ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

Кафедра: Технический сервис

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

На соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Проект организации участка плазменной наплавки с разработкой конструкции колебателя плазматрона

Шифр ВКР 35.03.06.245.17 КП.00.000ПЗ

Студент группы 2342С _____ Доркин Д.В.
подпись Ф.И.О.

Руководитель ст. преподаватель _____ Ахметзянов Р.Р.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол №___ от _____2017)

Зав. кафедрой д.т.н. профессор _____ Адигамов Н. Р.
ученое звание подпись Ф.И.О

Казань – 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

ВВЕДЕНИЕ.....
1 АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЙ.....
1.1 Описание устройства, анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности сборочной единицы.....
1.2 Виды дефектов и методы их устранения.....
2 ОРГАНИЗАЦИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННОЙ НАПЛАВКИ.....
2.1 Обоснование технико-экономической целесообразности восстановления изношенных деталей. Выбор способа восстановления.....
2.2 Сущность плазменной наплавки .....
2.3 Технология восстановления деталей плазменной наплавкой .....
2.4 Расчет годовой программы участка восстановления деталей.....
2.5 Выбор режима работы участка и расчет фондов времени.....
2.6 Расчет потребности штата участка.....
2.7 Расчет основного производственного оборудования.....
2.8 Расчет производственных площадей .....
2.9 Общая компоновка участка.....
3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ КАМАЗ – 740 ПЛАЗМЕННОЙ НАПЛАВКОЙ.....
3.1 Основные дефекты коленчатого вала и способы их устранения.....
3.2 Восстановление коренных и шатунных шеек плазменной наплавкой.....
3.3 Разработка маршрутной карты (МК) восстановления коленчатого вала КамАЗ – 740.....
4 РАЗРАБОТКА КОЛЕБАТЕЛЯ ПЛАЗМОТРОНА.....
4.1 Обзор существующих конструкций.....
4.2 Выбор схемы колебателя.....
4.3 Кинематический расчет колебателя.....

4.4 Расчет деталей .....
4.5 Выбор электродвигателя .....
5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА .....
5.1 Обеспечение условий и безопасности труда на производстве.....
5.2 Мероприятия по охране окружающей среды.....
6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....
6.1 Экономическое обоснование конструкции колебателя плазматрона.....
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....
ЛИТЕРАТУРА.....
СПЕЦИФИКАЦИИ.....
ПРИЛОЖЕНИЯ.....

ВВЕДЕНИЕ

В новых условиях хозяйствования необходимо увеличить темпы технического перевооружения автотранспортных предприятий. В связи с этим, необходимо повышение качества и надежности выпускаемых машин, уровня их технического обслуживания и ремонта, включая организацию проектирование или реконструкцию ремонтно-обслуживающего производства. Однако с ростом балансовой стоимости техники существенно увеличиваются и затраты на ее ТО и ремонт. Наиболее важный фактор снижение затрат – высокое качество ТО и ремонт машин.

При неполном возмещении годности и частичном восстановлении ресурса (менее 50% доремонтного) ремонтные воздействия становятся малоэффективными и не способствуют хорошему использованию машин в течение амортизационного срока. В связи с этим они преждевременно списываются, а затраты на их использование и текущие ремонты возрастают.

В хозяйствах после капремонта эксплуатируется более 50% автомобилей и 65%двигателей, что вызывает при низком моторесурсе высокую потребность в ремонтно-обслуживающем производстве. При повышении качества ремонта потребность в нем будет уменьшаться и затрат в сфере использования и текущего ремонта машин будут сокращаться.

Улучшения качества ремонтных работ можно добиться за счет модернизации устаревшего ремонтно-технологического оборудования и совершенствования технологий ТО и ремонта на предприятиях, реконструкцией и техническим перевооружением производственно-технической базы предприятий автомобильного транспорта.

Целью данной выпускной работы является совершенствование организации ТР автомобилей автотранспортном цехах.

1 АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЙ

1.1 Описание устройства, анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности сборочной единицы

Коленчатый вал через шатуны воспринимает давление газов возникающее в надпоршневой полости цилиндров, и нагружается силами инерции от неуравновешенных масс механизма, совершающих возвратно-поступательное и вращательное движение. Под действием резко изменяющихся по величине и направлению газовых сил и сил инерции коленчатый вал вращается с переменной угловой скоростью, вследствие чего испытывает упругие колебания, подвергается скручиванию, изгибу, сжатию или растяжению.

Сложные условия работы вала вызывают повышенный износ его шеек, деформацию отдельных элементов конструкции и явления усталости материала, порождают крутильные и осевые его колебания. Поэтому конструкция коленчатого вала должна обладать достаточной прочностью, жесткостью и износостойкостью при сравнительно небольшом весе.

Общий вид и элементы конструкции типичного вала поршневого двигателя показаны на рисунке 1.1 а и б. Коленчатые валы двигателей тракторного типа изготовляют методом ковки или литья из среднеуглеродистых сталей марок 45, 45А, 45Г2, 50Г; легированных сталей 45ХН, 40ХНМА, 18ХНВА или из высококачественных чугунов (магниевого, никель-молибденового и др.), обладающих повышенной прочностью.

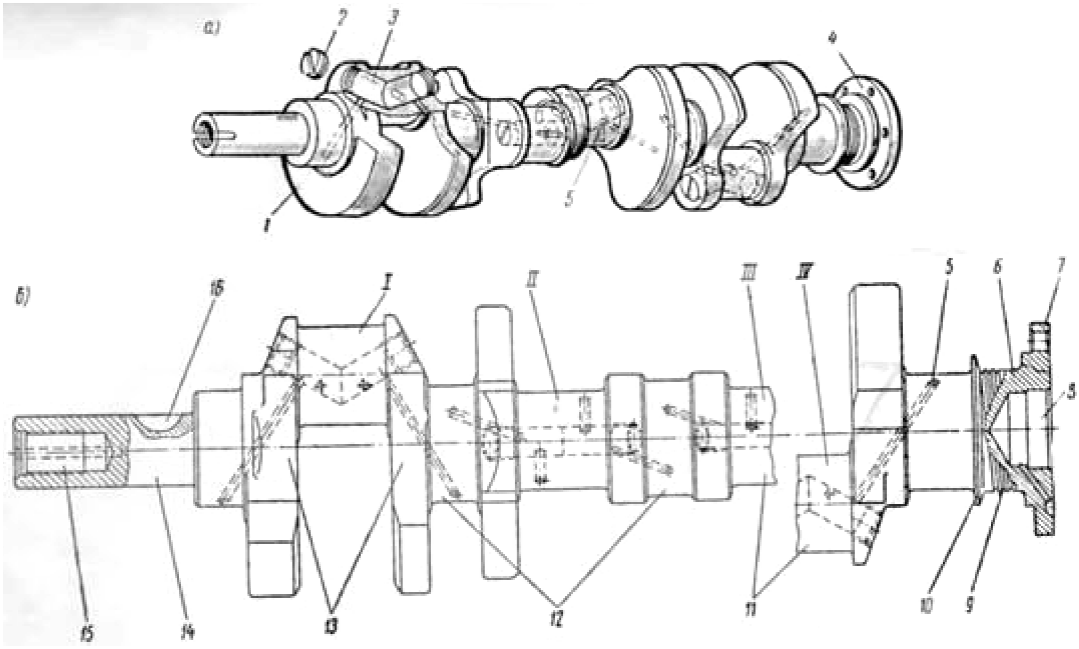


Рисунок 1.1 - Общий вид и элементы конструкции коленчатого вала V-образного 8-цилиндрового двигателя ЯМЗ-238:

I, II, III, IV – шатунные шейки

Основными элементами коленчатых валов являются: коренные и шатунные шейки, щеки, хвостовик и носок. К обязательным элементам некоторых конструкций валов относятся также противовесы. Представленный на рисунке 1.1 вал двигателя ЯМЗ-238 и в этом отношении является типичным.

Коренные шейки 12 служат валу опорами, на которых он укладывается и вращается в соответствующих опорных (коренных) подшипниках двигателя.

Шатунные шейки 11 служат для шарнирного соединения вала с нижними головками шатунов. Шатунные шейки и устанавливаемые на них головки шатунов называют иногда кривошипными. Масло к ним подается по сверлениям 5 от шеек 12.

Щеки 13 объединяют в один узел шатунные и коренные шейки. Две щеки, примыкающие к смежным коренным шейкам вместе с одной или несколькими шатунными шейками, образуют кривошипы (колена) вала.

Хвостовиком называют заднюю часть 6 вала, которая в автомобильных двигателях обычно заканчивается фланцем 7, снабженным отверстиями 4 для

крепления маховика. В торце хвостовика растачивают гнездо 8 под опорный подшипник первичного вала коробки перемены передач, а на цилиндрической его поверхности размещают маслоотражательный буртик 10 и маслоотгонную нарезку (спиральную канавку) 9 или же делают гладкую шейку под уплотнительный сальник.

Носком называют переднюю часть 14 вала, на которой устанавливаются: шестерня привода газораспределения, маслоотражатель и шкив вентилятора, а в резьбовое отверстие 15 с торца — храповик, необходимый для проворачивания коленчатого вала при пуске двигателя вручную. Если ручной пуск не предусмотрен, то вместо храповика ставится болт, обеспечивающий только крепление деталей на носке вала. В канавку 16 закладывается шпонка, фиксирующая в строго заданном положении шестерню привода газораспределения и удерживающая от проворачивания на носке другие детали.

Противовесы 1 устанавливаются на щеках 13 со стороны, противоположной кривошипу, и служат в многооборотных двигателях для полной или частичной разгрузки коренных опор от местных центробежных сил. В ряде случаев они необходимы для уравновешивания двигателей.

Коленчатые валы многоцилиндровых двигателей представляют собой сложную пространственную конструкцию, форма которой во многом предопределяется числом коренных опор, принятым для данного двигателя.

Коленчатые валы тракторных двигателей подвергаются обязательной статической и динамической балансировке в сборе с маховиком и фрикционной муфтой сцепления. Без этого трудно и практически вообще невозможно обеспечить спокойный ход двигателя из-за повышенной его вибрации.

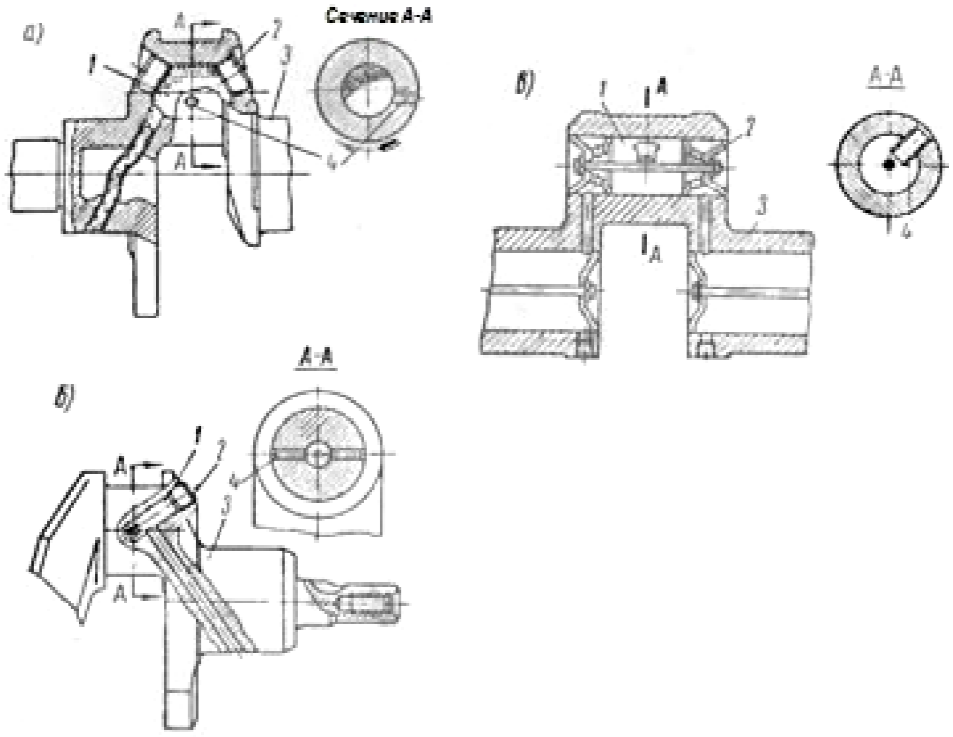


Рисунок 1.2 - Кривошипы коленчатых валов:

а) литого вала двигателя ЗМЗ-21: б) кованого вала двигателя МЗМА-408; в) кованого вала двигателя В-2; 1 — грязеуловитель; 2 — заглушка; 3 — коренная шейка: 4 — каналы подвода масла к поверхности шатунной шейки

Для увеличения износостойкости шеек вала наружные поверхности их закаливают токами высокой частоты на глубину 3—5 мм до твердости HRC 50—60 и тщательно обрабатывают (шлифуют и полируют), придавая им по возможности строго цилиндрическую форму (овальность и конусность шеек вала в автомобильных двигателях не должна превышать 0,01 мм). Толщину закаленного слоя выбирают с учетом уменьшения диаметра шеек от перешлифовок при ремонтах двигателя.

Коленчатые валы поршневых двигателей испытывают переменные скручивающие нагрузки, под воздействием которых в них возникают упругие угловые колебания. Сущность таких колебаний можно понять на примере любого упругого стержня, неподвижно закрепленного с одной стороны и несущего массу на другой. Если свободный конец рассматриваемого стержня закрутить на некоторый угол и отпустить, то под действием упругости и инерционной массы он будет совершать угловые

колебания с определенной частотой (периодом). Стоит только к такому колеблющемуся стержню приложить внешнюю силу, периодически действующую с такой же частотой, как возникает явление резонанса (ритмичное раскачивание), вызывающее непрерывное увеличение амплитуды углового колебания стержня и в конечном итоге разрушение его.

Аналогично этому раскачивается и коленчатый вал, к кривошипам которого прикладываются внешние силы, действующие периодически с частотой, зависящей от числа оборотов вала, тактности двигателя и числа цилиндров. При совпадении периода действия на вал какой-либо гармонической составляющей этих сил с периодом собственных его колебаний наступает явление резонанса.

Число оборотов, соответствующее возникновению резонансных колебаний, называют критическим.

При разработке конструкции коленчатого вала стремятся к тому, чтобы критическое для него число оборотов, соответствующее наиболее опасному резонансу, имело как можно большую величину и не попадало в диапазон рабочих чисел оборотов коленчатого вала. С этой целью коленчатым валам придают возможно большую жесткость. Из теории колебаний известно, что чем больше жесткость вала при данных моментах инерции масс, колеблющихся вместе с валом, тем выше частота собственных колебаний вала данной системы и тем выше критическое число его оборотов. В результате этого в диапазоне рабочих чисел оборотов вала резонируют гармоники более высоких порядков. Так как амплитуды этих гармоник уменьшаются с повышением их порядка примерно по экспоненте, то резонанс их тем менее опасен для прочности вала, чем выше порядок гармоники.

