**СОДЕРЖАНИЕ.**

Введение 2

1.Анализ хозяйственной деятельности производственного

объединения «Новосибавторемонт» 4

2. Анализ восстановления коленчатого вала

двигателя ЗИЛ – 130 6

3. Анализ способов ППД 15

4.Выводы 36

5.Рачет объема работ 37

6.Проектирование технологического процесса восстановления

коленчатого вала ЗИЛ-130 39

6.1.Разработка маршрутной технологии 39

6.2.Определение количества работающих

на каждом рабочем месте48

6.3.Расчет количества рабочих постов 51

6.4.Расчет количества оборудования 53

6.5. Расчет производственных площадей 56

6.6. Расчет отопления, вентиляции, освещения,

водоснабжения 57

7. Конструкторская часть 62

8. Безопасность жизнедеятельности 71

9.Расчет экономической эффективности 77

Литература 81

**Введение.**

Одним из важнейших направлений в переходе народного хозяйства на рыночные отношения является повсеместное, рациональное использование сырьевых, топливно-энергетических и других материальных ресурсов. Усиление работы в этом направлении рассматривается как неотъемлемая часть экономической стратегии, крупнейший рычаг повышения эффективности производства во всех звеньях народного хозяйства.

Одним из самых крупных резервов экономии и бережливости выступает восстановление изношенных деталей. Восстановление изношенных деталей машин обеспечивает экономию высококачественного материала, топлива, энергетических и трудовых ресурсов.

Для восстановления трудоспособности изношенных деталей требуется в 5-8 раз меньше технологических операций по сравнению с изготовлением новых деталей [1].

По данным ГОСНИТИ 85% деталей восстанавливают при износе не более 0,3 мм., т.е. их работоспособность восстанавливается при нанесении покрытия незначительной толщины.

Однако ресурс восстановленных деталей по сравнению с новыми, во многих случаях, остается низким. В тоже время имеются такие примеры, когда ресурс восстановленных прогрессивными способами, в несколько раз выше ресурса новых деталей [2].

Основа повышения качества – применение передовых технологий восстановления деталей.

При восстановлении коленчатых валов двигателей возникает необходимость изыскания новых, более прогрессивных способов восстановления, которые смогли бы повысить ресурс деталей при сравнительно низких затратах.

В проекте сделан глубокий анализ различных способов восстановления упрочнения поверхностным пластическим деформированием коленчатых валов.

Одним из наилучшим способом является ультразвуковое упрочнение после наплавки под слоем флюса.

Исходя из этого, в проекте разработан технологический процесс восстановления, модернизировано универсальное оборудование для УЗУ, сделана технико-экономическая оценка предполагаемой конструкции и всего проекта в целом.

1.**Анализ хозяйственной деятельности производственного объединения «Новосибирскавторемонт».**

Производственное объединение «Новосибирскавторемонот» расположено в центральной части города. Оно состоит из 4 филиалов. Данный проект разработан на базе филиала № 3. Цех по ремонту двигателей данного филиала был построен в 1954 году, и занимает территорию около 2500 м2.

Филиал № 3 производственного объединения «Новосибирскавторемонт» расположен в Центральном районе вблизи станции метро «Красный проспект».

Климат в районе расположения цеха резко континентальный с холодной зимой и жарким летом. Продолжительность безморозного периода 100 – 110 дней.

**1.1.Анализ технико-экономических показателей цеха.**

Полноценная работа цеха по ремонту двигателей во многом зависит от технико-экономических показателей.

В таблице 1.1. приведена калькуляция по цеху ремонта двигателей филиала № 3 п/о «Новосибирскавторемонт».

Таблица 1.1. Технико-экономические показатели.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Показатель | 2001 г. | 2002 г. | 2003 г. |
| 1 | Программа ремонта двигателей, шт.:ГАЗ – 53ГАЗ – 672ГАЗ – 24ЗИЛ – 130 | 400300300- | 300350300150 | 300200300150 |
| 2 | Численность работающих. | 65 | 58 | 47 |
| 3 | Товарная продукция, млн. руб. | 23,5 | 35,2 | 70 |
| 4 | Прибыль, млн. руб. | 1 | 5 | 10 |
| 5 | Себестоимость восстановления коленчатого вала, руб. | 150 | 300 | 425 |
| 6 | Трудоемкость, чел/час. | 9,3 | 9,3 | 9,3 |

1.2.**Анализ организации ремонта двигателей.**

Цех работает по пятидневной рабочей неделе с двумя выходными днями. Продолжительность работы – 8 часов.

