением поршней и гильз, 2) путем замены колец и поршней номинального размера в "старые" гильзы, 3) расточкой гильз цилиндров (блоков) до ремонтного размера с установкой соответствующих поршней и колец. У современных автотракторных дизелей, как правило, предусматривается возможность двух-трехкратного растачивания гильз цилиндров под определенный ремонтный размер. Ресурс номинальной гильзы чаще всего в 2 - 3 раза выше ресурса колец, что позволяет 1 - 2 раза производить замену изношенных колец и поршней на номинальные без замены дорогостоящих гильз. Однако при установке новых колец даже в незначительно изношенные гильзы не удается полностью восстановить первоначальные параметры двигателя. При этом нарушается контакт колец с измененной рабочей поверхностью гильзы, а изношенная на "трапецию" поршневая канавка не обеспечивает плотного прилегания кольца, ухудшая тепловое состояние поршня. Период приработки колец для такого случая значительно увеличивается, а иногда и не наступает вообще. С целью ускорения приработки применяют не хромированные кольца, выполняют рабочую поверхность кольца омедненной, а на крупногабаритных двигателях устанавливают биметаллические и газоплотные кольца.

Восстановление поршней начинается с обработки базовых поверхностей. Для этого и днище поршня выполняется коническое отверстие и зачищается внутренняя поверхность юбки. В случае, если обрабатывается только отверстие под поршневой палец, то обработку данных базовых поверхностей не производят.

Следующая операция – точение головки поршня и канавок под кольца в ремонтный или номинальный размер, а также снятие фасок на обработанных поверхностях.

После токарной операции выполняют шлифование юбки поршня под

ремонтный или номинальный размер с обеспечением ее конусообразности. Шлифование юбки следует выполнять только после точения головки поршня, так как следующая операция технологического процесса восстановления – нанесение олова на поверхность юбки поршня. Чем меньше загрязнений останется на юбке, тем качественнее будет покрытие.

Так как техническими требованиями на изготовление поршней предусмотрена обработка отверстия под поршневой палец после нанесения покрытия на юбку, то при восстановлении следует разворачивать отверстие под поршневой палец после гальванической операции.

Заключительная операция технологического процесса восстановления – контроль поршней, прошедших восстановление и их сортировка по размерным группам.

Маршрут восстановления



Рисунок 2.5 – Схема маршрута восстановления поршня.

1) Зачистка базовой поверхности и сверление центрального отверстия.

Операция выполняется на токарно-винторезном станке 1К625 с креплением поршня специальными кулачками за головку, посредством двух установок. В первой установке, когда поршень обращен юбкой к задней

бабке, расточным резцом ГОСТ 18883 – 73 зачищается внутренняя поверхность юбки длиной 13 мм. Во второй установке, когда поршень обращен днищем к задней бабке, центровочным сверлом ГОСТ 14952 – 75 выполняется коническая поверхность с углом при вершине 60° и длиной не более 1,5 мм. Шероховатость поверхности после обработки 2,5 мкм. Обработка ведется на ручной подаче при частоте вращения шпинделя 630 мин^{-1} . Время операции составляет около 4 мин.

2) Точение головки поршня и канавок под кольца.

Операция выполняется на токарно-винторезном станке 1К625. Поршень центрируют по внутренней поверхности юбки, разжимая кулачки, и центровому отверстию, поджимая специальным приспособлением со стороны задней бабки. Диаметр головки поршня стачивается проходным резцом ГОСТ 18869 – 73 на 0,5 мм. Продольная подача составляет 0,1 мм/об. Шероховатость поверхности 3,2 мкм. Для точения канавок применяют фасонные резцы ГОСТ 18881 – 73. Точение канавок производится под первый ремонтный размер. В этом случае высота компрессионной канавки на 0,2 мм. В отремонтированную таким образом канавку устанавливают либо компрессионное кольцо, ремонтного размера, либо компенсируют зазор, устанавливая вместе с компрессионным кольцом диск маслосъемного кольца. Обработка ведется при частоте вращения шпинделя 400 мин^{-1} .

3) Шлифование юбки поршня.

Шлифование юбки поршня ведется на станке ЗМУ433У, который ранее использовался для обработки кулачков распределительных валов. Для обработки поршней необходима модернизация станка: установка абразивного круга высотой 80 мм и опорно-базирующих элементов, соответствующих базам детали; применение оригинального копирного устройства вместо копиров завода-изготовителя станка. Ступица копирного устройства устанавливается на шейке шпинделя. На ступице ставятся два цилиндрических диска, центры которых отстоят на 0,200 мм в

противоположные стороны от оси вращения шпинделя. Рабочая поверхность дисков находится при работе в постоянном контакте с опорным цилиндрическим роликом, ось которого закреплена в корпусе передней бабки станка. Конусообразность юбки обеспечивается соответствующим поворотом стола относительно направляющих шлифовальной бабки.

Абразивный круг – из хромисто-титанистого электрокорунда марки 1-600x80x35 92A25-СМ1КБ 50 м/с А1 кл ГОСТ 2424-83.

Скорость вращения детали – 30 м/мин, скорость вращения круга – 35 м/с. Юбка поршня обрабатывается за 5 двойных проходов.

Нанесение олова на поверхность юбки поршня.

После механической обработки поршни поступают на гальванический участок, где монтируются на специальной подвеске партиями по 10 штук. В данном случае применяется 4 подвески. Подвеска с поршнями вводится в электролитическую ванну электрохимического обезжиривания. При этом удаляются незначительные загрязнения и следы захвата деталей руками. Состав раствора: тринатрийфосфат (Na_3PO_4) – 20...40 г/дм³, сода кальцинированная техническая (NaCO_3) – 20...40 г/дм³. Температура обезжиривания 50...70 °С. Время обработки 0,5...5,0 мин.

После электрохимического обезжиривания подвеска с деталями подается на промывку: сначала в горячей воде (80 °С), а затем в холодной воде (20 °С). Время каждой промывки около 1 мин.

Затем подвеска с деталями поступает в изоляционную ванну, где изолируются поверхности, не подлежащие покрытию.

Следующая операция – травление поверхностей, подлежащих покрытию, при этом удаляется ржавчина и оксиды с поверхности металла путем обработки щелочным раствором. Состав раствора: натрий едкий технический марки ТР-50...150 г/дм³, вода питьевая. Время травления до 1,5 мин при температуре 45...80 °С.

После травления подвеска с деталями промывается в холодной воде (20 °С) в течение 1 мин.

Основная операция – нанесение оловянного покрытия (оловянирование) проводится в сернокислом электролите. Состав электролита: сульфат олова (SnSO_4) – 25...60 г/дм³, серная кислота (H_2SO_4) – 50...60 г/дм³, вода питьевая. Температура электролита 55 °С. Длительность операции 11 мин. В данном процессе применяются аноды оловянные марки 01 ГОСТ 860-75. Размер гальванической ванны 2240x800x1600 мм ГОСТ 23738-85.

После нанесения покрытия проводят три промывки: в горячей воде (60...80 °С), холодной воде (20...40 °С) и промывка с улавливателем в холодной воде (20 °С). Длительность каждой промывки – 1 мин.

5) Разворачивание отверстия под поршневой палец.

Операция выполняется на вертикально-сверлильном станке 2Н135. Поршень устанавливается в специальной подставке и закрепляется. Базируют поршень по двум технологическим отверстиям и боковой поверхности головки. Обработка ведется на ручной подаче разверткой, с зубьями из быстрорежущей стали 28,1x250x12 ГОСТ 11182-71 при частоте вращения шпинделя 125 мин⁻¹. Шероховатость поверхности 0,63 мкм.

2.2 Разработка структурной схемы разборки

Конечная цель разборки – сохранить детали для дальнейшего повторного использования.

Для достижения качественной, правильной разборки необходима правильно установленная последовательность в виде структурной схемы.

Каждую отдельно взятую деталь на структурной схеме разборки отображают в прямоугольном блоке, который поделен на 3 части. В первой части указывают нумерацию детали согласно спецификации, во втором блоке указывают наименование детали, в третьем блоке указывают число одноименных деталей в агрегате.