Если при расчете вала на крутильные колебания резонанс гармоники какого-либо порядка, наступающий в рабочей зоне чисел оборотов вала, окажется опасным для прочности вала, то изменяют динамическую систему путем изменения жесткости вала. Если конструктивно это невыполнимо, то

ставят гаситель колебаний, настроенный на гашение колебаний данной формы, определяющейся их частотой.

Принцип действия гасителей крутильных колебаний основан на частичном поглощении энергии (возникающего крутильного колебания коленчатого вала), затрачиваемой на работу трения в гасителе. Гасители устанавливаются на носке вала или в непосредственной его близости, где угловые колебания имеют максимальную величину.

В автомобильных двигателях применяют гасители фрикционные (сухого трения), внутреннего трения (резиновые) и жидкостного трения. Наиболее простыми и распространенными являются гасители внутреннего трения — демпферы (рисунок 1.3).

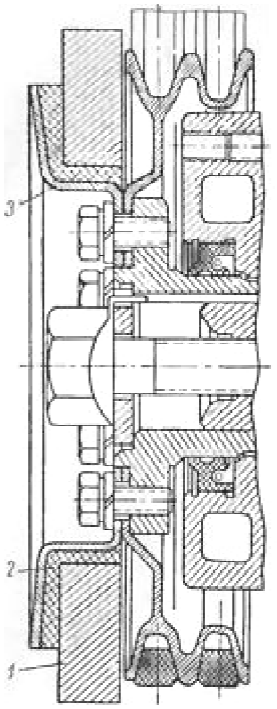


Рисунок 1.3 - Гаситель крутильных колебаний внутреннего трения двигателя ЯМЗ - 238

Массивный диск (маховичок) 1 привулканизирован здесь слоем резины 2 к штампованному фасонному фланцу 3, который жестко крепится к ступице шкива привода вентилятора. Крутильные колебания коленчатого вала вызывают колебательное движение маховичка 1 относительно носка вала. Вследствие этого в слоях резины возникает внутреннее трение, поглощающее часть энергии крутильных колебаний вала. Эта энергия превра-

щается в тепло и рассеивается в атмосферу. Резиновые гасители изменяют амплитуду угловых колебаний вала двигателя, что способствует уменьшению возникающих в нем напряжений. Они достаточно эффективны, просты по устройству и надежны в работе.

В настоящее время применяют гасители жидкостного трения, в которых используют силиконовую жидкость, обладающую большой вязкостью и мало зависящую от температуры. В замкнутое кольцевое пространство силиконового гасителя помещают свободную сейсмическую массу в виде кольца, а в кольцевую полость заливают силиконовую жидкость, в которой должна колебаться сейсмическая масса. Трение, возникающее между вязкой жидкостью и этой подвижной массой, используется для гашения (ослабления) крутильных колебаний вала.

Необходимость применения демпферов для коленчатых валов обычно возникает в рядных 6 и особенно 8-цилипдровых двигателях, имеющих сравнительно большую длину вала.

Ресурс коленчатого вала характеризуется двумя показателями: усталостной прочностью и износостойкостью.

На рисунке 1.4 приведены виды изнашивания, способствующие разрушению поверхности коленчатых валов и других немаловажных деталей и агрегатов.

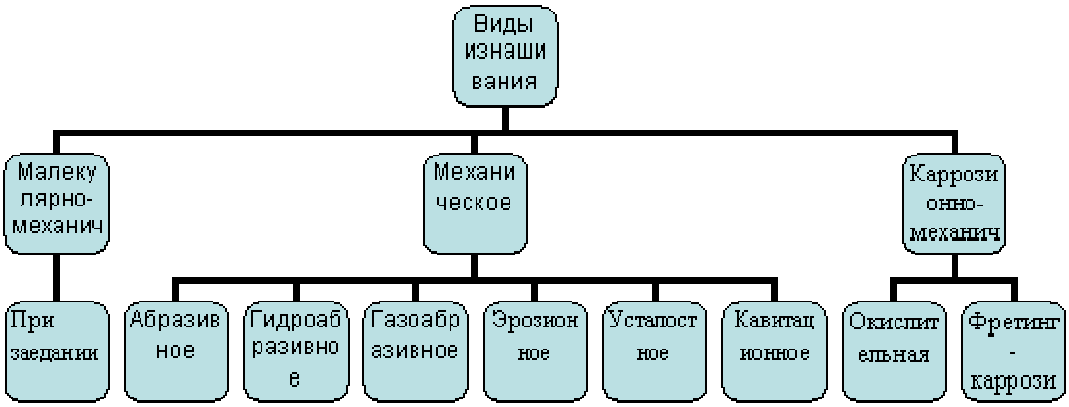


Рисунок 1.4 - Виды изнашивания

1.2. Виды дефектов и методы их устранения

При эксплуатации коленчатого вала очень часто происходит возникновение износа схватыванием. Износ схватыванием первого рода возникает при отсутствии смазки и защитной пленки окислов при трении с малыми скоростями и удельными давлениями, превышающими предел текучести металла в местах действительного контакта. Схватывание происходит в результате большой пластической деформации поверхностных слоев металла и образования металлических связей между контактными участками поверхностей.

Схватывание второго рода возникает при трении скольжения с большими скоростями относительного перемещения и значительными удельными давлениями, при интенсивном повышении температуры в поверхностных слоях трущихся металлов и их пластичности. При схватывании происходят не допустимые повреждения трущихся поверхностей в результате возникновения металлических связей их деформации и разрушения с отделением частиц налипания и намазывания поверхности контактов [ ].

Посадочные поверхности под шкив, шестерни, маховик, а также отверстия под штифты и шпоночные пазы чаще всего восстанавливают дуговой наплавкой проволокой 1,2Св18ХГС в среде углекислого газа с последующей механической обработкой, а также для увеличения ресурса проводят закалку с помощью ТВЧ.

В технологическом процессе предусматривается закалка шеек коленчатых валов ТВЧ в кольцевых индукторах. Сложность геометрии вала, наличие кривошипов и щек предопределяли необходимость изготовления индукторов из двух половин, которые после их установки на шейку вала замыкались. При такой конструкции индуктора очень трудно обеспечить необходимую равномерную ширину и глубину закаленного слоя из-за невозможности обеспечить хороший электрический контакт по всей площади разъема индуктора и магнитной асимметрии, вызванной различными

массами щек по окружности шеек, которые соответственно создают различные магнитные сопротивления магнитному молю индуктора. Разъем индуктора и асимметрия магнитного поля вызывают неравномерную ширину и глубину закаленного слоя. И результате ширина закаленного слоя шеек нередко колеблется до 10—15 мм. Неравномерность нагрева в сочетании с неравномерностью охлаждения, обусловленной падением душевых струй. В одни и те же точки на поверхности шеек, вызывает образование закалочных микротрещин, особенно при засорах нескольких рядом расположенных спрейерных отверстий на индукторе. Эти же причины усугубляют и образование закалочных микротрещин на кромках масляных каналов, которые значительно снижают усталостную прочность вала. Разработка и внедрение установок для закалки способом растушевки с вращением вала в значительной степени устранило неравномерность нагрева и охлаждения, ликвидировало условия для образования микротрещин, уменьшило неравномерность ширины закаленной зоны. Недостаток разъемных кольцевых индукторов — трудность регулирования интенсивности нагрева по длине шейки, невозможность регулирования температуры на отдельных ее элементах. Лучшее решение дало применение петлевых секторных индукторов, охватывающих часть окружности шейки вала. Такая конструкция индуктора, снабженного спрейерами, позволяет в широких пределах регулировать интенсивность нагрева на отдельных элементах шеек. Достигается это изменением соотношения его ширины и длины, сечения меди отдельных сторон петли, а также применением пакетов магнитопроводов.

Эти свойства петлевых секторных индукторов позволили устранить перегрев кромок масляных каналов и неравномерность их температуры, отказаться от их экранировки медными пробками, а также уменьшить неравномерность ширины слоя до 1 мм. Зазор между шейкой и индуктором поддерживается с помощью роликов или твердосплавных опор. Закалка шеек способом растушевки с применением односторонне расположенных

петлевых индукторов, охватывающих часть поверхности при вращающейся детали, обеспечило равномерный нагрев по всей шейке, повысило качество коленчатых валов. Улучшение качественных показателей, определенных на опытных партиях коленчатых валов из сталей 50Г-СШ и 50ХФА, закаленных на установках с петлевыми индукторами, характеризуется практически полной ликвидацией микротрещин на кромках масляных каналов при аннулировании их экранировки, уменьшением дефектов на шейках в зоне разъема штампа в 4 раза, уменьшением шлифовочных микротрещин на шейках в 7 раз. Снижение различного рода микротрещин объясняется прежде всего уменьшением остаточных внутренних закалочных напряжений.

Способ растушевки позволяет калить шейки вала с выходом закаленного слоя на галтель. Таким способом закаливалась партия коленчатых валов из стали 50Г-СШ в нормализованном состоянии. Испытания показали, что предел их выносливости увеличивается до 60%. Однако при шлифовании шеек с закаленными галтелями, в связи с тяжелыми условиями работы абразивного круга наблюдаются прижоги и трещины, повышение шероховатости поверхности галтелей и торцов. Поэтому необходимы дальнейшие исследования и отработка технологии шлифования, в частности применение кругов прерывистого шлифования и т. д.

Выбор правильного способа охлаждения в процессе закалки определяет прокаливаемость и, следовательно, степень использования прочностных свойств металла, применяемого для данной детали. В связи с этим при переходе в изготовлении деталей углеродистых сталей к легированным необходимо тщательно исследовать, обеспечивается ли надлежащая прокаливаемость и нет ли резервов, которые можно реализовать улучшением процесса охлаждения при закалке. Улучшение процесса охлаждения определятся выбором не только рационального для данной детали способа, но и самой охлаждающей среды. Традиционные закалочные среды — вода и индустриальное масло во многих случаях не обеспечивают оптимальных скоростей охлаждения с целью получения оптимальных прочностных

свойств деталей, определяемых прокаливаемостью, твердостью и величиной остаточных напряжений. Разница в охлаждающих свойствах масла и воды слишком велика, ее невозможно ликвидировать выбором способа охлаждения и регулированием интенсивности циркуляции закалочной среды. Правда, за последние годы этот недостаток устраняется применением водных растворов неорганических и химических веществ. Для поверхностной закалки с душевым охлаждением коленчатых валов и других деталей для легированных марок сталей, успешно используется созданная на ЯМЗ полимерная закалочная среда ЗСП-1. Физическая сущность регулирования скорости охлаждения в таких закалочных средах заключается в образовании вокруг нагретой детали слоя полимера, обладающего по сравнению с водой лучшими физико-химическими свойствами, обеспечивающими более мягкое, равномерное охлаждение и закалку без мягких пятен. Образуемая на поверхности закаливаемой детали пленка полимера по мере охлаждения частично вновь растворяется. Скорость охлаждения регулируется изменениями концентрации раствора. Особое значение полимерные закалочные среды имеют для расширения области применения поверхностей закалки ТВЧ деталей из легированных марок сталей, для которых нельзя применять воду вследствие трещинообразования.

Основной дефект коленчатых валов — износ коренных и шатунных шеек. Износ шеек устраняют шлифованием их под ремонтный размер. Все одноименные шейки (коренные или шатунные) шлифуют под один размер, который определяют следующим образом. Измеряют диаметры всех одноименных шеек и находят минимальный из них d_{min}. Затем рассчитывают теоретический ремонтный размер, мм,

где a — припуск на шлифование (о = 0,08...0,1 мм).

Первым этапом процесса восстановления коленчатого вала будет полная прочистка. Это делается перед тем, как осуществлять его расточку. Очистка элемента должна быть наиболее эффективной, поскольку этот шаг является очень важным во всем процессе.

Как правило, сам процесс шлифовки начинается с работы с шатунными шейками. Чтобы осуществить эту процедуру, коленчатый вал необходимо установить на специализированный станок. Шатунные шейки необходимо правильно отшлифовать, соблюдая технологию (сначала измеряется самая изношенная шейка, чтобы определить размеры, до которых необходимо осуществлять расточку). Если ошибиться в этом вопросе, последствия могут быть необратимыми вплоть до того, что потребуется замена компонента.

Когда этот шаг завершен, на станке необходимо осуществить балансировку. После балансировки при помощи стоек с индикатором элементы должны находиться в таком виде, чтобы ось шеек не совпадала, их следует выставить по оси вращения. Это условие является обязательным, поэтому также обратите на это внимание. Таким образом, при балансировке наружная поверхность шеек стачивается до нужных габаритов.

И только потом, когда выполнены все приведенные выше действия и узел установлен на станок, можно приступать к самому процессу шлифовки коленчатого шкива. Вам необходимо правильно его отшлифовать, после чего коленчатый вал промывается. Промывка должна осуществляться очень качественно, особое внимание необходимо уделять смазочным каналам.

После всех этих этапов наступает черед коренных шеек. Как и в предыдущем случае, начать необходимо с той шейки, которая изношена больше остальных. Таким образом, определяется их ремонтный размер. Все остальные шейки подгоняются под эти габариты.

Затем, когда все этапы процесса завершены, следует осуществить проверку правильности формы узла. Сравнивать со стандартами бессмысленно, иначе, в чем смысл шлифовки. Но все размеры должны соответствовать друг другу и быть пропорциональны. Некоторые осуществляют расточку коленвала с напылением, такой шаг позволяет увеличить ресурс эксплуатации узла. Однако, напыление не является обязательным условием. Когда все работы завершены, необходимо произвести полную прочистку узла от продуктов износа, то есть

металлической стружки и прочего мусора. Далее, узел необходимо смазать, затем собираются все компоненты механизма. Полученный узел монтируется обратно в двигатель. Вся сборка происходит в обратной последовательности.