В настоящее время цех осуществляет капитальный ремонт двигателей, занимается восстановлением коленчатых валов, гильз цилиндров и т.п.

Технологические процессы механизированы с применением специализированного оборудования, приспособлений и инструмента.

Технологический цикл – замкнутый цикл, который характеризуется выполнением всех необходимых работ в одном производственном помещении, начиная от приемки ремонтного фонда и оканчивая выдачей готовой продукции.

Обеспечение участка сборки двигателей запасными частями ведется через центральный склад производственного объединения «Новосибирскавторемонт».

Узким местом ремонта двигателей, в частности восстановление коленчатых валов, является низкий восстановительный ресурс. Это обусловлено применением отсталой технологии, не отвечающей современным требованиям.

В связи с этим в проекте сделан глубокий анализ существующих методов восстановления и упрочнения (ППД) и выбраны наиболее прогрессивные способы, на основании которых построен данный дипломный проект.

**2. Анализ восстановления коленчатого вала двигателя ЗИЛ – 130.**

**2.1. Наплавка под слоем флюса.**

В общем объеме работ по восстановлению деталей на ремонтных предприятиях наплавка под слоем флюса составляет 32 % [2].

При такой наплавке в зону горения дуги (рис. 2.1.) подают сыпучий флюс, состоящий из мелких крупиц зерен.

Рисунок 2.1. Схема автоматической наплавки.

1-напловляемая деталь;

2-эластичная оболочка;

3-бункер с флюсом;

4- мундштук;

5-электрод;

6-электрическая дуга;

7-шлаковая корка.

Под воздействием высокой температуры часть флюса плавится, образуя вокруг дуги эластичную оболочку, которая надежно защищает расплавленный метал от действия кислорода и азота.

Автоматическая наплавка эффективна в трех случаях, когда необходимо наплавить слой толщиной более 3 мм, глубокое проплавление нежелательно, т.к. оно увеличивает деформацию детали [1,3].

Главным фактором, влияющим на глубину проплавления, является сила тока.

Влияние на глубину проплавления оказывает относительное размещение электрода и детали. В практике применяют наплавку углом вперед, при которой глубина проплавления меньше, чем при наплавке углом назад. Глубина проплавления также уменьшается с увеличением вылета электрода.

Качество наплавленного металла и его износостойкость зависят от марки электродной проволоки, флюса и режима наплавки. Сварочные наплавочные проволоки, применяемые при восстановлении коленчатых валов, сведены в таблицу 2.1:

Таблица 2.1.Сварочные и наплавочные проволоки.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка проволоки. | Химический состав. | Диаметр проволоки, мм. | Рекоменд флюсы | Твердость после наплавки HRCэ |
| C | Mn | Si | Cr | Ni |
| Нп-80 | 0,75÷0,85 | 0,5÷0,8 | 0,17÷0,37 | 0,25 | 0,3 | 1; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2. | Ан-348 | 30…34 |
| Нп-65Г | 0,6÷0,7 | 0,9÷1,2 | 0,17÷0,37 | 0,3 | 0,3 | Ан-348 | 25…34 |
| Нп-30 ХГСА | 0,3 | 0,8 | 0,9÷1,2 | 0,8÷1,1 | 0,4 | Ан-348 | 30…34 |

Наплавочные флюса Ан-348, Ан-60 и другие содержат стабилизирующие элементы, но в состав флюсов не входят легирующие добавки, что не способствует повышению прочности и износостойкости наплавленного металла.

Наплавка под слоем флюса с последующей термообработкой обеспечивает стабильность структуры и твердость наплавленного металла восстанавливаемых коленчатых валов.