Структурная схема разборки кривошипно-шатунного механизма представлена на рисунке 2.6

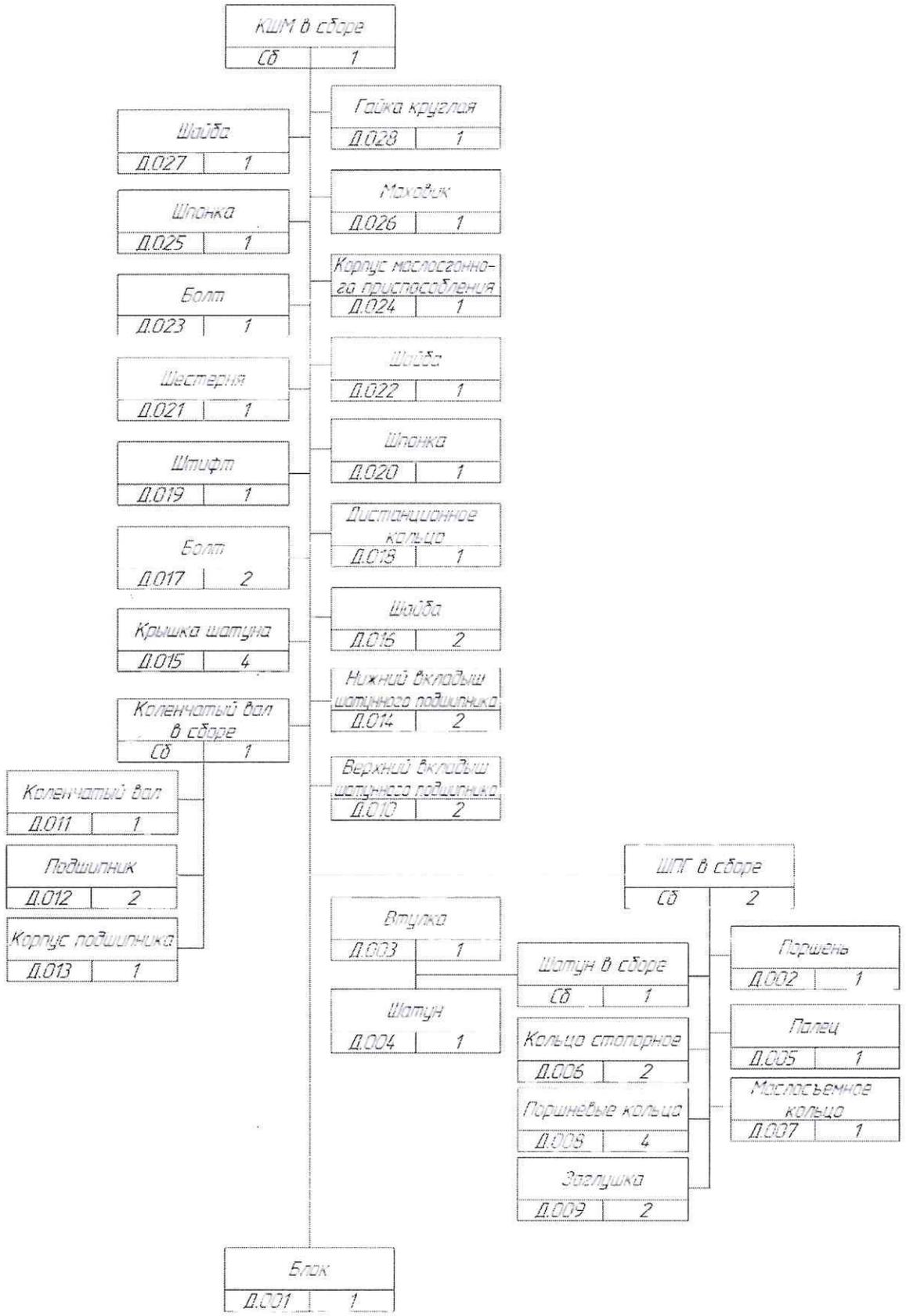


Рисунок 2.6 – Структурная схема разборки КШМ

2.3 Выбор рационального способа восстановления дефектов поршня

Выбор рационального способа ведется на основании трех критериев, технического, технологического и технико-экономического. Ранее нами были проанализированы многие методы восстановления поршней. На наш взгляд, наиболее рациональным методом является гальванические методы. С технологической стороны эти методы подходят лучше чем другие, так как не происходит нарушение структуры основного металла, из за малого температурного воздействия. Следующим положительным свойством является то что на поверхности восстанавливаемой детали осаждается чистый металл, без каких либо примесей. Так же не маловажно, что слесарно механическая обработка в таких случаях сводиться к минимуму.

Актуальность гальванического метода восстановления поршней подтверждена с технологической стороны.

Рассмотрим следующие два критерия.

Технический критерий оценивается по коэффициенту долговечности K_D .

$$K_D = K_i \cdot K_B \cdot K_C \cdot K_{II}, \quad (2.4)$$

где K_i , K_B , K_C – коэффициенты износостойкости, выносливости и сцепляемости покрытий соответственно;

K_{II} – поправочный коэффициент, учитывающий фактическую работоспособность восстановленной детали в условиях эксплуатации, $K_{II} = 0,8 \dots 0,9$.

При $K_D \rightarrow \max$ метод считается наиболее рациональным.

Так как поршни сделаны из цветного металла, чаще всего применяется аргонно-дуговая сварка и наплавка. Поэтому в качестве альтернативного метода выберем сварку в среде аргона.

1. Аргонно-дуговая сварка .

$$K_i = 0,7; K_B = 0,7; K_C = 1;$$

$$K_D = 0,7 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,39.$$

2. Операция нанесения гальванопокрытия (оловянирование).

$$K_i = 0,91; K_B = 0,82; K_C = 1;$$

$$K_D = 0,91 \cdot 0,82 \cdot 0,65 \cdot 0,8 = 0,59.$$

Исходя из условия $K_D \rightarrow \max$, наиболее эффективным способом является гальваническое осаждение олова - оловянирование.

Рассмотрим технико-экономические критерии способов восстановления.

$$C_B \leq K_D \times C_H, \quad (2.5)$$

где C_B – стоимость восстановления детали, руб.;

C_H – стоимость новой детали, руб.

Если известна стоимость новой детали, критерий оценивают по формуле профессора В. А. Шадричева:

$$K_T = C_B / K_D, \quad (2.6)$$

где K_T – коэффициент технико-экономической эффективности;

C_B – себестоимость восстановления 1 м² изношенной поверхности детали, руб/м².

Значения C_B также принимаем из таблицы 1 литературы [].

1. Аргонно – дуговая сварка

$$C_B = 604 \text{ руб/м}^2;$$

$$K_T = \frac{604}{0,38} = 1589,47.$$

2. Оловянирование.

$$C_B = 1950 \text{ руб/м}^2;$$

$$K_T = \frac{1950}{0,34} = 5735,3.$$

Исходя из условия $K_T \rightarrow \min$, наиболее эффективным способом является оловянирование.

Таким образом на основании трех критериев рациональным методом будет гальваническое осаждение олова.

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

Выбор средств измерения производится следующим образом:

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

2. По литературе выбирают измерительные средства для измерения размера.

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

$$\Delta_{lim} \leq \delta, \quad (2.7)$$

где δ – допускаемая погрешность измерения;

Δ_{lim} – предельная погрешность измерительного средства.

Для контроля дефекта применяют новые кольца и щуп.

По известному номинальному размеру $\varnothing 45_{-0.013}^{-0.002}$ для контроля дефекта 2 определяем предельную погрешность измерения согласно литературе [4], $\delta = 20$ мкм. Выбираем средство измерения с учетом выполнения условия (1) – нутромер индикаторный (ГОСТ 10-88), предельная погрешность которого $\Delta_{lim} = \pm 5$ мкм.

По известному номинальному размеру $\varnothing 119^{+0.021}$ для контроля дефекта 3 определяем предельную погрешность измерения согласно литературе [4], $\delta = 12$ мкм. Выбираем средство измерения с учетом выполнения условия (1) – МК - 150 ГОСТ 6507-90, предельная погрешность которого $\Delta_{lim} = \pm 10$ мкм.

Наличие трещин устанавливается визуальным осмотром.

Результаты выбора контрольно-измерительных средств представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Результаты выбора средств измерения

Наименование детали, ее размер, поле допуска.	Величина допуска изделия, мм.	Допустимая погрешность измерения, мм.	Предельная погрешность измерительного средства, мм.	Наименование, обозначение измерительного средства, ГОСТ.
Отверстие под поршневой палец. Ø45	0,011	0,020	± 0,005	НИ – 50 ГОСТ 868-82.
Юбка поршня φ119	0,04	0,012	± 0,005	МК-150 ГОСТ 6507-90

2.5 Разработка ремонтного чертежа

Ремонтный чертеж разрабатывают на первом этапе технологического процесса восстановления детали.

Ремонтный чертеж разрабатывается согласно ГОСТ 2.604-2000 «Чертежи ремонтные». Ремонтный чертеж содержит информацию о всех дефектах детали, которые обозначаются утолщенной линией толщиной 2s, а также подписываются на полках линий выносок (например, «Деф. 1»). В таблице на ремонтном чертеже сведены дефекты деталей, указаны коэффициенты их повторяемости, а также назначенные допустимый и основной способы восстановления. Кроме того, на ремонтном чертеже могут указываться дополнительные сведения, имеющие отношение к восстановлению, например, могут быть приведена информация по ремонтным размерам, приведены их значения и количество.