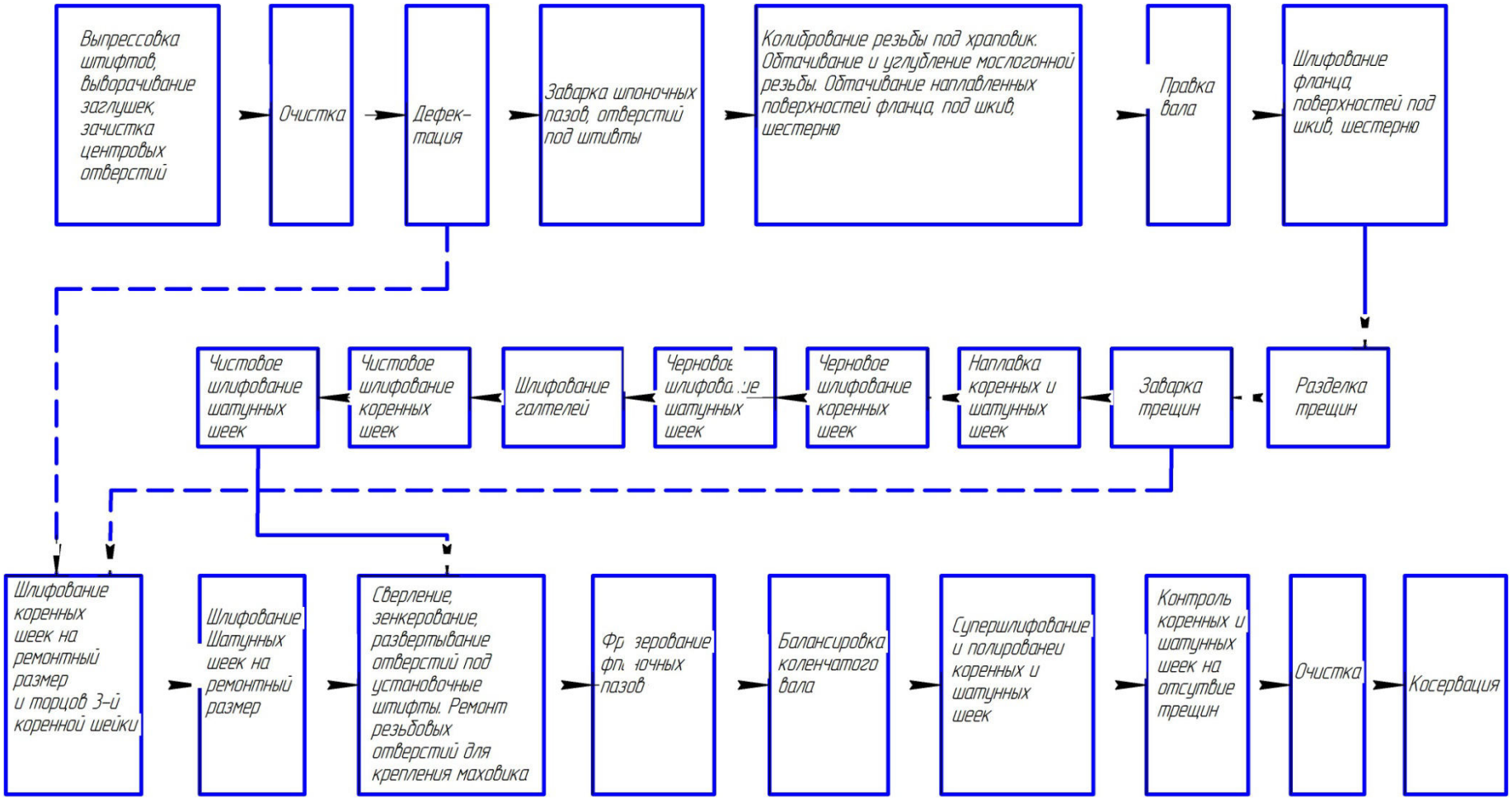
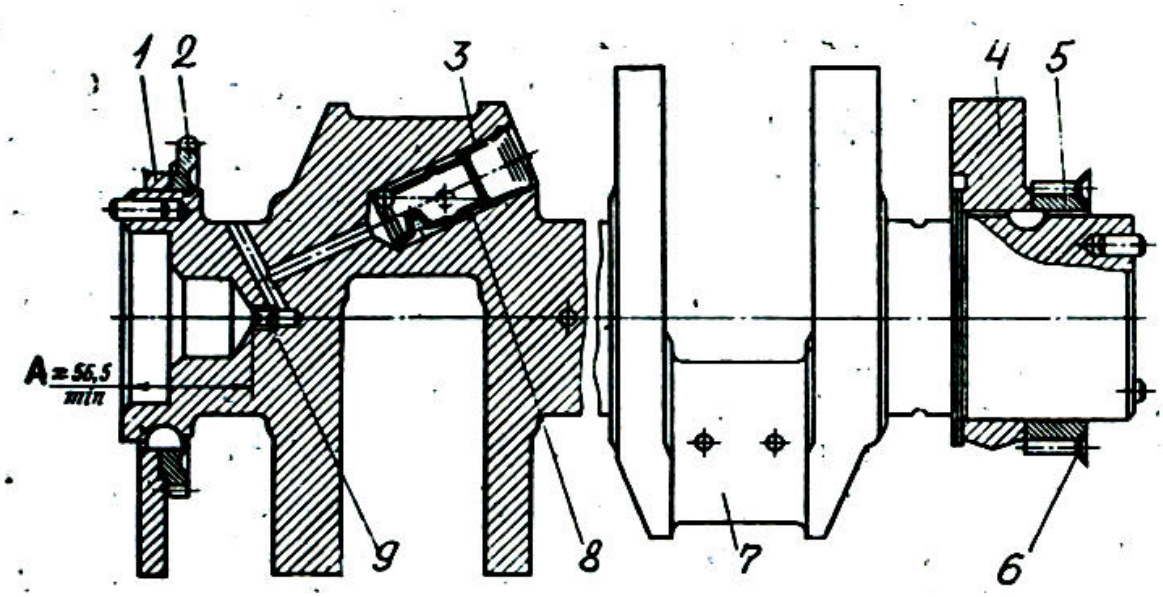


Рисунок 1.5. – Схема маршрутов технологического процесса восстановления коленчатого вала

2 ОРГАНИЗАЦИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННОЙ НАПЛАВКИ

2.1 Обоснование технико-экономической целесообразности восстановления изношенных деталей. Выбор способа восстановления.

Коленчатый вал воспринимает усилия, передаваемые каждым шатуном при такте рабочего хода, преобразует эти усилия в крутящий момент, который передается обычно через маховик к трансмиссии автомобиля. Коленчатый вал двигателя КамАЗ – 740 изготавливают из стали 45. Он состоит из шатунных (рисунок 2.1) и коренных (опорных) шеек, щек, носка (передней части) и хвостовика (задней части). Коренные и шатунные шейки вместе со щеками образуют кривошипы.



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

Рисунок 2.1 - Коленчатый вал в сборе КамАЗ – 740:

В процессе работы за счет присутствующих усилий и нагрузки коленчатый вал приобретает множество выбраковочных дефектов. Но практика показала, что основным выбраковочным параметром коленчатого вала на предприятии является износ коренных и шатунных шеек. При сравнительно небольшой

наработке до капитального ремонта грузовых автомобилей семейства КамАЗ и автобусов НефАЗ, на которых установлен двигатель КамАЗ – 740 себестоимость ремонта двигателя в этом случае резко возрастает. Так как наиболее дорогостоящей и быстро изнашиваемой деталью двигателя является коленчатый вал.

В настоящее время на предприятии процесс капитального ремонта двигателя (в зоне текущего ремонта) сопровождается шлифованием коленчатых валов двигателей КамАЗ – 740 на ремонтные размеры (всего 4 размера).

Метод ремонтных размеров достаточно эффективный метод восстановления геометрической формы коленчатого вала, однако за счет снижения твердости по глубине металла и уменьшения сечения шеек вала, снижается его ресурс и соответственно двигателя в целом на 20 %.

Исходя из этого, на наш взгляд в целях снижения себестоимости капитального ремонта двигателя изношенные коленчатые валы на предприятии восстанавливать и использовать повторно.

Существуют различные способы восстановления износа шеек коленвалов. Экономическая целесообразность наращивания изношенной поверхности деталей при высоком качестве их восстановления может быть получена, если придерживаться следующих принципов:

1) получение повышенной твердости или оптимальной пористости для обеспечения высокой износостойкости металлопокрытия;

2) обеспечение минимального припуска на механическую обработку и применение высокопроизводительных способов последующей обработки.

Перспективным способом восстановления деталей, отвечающим вышеприведенным требованиям и получающим все большее распространение в ремонтном производстве, является плазменная наплавка. Достоинствами плазменной наплавки являются возможность нанесения слоев металла в большом диапазоне по толщине (от 0,2 до 5 мм и более) и имеющих высокую твердость и износостойкость, благодаря высокой температуре плазменной струи, позво-

ляющей расплавлять практически любые тугоплавкие присадочные материалы, незначительное тепловое воздействие на деталь, высокая производительность. Учитывая эти данные, для восстановления износов более 1 мм принимаем способ плазменной наплавки, оборудование которого необходимо будет приобрести для организации участка восстановления.

Таким образом, организация участка восстановления с разработкой новых эффективных технологий восстановления деталей является основным способом снижения себестоимости и повышения качества ремонта без значительных капиталовложений.

2.2 Сущность плазменной наплавки

Плазма представляет собой высокотемпературный сильноионизированный газ. Он создается дуговым разрядом, размещенным в узком канале специального плазмотрона, при обдуве электрической дуги соосным потоком плазмообразующего газа. Столб дуги сжимается. Его степень ионизации и температура повышаются до 10 000... 18 000 °С.

В известных конструкциях плазмотронов применяют вольфрамовый (неплавящийся) катод (рисунок 2.1). Анодами могут служить сталь, водоохлаждаемое сопло, деталь и сопло одновременно. В первом случае плазменную дугу называют открытой, во втором — закрытой и в третьем —комбинированной.

При открытой плазменной дуге ток течет между электродом и деталью. Плазмообразующий газ совпадает с дуговым разрядом на всем пути его следования от катода до анода. Такой процесс сопровождается передачей большего количества теплоты детали, поэтому открытая плазменная дуга необходима при резке металлов.

При закрытой плазменной дуге плазмообразующий газ течет соосно с дугой лишь часть пути и, отделяясь от нее, выходит из сопла плазмотрона в виде факела плазмы. Температура такой дуги (ее сжатой части) на 25...30 % выше,

чем открытой. Ее используют при плавлении подаваемых в сжатую часть дуги тугоплавких порошков, напыляемых на поверхность детали.

При комбинированной плазменной дуге горят две дуги между вольфрамовым электродом и деталью, тем же электродом и водоохлаждающим соплом. Благодаря плазмотрону с комбинированной дугой можно раздельно регулировать плавление присадочного и основного материалов изменением соответствующих сопротивлений.

В качестве плазмообразующих газов служат аргон, азот, гелий, а в качестве присадочных материалов — электродная проволока или специальные порошки. Чтобы получить износостойкие покрытия, можно применять хромборникелевые порошки СНГН и ПГ-ХН80СР-4. Бор снижает температуру плавления никеля, хрома и железа и в сочетании с кремнием образует боросиликатное стекло, выполняющее функцию флюса при расплавлении композиции.

Однако порошки относят к числу дорогостоящих. С помощью них восстанавливают детали с малыми износами (до 1 мм). При напылении деталей слоем значительной толщины (до 3 мм) применение хромборникелевых порошков приводит к возникновению трещин.

Разработана смесь порошков сормайта № 1 с порошком ПГ-ХН80СР4 в массовом соотношении 4:1 с добавлением порошка алюминия в количестве 4 % по массе. Получается тройная смесь в соотношении 77:19:4. При добавке алюминия образуется прочная оксидная пленка, что позволяет восстанавливать детали без защитных газов. Указанной смесью напыляют слои значительной толщины без трещин. Износостойкость получаемого покрытия превосходит соответствующий показатель закаленной стали 45 почти в 3 раза. Покрытия наносят с помощью установок УПУ-3-6, УПУ-ЗМ и полуавтомата 15В-Б. Установки УМП-6 и УПУ-ЗД состоят из плазмотрона, питателей порошков, источников тока, пульта управления, систем газоснабжения и охлаждения плазмотрона. Данные установки снабжаются плазмотронами ГН-5М для нанесения покрытий материалами в виде проволоки и ГН-5Р – в виде порошка.

2.3 Технология восстановления деталей плазменной наплавкой

Прочность сцепления слоя с основным металлом детали в большей степени зависит от подготовки поверхности. Поверхность под напыление тщательно очищают от грязи влаги окислов и обезжиривают. Поверхность деталей из пористого металла обезжиривают нагревом. При неравномерном износе поверхность шлифуют или обтачивают до получения правильной геометрической формы.. Необходимой шероховатости поверхности добиваются пескоструйной обработкой, обдувкой металлической крошкой, нарезанием круглой и «рваной» резьбы, накаткой, а также электрическими способами. «Рваную» резьбу получают точением резцом, установленным в резцедержателе с увеличенным вылетом и установкой вершины режущей кромки ниже оси детали на 2…5 мм. При таком положении резец в процессе точения вибрирует, что приводит к дроблению металла и образованию на обрабатываемой поверхности шероховатости. Дробеструйную обработку поверхности детали производят на специальной установке с использованием чугунной дроби марки ЧДК №1,0 или № 1,5, колотой стальной дроби, электрокорунда. Размер частичек этих материалов - 0,8…1,5 мм, давление сжатого воздуха – 0,4…0,6 МПа, оптимальное расстояние от сопла пистолета до поверхности – 30…100 мм, угол наклона струи дроби к поверхности – $50…70^0$. Поверхности, не подлежащие металлизации, изолируют специальной пастой, бумагой картоном или листовым железом. Отверстия, пазы шпоночные канавки и т.п. закрывают деревянными или резиновыми пробками. Операцию дробеструйной обработки проводят непосредственно перед нанесением покрытия.

Поверхность лучше всего готовить непосредственно перед напылением. Чем меньше разрыв во времени между подготовкой и самим процессом напыления, тем надежнее прочность сцепления нанесенного слоя. На прочность сцепления могут повлиять даже оставшиеся на поверхности отпечатки пальцев. Перед нанесением покрытия рекомендуется деталь подогреть до температуры 80-100 ^{0}С для удаления влаги.

Для восстановления деталей плазменной наплавкой и напылением используют в качестве присадочного материала порошки, проволоку и их сочетание, но на практике применяют в основном порошки. Используют порошки, как правило, на основе никеля: СПГН, (твердость покрытия HRC56…62), ПГ-ХН80СР3 (HRC45…50), ПГ-ХН80СР4 (HR545…60), ПН55Т45 (HRC55…60), ПН70Ю30 (HRC30…40) и др. Для повышения прочности сцепления покрытия с подложкой при восстановлении чугунных деталей иногда наносят слой из молибденового порошка. Гранулометрический состав порошков должен быть по возможности однородным, т.к. слишком крупные частицы не успевают расплавиться в плазме, слишком мелкие не обладают достаточной энергией для обеспечения хорошей сцепляемости с подложкой, могут сгореть в струе плазмы и, кроме того, обладая плохой текучестью, трудно транспортируются в плазмотрон. Для улучшения сыпучести порошков их перед использованием просушивают в течение 1…2 ч при температуре 120…150 ^{0}С.

С помощью плазменной струи высокой температуры возможно нанесение практически любых тугоплавких материалов. Покрытия можно наносить на большинство материалов, в том числе на стеклопластики. Применение для для плазмобразования и защиты нейтральных газов – аргона, азота и их смесей обеспечивает минимальное выгорание легирующих элементов и окисление частиц. Поэтому покрытия, получаемые плазменной наплавкой, имеют более высокие механические свойства, чем покрытия, полученные электрической металлизацией.