В этом случае наплавляют пружинной проволокой II класса или проволокой Нп-30ХГС при режим:

напряжение дуги 25 ÷ 30 В,

сила тока 180 ÷ 220 А,

шаг наплавки 4,6 м/об,

скорость подачи проволоки 1,6 ÷ 2,1 м/мин [1].

Наплавленный металл обладает твердостью HRC 32…40 и легко поддается механической обработке.

Хорошие результаты дают применение порошков. Проволоки [2].

**2.2. Электроконтактное напекание порошка.**

Схема электроконтактного напекания металлических порошков на поверхности деталей разработана ЧИМЭСХ.

Рисунок 2.2. Схема электроконтактного напекания металлических порошков на поверхности деталей.

1-наплавляемый слой;

2-ролик контактный;

3-порошок металлический;

4-деталь.

Оптимальные режимы напекания порошка, обеспечивающие сцепление в пределах 120…150 МН/м2­­ лежат в пределах: по напряжению – 0,87÷1,35 В на 1 мм толщины слоя, по давлению - 40÷60 МН/м2, по затратам энергии – 2,1 ÷3,2 Вт ч/г.

Пористость получаемого слоя на оптимальных режимах 8-12%, твердость 70…82 HRB.

Напекание порошка с повышенным содержанием углерода (С=0,84%) проводится по аналогии, что для порошка АП84. При этом сцепление слоя с металлом повышается до 220÷250 МН/м2.

Напекание порошка. Сормайт – 1 должно проводится при высоких удельных давлениях (60…80 МН/м2) и пониженных напряжениях (0,73…1,05 В на 1 мм толщины наплавленного слоя).

Основное влияние на качество слоя его сцепление с металлом оказывает скорость напекания, влияющая на температурный режим в процессе напекания (2.3.)

При напекании на пониженных скоростях 0,12…0,17 м/мин, слой получается весьма плотным (пористость 6÷8%). При повышении скорости напекания на 0,25 м/мин пористость несколько возрастает до 10÷12%, а качество сцепления улучшается в результате уменьшения поверхности окисления детали и порошка в процессе нагрева и формирования слоя [1].

Напекание порошка ведется «узким» роликом 4 мм по винтовой линии или «широким» на всю поверхность напекания с учетом соблюдения вышеприведенных режимов [1,3,15].

Рисунок 2.3. Температура в граничной зоне в зависимости от напряжения холостого хода и скорости напекания.

1-Vн = 0,37 м/мин;

2-Vн = 0,25 м/мин;

3-Vн = 0,17 м/мин.**2.3. Электрометаллизация.**

Металлизация – один из распространенных способов получения металлических покрытий поверхностей нанесением на эти поверхности расплавленного металла.

Сущность процесса в следующем: металл, расплавленный дугой, струей сжатого воздуха (давление до 0,6 МПа) покрывает поверхность восстанавливаемой детали. Процесс дуговой металлизации осуществляется специальным аппаратом – металлизатором (рис. 2.4.).

Рисунок 2.4. Схема металлизатора.

1 – электродная проволока;

2 – сопло;

3 – провода от трансформатора;

4 – деталь.

Аппарат действует следующим образом: с помощью роликов по направляющим наконечникам непрерывно подается две проволоки,, к которым подведен электрический ток. Возникающая между проволоками электрическая дуга расплавляет металл. Одновременно по воздушному соплу в зону дуги поступает сжатый газ под давлением. Большая скорость движения частиц металла (120… 300 м/с) и незначительное время налета, исчисляемое тысячами долями секунды, обуславливает в момент удара его пластическую деформацию, заполнение частицами неровностей и пор поверхности детали, сцепление частиц между собой и с поверхностью, в результате чего образуется сплошное покрытие.

Толщина наплавляемого слоя от нескольких микронов до 10 мм и более.

Питание электрометаллизатора осуществляется либо от специальных трансформаторов с дополнительными отводами от витков вторичной обмотки, допускающие напряжение дуги 20 – 55 В (с промежутком через 4 – 5 В) при токе не менее 250 А.

Рекомендуемые материалы электродной проволоки: сталь 45, Нп – 30 ХГСА.