Также на ремонтном чертеже указывают маршрут движения детали при восстановлении, технические требования на восстановление. В поле материал основной надписи приводят материал восстанавливаемой детали, без указания вида заготовки.

4.

Размеры на ремонтном чертеже указываются те, которые необходимы для дефектации и контроля восстановления дефектов, то есть номинальные размеры с их отклонениями.

2.6 Разработка маршрутных и операционных карт

Маршрутные карты восстановления содержат информацию о последовательности восстановления детали, общее время выполнения операций, а также могут содержать информацию об используемом при восстановлении оборудовании.

В таблице 3.3 представлены основные операции, определяющие алгоритм восстановления детали, оборудование и инструмент.

Таблица 2.3 – Перечень операций по восстановлению детали

Операции	Оборудование	Приспособление, инструмент
005 Очистная	Очиститель пароводоструйный ОМ-5359	Тара для деталей на очистку
010 Дефектовочная	Стол для дефектации ОРГ-14-6801-090	НМ – 600 ГОСТ 10-88
015 Шлифовальная	Станок круглошлифовальный 3М151	Круг шлифовальный ПП 24А16М28К5/ПСС40 15 ГОСТ 2424-83
020 Оловянирование	Выпрямитель тока ВСА – 5А	Анод, приспособление для оловянирования, индикаторная бумага емкости для жидкостей,
025 Шлифовальная	Станок круглошлифовальный 3М151	Круг шлифовальный ПП 24А16М28К5/ПСС40 15 ГОСТ 2424-83
030 Контрольная	Стол для дефектации ОРГ-14-6801-090	НМ – 600 ГОСТ 10-88

2.7 Расчёт и выбор параметров и режимов нанесения покрытия на поршень

Основные режимы процесса оловянирования рассчитываются по следующим формулам.

Необходимая сила тока I , А:

$$I = D_k \cdot F_0, \quad (2.8)$$

где D_k – катодная плотность тока, А/дм² (для покрытия детали $D_k = 2$ А/дм²);

F_0 – общая поверхность покрываемая олова, дм².

$$F_0 = 2l\pi R, \quad (2.9)$$

где l – длина поверхности, на которую наносится покрытие, $l = 0,8$ дм;

R – радиус поверхности, $R = 0,60$ дм.

$$F_0 = 2 \cdot 0,8 \cdot 3,14 \cdot 0,6 = 3,1 \text{ дм}^2.$$

$$I = 2 \cdot 3,1 = 6,2 \text{ А.}$$

Расчетная продолжительность осаждения олова t_p , ч:

$$t_p = \frac{10 \cdot h \cdot \gamma}{D_k \cdot E \cdot \eta}, \quad (2.10)$$

где h – толщина слоя покрытия на сторону, мм (0,04...0,15);

γ – плотность покрытия ($\gamma = 7,8$ г/см³);

E – электрохимический эквивалент олова ($E = 0,1042$ г/А·ч);

η – выход олова по току ($\eta = 0,8...0,95$).

$$t_p = \frac{10 \cdot 0,04 \cdot 7,8}{2 \cdot 1,1 \cdot 0,9} = 1,57 \text{ ч.}$$

2.8 Определение норм времени выполнения операций

Поскольку происходит наращивание изношенной поверхности слоем металла значительной толщины (0,04...1,5 мм), время выдержки деталей в основной ванне всегда будет больше суммы времени подготовительных операций, предшествующих покрытию. Поэтому рассчитывают норму времени по формуле:[6]

$$T_n = \frac{T_o + T_{в.н.} + T_{неп.оп.} \cdot 1,12}{n \cdot K_u}, \quad (8)$$

где T_o – основное время покрытия в ванне, мин;

$T_{в.н.}$ – вспомогательное время на загрузку деталей в ванну и выгрузку их из ванны, определяется по таблице 295 [], $T_{в.н.} = 0,10$ мин;

$T_{неп.оп.}$ – оперативное время на все операции, следующие после покрытия деталей, определяется по таблице 296 [], $T_{неп.оп.} = 5,1$ мин;

1,12 – коэффициент, учитывающий подготовительно-заключительное и дополнительное время;

n – число деталей, загружаемых одновременно в ванну;

K_u – коэффициент использования оборудования $K_u = 0,8$ [].

Основное время оловянирования я было определено ранее, $T_{0 \text{ олов}} = 1,57 \text{ ч} = 94,8$ мин.

$$T_n = \frac{94,8 + 0,10 + 5,10 \cdot 1,12}{10 \cdot 0,8} = 14,5 \text{ мин.}$$

3 РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СЪЕМНИКА КОМПРЕССИОННЫХ КОЛЕЦ

3.1 Обоснование необходимости разработки конструкции

Для поддержания необходимого технического состояния машин и их работоспособность на период всего срока эксплуатации существует система технического обслуживания и ремонта машин, которая предполагает комплекс организационных и технологических мероприятий по обслуживанию и ремонту оборудования.

При выполнении постоянного технического обслуживания параметры технического состояния автомобиля поддерживаются в заданных пределах [].

При изучении принципов работы двигателя внутреннего сгорания отмечалось, что скользящее соединение между поршнем и цилиндром герметично, то есть газы, находящиеся под давлением в надпоршневом пространстве, не проникают между поршнем и стенками цилиндра в картер двигателя. Обеспечить приемлемую герметичность основное предназначение поршневых колец.

При этом необходимо отметить, что незначительная часть газов из камеры сгорания всё равно проникают во внутренне пространство картера даже нового, вполне исправного, двигателя. Уплотнение при помощи поршневых колец в технике называется уплотнением лабиринтного типа, в уплотнениях подобного типа всегда происходит некоторая утечка газов. Но эта утечка на исправном двигателе обычно лежит в диапазоне 0,5 – 1,0%.

Находящиеся в картере двигателя газы называются картерными газами. По мере износа цилиндропоршневой группы двигателя количество картерных газов увеличивается.

Кроме уплотнения поршневые кольца выполняют ещё две задачи.

ВКР.35.03.06.4 12.20.СК.00.00.00 ПЗ

Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Чурбанов	<i>[Подпись]</i>	01.20			
Пров.		Гималтдинов	<i>[Подпись]</i>	01.20		1	22
Н. контр.		Гималтдинов	<i>[Подпись]</i>	01.20			
Утверд.		Адигамов	<i>[Подпись]</i>				

Съемник компрессионных колец

*Казанский ГАУ
Кафедра Э и РМ*

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дат

Инв. № дубл.

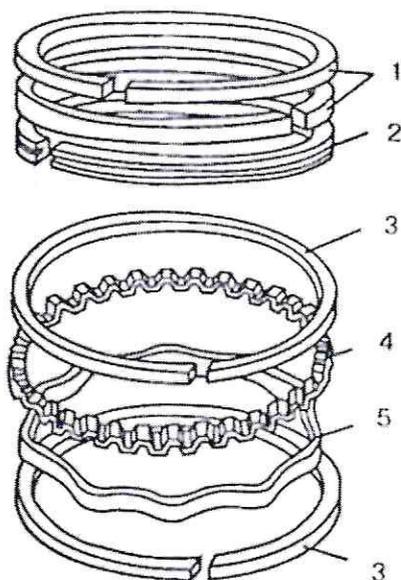
Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Регулируют количество масла на стенках цилиндра, необходимого для смазывания, как самих колец, так и поршня, и отводят тепло от поршня к стенкам цилиндра.

На рисунке 3. 1 представлены поршневые кольца.



1 – компрессионные кольца, 2 – маслосъемные кольца, 3 – стальные концевые диски, 4 – осевой расширитель, радиальный расширитель

Рисунок 3.1 – Поршневые кольца

Поршневые кольца автомобильного двигателя выполняют 3 основные задачи:

1. Предотвращение прорыва газов из камеры сгорания в картер.
2. Отведение теплоты от нагретого отработавшими газами поршня в стенки цилиндров.
3. Обеспечение смазки деталей цилиндропоршневой группы и предотвращение (или хотя бы минимизация) попадания масла с картера в камеру сгорания и как следствие повышенного расхода масла.

Эти три задачи поршневые кольца выполняют в очень тяжёлых условиях под воздействием высоких тепловых и механических нагрузок. Тепловое напряжение поршневых колец возникает под воздействием горячих рабочих

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дат

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

ВКР.35.03.06.4 12.20.СК.00.00.00 ПЗ

Лист

2

газов и под воздействие трения колец о стенки цилиндра, происходящего в условиях масляного голодания в верхней части поршня. Успешное решение этих задач решается как за счёт конструкции колец, так и правильного подбора материала изготовления колец [].

В большинстве современных двигателей эти три функции выполняют три поршневых кольца:

1. Верхнее компрессионное;
2. Среднее компрессионно-маслосъемное;
3. Нижнее маслосъемное кольцо.