На производительность процесса и качество покрытия большое влияние оказывает мощность дуги, качество и расход газа, качество напыляемого материала, расстояние от сопла до детали, конструкция горелки.

Нанесением плазменных покрытий восстанавливают обычно наружные цилиндрические и плоские поверхности, но могут восстанавливаться также и внутренние поверхности (гнезда под подшипники в корпусных деталях типа картеров коробок передач и редукторов, опоры коренных подшипников блока

цилиндров и т. п.). Плазменное напыление в сочетании с последующим оплавлением напыленного слоя от этой же горелки используется при восстановлении малогабаритных деталей, когда требуется толщина наплавленного слоя в пределах 0,1-1 мм. В этом случае отпадает необходимость в специальной подготовке поверхности. Этим способом могут быть успешно восстановлены тарелки и стержни толкатели автотракторных двигателей и т.п.

2.4 Расчет годовой программы участка восстановления деталей

Годовой объем работ по восстановлению коленчатых валов определяем исходя из числа капитальных ремонтов автомобилей и их составных частей, т.е. по формуле

$$Ав=Кк \cdot n \cdot Нв, \quad (2.1)$$

где *Кк* – число капитальных ремонтов машин определенной марки или их составных частей, в которых установлена данная деталь;

n – количество восстанавливаемых деталей определенного наименования на одной машине;

Нв – коэффициент восстановления деталей данного наименования, [ ].

Для определения годовой программы наплавочного участка в чел.-ч., трудоемкость восстановления одного коленвала двигателя КамАЗ – 740 принимаем 56,4 чел-ч (по опытным данным кафедры ТС).

Годовую трудоемкость работ по восстановлению деталей плазменным напылением определим по формуле:

$$Тгод = A_B \cdot T_H , \quad (2.3)$$

где *Тн* – нормативная трудоемкость восстановления коленвала плазменным напылением, чел.-ч (*Тн* = 56,4).

Число капитальных ремонтов автомобилей одной марки определяем по показателям работы предприятия за 2016 г. и нормам пробега автотранспорта по формуле [ ]:

$$Nкр = (Lr \cdot n / Lкр) \cdot \eta_з \, \eta_в, \quad (2.4)$$

где *Lr* - среднегодовая наработка или пробег машины, км.;

n - число машин данной марки;

Lкр – нормативная наработка машины до капитального ремонта, км. (таблица П 1.32.);

$\eta_з$.- зональный коэффициент (в зависимости от зоны составляет 1,0; 1,1; 1,2 – для автомобилей) [ ];

$\eta_в$ - коэффициент учитывающий «возрастной состав» и отличие наработки до первого капитального ремонта от наработки между капитальными ремонтами; $\eta_в$= 0,9 дм а/м.

Произведем расчеты по определению годового объема работ по восстановлению коленчатых валов согласно представленной выше методике.

Определим годовую программу капитального ремонта автобусов для 25 автобусов марки НефАЗ - 5299-07:

$$Nкр = (169141 \cdot 25 / 125000) \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 30,4$$

Принимаем *Nкр*=30.

Годовой объем работ по восстановлению коленчатых валов составит:

$$Ав = 30 \cdot 1 \cdot 0,7 = 21 \text{ шт.}$$

Тогда годовая трудоемкость работ по восстановлению коленчатого вала автобуса НефАЗ плазменным напылением будет равно:

$$Тгод = 21 \times 56,4 = 1184,4 \text{ чел-ч;}$$

Аналогичным образом были определены количество и трудоемкость восстановления коленчатых валов автобусов и автомобилей с двигателями КамАЗ – 740. Остальные полученные расчеты занесены в таблицу 2.1

Таблица 2.1 Годовая программа восстановления коленчатых валов

Марка автомобиля	Возраст подвижного состава (до х), лет	Количество транспорта n, шт.	Средний пробег автомобилей за год, км.	Ресурс на капитальный ремонт, тыс. км.	Число капитальных ремонтов Nкр, шт.		Коэффициент восстановления, Нв	Нормативная трудоемкость восстановления одной детали Тн, чел.-ч.	Количество восстаноавливаемых деталей в машине, nд	Годовая программа по восстановлению деталей Ав, шт		Трудоемкость восстановления, чел.ч
					Расчетное	Принятое				Расчетное	Принятое	
1.Автобусы												
НефАЗ 5299-07	1	25	169141	125	30,4	30	0,7	56,4	1	21	21	1184,4
НефАЗ 5299-06	2	28	236713	125	47,7	48	0,7	56,4	1	33,6	34	1917,6
НефАЗ 5299-05	3	24	160873	125	27,8	28	0,7	56,4	1	19,6	20	1128
НефАЗ 5299-04	4	10	115897	125	8,3	8	0,7	56,4	1	5,6	6	338,4
Итого		87			114,3	114				79,8	81	4568,4
2.Грузовые												
КамАЗ-5511С	1	4	174141	240	2,6	3	0,7	56,4	1	2,1	2	112,8
	4	10	128342	240	4,8	5	0,7	56,4	1	3,5	4	225,6
	8	5	193115	240	3,6	4	0,7	56,4	1	2,8	3	169,2
КамаЗ-6511	8	10	155115	240	5,8	6	0,7	56,4	1	4,2	4	225,6
КамАЗ-53212	4	4	134141	250	1,9	2	0,7	56,4	1	1,4	1	56,4
Итого												789,6
3.Прочие												
КамАЗ-5320	8	3	121514	250	1,3	1	0,7	56,4	1	0,7	1	56,4
Мерседес*	8	7	121433	240	3,2	3	0,6	146,2	1	1,8	2	292,4
ЛиАЗ-5256*	8	1	312558	240	1,2	1	0,56	88	1	0,56	1	88
Икарус-280*	10	6	46783	180	1,4	1	0,45	46	1	0,45	0	0
Итого		17			7,1	6				3,51	4	436,8
Всего		104,0			121,4	120,0				83,3	85,0	5794,8

* Эти модели автобусов включены в расчет годовой программы так как коленчатые валы этих марок автобусов не имеются в продаже или имеют высокую стоимость

2.5 Выбор режима работы участка и расчет фондов времени

Исходя из принятого режима работы участка, можно определить годовой фонд времени участка, а также оборудования и рабочих.

Номинальный фонд времени определяем по формуле:

$$Фд.р. = (dк – dв – dn) - tp \cdot z, \ ч \quad (2.5)$$

где *dк* – число календарных дней;

dв – число выходных дней;

dn – число праздничных дней;

tp – продолжительность смены, ч;

z – число смен.

Примем значение на 2009 год: *dк = 365, dn = 14, z = 1, dв = 106, tp = 8ч,*

тогда $Фн.р. = (365 – 106 - 14) \cdot 8 \cdot 1 = 1960$ *ч*

$$Ф = Фн.р. = Фн.о. \quad (2.6)$$

где *Ф*, *Фн.р, Фн.о.* – соответственно номинальные фонды времени участка, рабочего и оборудования.

Действительный годовой фонд времени работы и оборудования определен по формуле [ ]:

$$Фд.о. = Фн.о. \ \eta; \ ч$$

где η – коэффициент использования оборудования ($\eta=0,95 – 0,98$)

$$Фд.о. = 1960 \cdot 0,97 = 1901,2 \ ч.$$

Действительный фонд рабочего времени можно определить по формуле

$$Фд.р. = (dк – dв – dn - domn) - t \cdot \eta n \quad (2.7)$$

где *domn* – продолжительность отпуска, ч;

ηn – коэффициент, учитывающий потер рабочего времени по уважительной причине ($\eta n=0,89…0,96$)

$Фд.р. = (365 – 106 – 14 – 24) \cdot 8 \cdot 0,93 = 1651,7$ ч – для наплавщиков;

2.6 Расчет потребности штата участка

Численность основных производственных рабочих рассчитываем по формуле:

- явочное количество рабочих [ ]:

$$Ряв = Тгд / Фн.р.,\ чел. \quad (2.8)$$

- списочное количество рабочих:

$$Рсп = Тгд / Фд.р.,\ чел. \quad (2.9)$$

где *Тгд* – годовая трудоемкость восстановления, чел.-ч.;

Фн.р., Фд.р. – соответственно номинальный и действительный фонд времени рабочих.

Ряв = 5794,8/1960 =2,93 чел.; *Рсп=5794,8 / 1652 = 3,5* чел.

Принимаем количество производственных рабочих:

1 – наплавщик;

1 – шлифовщик;

1 – слесарь;

1 – мойщик на 0,5 ставки.

2.7 Расчет основного производственного оборудования

Исходными данными для определения количества оборудования является технологический процесс и трудоемкость выполнения отдельных операций.

Расчет основного количества потребного оборудования может быть проведен по формуле:

$$S= Ts/Фд.,\ шт \quad (2.10)$$

где Ts – трудоемкость ремонтных работ в часах работы станка;

Тогда число станков плазменного напыления:

$$S= 1580/ 1901= 0,83$$

Принимаем одну установку плазменного напыления.

Остальное оборудование подбираем исходя из требований технологического процесса восстановления деталей.

2.8 Расчет производственных площадей.

Потребность в производственных площадях ($м^2$) для участка восстановления деталей определяем по площади занимаемой оборудованием по формуле:

$$Fуч = F_0 \cdot \sigma, \quad (2.11)$$

где F_0 – площадь, занимаемая оборудованием, м² (таблица 2.3);

σ – коэффициент, учитывающий рабочие зоны и проходы, $\sigma=4,5…5$ [ ].

Таблица 2.3 - Ведомость оборудования наплавочного участка

№ поз.	Наименование оборудования	Габаритные размеры, мм	Количество, шт	Площадь, м^2	
				Ед. оборуд.	всего
1	Установка для плазменной наплавки	2720×1220	1	3,32	3,32
2	Установка пескоструйная	500x300	1	0,15	0,15
3	Источник питания	800×610	1	0,48	0,48
4	Шкаф для баллонов	800×1200	1	0,96	0,96
5	Стол дефектовочный	1700×900	1	1,53	1,53
6	Стеллаж для инструмента	2900×770	1	2,23	2,23
7	Стеллаж для деталей	2350×1500	1	3,5	3,5
8	Кран укосина с электроталью	750×750	1	0,56	0,56
	Итого:				12,73

Таким образом:

$$Fуч = 12,73\ (4,5…5)=57…64\ м^2$$

Площадь ныне существующего сварочного участка 120 м^2. Площадь участка плазменного напыления принимаем 60 м^2, отгородив от основного участка кирпичной стеной.

2.9 Общая компоновка участка

Перед разработкой компоновочного плана участка восстановления деталей, намечаем предварительную схему производственного потока. Принимаем

Г-образную схему технологического процесса.

Ширину здания принимаем стандартной равной 12 м. Отношение длины здания к его ширине должно быть не более 3. Расстояние между опорами – 3 или 6 м.

Оборудование в цехе располагаем по схеме технологического процесса с учетом необходимых проездов и проходов. Станки располагаем согласно требуемым нормам расстояний между оборудованием и элементами здания: от стены до тыльной стороны станка и до боковой стороны расстояние составляет не менее 600 мм. Расстояние между станками при их поперечном расположении составляет не менее 1600 мм. Рабочая зона должна быть не менее 1000 мм и оборудована деревянными подножными решетками.

Установленная на участке кран-укосина с электроталью должна обеспечивать перемещение деталей от стеллажа для деталей к столу дефектации и установке плазменной наплавки.

Наплавочный участок необходимо отгородить капитальными огнестойкими стенами.

Планировка цеха и компоновка участка восстановления деталей приведем на листе формата А1.

3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ КАМАЗ – 740 ПЛАЗМЕННОЙ НАПЛАВКОЙ

3.1 Основные дефекты коленчатого вала и способы их устранения

Коленчатый вал – одна из основных деталей двигателя, определяющая вместе с другими деталями цилиндропоршневой группы его ресурс. При эксплуатации двигателя в результате действия высоких и непостоянных динамических нагрузок вал подвергается кручению и изгибу, отдельные поверхности (шатунные и коренные шейки и др.) – изнашиванию, в структуре металла появляются различные микротрещины и другие дефекты. Возможные основные неисправности коленчатого вала и способы их устранения приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Дефекты коленчатых валов и способы их устранения.

№/n	Дефекты	Способы устранения
1	2	3
1.	Износ коренных и шатунных шеек. Овальность и конусность шеек. Задиры, риски и вмятины на шейках	Шлифование под ремонтный размер. Гальванопокрытия. Электро- и газовая металлизация. Автоматические и механизированные наплавки: - электровибрационная в среде жидкости; - электродуговая под слоем флюса; - электродуговая в среде CO_2 порошковыми проволоками
2.	Износ посадочных мест под распределительную шестерню, шкив и маховик	Наплавка с последующим обтачиванием и шлифованием. Электроискровое наращивание
3.	Износ маслосгонной резьбы	Углубление резьбы резцов и шлифование шейки до выведения следов износа
4.	Износ и разбивка шпоночных канавок	Фрезерование под увеличенный размер. Фрезерование новой шпоночной канавки. Наплавка с последующим фрезерованием шпоночной канавки.

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3
5.	Износ посадочного места наружного кольца шарикоподшипника в торце вала	Растачивание посадочного места, запрессовка втулки с последующим растачиванием. Электроискровое наращивание с последующим шлифованием.
6.	Износ отверстий под штифты крепления маховика	Развертывание под ремонтный размер
7.	Износ резьбы	Развертывание или зенкерование с последующим нарезанием резьбы увеличенного размера
8.	Срыв двух и более ниток резьбы	Углубление резьбовых отверстий с последующим нарезанием такой же резьбы под удлиненные болты (пробки)
9.	Скручивание вала (нарушение расположения кривошипов)	Шлифование шеек под ремонтный размер с последующей балансировкой
10.	Торцевое биение фланца маховика	Подрезание торца фланца на токарном станке с последующей балансировкой
11.	Изгиб вала: до 0,15…0,2 мм; от 0,2 до 1,2 мм.	Шлифование под ремонтный размер. Правка под прессом
12.	Трещины на шейках и на щеках	Шлифование под ремонтный размер Наплавка с последующим обтачиванием под нормальный размер. Выбраковка (для кольцевых трещин, а также трещин, выходящих на галтель). Шлифование с последующей балансировкой. Выбраковка для трещин глубиной более 4 мм)
13.	Коррозия трущихся поверхностей	Зачистка абразивной шкуркой, шлифование и полировка
14.	Забивание масляных каналов продуктами износа и загрязнениями масла	Прочистка металлическим шомполом и ершом с последующей промывкой (вываркой) и продувкой сжатым воздухом

3.2 Восстановление коренных и шатунных шеек плазменной наплавкой

Восстановление шеек коленчатого вала плазменной наплавкой производят на установках УМП-6, УПУ-3Д, УПУ-5 и др., модернизированных для плазменной наплавки. Перед нанесением покрытия поверхность шеек очищают от грязи, масла, влаги, и др. загрязнений. При неравномерном износе шейки шлифуют до получения правильной геометрической формы. Для уменьшения перепада температур по сечению наплавляемой шейки коленчатый вал перед наплавкой нагревают до температуры 400^0С и выдерживают в течение часа при температуре 200^0С. Вследствие этого замедляется скорость охлаждения поверхностных слоев и исключается трещинообразование. Для получения износостойкой поверхности применяют в качестве присадочного материала твердосплавные порошки, на основе никеля ПГ – ХН80СР4 и проволока С8 – 15 ГСТЮЦА (80). Композиция обеспечивает твердость покрытия HRC 52…58 HRC. Гранулометрический состав порошков должен быть по возможности однородным, т.к. слишком крупные частицы не успевают расплавиться в плазме и не образуют прочной связи с подложкой и между собой, слишком мелкие не обладают достаточной энергией для обеспечения хорошей сцепляемость с подложкой, могут сгореть в струе плазмы и, кроме того, обладая плохой текучестью, трудно транспортируются в плазматрон. Оптимальный размер частиц порошка 70…100 мкм. Для улучшения сыпучести порошков их перед использованием просушивают в течение 1…2 ч при температуре 120…150^0С. В качестве плазмообразующего и транспортирующего газа чаще всего применяют аргон.