Металлизация обеспечивает высокую твердость напыленного слоя. Однако, применяя металлизацию, необходимо учитывать, что нанесенный слой не повышает прочности детали. По этому применять металлизацию для восстановления деталей с ослабленным сечением не следует. Кроме этого необходимо знать, что сцепляемость напыленного слоя с осн6овным металлом недостаточно [2,3,14].

**2.4. Плазменное напыление композитных порошковых материалов.**

В специальных устройствах, называемых плазмотронами, плазмообразующий газ (аргон, азот, углекислый газ), протекая сквозь слой электрического разряда ионизируется и превращается в плазму. Рабочая температура струи достигает 7000 – 15000 0С.

Схема комбинированной плазменной наплавки проволокой с газопорошковой защитной средой показана на рис. 2.5.

Рисунок 2.5. Схема плазменной наплавки.

1 - деталь;

2 - бункер;

3 - плазменная головка;

4 - источник питания;

5 – сварочная проволока.

Плазменные покрытия используются для создания износостойких слоев на рабочих поверхностях.

Сущность метода состоит в бомбардировке обрабатываемой поверхности частицами порошка, разогретыми до пластического состояния. Передачу тепловой и кинетической энергии частицами порошка осуществляют плазменным (за счет введения порошков металлов в плазменную струю) и газопламенным (введение порошков в газовую смесь) способами.

Для устойчивости работы плазмотрона электрическая дуга должна быть сформирована и стабилизирована вдоль его продольной оси.

При плазменном напылении используют порошки самофлюсующихся сплавов системы Ni-Cr-B-Si-C марок СНТН, ПГХН 80 СР, ВСНГ Н с температурой плавления 1050 0С зернистостью 20 – 150 мкм, обеспечивающие твердость обрабатываемых поверхностей до 35 NR [2]. Недостатками плазменно напыленных покрытий являются низкая прочность сцепления с основой, адгезионная прочность и термостойкость покрытия, что связанно с различными коэффициентами температурного расширения покрытия и о основы. Обладая значительной пористостью, плазменно-напыленные покрытия не защищают от окисления, что приводит к ускоренному разрушению (отслаиванию) покрытия. Увеличить адгезионную прочность, термостойкость покрытия в окислительных средах можно азотированием поверхности до образования нитридной прослойки [1,2,4].

**3.** **Анализ способов ППД.**

**Обкатывание и раскатывание шаровым инструментом.**

Шаровый инструмент можно классифицировать по следующим признакам [4]:

1. По характеру обрабатываемых поверхностей:

- для наружных цилиндрических;

- для внутренних цилиндрических;

2. По числу деформирующих элементов:

- одношаровой;

- многошаровой.

Шаровый инструмент применяют для обкатки специальных или сложных профильных поверхностей: сфер, галтельных переходов, желобов подшипников и т.п.

Шары используемые для ППД изготавливают из подшипниковых сталей ШХ 15, ШХ15СГ, ШХ20СГ, 18ХГТ, в особых случаях можно применять коррозийно-стойкие стали 11Х18М, 95Х18.

Параметр шероховатости наиболее интенсивно уменьшается при удельных нагрузках 1000-1400 МПа, прямопропорционален радиусу шара. Большое влияние на шероховатость оказывает исходный параметр поверхности, при обкатывании она повышается для всех металлов, и чем выше прочность обкатываемого материала, тем больше оптимальное давление обкатывания [4].

Твердость значительно повышается на глубину до 2 мм однако на глубине 1,0-1,5 мм повышение твердости становится незначительным. Наибольшее увеличение твердости происходит у материалов со структурой мартенсита, не подвергшихся отпуску. При этом поверхностная твердость, например стали У8,ШХ15, 40Х увеличивается до 15%(ШХ15), до 25% (У8) по отношению к исходным.

Обкатывание роликовых дорожек подшипника (HRC 35) с силой 750 Н шаром диаметром 4,5 мм при подаче 0,1 мм/об снижает параметр шероховатости в 5-8 раз, повышает микро твердость до 25% при глубине наклепанного слоя 0.ю8 мм.

Особенности шаровых устройств - использование стандартных шаров с высокими точностью обработки и качеством поверхности, незначительные силы обработки, связанные с точечным (условно) контактом инструмента и обрабатываемой поверхности, низкая подача и производительность [2].