Верхнее компрессионное кольцо отвечает за герметизацию камеры сгорания и испытывает очень большие нагрузки, так как воспринимает большую часть давления отработавших газов при сгорании. К тому же кольца работают в условиях повышенных температур, что сказывается на условиях их смазки и износа, что в итоге приводит к повышенному расходу масла.

Для обеспечения противостояния большим температурным и силовым нагрузкам верхние кольца изготавливают из высокопрочного чугуна, легированного молибденом, никелем и хромом.

Среднее компрессионно-маслосъемное кольцо кроме функции уплотнения выполняет еще управление смазкой деталей и предотвращает повышенный расход масла. Во время хода поршня от верхней мертвой точки к нижней кольцо снимает масло со стенок цилиндра. Для обеспечения выполнения этой функции средние кольца имеют специальную форму, которая позволяет снимать масло со стенок при ходе поршня вниз и пропускать его при ходе вверх, что предотвращает попадание масла в камеру сгорания. Так как эти кольца менее нагружены чем компрессионные, то их, как правило, изготавливают из менее прочного материала - серого легированного чугуна с пластинчатым графитом. Как можно догадаться из самого названия, главной задачей нижнего маслосъемного кольца является снятие масла с поверхности цилиндра и через отверстия или пазы в канавке поршня сбрасывание его в картер. Так как функ-

Перв. примен.	
Справ. №	
Подпись и дат	
Име. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Име. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>ВКР.35.03.06.4 12.20.СК.00.00.00 ПЗ</i>					Лист
										3

ции этого кольца отличаются от тех, что выполняют компрессионные кольца, то и его конструкция существенно отличается.

Маслосъемные кольца в настоящее время тоже делятся на два типа:

- 1. Коробчатое с эспандерной пружиной, представленное на рисунке 2;



Рис. 1

Рисунок 3.2 – Коробчатые маслосъемные кольца

- 2. Наборное, которое состоит из двух дисков и двухфункционального расширителя, представленное на рисунке 3.3.

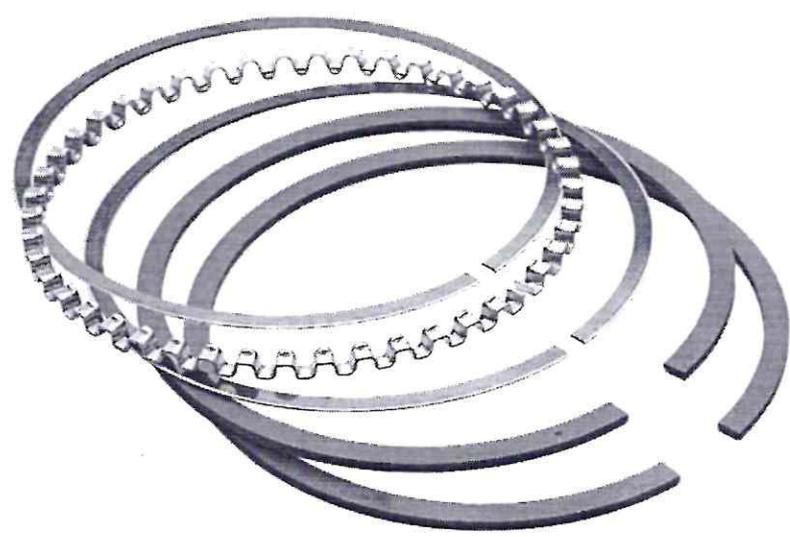


Рисунок 3.3 – Наборные маслосъемные кольца

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дат

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.4 12.20.СК.00.00.00 ПЗ

Основными требованиями к этим кольцам являются хорошая приработка к стенкам цилиндра и высокое давление на них, что обеспечивает эффективное снятие смазочного материала и предотвращение повышенного расхода масла. В зависимости от типа маслосъемные кольца изготавливают из серого легированного чугуна или из углеродистой стали. Для эффективной работы в паре с чугунной гильзой их поверхность хромируют.

Срок службы поршневых колец двигателя автомобиля может варьироваться в разных пределах. Во многом скорость износа поршневых колец зависит от тяжести условий эксплуатации двигателя, применения качественного или наоборот некачественного моторного масла, правильности работы двигателя (наличия перегрева, детонации), качества изготовления самих колец.

При износе верхних компрессионных колец, как правило, снижается компрессия в двигателе, что проявляется в ухудшении разгонной динамики автомобиля, а в случае если изношены кольца не у всех цилиндров, то такой двигатель работает неравномерно. Для того чтобы определить в каком цилиндре изношены кольца необходимо замерить компрессию. В исправном бензиновом двигателе она должна составлять 11 – 13 бар, в дизеле – от 23 до 40 бар.

Износ или неисправность маслосъемных колец проявляется в повышенном расходе масла при нормальных условиях эксплуатации. Также признаком износа колец служит наличие черного дыма из системы выпуска и системы вентиляции картера (сапуна). Причиной этого является выгорание попавшего в камеру сгорания моторного масла.

Одним из возможных признаков, что может свидетельствовать о износе маслосъемных колец, служит загрязнение свечей маслом, но такое бывает и в случае если изношены масляные колпачки клапанов. Для точного определения причины неисправности потребуется разборка двигателя.

В большинстве случаев, у современных двигателей внутреннего сгорания, срок службы маслосъемных колец составляет 150-200 тысяч километров пробега, а в некоторых случаях даже от 300 до 500 тыс. Однако, если автомо-

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дат

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.4 12.20.СК.00.00.00 ПЗ

Лист

5

биль эксплуатируется в тяжелых условиях или его владелец своевременно не меняет масло, то их замена будет необходима уже через 50 тыс. километров. В связи с этим, принимая решение о замене компрессионных и маслосъемных колец, не стоит ориентироваться только по пробегу автомобиля.

Для того чтобы выбрать путь решения проблемы необходимо выяснить, по какой причине она возникла. Возникновение вышеуказанных симптомов может быть вызвано износом или поломкой компрессионных и маслосъемных колец или же в случае если они закоксовались и залегли.

В первом случае нужно будет обязательно разбирать двигатель, и устанавливать новые детали вместо поврежденных. При этом следует тщательно осмотреть все сопряженные детали, так как при поломке колец возможно возникновение задиров, что можно устранить только путем проведения капитального ремонта.

В случае если есть предположение, что поршневые и маслосъемные кольца залегли, то можно добавить в масло специальную присадку. Но такой способ применяется, как правило, в профилактических целях.

Связанные с поршневыми кольцами неисправности возникают в практике довольно часто. Поэтому для того чтобы предотвратить возникновение серьезных последствий и, как результат, больших расходов на ремонт, необходимо вовремя распознавать первые их симптомы и принимать соответствующие меры.

При снятии поршневых колец подойдет небольшая плоская отвертка, но при ее использовании следует быть максимально внимательным и аккуратным. Старые детали поршневой группы можно либо сломать, либо снять.

Тем не менее поршневые кольца установка которых предельно проста, требуют максимально возможного соответствия канавок своим размерам. Поэтому хотя бы одну старую компрессионную деталь можно сломать, так как под ней во время работы образуется нагар, из-за которого установка новой будет очень затруднительна

Пере. примен.

Справ. №

Подпись и дат

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

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

ВКР.35.03.06.4 12.20.СК.00.00.00 ПЗ

Лист

6

Но при установке колец на поршень именно тот момент, когда приспособление для установки поршневых колец является незаменимым, так как ремонтные работы такого типа являются крайне ответственным делом и допущение ошибок просто неприемлемо. Элементы поршневой группы сами по себе хрупкие, поэтому нужно быть аккуратным и внимательным. Самым хрупким считается среднее. Когда идет его установка, есть большой риск поломки.

Очень важно соблюдать нужную ориентировку, так как, в противном случае вы добьетесь увеличенного расхода масла. Каждое кольцо имеет свою маркировку с пометками, так что особых проблем с правильностью размещения не должно быть.

Верхние поршневые кольца, установка которых начинается первой, имеют маркировку «TOP» и этой стороной маркировки оно и должно быть направлено в сторону днища поршня [].

На рисунке 3.4 изображена маркировка поршневых колец.