Выбор режимов плазменной наплавки зависит в первую очередь от типа используемого порошка и степени дисперсности его частиц, а также от диаметра и длины дефектной поверхности. Основные параметры режима плазменной наплавки шеек коленчатого вала были просмотрены во второй части проекта.

3.3 Разработка маршрутной карты (МК) восстановления коленчатого вала КамАЗ – 740.

Технология восстановления изношенных шеек коленчатых валов КамАЗ – 740 плазменной наплавкой включает в себя следующие операции.

005 Моечная операция.

После разборки двигателя коленчатые валы разбирают (удаляют шпонки, заглушки и пробки из масляных каналов, подшипники из отверстия во фланце и.т.д.), тщательно очищают и дефектуют. Особенно тщательно необходимо прочистить масляные каналы так как, в процессе восстановления и нагрева детали в печи остатки отработавшего масла могут загореться. После очистки каналов коленчатый вал укладывают в моечную машину ОМ -837, где производят мойку раствором МС-8 концентрации 15 г/л; и при температуре $t = 80 \pm 5^0 C$.

010 Дефектация.

В процессе дефектации определяют геометрические размеры поверхностей, проверяют валы на наличие и расположение трещин. Основной дефект коленчатых валов - износ коренных и шатунных шеек. Износ шеек устраняют шлифованием их под ремонтный размер до последнего ремонтного размера. Далее износ устраняют наплавкой с последующим шлифованием, на номинальный или какой либо ремонтный размер.

015 Слесарная операция (заполнение масляных каналов).

Заполнение каналов огнеупорным асбестом выполняют с помощью обычного слесарного молотка и прошивня, данная операция занимает небольшое количество времени.

020 Круглошлифовальная операция.

Шлифуют коренные шейки для устранения овальности и конусности на круглошлифовальном станке 3А423.При шлифовании коренных шеек базовыми поверхностями служат центровые отверстия, а для привода коленвала используют поводки.

025 Круглошлифовальная операция.

Шатунные шейки шлифуют, закрепляя вал в специальных патронах, установленных в центросместителях. Базовые поверхности – неизношенные посадочные поверхности фланца под маховик и поверхность под распределительную шестерню коленчатого вала.

030 Термическая операция.

Данная операция заключается в подготовке – нагреве детали перед наплавкой. Нагрев производят в специальных муфельных печах, при этом деталь нагревают до 400 ^{0}C, затем выдерживают в течение часа при температуре 200 ^{0}C затем вынимают с помощью специальных захватов и устанавливают в патрон наплавочной установки.

035 Наплавочная операция коренных шеек.

Наибольшее время из всего технологического процесса восстановления коленчатого вала занимает наплавка. Это также зависит от количества наплавляемых шеек. После установки коленвала в патрон вращателя, подводят плазматрон к первой шейке, открывают кран подачи охлаждающей жидкости, включат подачу аргона, источник питания и включают привод станка, автоматически включается привод дозатора, и порошок внешне попадает на плазменную струю с одновременным включением механизма подачи проволоки.

Произведем расчет режимов плазменной наплавки.

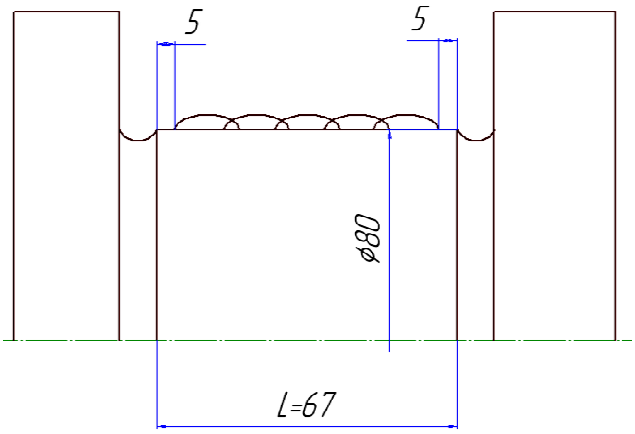


Рисунок 3.1 - Расчетная схема наплавки шатунных шеек коленвала.

Скорость наплавки $V_н$, м/ч [ ]:

$$V_H = \frac{\alpha_h \cdot I}{h \cdot S \cdot \gamma}, \quad (3.1)$$

где α_H – коэффициент наплавки, г/А·ч (при наплавке постоянным током прямой полярности α=10-13) [ ];

h – толщина наплавленного слоя, мм;

γ – плотность наплавленного металла, г/см^3. Для порошковых твердых сплавов на основе никеля γ = 8 г/см^3;

S – шаг наплавки, см/об принимается из нормативных источников (S= 0.4 - 0.5) [ ];

I – сила тока, рациональное значение силы тока при плазменной наплавке находится в пределах 200 - 230 А.

Толщина покрытия h, мм, наносимого на наружные цилиндрические поверхности, определяется по следующей формуле:

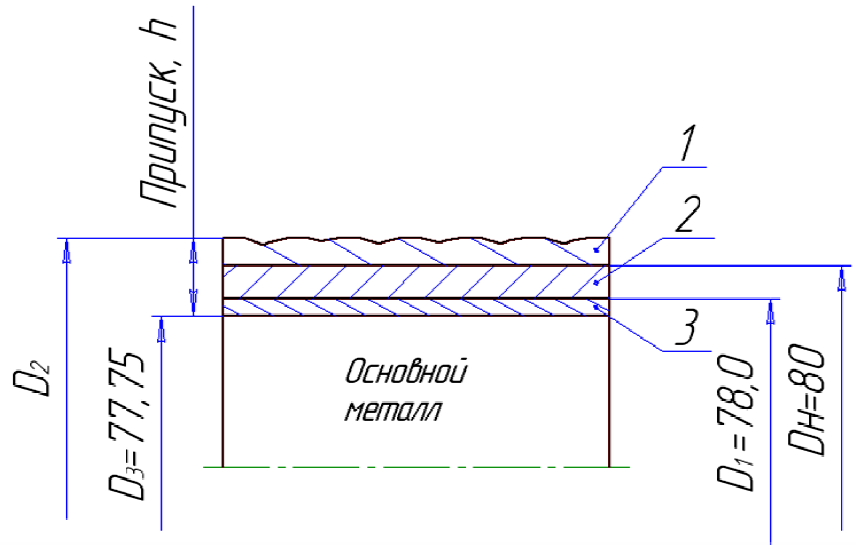
$$h = \frac{И}{2} + Z_1 + Z_2, \quad (3.2)$$

где $И$ – износ шейки коленчатого вала, с берем из расчета наибольшего износа – вышедший за последний ремонтный размер Р4=78 мм, с учетом этого И=2 мм;

z_1- припуск на обработку перед наплавкой, мм (на сторону). ориентировочно z_1=0,1…0,3 мм;

z_2- припуск на механическую обработку после наплавки, мм (на сторону). z_2=0,4…0,6 мм [ ];

Произведем расчет припуска на плазменную наплавку



1 – дефектный слой; 2 – качественный наплавленный слой; 3 – слой основного металла, снимаемый при предварительном шлифовании; D_1 – диаметр изношенной детали; Dн – номинальный диаметр детали; D_2 – диаметр наплавленной детали; D_3 – диаметр предварительно шлифованной детали.

Рисунок 3.1 - Схема разреза восстанавливаемой детали с образованным на ней припуском и дефектным слоем

Из рисунка видно, что разность $D_н - D_1 = \Delta И$ есть величина износа детали. $\Delta И = 80 - 78 = 2$ мм

Тогда расчет толщины наносимого слоя произведем по формуле:

подставив в формулу, определим толщину наплавки:

$$h = \frac{2}{2} + 0{,}3 + 0{,}6 = 1{,}9 мм;$$

Тогда скорость наплавки составит:

$$V_Н = \frac{12 \cdot 210}{1{,}9 \cdot 10 \cdot 8{,}0} = 16{,}5 м/ч;$$

Частота вращения коренной шейки n, мин$^{-1}$:

$$n = \frac{1000 \cdot V_Н}{60 \cdot \pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 16{,}5}{60 \cdot \pi \cdot 77{,}75} = 1{,}12 мин^{-1};$$

Штучное время на выполнение операции плазменной наплавки для коренных шеек

$$T_{ШТ} = T_0 + T_{ВС} + T_{ДОП}$$

где То – основное время ведущей операции, определяется по формуле:

$$T_0^{Ш1} = \frac{\pi \cdot d \cdot l}{1000 \cdot V_H \cdot S} = \frac{\pi \cdot 77{,}5 \cdot 67}{1000 \cdot 16{,}5 \cdot 10} = 3.4 \text{ мин};$$

Для остальных коренных шеек основное время рассчитываем аналогично: $T_0^{Ш2....5} = 3{,}4$ мин,

$$T_0 = \Sigma T_0^{Ш1...5} = 17 мин;$$

Твс- вспомогательное время наплавки Твс = 2…4 мин [ ].

$T_{ДОП}$.– дополнительное время определяется по следующей формуле:

$$T_{ДОП} = \frac{(T_0 + T_{ВС}) \cdot К}{100}; \qquad (3.7)$$

где *К*= 10-14 % - коэффициент, учитывающий долю дополнительного времени от основного и вспомогательного;

$$T_{ДОП}^{Ш1} = \frac{(3{,}4 + 3) \cdot 14}{100} = 0{,}9 мин$$

$T_{ДОП}^{Ш2...5} = 1{,}1$ мин;

Тогда штучное время восстановления вала первой коренной шейки составит

$$T_{ШТ} = T_0 + T_{ВС} + T_{ДОП}$$

$$T_{ШТ} = 3{,}4 + 3{,}0 + 0{,}9 = 7{,}3 \text{ мм};$$

$$T_{ШТ}^{Ш} = \Sigma(T_{ШТ}^{Ш1} + ...T_{ШТ}^{Ш5}) = 7{,}3 \times 5 = 36{,}5 мин;$$

Аналогичным образом были определены основное и штучное время наплавки коренных шеек коленчатого вала.

$$T_0^{К} = (6{,}1 + 4{,} + 1{,}4) \cdot 3 = 34{,}5 мин$$

для всего коленчатого вала $T_{ШТ} = T_{ШТ}^{К} + T_{ШТ}^{Ш} = 36{,}5 + 34{,}5 = 71$ мин;

Норма времени на выполнение операции плазменной наплавки:

$$T_H = T_0 + T_{ВС} + T_{ДОП} + \frac{T_{П.З.}}{n}, \qquad (3.4)$$

где n – количество наплавляемых деталей в партии, определяется по формуле [ ]:

$$n = \frac{T_{П.З.}^{ВЕД}}{T_{0.} \cdot K}$$

K- коэффициент, зависящий от типа производства, для мелкосерийного K= 0,15…0,18, для крупносерийного K = 0,004…0,05;

$T_{п.з.}$ – подготовительно- заключительное время принимается равным 16 – 24 мин /11/;

$$n = \frac{24}{71 \cdot 0{,}15} = 2{,}25$$

Принимаем количество наплавляемых коленчатых валов в партии n = 3

$$T_H = 71 + \frac{24}{3} = 79 мин$$

Расход порошка определяется по формуле [ ]:

$$Q = 0{,}1 \cdot \upsilon \cdot S \cdot h \cdot \gamma \cdot K_П, \qquad (3.3)$$

где Q – расход порошка, г/с;

$K_П$ – коэффициент, учитывающий потери порошка, $K_П$ = 1,12-1,17 [ ];

$Q = 0{,}1 \cdot 29{,}6 \cdot 10 \cdot 1{,}77 \cdot 0{,}8 \cdot 1{,}15 = 0{,}48 г/с = 1{,}73$ кг/ч

Скорость подачи проволоки рассчитаем исходя из условия, что соотношения порошок - проволока 1:5 композиция Св -15 ГСТЮЦА (80%) + ПГ – ХН80 СР4 (20%). Тогда расход порошка Q_1 равняется:

$$Q_1 = \frac{Q}{5} = \frac{1.73}{5} = 0.346 \text{ кг/ч;}$$

рассчитаем скорость подачи проволоки:

$$V = \frac{Q}{\pi \cdot d^2 \cdot \gamma \cdot 0.1} = \frac{1.384}{3.14 \cdot 0.2^2 \cdot 8 \cdot 0.1} = 13.7 м/ч.$$

Разработанная карта эскизов и операционная карта на плазменную наплавку приведена на листе формата А1

045 Шлифовальная операция. (черновая)

. Шлифуют на кругло шлифовальных станках тех же марок что и при предварительном шлифовании (операции 020-025), На черно обрабатывают коренные шейки, при этом применяют абразивный круг марки СМ2К6 ППх500х50х305, с окружной скоростью 35 м/с.

050 Шлифовальная операция. (черновая)

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

К основным элементам режима резания относятся: глубина резания t в мм; подача S, мм/об; скорость резания V,мм/мин или частота вращения n,мин$^{-}$

Шлифование с продольной подачей

Глубина шлифования:

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

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

Число проходов:

$$i=Z/t = 0{,}4/0{,}025 =16 \qquad (3.9)$$

где *z* – припуск на шлифование, мм.