**3.**1. **Обкатывание роликовым инструментом.**

Для обкатывания используют ролики различной конфигурации, который обычно устанавливают под некоторым углом к оси обрабатываемой детали (рис. 3.1.)

Рисунок 3.1. Схема обкатывания.

1-обкатываемая деталь; S – подача, мм/мин;

2-ролик. n – частота вращения, об/мин;

 L – поперечный ход, мм.

Ролики для раскатывания и обкатывания бывают двух видов: стержневые (рис. 3.2.) и кольцевые; их подразделяют на 15 типов [4].

Рисунок 3.2. Стержневые ролики.

а).конический ролик; б).цилиндрический ролик.

У поверхности роликов должна быть твёрдость HRC 62…52, поэтому их изготавливают преимущественно из сталей ШХI5 и ШХ15СГ (ГОСТ 801-87). У накатывающих и заходных поверхностей роликов Ra 0, 1 мкм.

Стержневые ролики рекомендуется применять в много роликовом накатном инструменте сепаратного типа. Кольцевые ролики рекомендуется применять преимущественно в головках одно-, двух- и трёхроликовых приспособлений.

Отпечаток ролика во время обкатывания превращается в пластически деформированную канавку, которая при обработке цилиндрических поверхностей с подачей представляет собой винтовую линию.

Разрушение поверхностного слоя может происходить не только при силе превосходящей кинетическую, но и при небольшой нагрузке N велико. Допустимое N зависит в большей мере от марки обрабатываемого материала: для достижения Rа = 0, 16 мкм незакаленной стали необходимо, чтобы 20 < 200, а чугуна 35 < 60.

Итак, при обкатывании необходимо назначать минимальную силу, при которой обеспечивается обработка с максимальной производительностью.

На силу обкатывания непосредственно влияют передний и задний углы вдавливания LI0 и LII0. Установлено, что оптимальным для большинства случаев является La = 2…30, La = 50 так зависимость параметра шероховатости поверхности от силы обкатывания (рис.3.3.) носит параболический характер.

Рисунок 3.3. Зависимость Ra от силы обкатывания Р роликом со сферическим профилем.

Сталь 45 Г2; S = 0,21 мм/мин; D = 130 мм; Г = 20 мм.

Следующим по значению параметром обкатывания после силы является подача, которая может быть радиальной и осевой. Наилучшее качество поверхности достигается при обработке с радиальной передачей, однако на практике детали обрабатывают с осевой подачей. С уменьшением подачи шероховатость поверхности уменьшается до определённого предела, затем начинает возрастать. Оптимальное S = 0,25 [4].

**3.2. Алмазное выглаживание.**

Выглаживание заключается в пластическом деформировании обрабатываемой поверхности скользящим по ней инструментом- выглаживателем.

Для изготовления выглаживателей используют природные и синтетические алмазы.

Синтетические алмазы с размером зерна более З мм в виде поликристаллов получили название баллас (АСБ) и карбонидо (АСГIК) по аналогии с наименованием соответствующих природных алмазов.

Особенность их структуры обеспечивает изотропность физико-механических свойств, что даёт возможность инструменту работать с переменными нагрузками.

Алмазы АСБ имеют шаровидную форму, чётко выраженной радиально-лучистой структурой, размеры их зёрен достигают б мм. Алмазы АСПК имеют форму цилиндра диаметром 2 — 4,5 мм и высотой 2 — 5 мм. Структура их также радиально-лучистая, но более совершенная.

В результате пластического деформирования Δ обрабатываемой поверхности сглаживаются исходные неровности, и образуется новый микрорельеф высотой неровностей профиля Rz b. Размер детали уменьшается на величину остаточной деформации Δ Пл [4].

Исходными параметрами является предварительный натяг и сила выглаживания.

Решающее значение для качества поверхности детали имеет шероховатость инструмента (рис.3.4).

Коэффициент трения зависит от наиболее существенных факторов силы выглаживания и твердости обрабатываемой поверхности. Максимальное значение коэффициента трения 0,1 ,а обычно оно составляет 0,05 — 0,08.