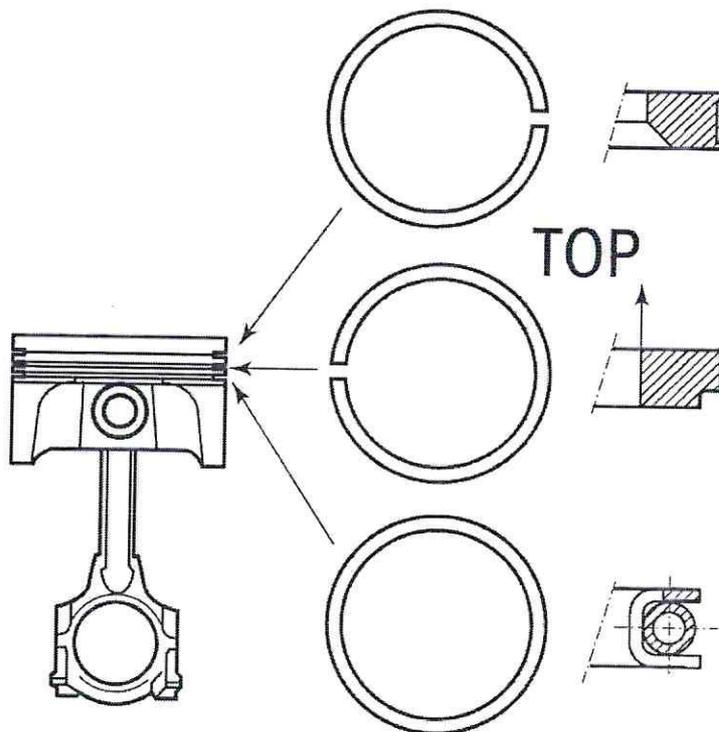


Рисунок 3.4 – Маркировка поршневых колец

Что же касается такой детали скребкового типа, то ее устанавливают скребком вниз. Установка деталей с фасками должна проводиться так, чтобы

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дат

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Лист

ВКР.35.03.06.4 12.20.СК.00.00.00 ПЗ

7

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

эти самые фаски «смотрели» вверх. Если же вы имеете дело с наборными маслосъемными элементами, имеющими специальный двухфункциональный расширитель пружинного типа, то в первую очередь должна проводиться установка верхних и средних поршневых колец. После того, как данная ремонтная схема будет завершена, необходимо проверить легкость их вращения в самих канавках. Таким образом для того что бы повысить эффективность разборочно-сборочных работ в ВКР предлагается конструкция съемника компрессионных колец. Анализ существующих конструкций был выполнен в первой главе.

3.2 Устройство и принцип действия приспособления

Приспособления для замены поршневых колец и очистки поршневых канавок являются необходимыми инструментами в автосервисе. Они позволяют извлечь и установить поршневые кольца без особых затруднений, не повредив остальные детали, очистить поршневые канавки, просты в эксплуатации, облегчают и ускоряют процесс работы, позволяют более точно установить поршневые кольца, при эксплуатации не требуют использования дополнительного инструмента. Так же они компактны, соответственно при замене деталей не требуют снятия крупногабаритных частей с машины, обладают небольшим весом. Поэтому, проанализировав способы замены поршневых колец и очистки поршневых канавок, разработаем специальное приспособление, которое объединит в себе сразу оба таких инструмента.

На рисунке 3.5 изображен эскиз приспособления для замены поршневых колец и чистки поршневых канавок.

Для того чтобы выполнить замену поршневого кольца необходимо выступы 2 приспособления ввести в зазор замка поршневого кольца и при нажатии на рукоятки 1 развести кольцо. Разжимаясь, кольцо упирается рабочей поверхностью в упоры 3 захватов 4 и вследствие этого остается круглым. Разжатое кольцо легко снимется и легко устанавливается в канавку поршня. Чтобы выполнить очистку поршневой канавки необходимо насадку-лезвие 5 направить в поршневую канавку, затем сжать рукоятку до фиксации насадки-лезвия

Перв. примен.

Стр. №

Подпись и дат

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.4 12.20.СК.00.00.00 ПЗ

Лист

8

в поршневой канавке. После этого, не разжимая рукоятку, очистить поршневую канавку от нагара движением по окружности.

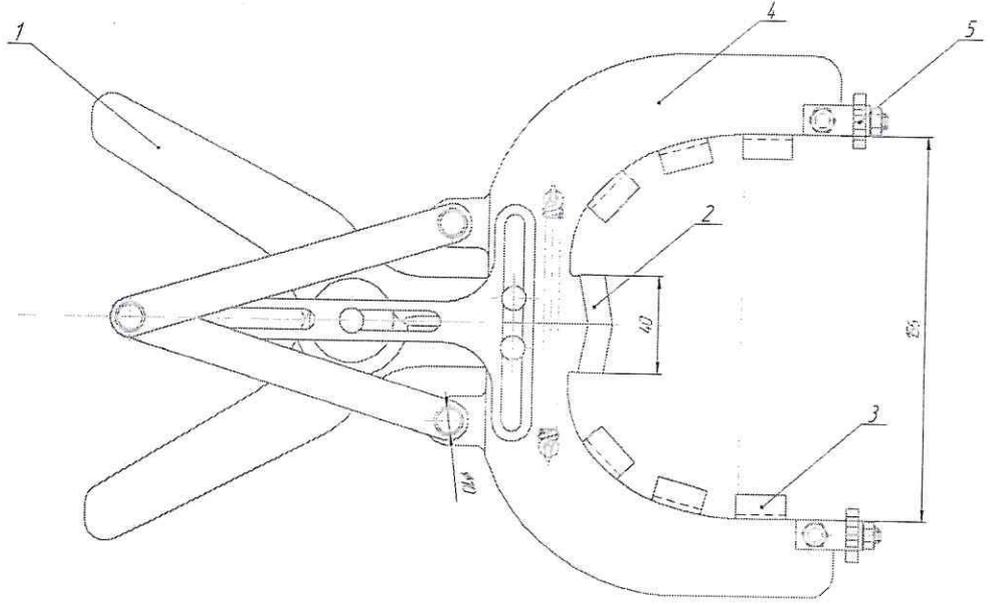


Рисунок 3.5 – Схема приспособление для замены поршневых колец

Замену поршневых колец проводят следующим образом. Прежде всего, нужно отключить аккумуляторную батарею. После этого потребуется слить охлаждающую жидкость из системы охлаждения и моторное масло из поддона картера. Замена поршневых колец возможна двумя способами: со снятием двигателя с автомобиля и без. Определить, нужно ли снимать мотор, поможет проверка: необходимо снять головку блока цилиндров и визуально оценить состояние гильз.

Если на стенках цилиндров видны признаки износа (выработка, какие-либо царапины или задиры), силовой агрегат однозначно придется снимать, чтобы расточить гильзы под следующий ремонтный размер. Если этого не сделать, просто поменять кольца будет мало, поскольку они быстро придут в негодность из-за поврежденных цилиндров.

Если же выработки нет, новые можно ставить, не снимая мотор с автомобиля. Этапы работы по замене поршневых колец, за исключением демонтажа двигателя для проведения реставрационных работ, одни и те же.

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дат

Ине. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Ине. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.4 12.20.СК.00.00.00 ПЗ

Процесс замены начинается с демонтажа поддона картера. Дополнительно желательно снять масляный насос и проверить, насколько сильно он изношен. Затем нужно открутить крышки шатунов и вытолкнуть шатуны с поршнями вверх. Важно помнить, что крышки шатунов нельзя менять местами, каждую впоследствии необходимо прикрутить к своему шатуну.

Следующий этап – непосредственно, замена поршневых колец. Проще всего произвести замену, если имеется съемник поршневых колец. Главное – не переусердствовать и не разжать слишком сильно, поскольку они могут сломаться.

После снятия старых колец нужно удалить нагар из канавок, который мешает установке нового комплекта. Также нагар необходимо счистить с днища поршней, если он там есть.

Порядок установки следующий: первым устанавливается маслосъемное кольцо, затем второе компрессионное кольцо, и последним первое компрессионное кольцо. Из-за того, что второе компрессионное и маслосъемное кольца работают в менее тяжелых условиях, чем первое компрессионное, к металлу, из которого они изготавливаются, предъявляются менее строгие требования, поэтому кольца более хрупкие. При их монтаже следует проявлять особую осторожность.

При установке следует обратить внимание на расположение замков поршневых колец: они не должны располагаться в одну линию. Лучше всего замок каждого следующего располагать под углом 120 градусов по отношению к предыдущему. Правильное расположение поршневых колец дополнительно препятствует прорыву газов из камеры сгорания в картер.

Следующий ответственный этап работы – установка поршней обратно в цилиндры. Чтобы поставить поршни на место, потребуется оправка для поршневых колец, иначе они будут препятствовать входу поршней в цилиндры. Она может быть как универсальной, рассчитанной на поршни разных диаметров от 50 до 150 мм, или изготовленной специально под конкретный размер. При по-

Пере. примен.

Справа. №

Подпись и дат

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.4 12.20.СК.00.00.00 ПЗ

Лист
10

мощи этого приспособления осуществляется обжимка поршневых колец, после чего поршень вгоняется в смазанный моторным маслом цилиндр путем аккуратного постукивания по днищу каким-нибудь неметаллическим предметом [].