продольная подача *S*, мм/об:

$$S=S_Д \cdot B_K, \qquad (3.10)$$

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

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

S=0,65·34=22,1 мм;

Частота вращения:

$$n_Д = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \qquad (3.11)$$

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

Подставив, получим:

$$n_Д = \frac{1000 \cdot 35}{\pi \cdot 80} = 119 \text{ мин}^{-1};$$

По паспорту станка 3А423 принимаем n=115 мин$^{-1}$

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

$$V_{СТ} = \frac{S \cdot n_Д}{1000} = \frac{22{,}1 \cdot 115}{1000} = 3{,}09 \text{ м/мин};$$

Основное время при шлифовании:

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n_Д \cdot S} \cdot K =, \frac{34 \cdot 16}{115 \cdot 22{,}1} \cdot 1{,}1 = 0{,}22 \text{ Ч} \qquad (3.12)$$

где L - длина продольного хода стола определяется по формуле:

при шлифовании в

$$L = l – (0.2…0{,}4)\ B_K = 35 - 0{,}3 \cdot 34 = 24{,}8 \text{ мм;} \qquad (3.15)$$

где l – длина шлифуемой поверхности, мм;

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

Для остальных шеек основное время рассчитываем аналогично и заносим в таблицу 3.2

Таблица 3.2 - Основное время на шлифование шеек коленчатого вала КамАЗ, мин

Длина шеек, мм	Шлифование	
	черновое	чистовое
34	0,35	0,1
67	0,22	0,33

055 Слесарная операция.

После наплавки и охлаждения коленвала до комнатной температуры коленвал снимают с патронов и укладывают на призмы. Затем производят чистку масляных каналов. Одновременно необходимо произвести зенковку отверстия масляных каналов, а при их полном заполнении необходимо произвести сверление. Для полного очищения каналов от стружки и остатков асбеста необходимо произвести их продувку сжатым воздухом.

060 Шлифовальная операция.

После слесарной операции остаются мелкие заусенцы, которые снимаются чистовым шлифованием

065 Шлифовальная операция.

Вал переустанавливается на другой станок для шлифования шатунных шеек. При чистовом шлифовании добиваются наименьшей шероховатости поверхности восстановленных шеек.

070 Слесарная операция.

Данная операция заключается в том, что производят полирование фасок масляных каналов до получения определенной чистоты. Это необходимо для получения максимально гладкой поверхности и снятие остаточной шероховатости и стружки.

075 Полировальная операция

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

080 Моечная операция.

Данная операция заключается в промывке всего коленчатого вала водой, это необходимо для придания эстетичного вида и проведения контрольных

операций. Мойку коленвала производят на моечной установке ОМ -837, раствор теплой воды при температуре $80^{+}_{-}5C^{0.}$

085 Контрольная операция.

Контроль качества восстановленных поверхностей коленчатого вала производят с помощью метрологических приборов измерением. Шероховатость проверяют сравнением эталонов шероховатости с поверхностью шеек. Твердость наплавленных поверхностей проверяют на твердомере ТК – 2. при этом замеры производят в двух плоскостях нескольких шеек. На наличие трещин используется магнитный дефектоскоп. Овальность и конусность шатунных и коренных шеек коленчатых валов не более 0,015. Радиус кривошипа должен быть с допуском 0,08…0,10мм поверхности составляет 93 мм.

Разработанную маршрутную карту приведем на листе формата А1

4 РАЗРАБОТКА КОЛЕБАТЕЛЯ ПЛАЗМОТРОНА

4.1 Обзор существующих конструкций

Промышленность серийно выпускает установки для газопламенного напыления и наплавки, например, пост 01.05-149 «Ремдеталь» - для восстановления деталей типа «вал» методом газопламенного напыления и газопорошковой наплавки; пост 01.05-161 «Ремдеталь» - для автоматизации и механизации процесса напыления порошковых материалов на детали при их восстановлении. Установка 011-01-01 «Ремдеталь» - для газопламенного напыления износостойких порошковых материалов на цилиндрические поверхности, расположенные как концентрично, так и эксцентрично относительно оси вращения; установка 011-1-09 «Ремдеталь» для газопламенного напыления износостойких порошковых материалов на детали типа «вал» при их восстановлении.

Несмотря на то, что установок много, специальные установки для плазменной наплавки и напыления с колебанием плазматрона не выпускаются. Комплектование плазменных установок с колебанием плазмотрона осуществляется путем модернизации отдельных узлов, а также путем подбора и изготовления недостаточного оборудования силами потребителей.

Колебатель предназначен для возвратно-поступательного перемещения плазмотрона вдоль оси напыляемой цилиндрической детали с заданной частотой и амплитудой с целью получения валика требуемой ширины за один оборот детали и повышения таким образом производительности труда.

При восстановлении деталей плазменным способом необходимо, чтобы колебатель обеспечивал частоту колебаний в пределах 50…80 кол/мин с амплитудой 4…20 мм.

Применяют колебатель с пневматическим и электрическим приводом. Последние обеспечивают более плавные и равномерные колебания, что позволяет получать качественные наплавленные слои без подрезов. Однако колебатели с пневматическим приводом проще в устройстве, для их привода не требуется применения дефицитных малогабаритных электродвигателей постоянного тока.

Существуют следующие конструкции колебателей плазменной горелки.

По а.с. №464417 предложено устройство для колебания электрода поперек шва. В данной конструкции колебание происходит вдоль оси напыляемой цилиндрической детали, но в вертикальной плоскости колебание происходит по дуге.

Это нежелательное явление для плазменного напыления, так как расстояние от детали до сопла плазматрона является параметром режима напыления и оно должно быть постоянным. Расстояние от плазмотрона до детали влияет на глубину проплавления присадочного материала.

Эти недостатки устранены в следующей конструкции разработки ВСХИЗО. Эта конструкция удобна для плазматрона, приспособленного на токарном станке. Расстояние от плазматрона до детали h регулируется винтовым механизмом, а амплитуда колебаний регулируется изменением расстояния l винта от оси вращения диска.

Для напыления лопаток ГТУ разработана специальная установка КПН-2 на базе серийной УПУ-3. поддержание стабильными таких технологических параметров, как дистанция напыления L, углы напыления – α_3, α_V и скорости перемещения пятна напыления на поверхности лопатки по направлениям S, V, осуществляется специальным манипулятором, количество движений которого сведено до минимума.

4.2 Выбор схемы колебателя

Плазмотрон, применяемый для напыления и наплавки сложных деталей типа «вал» должен иметь следующие степени свободы.

По оси X:

-продольное перемещение по оси – для регулирования угла зенита или смещения от зенита l ;

-поперечное колебание – для увеличения производительности (амплитуда A);

-поворот относительно оси – для напыления сложных поверхностей деталей;

а) в общем виде; XYZ

б) в плоскости XOZ;

в) в плоскости ZOY.

По оси Y:-продольное перемещение по оси S – для получения винтового слоя;

По оси Z:продольное перемещение по оси – для регулирования расстояния от плазмотрона до детали h.

Приспособленный плазмотрон на токарный станок с данными степенями свободы получилось бы очень сложной.

Наиболее простая конструкция колебателя плазмотрона получается, если приспособить плазмотрон на наплавочный станок У-653 с наплавочным автоматом А1406, которым можно производить наплавку по следующим способам:

- под слоем флюса сплошной проволокой;
- открытой дугой порошковой проволокой и порошковой лентой;
- в среде защитного газа (CO_2);

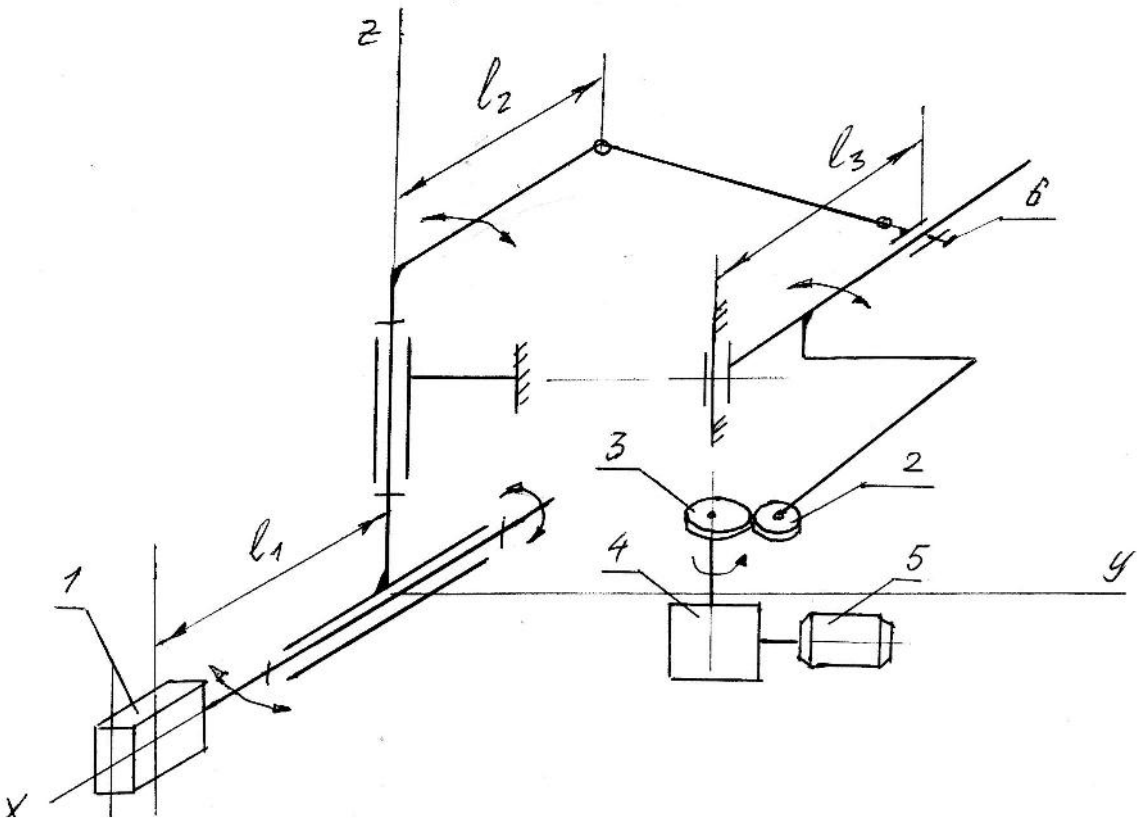
Наплавочный автомат А1406 имеет следующие степени свободы

Продольные перемещения по осям x, y, z $h_{уст}$ и $l_{уст}$ – для установки плазмотрона .V_h – продольная подача автомата

Разработанная конструкция колебателя плазмотрона, приспособленная к автомату А1406 должна иметь следующие степени свободы:

- колебание в горизонтальной плоскости;

- поворот относительно оси X, (например, для наплавки галтелей коленчатых валов и т.д.)



1-плазмотрон; 2-ролик; 3-кулачок; 4-редуктор; 5-электродвигатель.

Рисунок 4.1 - Кинематическая схема разработанного колебателя.

К колебателю плазмотрона предъявляются следующие требования:

- амплитуда колебаний A, мм – 4…20
- частота колебаний, кол/мин – 30…804.

4.3 Кинематический расчет колебателя

Амплитуда колебаний А плазмотрона определяется соотношением размеров L_1, L_2, L_3 и L_4, которые определяются разрабатываемой конструкцией. (см. рисунок. 4.1). Остальные размеры определяются от конструкции автомата А-А1406.

Кинематический расчет по амплитуде сводится к определению расположения и длины паза на рычагах, так как изменение амплитуды возможно

при переменных значениях L_3 и L_4, если принять L_1 и L_2 постоянными для удобства в расчетах и в компоновке конструкции принимаем $L_1 = 3L_2$.

Известные данные:

$L_1 = 210$ мм $L_2 = 1/3$ $L_1 = 70$ мм $L = 5$ мм (h – высота кулачка)

$A_{min} = 4$ мм $A_{max} = 20$ мм

Необходимо найти: L_{3min}, $L_{3\,max}$ $S = L_{3\,max} - L_{3min}$.

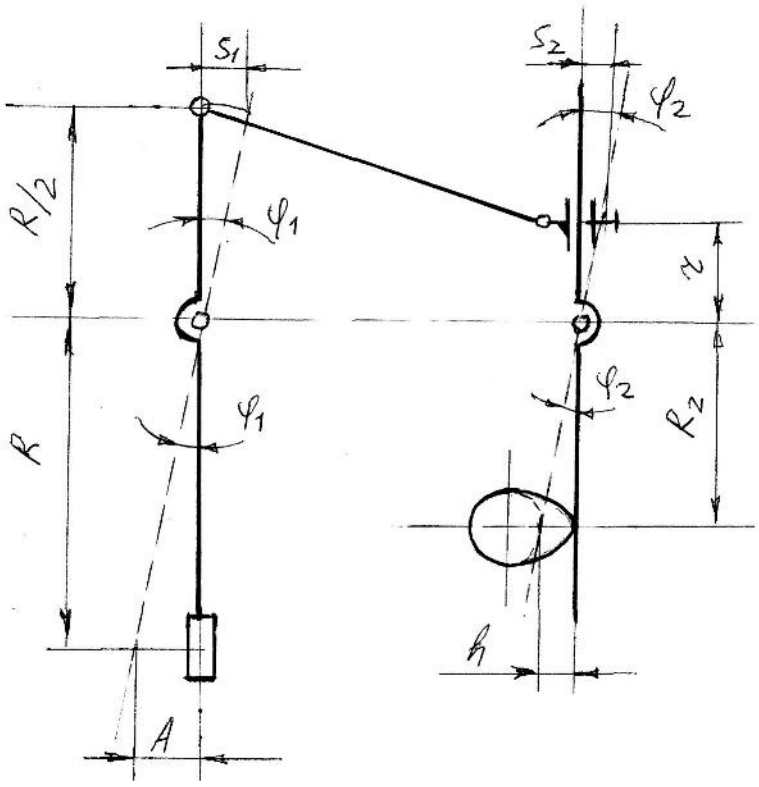


Рисунок 4.2 - Расчетная схема колебателя.

Длину дуги А (амплитуду) можно рассмотреть как катет прямоугольного треугольника АВС. Из этого прямоугольного треугольника можно найти φ_{1min} для

$A_{min} = 4$ мм и $\varphi_{1\,max} = 20$ мм, как:

$$tg\ \varphi_1 = A / L_1, \qquad (4.1)$$

где φ_1 – угол поворота плазмотрона

L_1 – расстояние от сопла до оси качания плазмотрона

Теперь зная φ_1 можно найти S_{1max} и S_{1min} из другого прямоугольного треугольника $BB'C'$, где неизвестным катетом является S_1.

$$S_1 = L_2 * tg\ \varphi_1 \quad (4.2)$$

С другой стороны (треугольник $OB'B'$) S_1 можно найти:

$$S_1 = L_3 * tg\ \varphi_2 \quad (4.3)$$

Где S_1 – длина дуги при повороте рычага

φ_2 – угол поворота рычага

Противопоставим правые части равенств (4.2) и (4.3):

$$L_2 * tg\ \varphi_1 = L_3 * tg\ \varphi_2 \quad (4.4)$$

Учитывая, что $tg\ \varphi_1 = A / L_1$ выразим отсюда L_3:

$$L_2 / L_1 * A = L_3 * tg\ \varphi_2 \quad (4.5)$$

$$L_3 = L_2 * A / L_1 * tg\ \varphi_2$$

Из другого прямоугольного треугольника OAA' выразим φ_2:

$$tg\ \varphi_2 = h / L_4\ , \quad (4.6)$$

Где h – высота кулачка, мм.