Рисунок 3.4. Зависимость параметра шероховатости детали от параметра шероховатости инструмента.

Температура в очаге деформирования на глубине не более 0,1 мм не превышает 200-400 при скорости выглаживания менее 100 м/мин.

При увеличении скорости до 400 — 500 м/мин температура возрастает в 2 — 2,5 раза. Параметрами выглаживания, влияющие на шероховатость, являются: сила выглаживания, подача и радиус рабочей части инструмента. Сила выглаживания большая 200 ÷ 250 Н для деталей из высококачественных материалов и большая 100 ÷ 150 Н для деталей из материалов средней твёрдости — нецелесообразны.

Основным критерием выбора радиуса сферы инструмента является твёрдость материала обрабатываемой детали. Для деталей из мягких сплавов и цветных металлов и их сплавов этот радиус должен составлять 2,5 ÷ 3,5 мм, для деталей средней твердости – 1,5 ÷ 2 мм, для деталей из высокопрочных сталей (НRC>60) - 1÷1,5 мм.

Наименьший параметр шероховатости достигается при подаче 0,02÷0,04мм/об. Скорость выглаживания мало влияет на параметр шероховатости.

**3.3. Поверхностное дорнование.**

Поверхностное дорнование – это поступательное движение дорна по охватывающей его поверхности [4].

1 – деталь;

2 – дорн.

Рисунок 3.5. Схема обработки поверхностным дорнованием.

Инструмент для поверхностного дорнования изготавливают из твёрдых сплавов. Твёрдые сплавы, обладая рядом преимуществ, но хуже воспринимают ударные и изгибные нагрузки по сравнению с инструментальными и подшипниковыми сталями.

Марки сплавов: ВХ, ВХ8, ВХ10, ВХ15, ВХ25. Новые сплавы имеют значительно повышенную стойкость. Это ВХ10 ОС, ВХ15С, ВХ2ОС и др.

Инструментом для поверхностного дорнования служит дорн, в котором основным рабочим элементом является зуб. Дорны подразделяются на поверхностные и объёмные [4].

Поверхностное дорнование характеризуется следующими параметрами: натягом i, относительным натягом i/d, силой дорнования или силой тяги Р и осевой составляющей силой деформирования Ро, скоростью дорнования и геометрическими характеристиками.

Основным параметром является натяг. С увеличением натяга параметр шероховатости уменьшается до определённого значения. Суммарный натяг при дорновании отверстий диаметром до 80 мм обычно составляет 0,1 — 0,25 мм.

**3.4. Виброударная обработка.**

Виброударная обработка — это обработка рабочими телами деталей в замкнутом объёме при его вибрации.

Вибрационную ударную обработку подразделяют на виброабразивную и виброударную. Виброабразивную применяют для удаления с деталей заусенцев, округления острых кромок, полирования и т.д., а виброударную — для упрочнения.

Для вибрационной ударной обработки используют рабочие тела из различных материалов и жидкие рабочие среды. Кроме стальных и полимерных шариков (Г0СТ3722-81, ОСТ 1.51334-73), стальной и чугунной дроби (ГОСТ 1 1964-81 Е) применяют металлическую сечку из проволоки, гранулы из алюминиевых и цветных сплавов.

При виброударной обработке в рабочей камере, смонтированной на упругих подвесках и имеющей возможность колебаться в различных направлениях, сообщаются низкочастотные колебания — в большинстве случаев с помощью дисбалансного вибратора (рис.3.6.)

Рисунок 3.6. Схема виброударной обработки заготовок без закрепления.

1 – обрабатываемые детали;

2 – контейнер;

3 – рабочие тела;

4 – амортизаторы;

5 – вибровозбудитель.

Виброударная обработка производится в результате множества микро ударов и относительного скольжения с определённым давлением рабочих тел по поверхности обрабатываемой детали.

Рабочие тела движутся с переменным ускорением, что обеспечивает их большую подвижность. Вследствие высокой относительной подвижности рабочие тела хорошо вписываются в фасонную поверхность деталей, за счёт чего этим методом можно упрочнять как наружные, так и внутренние поверхности сложных деталей различных размеров.