3.3 Основные расчеты по конструкторской разработке

Расчет пружины растяжения

Сила пружины, при максимальной деформации рассчитывается по формуле:

$$F_3 = \frac{\tau_3 \cdot d^3}{2,55 \cdot K_1 \cdot D}, \text{Н} \quad (3.1)$$

где K_1 – поправочный коэффициент Ваая; $K_1 = 1,184$

D – средний диаметр пружины, мм; $D = 12$ мм;

d – диаметр проволоки, мм; $d = 1,6$ мм;

τ – максимальное касательное напряжения кручения при сжатии пружины до соприкосновения витков, МПа:

$$\tau_3 = 0,75[\tau_3] \text{ МПа} \quad (3.2)$$

где $[\tau_3]$ – допустимое касательное напряжения кручения при сжатии пружины до соприкосновения витков, МПа; $[\tau_3] = 560$ МПа

$$\tau_3 = 0,75 \cdot 560 = 420 \text{ МПа};$$

$$F_3 = \frac{420 \cdot 1,6^3}{2,55 \cdot 1,184 \cdot 12} = 47,5 \text{ Н}$$

Число витков в пружине можно определить по формуле:

$$n = \frac{l_0 - d}{d} \quad (3.3)$$

где l_0 – длина пружины в свободном состоянии, мм; $l_0 = 65,6$ мм;

$$n = \frac{65,6 - 1,6}{1,6} = 49$$

Силу межвиткового давления можно определить по формуле:

$$F_H \leq 0,1F_3, \text{Н} \quad (3.4)$$

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дат

Име. № дубл.

Взам. име. №

Подпись и дата

Име. № подл.

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

ВКР.35.03.06.4 12.20.СК.00.00.00 ПЗ

Лист

11

$$F_H \leq 0,1 \cdot 47,5 \text{ Н};$$

$$F_H \leq 4,8 \text{ Н}$$

Длину развернутой пружины можно определить по формуле:

$$l = \pi \cdot D \cdot n + l_{\text{зац}}, \text{ мм} \quad (3.5)$$

где $l_{\text{зац}}$ – длина двух развернутых зацепов, мм:

$$l_{\text{зац}} = \pi \cdot (D + D_2) + 2,14d - 2a, \text{ мм} \quad (3.6)$$

где a – расстояние от конца зацепа пружины до витка, мм; $a = 3$ мм;

D_2 – внутренний диаметр зацепа, мм:

$$D_2 = 0,5D, \text{ мм} \quad (3.7)$$

$$D_2 = 0,5 \cdot 12 = 6 \text{ мм}$$

$$l_{\text{зац}} = 3,14 \cdot (12 + 6) + 2,14 \cdot 1,6 - 2 \cdot 3 = 53,9 \text{ мм}$$

$$l = 3,14 \cdot 12 \cdot 49 + 53,9 = 1900 \text{ мм}$$

3.4 Безопасность жизнедеятельности

На сегодняшний день повысились требования по обеспечению безопасности труда на предприятии. Большое внимание уделяется не только техническим, но и организационным, санитарно-гигиеническим мероприятиям. Осуществление всех этих мероприятий происходит в рамках охраны труда на предприятиях. В процессе трудовой деятельности, а также вне ее, человек сталкивается с различными опасностями, которые могут привести к травмам или нанести вред здоровью работающего. Опасность содержат системы, несущие ту или иную энергию: механическую (кинетическую или потенциальную), электрическую, тепловую. Опасны вибрация, шум, ультразвук, электромагнитные излучения, лазерное излучение, инфракрасное и ультрафиолетовое излучения, радиоактивное излучение.

Охрана труда – система сохранения жизни и здоровья работников в процессе Трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, ле-

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дат

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.4 12.20.СК.00.00.00 ПЗ

Лист

12

чебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия (ГОСТ Р 12.0.230-2007).

Техника безопасности на предприятии – это совокупность действий, имеющих целью устранить несчастные случаи и создать безопасные условия труда на рабочих местах. Права и обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда возлагаются на работодателя. Они регламентированы статьями 22 и 212 Трудового кодекса РФ. На работодателя возлагается обеспечение сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности. Работник же, в свою очередь, обязан: соблюдать требования охраны труда, установленные законами и нормативными правовыми актами, а также правилами и инструкциями по охране труда; применять средства индивидуальной и коллективной защиты; проходить обучение безопасным способам и приемам выполнения работ по охране труда, оказанию первой помощи при несчастных случаях, инструктаж по охране труда, проверку знаний требований охраны труда; немедленно извещать своего непосредственного или вышестоящего руководителя о любой ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей; проходить обязательные медицинские осмотры, а также проходить внеочередные медицинские осмотры (обследования) по направлению работодателя в случаях, предусмотренных Трудовым кодексом РФ и иными федеральными законами [13].

3.4.1 Инструкция по охране труда для слесаря, работающего с приспособлением

3.4.1.1 Общие требования

Общие требования безопасности к производственным процессам, производственным помещениям, состоянию техники в соответствии с ГОСТ 12.3.002-2014:

– Инструкция предназначена для обслуживающего персонала ремонтной мастерской.

ВКР.35.03.06.4 12.20.СК.00.00.00 ПЗ

Лист

13

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и дат

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

Перв. примен.

К работе допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие обучение по ремонту и обслуживанию машин, инструктаж по технике безопасности.

Запрещается выполнять работу, не запланированную нарядом, а также допуск к ее выполнению посторонних лиц, не имеющих отношения к данной работе.

Запрещается перевод работника на другую работу без внепланового инструктажа и без навыка выполнения данных работ.

Запрещается преднамеренная эксплуатация неисправного устройства, пользоваться неисправными инструментами и иными приспособлениями.

При несчастном случае оказать пострадавшему первую медицинскую помощь и сообщить о случившемся администрации.

В случае пожара, пользоваться углекислотными огнетушителями, песком, пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожаров и организационными мероприятиями.

Необходимо строго соблюдать противопожарный режим, правильную эксплуатацию тепловых агрегатов и установок, машин и электрооборудования, приборов освещения и отопления.

Запрещается работать в состоянии алкогольного опьянения.

За невыполнение данной инструкции ответственность несет начальник подразделения.

Основными опасными и вредными производственными факторами являются:

- повышенная загазованность рабочей зоны;
- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень вибрации;
- физические перегрузки;
- повышенный уровень шума.
-

Справ. №

Подпись и дат

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.4 12.20.СК.00.00.00 ПЗ

3.4.1.2 Требования безопасности перед началом работы

- Перед началом работы обслуживающий персонал обязан надеть индивидуальную спецодежду.
- Привести в порядок рабочее место.
- Проверить наличие и исправность защитных средств.
- Проверить исправность всех крепежных и механических приспособления перед началом работы.
- Получить у руководителя задание или наряд на исполнение работ.

3.4.1.3 Требования безопасности во время работы

- Выполняйте правила эксплуатации приспособления.
- При работе используйте только стандартные (рекомендуемые) инструменты.
- При замене поршневых колец убедиться, что поршень надежно зафиксирован.
- Проводить затяжку болтовых соединений приспособления только исправным инструментом и оборудованным динамометром.
- При возникновении каких-либо неисправностей немедленно сообщите об этом непосредственному руководителю.
- Проводите ремонт или техническое обслуживание.
- Поддерживайте чистоту и порядок на рабочем месте.
- Не отвлекайтесь и не отвлекайте других посторонними разговорами и делами.
- Отдыхайте только в специально предназначенных местах в отведенное для этого время.

3.4.1.4 Требования безопасности в аварийных ситуациях

- При возникновении аварийной ситуации - остановить все работы, при необходимости отключить электроэнергию, вентиляционные установки.

Пере. примен.

Справ. №

Подпись и дат

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.4 12.20.СК.00.00.00 ПЗ

– При возникновении пожара немедленно вызвать пожарную команду и действовать в соответствии с планом ликвидации пожара.

– Запрещается гасить горящее топливо водой. Воспламенившееся топливо засыпать песком, землей и накрыть брезентом, войлочным материалом.

– Работник, оказавшийся очевидцем несчастного случая или обнаруживший пострадавшего должен:

Принять меры к освобождению пострадавшего от воздействия травмирующего фактора.

Доставить пострадавшего в медицинское учреждение, а при невозможности доставки - вызвать скорую медицинскую помощь

3.4.1.5 Требование безопасности по окончанию работы

– Использованный обтирочный материал сложить в специально установленные для этой цели металлические ящики.

– Приведите в порядок рабочее место. Инструменты, приспособления, рабочую одежду и СИЗ уберите в отведенное для них место.

– Уберите использованную ветошь в металлический ящик.

– Проверить надежность установки агрегата, если он остается для дальнейшего ремонта. Запрещается оставлять агрегат, вывешенным только грузоподъемными механизмами.

– Сообщить мастеру о выполненной работе, имеющихся неполадках и принять меры по их устранению.

– Вымойте руки и лицо, примите душ.

3.4.2 Расчет искусственного освещения участка ТО и ремонта

Освещение играет исключительную роль в жизни человека, в том числе и при ведении технологического процесса. Более 90% информации об окру-

Перв. примен.	
Справ. №	
Подпись и дат	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.4 12.20.СК.00.00.00 ПЗ

Лист

16

Перв. примен.