$L_4 = L - L_2 – L_3 = 203 – 70 - L_3 = 133 - L_3$, мм

Подставляем эти значения в формулу (4.5)

$$L_3 = L_2 / L_1 * A\ (133 - L_3) / h$$

Из этого выражения, подставляя численное значение L_2, L_1, A и h можно найти L_3.

$$L_{3min} = 70/210 * 4(133 - L_{3min})/5 \quad (4.7)$$

$$L_{3min} = 26 \text{ мм.}$$

Таким же образом, подставляя вместо A_{min} $A_{max} = 20$, находим $L_{3\,max} = 80$ мм. Длина паза S находим как разность

$$S = L_{3\,max} - L_{3min} = 80 – 26 = 54 \text{ мм.} \quad (4.8)$$

Кинематический расчет колебателя по частоте колебаний сводится к определению числа выступов кулачка, так как используется электродвигатель и редуктор автомата А1406.

Известны:

Электродвигатель постоянного тока

КП4 – 632У2 N_{max} = 5000об/мин

$i_{ред}$ = 0,0045 $\nu_{опт}$ = 30…80 кол/мин

Находим обороты вала редуктора, где крепится кулачок:

$$N_{вmax} = N_{max} * i_{ред}, \quad (4.9)$$

Где $N_в$ – обороты вала редуктора, об/мин

N_{max} - максимальные обороты электродвигателя, об/мин

$i_{ред}$ – передаточное отношение редуктора.

$N_{вmax}$ = 5000*0,0045 = 22 об/мин

При одновыступном кулачке плазмотрон будет делать 22 колебаний в минуту. Принимаем 4 выступа кулачка.

ν_{max} = 4*22 = 88 кол/мин

ν_{min} = 30 кол/мин – обеспечиваетсяза счет снижения оборотов электродвигателя до N_{min}

$N_{min} = N_в/4* i_{ред}$ = 30/4*0,0045 = 1660 об/мин.

4.4 Расчет деталей

Разработанная конструкция колебателя плазмотрона не загружена большими нагрузками, потому основные размеры определены не из прочностных расчетов, а из конструктивных и технологических соображений.

Проверочный расчет:

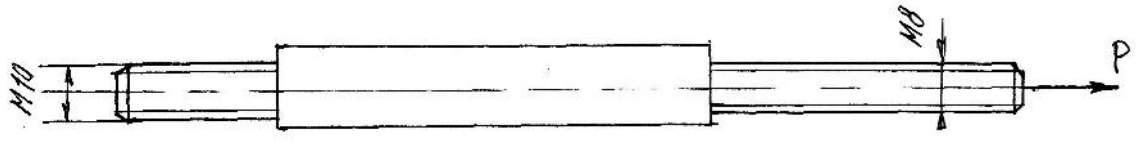


Рисунок 4.3 - Расчетная схема оси.

Пружина №412 ГОСТ 13770-68

Р – сила при максимальной деформации. Р = 30 кг * с.

Материал Ст3кп, допускаемое напряжение при растяжении $[\delta_в]$ = 37 кг*с/мм^2 . Расчет на растяжение ведется в опасном сечении М8 d_1 = 6,647 мм d_1 – внутренний диаметр резьбы

$$\delta = 4P/\pi d_1^2 \leq [\delta_в]$$

$$\delta = 4*30/3,14*6,647^2 = 0,87 \text{ кг*с/мм}^2 \leq [\delta_в]$$

Кронштейн.

На кронштейн действует суммарная сила, складывающаяся из веса плазмотрона и веса провисающей части шлангов

$$P = P_{пл} + P_{шл} \quad (4.10)$$

Известны: $P_{пл}$ = 3 кг*с – вес плазмотрона

$P_{шл}$ = 3 кг*с – вес шлангов в провисающей части

L = 35 мм

d_1 = 23,752 мм

Материал Ст3кп $[\delta]$ = 37 кг*с/мм^2

Условие прочности при изгибе

$$\delta = M/W \leq [\delta] \quad (4.11)$$

где М – изгибающий момент, кг*с/мм.

W – момент сопротивления, мм^3

$[\delta]$ – допустимое напряжение, кг*с/мм^2 тогда

$$P = P_{пл} + P_{шл} = 3 + 3 = 6 \text{ кг*с} \quad (4.12)$$

M = P*L = 6*35 = 210 кг*с*мм

$W = J_p/\rho_{max}$,

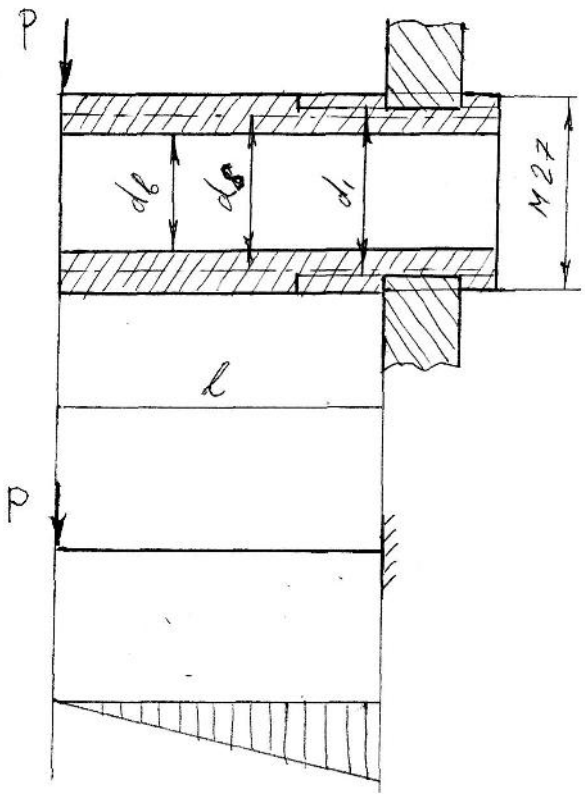


Рисунок 4.4 - Расчетная схема кронштейна.

Где J_p – полярный момент инерции сечения, мм^4

ρ_{max} – расстояние от центральной оси до крайней точки, мм.

$W = \pi(d_1^4 - d_6^4)/16\ d_1 = 3{,}14\ (23{,}75^4 - 18^4) / 16*23{,}75 = 1061$ мм^3 (4.13)

$\delta = M / W = 210/1061 = 0{,}2$ кг*с/мм^2 $< [\delta]$

4.5 Выбор электродвигателя

Автомат А1406 имеет свой электродвигатель постоянного тока типа КП4-632У2 мощностью 250 Вт. Цель расчета выяснить хватит ли мощность электродвигателя на привод механизма колебания.

Известны: P = 250 Вт

$N_{вых}$ = 22 об/мин

На вертикальную ось действует суммарная сила из веса плазмотрона и веса шлангов, которая была найдена ранее

F = 6 кг*с

Крутящий момент на выходе:

$$M_{кр} = 9560\ P_{вых}/N_{вых}\ , \qquad (4.14)$$

Где $M_{кр}$ – крутящий момент, Н*м;

Р – мощность электродвигателя, кВт;

$N_{вых}$ – частота вращения на выходе, об/мин

$P_{вых} = P*\eta_{ред}$

Для закрытой червячной передачи с однозаходным червяком η = 0,65…0,70

Принимаем η = 0,68

$P_{вых}$ = 0,25*0,68 = 0,17 кВт

$M_{кр}$ = 9560*0,17/22 = 73,87 Н*м F = 6кг*с; L_1 = 0,07 м; Р = 250Вт

На рычаг 1 действует момент от силы F:

$M = F*L_1 = 6*0,07 = 0,42$ кг*с*м = 4,2 Н*м

Мощность электродвигателя достаточна, если выполняется условие

$M/L_{min} < M_{кр}/ab - L_{min}$

4,2/0,026 < 73,87/0,133 – 0,026 161,5 Н < 690,3 Н

Электродвигатель обеспечивает необходимую мощность.

5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА.

5.1 Обеспечение условий и безопасности труда на производстве.

Организация и координация работ по охране труда в хозяйствах РТ проводится в соответствии с Правилами по охране труда на автомобильном транспорте. Согласно данных Правил ответственность за организацию работы по охране труда возложена на генерального директора предприятия либо на руководителя хозяйства. Ежегодно приказом генерального директора предприятия либо на руководителя хозяйства ответственность за состояние охраны труда в мастерских по ремонту двигателей, ремонту автомобилей и на всех производственных участках возлагается на начальников мастерских, участков и подразделений. На предприятии работает инженер по охране труда.

На предприятии в соответствии с Трудовым кодексом Российской Федерации установлена нормальная продолжительность рабочего времени – 40 часов в неделю, а на работах с вредными условиями труда она сокращена до 36 часов. Продолжительность ежегодных отпусков работников составляет 28 календарных дней. В некоторых случаях на предприятии наблюдается несоблюдение продолжительности рабочего времени, особенно производственных рабочих – это слесарей по ремонту и обслуживанию автомобилей. Привлечение несовершеннолетних к производственной деятельности на предприятии не практикуется.

Организация обучения работников предприятия безопасности труда осуществляется согласно Положению о профессиональной подготовке в области охраны труда в Республике Татарстан. На предприятии проводятся все виды инструктажей: вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой. Проведение инструктажей фиксируется в двух журналах: журнале регистрации вводного инструктажа, журнале регистрации инструктажа на рабочем месте (для первичного, повторного, внепланового) и в наряде-допуске при целевом инструктаже, который проводится перед

началом работ повышенной опасности. Вводный инструктаж проводится инженером по охране труда со всеми принимаемыми на работу, независимо от образования, стажа работы или должности. Необходимо обратить внимание, что вводный инструктаж проводится не по программе, которая должна быть разработана согласно Положению и с учетом особенностей производства, а произвольно, в устной форме. Остальные виды инструктажей проводятся на рабочем месте руководителями мастерских и участков.

Здания предприятия расположены с соблюдением санитарно-защитных зон и противопожарных разрывов. Территория предприятия достаточно озеленена. Подъезды ко всем производственным зданиям, стоянки автотранспорта имеют асфальтовое покрытие. Предприятие имеет собственную котельную, работающую на газе. Система отопления и вентиляции в производственных помещениях поддерживает параметры микроклимата рабочей зоны в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005-88. На производственных участках применяется, в основном, общеобменная приточно-вытяжная вентиляция, а при выделении вредных газов – местная вытяжная система вентиляции. Для предотвращения проникновения наружного воздуха в помещения в холодный период года через открывающиеся ворота или двери, применяется местная приточная вентиляция в виде воздушно-тепловой завесы.

На работах с вредными условиями труда в соответствии со статьей 222 Трудового Кодекса РФ работникам выдается бесплатно молоко. Норма выдачи молока составляет 0.5 л. в смену на одного работника в соответствии с Постановлением Министерства труда и социального развития РФ от 31.03 № 13.

На работах с вредными условиями труда, выполняемых в особых температурных условиях, или связанных с загрязнением, выдаются средства индивидуальной защиты, но перечень их не соответствует установленным

типовым отраслевым нормам, что является нарушением статьи 221 Трудового кодекса Российской Федерации.

Пожарная безопасность в рабочее время обеспечивается пожарно-сторожевой командой и работниками предприятия, которые являются членами добровольной пожарной дружины. В цехах установлены укомплектованные огнетушителями противопожарные щиты, ящики с песком, гидранты. По окончании рабочего дня все помещения предприятия сдаются под охрану сторожам, о чем делается отметка в специальном журнале, находящемся у дежурного механика.

Для снижения показателей травматизма предлагается ряд мероприятий:

- оборудовать кабинет по охране труда современными техническими средствами обучения и справочно-нормативной литературой.
- разработать специалисту по охране труда программу вводного инструктажа с учетом Положения.
- выделить дополнительные средства на приобретение спецодежды, спец. обуви работникам в соответствии с типовыми отраслевыми нормами.
- внедрить систему материального стимулирования работников за безопасный труд.

В разделе 2 дипломного проекта выполнена планировка участка восстановления коленчатых валов дизельных двигателей плазменной наплавкой. На участке технологическое оборудование размещено так, чтобы движение коленчатых валов и материалов было наиболее рациональным и безопасным для работающих. На участке расположены установка плазменной наплавки и печь нагревательная. Оборудование расположены согласно требуемым нормам: расстояние до стены составляет не менее 900мм. Рабочая зона должна быть не менее 1000 м и оборудована деревянными подножными решетками.

В разделе 3 дипломного проекта обоснована и разработана технология восстановления коленчатых валов двигателя КамАЗ – 740 плазменной наплавкой.

В разделе 4 дипломного проекта разработана конструкция плазмотрона. Эксплуатация установки плазменной наплавки должна производиться в полном соответствии с «Правилами техники безопасности и производственной санитарии» лицами, изучившими техническое описание и инструкцию эксплуатации и прошедшие первичный инструктаж по охране труда.

Опасности при плазменной наплавке связаны с применением сжатых газов, использованием токов высокого напряжения, интенсивных ультрафиолетового, инфракрасного светового и теплового излучений дуги, выделением вредных газов и паров-окислов азота, азона, аэрозолей, меди, никеля, хрома и других веществ (ГОСТ 12.1.007-78), шума с преобладанием высоких частот, применением компрессоров и вращающихся электрических машин.

В установках для плазменной наплавки правила техники безопасности разрешают использовать источники питания с напряжением холостого хода до 180В. Дежурная дуга должна возбуждаться только с помощью осциллятора. Категорически запрещается возбуждать ее кратковременным замыканием электрода-катода на сопло. Все металлические части установки плазменной горелки, которые в аварийных режимах могут оказаться под напряжением, должны быть надежно заземлены. У рабочего места, кроме общеобменной вентиляции, должен быть установлен местный отсос. Для предохранения от ожогов частицами разогретого металла сварщик должен иметь спецодежду из трудновоспламеняющегося материала, рукавицы, берет и плотно зашнурованную обувь.

Электрическая дуга ослепляюще действует на глаза сварщика и других близко находящихся людей. Не разрешается начинать наплавку с

поднятой маской, так как в момент возбуждения основной дуги происходит очень яркая вспышка. Кроме того, в спектре дуги содержатся невидимые ультрафиолетовые и инфракрасные лучи, вызывающие воспаление слизистой оболочки глаз и ожоги кожи. Для защиты глаз сварщики обязаны работать в очках или использовать щитки (ГОСТ 1361-80) с защитными стеклами по ГОСТ 9497-80. В зависимости от условий работы выбирают стекло светофильтра определенного номера. Для плазменной наплавки и напыления используют светофильтр «Э5». С наружной стороны светофильтр закрывают обычным оконным стеклом, которое заменяют по мере его загрязнения.