жающем мире человек получает через органы зрения. Рациональное производственное освещение обеспечивает психологический комфорт, предупреждает развитие зрительного и общего утомления, исключает профессиональные заболевания глаз, способствует увеличению производительности и улучшению качества труда, снижает опасность травматизма.

На участке ТО и ремонта на предприятиях, в основном, используется смешанный тип освещения: искусственный и естественный.

Расчет искусственного освещения.

Метод светового потока является основным методом расчета искусственного освещения. Определим по формуле [14]:

$$\Phi = \frac{E_{min} \cdot S \cdot K \cdot L}{\eta \cdot n_c}, \tag{3.8}$$

где E_{min} – норма искусственного освещения $E_{min} = 200$ лк;

S – площадь производственного цеха $S = 890$ м²;

K – коэффициент запаса, зависящий от источника света и типа помещения, принимается $K = 1,2$;

L – коэффициент минимальной освещенности, $L = 1,3$;

n_c – количество светильников в помещении, шт;

η – коэффициент использования светового потока, принимается $\eta = 0,50$;

Высота подвеса светильников H , м определяется по формуле

$$H = H_o - (h_p + h), \tag{3.9}$$

где H_o – высота от пола до фермы 8 м;

h_p – расстояние до освещаемой поверхности, $h_p = 1,0$ м;

h – расстояние от нижней части светильника до фермы, принимаем 0,2 м.

Высота подвеса светильников составит:

$$H = 8 - (1,0 + 0,2) = 6,8 \text{ м}$$

Расстояние a , м между светильниками определяется по формуле:

$$a = 1,4 \cdot H, \tag{3.10}$$

Справ. №

Подпись и датг

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.4 12.20.СК.00.00.00 ПЗ

$$a = 1,4 \cdot 6,8 = 9,52 \text{ м.}$$

Количество светильников n_c , шт. определяется по формуле:

$$n_c = \frac{S}{a^2}, \quad (3.11)$$

$$n_c = \frac{890}{9,52^2} = 9,82 \text{ шт.}$$

Длина светового потока в производственном цехе составит:

$$\Phi = \frac{200 \cdot 890 \cdot 1,2 \cdot 1,3}{0,5 \cdot 10} = 55536 \text{ лм.}$$

По световому потоку выбираем 10 светильников по две лампы. Выбираем ртутную лампу ДРЛ 1000 со световым потоком 57000 лм и мощностью $N = 1300$ Вт.

3.5 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда. Основным средством физической культуры являются физические упражнения, направленные на

совершенствование жизненно важных сторон индивидуума, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. С этой целью используются следующие способы и методы по развитию физических способностей:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;
- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;
- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

Пере. примен.
Справ. №
Подпись и датг
Име. № дубл.
Зам. инв. №
Подпись и дата
Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.4.12.20.СК.00.00.00 ПЗ	Лист 18
------	------	----------	---------	------	-------------------------------------	------------

Занятия по физической культуре на производстве должны включать различные виды спорта, благодаря которым сохраняется здоровье человека, его психическое благополучие и совершенствуются физические способности. Творческое использование физкультурно-спортивной деятельности в этих условиях направлено на достижение жизненно-важных и профессиональных целей индивидуума.

3.6 Расчет затрат на изготовление приспособления

Затраты на изготовление конструкции $C_{и.кон.}$, руб., могут быть определены по следующей формуле

$$C_{и.кон.} = C_{изг.} + C_{приоб.} + C_{монт.} \quad (3.12)$$

где $C_{изг.}$ – затраты на изготовление оригинальных деталей, руб.;

$C_{приоб.}$ – затраты на приобретение стандартных деталей, руб.;

$C_{монт.}$ – затраты на монтаж тележки, руб.;

$$C_{изг.} = Q \cdot C_{т.д.} + C_{зар.} \quad (3.13)$$

где Q – масса материала, израсходованного на изготовление деталей, кг;

$C_{т.д.}$ – цена материала, из которого будет изготавливаться деталь, руб.;

$C_{зар.}$ – полная заработная плата производственных рабочих, занятых изготовлением деталей конструкции, руб.;

$$C_{зар.} = C_{осн} + C_{доп} + C_{соц.} \quad (3.14)$$

где $C_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$C_{соц.}$ – отчисления во внебюджетные фонды, руб.

$C_{осн}$ – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

Основная заработная плата $C_{осн}$, руб., рассчитывается по формуле:

$$C_{осн} = t_{ср} \cdot C_{ч} \cdot K_{д} \cdot K_{у} \quad (3.15)$$

где $t_{ср}$ – средняя трудоемкость изготовления отдельных деталей, чел.-ч;

$C_{ч}$ – часовая ставка рабочих, исчисляемая по среднему разряду, руб.;

$K_{д}$ – коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате, $K_{д}=1,1$;

$K_{у}$ – уральский коэффициент, $K_{у}=1,15$.

Пере. примен.

Справ. №

Подпись и датг

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.4 12.20.СК.00.00.00 ПЗ

Лист

19

Перв. примен.

Дополнительная заработная плата $C_{доп}$, руб.:

$$C_{доп} = 10\% \cdot C_{осн}, \quad (3.16)$$

Отчисления во внебюджетные фонды $C_{соц}$, вычисляются по формуле руб.:

$$C_{соц} = R_{соц} \cdot (C_{осн} + C_{доп}) / 100, \quad (3.17)$$

где $R_{соц}$ – коэффициент отчислений во внебюджетные фонды, $R_{соц} = 30\%$.

Затраты на монтаж $C_{монт}$, руб. [15]:

$$C_{монт} = 20\% \cdot C_{осн}, \quad (3.18)$$

Смета затрат на приобретение материала для изготовления оригинальных и стандартных деталей приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Смета затрат на приобретение материала для изготовления оригинальных и стандартных деталей

Наименование детали	Материал (по чертежу)	Цена, руб/кг	Масса, кг (по чертежу)	Кол-во	Затраты на материалы, руб.
1	2	3	4	5	6
Захват	Сталь 20 ГОСТ 1050-2013	38	0,36	2	8,59
Рукоятка	Сталь 20 ГОСТ 1050-2013	38	0,25	2	4,5
Планка	Сталь 20 ГОСТ 1050-2013	38	0,09	2	1,82
Средняя планка	Сталь 20 ГОСТ 1050-2013	38	0,16	1	1,44
Наставка	Сталь 20 ГОСТ 1050-2013	38	0,02	2	1,98
Насадка-лезвие	Сталь 20Х ГОСТ 5950-2000	55	0,02	2	2,31
Пружина	Сталь 60С2А ГОСТ 14963-78	78	0,01	1	0,78
Заклепки	ГОСТ 1050-2013	-	-	6	1,92
Гайка	М6 ГОСТ 5915-70	-	-	4	3,6
Шайба	ГОСТ 11371-78	-	-	10	7,71
Всего:					34,65

Справ. №

Подпись и датг

Ине. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Ине. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.412.20.СК.00.00.00 ПЗ

Затраты на изготовление деталей для приспособления складываются из затрат труда на станочные и сварочные работы. В таблице 3.2 приведены расчеты заработной платы на изготовление оригинальных деталей.

Таблица 3.2 – Результаты расчета заработной платы на изготовление деталей

Наименование деталей	Количество	Средняя трудоёмкость, чел-ч	Часовая тарифная ставка, руб	Основная заработная плата, руб	Доп. заработная плата, руб	Отчисления по страховым взносам, руб	Заработная плата за ед. изделий, руб	Полная заработная плата, руб
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Захват	2	0,9	120	136,62	13,66	45,08	195,36	390,72
Рукоятка	2	0,6	110	83,49	8,35	27,55	119,39	238,78
Планка	2	0,2	100	25,3	2,53	8,35	36,18	72,36
Средняя планка	1	0,9	120	136,62	13,66	45,08	195,36	195,36
Наставка	2	0,2	100	25,3	2,53	8,35	36,18	72,36
Насадка-лезвие	2	0,6	110	83,49	8,35	27,55	119,39	238,78
Пружина	1	0,2	100	25,3	2,53	8,35	36,18	36,18
Всего								1244,54

Следовательно затраты на изготовление одного съемника:

$$C_{изг} = 34,65 + 1244,54 = 1279,19 \text{ руб.}$$

3.7 Технико-экономическая оценка приспособления

Применение предлагаемого приспособления снижает трудоемкость работ замены поршневых колец и чистки поршневых канавок, так же повышает безопасность труда.

Для расчёта эффективности использования приспособления определим годовую экономию и срок окупаемости приспособления.

Име. № подл.

Подпись и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подпись и датг

Справ. №

Пере. примен.