Для защиты органов слуха оператора от высокочастотного шума используют антифоны ВНИИОТ-2 или наушники ШЗ-П (ТУ 1-01-0200-73), которые позволяют слышать разговорную речь, а для защиты органов дыхания - респираторы типа ШБ-1 «Лепесток» (ГОСТ 12.4.028-76). Уровень шума в помещениях не должен превышать норм, установленных «Гигиеническими нормами допустимых уровней звукового давления и уровней шума на рабочих местах» и соответствовать ГОСТ 12.1.055-78./12/

5.2 Мероприятия по охране окружающей среды

На предприятии источниками загрязнения окружающей среды являются:

- отработанные газы двигателей (участок обкатки и испытания агрегатов), которые содержат окись углерода, а также окислы свинца;
- отработавшие газы котельной установки;
- сточные воды, использованные для мойки агрегатов и деталей автомобилей;
- отработанные горюче-смазочные материалы;
- промышленные отходы.

Для защиты окружающей среды от загрязнения на предприятии необходимо:

- регулярно вывозить отходы, образующиеся на предприятии в процессе ремонта, на свалку, находящуюся на специально отведенном участке вне черты города.
- обеспечить участок обкатки и испытания двигателей отводом выхлопных газов с помощью накидных шлангов, соединенных с системой вентиляции помещения;
- отработанные масла и горюче-смазочные материалы сливать в специальный резервуар, расположенный на складе горюче смазочных материалов для отправки их на переработку.

На предприятии производственные стоки поступают в систему оборотного водоснабжения, в которой предусмотрены локальные очистные сооружения, с целью сокращения расходов воды на производственные нужды и ликвидацию сброса стока в городские сети водоснабжения. Сточные воды при этом собирают в специальный железобетонный резервуар, подвергают очистке и вновь используют для производственных нужд.

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

6.1 Экономическое обоснование конструкции колебателя плазматрона.

Затраты на изготовление колебателя плазматрона определяют по формуле:

$$С_{ц.констр.} = С_к + С_{о.д} + С_{п.д} \cdot К_{нац} + С_{сб.п} + С_{оп} + С_{накл}, \quad (6.1)$$

Стоимость изготовления корпусных деталей колебателя плазматрона определяют по формуле:

$$С_к = Q_п \cdot Ц_{к.д}, \quad (6.2)$$

где $Q_п$ – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей колебателя плазматрона, кг.;

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

$С_к$=50·40 = 2000 руб.

Затраты на изготовление оригинальных деталей колебателя плазматрона определяют по формуле:

$$С_{о.д} = С_{зп} + С_м, \quad (6.3)$$

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

$С_м$ – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

Заработную плату производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей колебателя плазматрона определяют по формуле:

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

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

$С_д$ – дополнительная заработная плата, руб.;

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

Основную заработную плату определяют по формуле:

$$С_{пр} = Z_ч \cdot Т_{ср} \cdot К_t, \quad (6.5)$$

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

$$С_{пр}= 150·38·1,03 = 5871 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

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

$$С_{доп} = \frac{10·5871}{100} = 587 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

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

$$С_{соц} = \frac{4,4\cdot(5871 + 587)}{100} = 284 \text{ руб.}$$

$$С_{зп}=5871+587+284 = 6742 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок определяют по формуле:

$$С_{м} = Ц\cdot Q_{з}, \quad (6.8)$$

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

Массу заготовки определяют из выражения:

$$Q_{З} = \frac{Q_{д}}{К_{з}}, \quad (6.9)$$

где $Q_{д}$ – масса детали, кг;

$$Q_{заг} = \frac{32}{0,7} = 46 \text{ кг.}$$

$$С_{м}=50·46 = 2300 \text{ руб.}$$

$$С_{од}=6742+2300=9042 \text{ руб.}$$

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

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

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

Основную заработную плату рабочих, занятых на сборке сварочной головки определяют по формуле:

$$C_{сб} = T_{сб} \cdot C_{\eta} \cdot K_{t}, \quad (6.11)$$

где $T_{сб}$ – трудоемкость на сборку колебателя плазматрона, чел.·час.

$$C_{сб} = 6 \cdot 150 \cdot 1{,}03 = 927 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

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

$$C_{д.сб} = \frac{10 \cdot 927}{100} = 93 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

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

$$C_{соц.сб} = \frac{4{,}4 \cdot (927 + 93)}{100} = 45 \text{ руб.}$$

$$C_{зп.сб.п}=927+93+45=1065 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление колебателя плазматрона определяют по формуле:

$$C_{оп} = \frac{C^{1}_{пр} \cdot П_{оп}}{100}, \quad (6.14)$$

где $C^{1}_{пр}$ – основная заработная плата рабочих, участвующих в изготовлении колебателя плазматрона, руб.;

$П_{оп}$ – процент общепроизводственных расходов, ($П_{оп}$ = 69,5).

$$C_{оп} = \frac{5871 \cdot 69{,}5}{100} = 4080 \text{ руб.}$$

$$C_{констр}=2000+9042+1500\times1{,}5+1065+4080=18437 \text{ руб.}$$

Таблица 6.1 - Исходные данные для расчета технико-экономических показателей колебателя плазматрона.

№ п/п	Наименование	Ед.измерения	Знач. показателя	
			исходный	проектир.
1	Масса	кг	86	72
2	Балансовая стоимость	руб.	21300	18437

3	Количество обслуживающего персонала	Чел.	1	1
4	Разряд работы	разряд	4	4
5	Тарифная ставка	руб./чел.ч	150	150
6	Норма амортизации	%	13	13
7	Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание	%	8	8
8	Годовая загрузка сварочной головки	ч	300	300
9	Время 1 цикла	ч	6	4

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

на стационарных работах периодического действия:

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

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

τ – коэффициент использования рабочего времени смены (τ = 0,60…0,95).

$$W_{ч0} = \frac{60 \cdot 0.9}{360} = 0{,}150 \text{ шт/час.}$$

$$W_{ч1} = \frac{60 \cdot 0.9}{240} = 0{,}225 \text{ шт/час.}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

$$M_{e} = \frac{G}{W_{z} \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}, \quad (6.16)$$

где G – масса колебателя плазматрона, кг;

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

$T_{сл}$ – срок службы колебателя плазматрона, лет.

$$M_{e0} = \frac{86}{0{,}150 \times 300 \times 5} = 0{,}38 \text{ кг/шт.}$$

$$M_{e1} = \frac{72}{0{,}225 \times 300 \times 5} = 0{,}21 \text{ кг/шт.}$$

Фондоемкость процесса определяют по формуле:

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

где $C_б$ – балансовая стоимость колебателя плазматрона, руб.

$$F_{e0} = \frac{21300}{0{,}150 \times 300} = 473 \text{ руб./шт.}$$

$$F_{e1} = \frac{18437}{0{,}225 \cdot 300} = 273 \text{ руб./шт.}$$

Трудоемкость процесса находят из выражения:

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

где n_p – количество рабочих, чел.

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

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

Энергоемкость процесса находят из выражения:

$$Э_e = \frac{N_e}{W_ч}, \quad (6.19)$$

где N_e – мощность потребляемая установкой.

$$Э_{e0} = \frac{2{,}5}{0{,}150} = 16{,}66 \text{ кВт/ед.}$$

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

Себестоимость работы определяют по формуле:

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

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

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

$$C_{зп0} = 150 \times 6{,}66 = 999 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{зп1} = 150 \times 4{,}44 = 666 \text{ руб./шт.}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_э = Ц_э \cdot Э_e, \quad (6.22)$$

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

$$С_{Э1}=2,88\times16,66=48 \text{ руб.}$$

$$С_{Э2}=2,88\times11,11=32 \text{ руб.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$С_{рто} = \frac{С_б \cdot Н_{рто}}{100 \cdot W_ч \cdot Т_{год}}, \quad (6.23)$$

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

$$С_{рто0} = \frac{21300 \cdot 8}{100 \cdot 0,150 \cdot 300} = 38 \text{ руб./шт.}$$

$$С_{рто1} = \frac{18437 \cdot 8}{100 \cdot 0,225 \cdot 300} = 22 \text{ руб./шт.}$$

Амортизационные отчисления по конструкции определяют по формуле:

$$А = \frac{С_б \cdot а}{100 \cdot W_ч \cdot Т_{год}}, \quad (6.24)$$

где а – норма амортизации %.

$$А_0 = \frac{21300 \times 13}{100 \times 0,150 \times 300} = 62 \text{ руб./шт.}$$

$$А_1 = \frac{18437 \times 13}{100 \times 0,225 \times 300} = 36 \text{ руб./шт.}$$

$$S_0 = 999 + 38 + 62 + 48 = 1147 \text{ руб./шт.}$$

$$S_1 = 666 + 22 + 36 + 32 = 756 \text{ руб./шт.}$$

Приведенные затраты определяют по формуле:

$$С_{прив} = S + Е_н \cdot F_е = S + Е_н \cdot k, \quad (6.25)$$

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

$F_е$ – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$С_{прив0} = 1147 + 0,15 \times 473 = 1218 \text{ руб./шт.}$$

$$С_{прив1} = 756 + 0,15 \times 273 = 797 \text{ руб./шт.}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

$$Э_{год} = (S_0 - S_1) \cdot W_ч \cdot T_{год}. \quad (6.26)$$

$$Э_{год} = (1147 - 756) \times 0{,}225 \times 300 = 26392 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

$$E_{год} = \left(C^0_{прив} - C^1_{прив}\right) \cdot W_ч \cdot T_{год}.$$

$$E_{год} = (1218 - 797) \times 0{,}225 \times 300 = 28417 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$T_{ок} = \frac{C_{б1}}{Э_{год}}, \quad (6.27)$$

где $C_{б1}$ – балансовая стоимость спроектированного колебателя плазматрона, руб.

$$T_{ок} = \frac{18437}{26392} = 0{,}7 \text{ года}.$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{эф} = \frac{Э_{год}}{C_б}. \quad (6.28)$$

$$E_{эф} = \frac{26392}{18437} = 1{,}4.$$

Таблица 6.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности колебателя плазматрона.

№ п/п	Наименование показателей	Базовый	Проект
1	Часовая производительность, ед./ч.	0,150	0,225
2	Фондоемкость процесса, руб./ед.	473	273
3	Энергоемкость процесса, кВт/ед.	16,66	11,11
4	Металлоемкость процесса, кг./ед.	0,38	0,21
5	Трудоемкость процесса, чел*ч./ед.	6,66	4,44
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	1147	756
7	Уровень приведенных затрат, руб./ед.	1218	797

8	Годовая экономия, руб.	-	26392
9	Годовой экономический эффект, руб.	-	28417
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	0,7
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	1,4

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

Разработанная технология восстановления коленчатого вала позволяет снизить себестоимость ремонта. Этому способствует также разработанная конструкция колебателя плазматрона. Все технологические и конструктивные решения обоснованы инженерными расчетами.

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

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

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адигамов Н.Р. Методическое пособие к курсовой работе по дисциплине «Ремонт машин» [Текст] / Н.Р. Адигамов, Т.Н. Вагизов, И.Х. Гималтдинов - Казань «Казанский ГАУ», 2013. – С 40.

2. Адигамов Н.Р. Методические указания по выполнению выпускной квалификационной работе бакалавров. [Текст] / Н.Р Адигамов Г.И. Кондратьев, Г.Р. Муртазин, Р.Р Шайхутдинов., Т.Н Вагизов., И.Х. Гималтдинов, Р.Р. Ахметзянов // метод. Указания – Казань «Казанский ГАУ»., 2015.-60с.

3. Булгариев Г.Г., Методические указания по выполнению экономической части дипломного проекта для студентов-очников специальности 110304 – «Технология обслуживания и ремонта машин в АПК» [Текст] / Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев // - Казань «Казанский ГАУ», 2006.

4. Кондратьев Г.И., Методические указания для практических и самостоятельных работ по дисциплине «Методы расчета надежности технических систем» [Текст] / Г.И. Кондратьев, Р.Р. Шайхутдинов // метод. Указания – Казань «Казанский ГАУ»., 2015.-44с.

5. Киямов И.М., Расчет сварных и резьбовых соединений [Текст] / И.М. Киямов, Яхин С.М. // методические указания для выполнения домашнего задания по деталям машин и основам конструирования - Казань, КГСХА, 2004

6. Шамсутдинов Ф.А. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине “Детали машин и основы конструирования” [Текст] / Ф.А. Шамсутдинов, Г.В. Пикмуллин // - Казань: КГАУ, 2015. С 142

7. Мудров А.Г. Методические указания к разработке сборочного чертежа курсового проекта по Деталям машин и основам конструирования [Текст] / А.Г. Мудров // - Казань, КГАУ, 2010. С 80.

8. Мудров А.Г. Методические указания к выполнению рабочих чертежей по курсовому проектированию “Детали машин и основы конструирования” [Текст] / А.Г. Мудров // - Казань, КГАУ, 2011. С 68.

9. Гулиа Н.В. Детали машин [Текст] / Н.В.Гулиа, В.Г.Клоков, С.А.Юрьев //.2010 (ЭБС «Лань» ISBN-978-5-8114-1091-0),2-е изд.-416 с.

10. Чернилевский Д.В. Деталимашин и основы конструирования [Текст] / Чернилевский Д.В. // М.: Машиностроение, 2006. С 656.

11. Берлинов М.В.Расчет оснований и фундаментов [Текст] / М.В. Берлинов, Б.А.Ягупов. // (ЭБС «Лань»,2011, 1-е изд.-288 с.).

12. Маталин, А.А. Технология машиностроения [Текст] / А.А. Маталин // (ЭБС «Лань», 2010,512 с).

13. Курмаз Л.В., Детали машин. Проектирование [Текст] / Л.В. Курмаз, А.Т. Скойбеда // Справочное учебно-методическое пособие. - М.: Высшая школа, 2005. С309.

14. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин [Текст] / Дунаев П.Ф. Леликов О.П. - М.: Высшая школа, 2005. С 447.

15. Шелофаст В.В. Основы проектирования машин. [Текст] / В.В. Шелофаст – М.: Изд-во АПМ, 2005.-472 С.

16. Сигаев Е.А. Сопротивление материалов. [Текст] / Е.А. Сигаев - Кемерово: Кузбассвузиздат, 2002. С 227.

17. Леонов О. А. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] / О. А. Леонов, В. В. Карпузов, Н. Ж. Шкаруба // - М.: Колос, 2009. –С 568.

18. Богатырев А.В. Тракторы и автомобили [Текст] / А.В Богатырев, В.Р. Лехтер // Учебник - М. Колос, 2008. С392.

19. Пучин Е.А. Технология ремонта машин [Текст] / Е.А. Пучин, О.Н. Дидманидзе, В.С. Новиков // учебник для вузов – Москва УМЦ «ТРИАДА».- Т.I, 2006.- С 348.

20. Черноиванов В.И. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве. [Текст] / В.И. Черноиванов В.В. Бледных, А.Э. Северный

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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