Для экономического обоснования целесообразности разработки и применения данного приспособления определяем экономию по формуле []:

$$\mathcal{E}_r = K \cdot (T_{\text{баз}} - T_{\text{проект}}) \cdot C_{\text{ч}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot A_r, \quad (3.19)$$

где K - коэффициент, учитывающий дополнительные заработную плату и премии ($K=1,5$);

$T_{\text{баз}}$ - трудоемкость замены поршневых колец и чистки поршневых канавок, до изготовления съемника, чел-ч;

$$T_{\text{баз}} = 0,5 \text{ чел-ч};$$

$T_{\text{проект}}$ - трудоемкость замены поршневых колец и чистки поршневых канавок, после изготовления съемника, чел-ч;

$$T_{\text{проект}} = 0,3 \text{ чел-ч};$$

$C_{\text{ч}}$ - тарифная ставка слесаря 4 разряда, руб/ч;

$$C_{\text{ч}} = 50 \text{ руб/ч};$$

K_1 - коэффициент начисления на заработную плату, $K_1 = 1,47$;

K_2 - отраслевой повышающий коэффициент, $K_2 = 1,8$;

A_r - годовое количество использования съемника, шт.; $A_r = 170$.

$$\mathcal{E}_r = 1,5 \cdot (0,5 - 0,3) \cdot 50 \cdot 1,47 \cdot 1,8 \cdot 170 = 6747,3 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяем по формуле:

$$T_0 = \frac{K}{\mathcal{E}_r} \leq T_n, \quad (3.20)$$

где T_0 - срок окупаемости, лет;

K - капитальные вложения, руб;

T_n - нормативный срок окупаемости, $T_n = 5$ лет.

Срок окупаемости проектируемого приспособления:

$$T_0 = \frac{1244,54}{6747,3} = 0,2 \text{ года.}$$

По выполненным расчетам можно сделать вывод, что целесообразно внедрение приспособления для замены поршневых колец и чистки поршневых канавок на участке ТО и ремонта.

Перв. примен.

Справ. №

Подпись и датг

Инов. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инов. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.4 12.20.СК.00.00.00 ПЗ

Лист

22

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной работе были проанализированы: Устройство и анализ работы, характеристика причин потерь работоспособности поршней, условия эксплуатации поршней, конструктивные и технологические особенности поршней, условия работы, обуславливающие изнашивание рабочих поверхностей поршня, теплонапряженность поршня, условия трения, смазки и процесс изнашивания а также существующие конструкции съемников колец.

В работе выполнено проектирование технологического процесса восстановления поршня. Разработана структурная схема разборки, выполнен выбор рационального способа восстановления дефектов поршня, разработаны карты технологического процесса дефектации и выполнен выбор контрольно-измерительных средств, разработан ремонтный чертеж, разработаны маршрутная и операционная карты, выполнен расчёт и выбор параметров и режимов нанесения покрытия на поршень, определены нормы времени выполнения операций.

Для выполнения разборочно-сборочных работ спроектировано приспособление для съема, установки колец и очистки канавок

Ожидаемый экономический эффект от внедрения разработанного приспособления 6746 р. При сроке окупаемости 0,2 лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : в 3-х т. / под ред. И. Н. Жестковой. – Москва : Машиностроение, 2006. – 921 с.
2. Блащук, Е. Ф. Гальванотехника : учебник / Е. Ф. Блащук, П. К. Лаворко. – Москва : Машгиз, 1961. – 246 с.
3. Боголюбов, С. К. Инженерная графика : учебник / С. К. Боголюбов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 2000. – 352 с.
4. Бурлаев, Ю. В. Безопасность жизнедеятельности на транспорте : учебник / Ю. В. Бурлаев. – Москва : Академия, 2004. – 288 с.
5. Горохов, В. А. Способы отделочно-упрочняющей обработки материалов : учебное пособие / В. А. Горохов, Н. В. Спиридонов. – Минск : Технопринт, 2003. – 96 с.
6. Ерохин, М. Н. Детали машин и основы конструирования : учебник / М. Н. Ерохин. – Москва : Колос, 2004. – 462 с.
7. Занько, Н. Г. Безопасность жизнедеятельности : учебник / под ред. О. Н. Русак. – 12-ое изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2007. – 672 с.
8. Иванов, М. Н. Детали машин : учебник / Иванов М. Н., Финогенов В. А. – Москва : Высшая школа, 2008. – 408 с.
9. Кабашов, В. Ю. Практикум по безопасности в чрезвычайных ситуациях / В. Ю. Кабашов, А. М. Багаутдинов, В. П. Бойко. – Уфа : БГАУ, 2009. – 134 с.
10. Левин, Э. Л. Технологические методы повышения долговечности деталей машин при ремонте : учебное пособие / Э. Л. Левин. – Уфа : БСХИ, 1981. – 70 с.
11. Мاستрюков, Б. С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях : учебник / Б. С. Мاستрюков. – Москва : Академия, 2003. – 336 с.
12. Минько, В. М. Охрана труда в машиностроении : учебник / В. М. Минько. – 3-е изд., перераб. – Москва : Академия, 2013. – 256 с.

13. Мухин, В. С. Поверхность : технологические аспекты прочности деталей ГТД : учебник / В. С. Мухин. – Москва : Наука, 2005. – 296 с.
14. Мягков, В. Д. Допуски и посадки : справочник / В. Д. Мягков, М. А. Палей, В. А. Брагинский. – 6-е изд. – Ленинград : Машиностроение, 1982. – 543с.
15. Ремонт автомобилей: Учебник для вузов / Л.В. Дехтеринский и др.- М.: Транспорт, 1992.- 231с.
16. Трудовой кодекс Российской Федерации – М.: Эскимо, 2018-240 с.
17. Технология автоматизированного машиностроения: Проектирование технологий/ Под ред. Ю.М. Соломенцева.–М.: Машиностроение, 1990.- 416 с.
18. Серый, И. С. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин : учебное пособие / И. С. Серый, А. П. Смелов, В. Е. Черкун. – 4-е изд. перераб. и доп. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 184 с.
19. Технологические методы обеспечения надежности деталей машин : учебное пособие / И. М. Жарский [и др.]. – Минск : Вышэйшая школа, 2005. – 300 с.
20. Федеральное государственное бюджетное учреждение Федеральный институт промышленной собственности : офиц. сайт – Режим доступа: <https://www1.fips.ru>. – 12.05.2019
21. Хандогина, Е. К. Экологические основы природопользования: учебное пособие / Е. К. Хандогина, Н. А. Герасимова, А. В. Хандогина. – Москва: Форум, 2007. – 160 с.
22. Оборудование и инструменты: офиц. сайт – Режим доступа: <http://www.bsi-instrument.ru> – 13.04.2019

ПРИЛОЖЕНИЕ

Долг.	Взам.	Подп.	Числ. п.м.	Гимназия ИХ	Казанский ГАУ	ИМ и ТС	Каф. Э и РМ	50202	030								
Учб.	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код наименования операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОМД	ЕН	ОП	Кшт	П.з.	Тшт.	Н. раск.
к/м	Наименование детали, сд. единицы или материала		Обозначение код														
рд01	Код, наименование восстановленного дефекта																
А02	030. Контрольная																
Б03	Ствол для дефектации ОРГ-14-68-01-0.90 А ГОСНИТИ																
К04	Поршень КАМАЗ																
рд05	Износ поверхности под кольцо																
06																	
рд07																	
08	Износ отверстия под палец																
рд09																	
10																	
рд11	Износ юбки поршня																
12																	
рд13																	
14	Трещины и изломы																
рд15																	
16																	
КТП/К																	

СПЕЦИФИКАЦИИ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A1			35.03.06.412.20.СК.00.00.00 СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
A3	1		35.03.06.412.20.СК.00.00.01	Захват	2	
A3	2		35.03.06.412.20.СК.00.00.02	Средняя планка	1	
A3	3		35.03.06.412.20.СК.00.00.03	Рукоятка	2	
A4	4		35.03.06.412.20.СК.00.00.04	Наставка	2	
A4	5		35.03.06.412.20.СК.00.00.05	Насадка-лезвие	2	
Б/Ч	6		35.03.06.412.20.СК.00.00.06	Планка	2	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		7		Шайба А.06.01.08кп.016 ГОСТ 11371-78	10	
		8		Гайка М6 ГОСТ 5915-70	4	
		9		Пружина растяжения 1086-0321 ГОСТ 18794-80	1	
		10		Болт М6 ГОСТ 7798-70	2	
		11		Заклепка 6x24 ГОСТ 10299-80	6	

ВКР 35.03.06.412.20.СК.00.00.00 СБ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Чурбанов П.М.		01.20
Пров.		Гималудинов		01.20
Н.контр.		Гималудинов		01.20
Утв.		Адигамов Н.Р.		01.20
Приспособление для замены поршневых колец и чистки поршневых канавок			Лит.	Лист
			УДР	Листов
				1
			Казанский ГАУ каф. Эксплуатация и ремонт машин	
			Формат А4	

Копировал