В силу ограниченных энергетических возможностей продолжительность упрочнения значительна (от 10-20 мин до нескольких часов), а вероятность перенаклёпа исключается, т.е. виброударная обработка по сравнению с другими способами П.П.Д. обладает ограниченными энергетическими возможностями.

*Виброобкатывание и вибровыглаживаяие.*

При виброобкатывании помимо осевой подачи S (как при обкатывании и выглаживании) инструменту, поджатому к обрабатываемой поверхности с силой Р, сообщается возвратно поступательное перемещение с частотой N и амплитудой А, вдоль оси детали, вращающейся с частотой n (рисЗ.7.)

Рисунок 3.7. Схема виброобкатывания (вибровыглаживания).

При использовании в качестве инструмента стального закалённого шара в процессе называется виброобкатыванием, при использовании сферического наконечника из алмаза или другого сферического материала (радиусом R) — выглаживанием, т.к. процесс происходит в условиях трения скольжения.

Выбор материала зависит от твёрдости обрабатываемой поверхности для обработки деталей из материалов высокой твёрдости (от HRC 50 до HRC 60) применяют алмазные наконечники. Сила поджатия инструмента при выглаживании 50-200 Н, что позволяет обрабатывать маложёсткие и неровно жёсткие поверхности, а также углубления шириной 5-10 мм. При виброобкатывании сила поджатия инструмента 800-1000Н. При виброобкатьтвании и вибровыглаживании инструмент выдавливает синусоидальную канавку.

Выравнивание форм, размеров и расположения микро неровностей на поверхности достигается изменением режимов обработки: S, P, A, N, n, dm (К), канавки имеют плавные очертания с Ra 0,02...0,16 мкм. Микротвёрдость поверхности канавок и наплывов на 10-25 % выше твёрдости исходной поверхности. Остаточное напряжение в 1,3-1,7 раза больше, чем при обкатывании без вибрации на тех же режимах.

Для получения низменного рисунка системы каналов необходимо выдерживать постоянным отношением N/n и иметь неизменный диаметр детали. Одной из основных характеристик виброобкатанных поверхностей является степень перекрытия Rn выдавливаемыми канавками исходной обрабатываемой поверхности.

Величина Rn определяет путь, проходимый инструментом в единицу времени [4].

**3.5. Обработка дробью.**

Методы обработки подразделяются на две группы — обработка сухой дробью и обработка дробью с СОЖ. При дробеструйном (ДУ), пневмодинамическом (ПДУ) и дробелитном (ДМУ) упрочнении детали обрабатывают сухой дробью, эти методы называют дробеударными. Существуют следующие разновидности гидроударной обработки гидробеструйная (ГДУ) гидробелитная (ГДМУ), упрочнение микро шариками.

Каждый метод характеризует несколько параметров:

- скорость сообщаемая дроби ( 1-1ООм/с);

- характеристика дроби: её материал (чугун, сталь, стекло), метод изготовления

(литые или рубленные из проволоки шарики для подшипников), форма неправильная (литая дробь) и правильная (шарики);

- кинетическая энергия дроби, зависящая от скорости полёта и диаметра дроби;

- количество дроби одновременно участвующей в наклёпе поверхности детали.

Жидкие среды удаляют продукты изнашивания с поверхности обрабатываемых деталей и рабочих тел, смачивают и охлаждают их. В большинстве случаев рабочая среда представляет собой водный раствор щелочей, кислот и солей с химическими добавками. В частности кислота стеариновая техническая ГОСТ 94 19-78, кислота амиловая и др.

При обработке дробью шероховатость обрабатываемой поверхности повышается незначительно, а в некоторых методах и режимах обработки возможно и уменьшение шероховатости.

При дробеструйном упрочнении шлифованных поверхностей цементированных и закалённых деталей параметр шероховатости повышается в среднем на 1-2 мкм, при упрочнении деталей из улучшенной стали, из титановых и алюминиевых сплавов параметр шероховатости повышается на 2,5-5 мкм, во многих случаях происходит активный перенос частиц дроби на поверхность деталей, что снижает их коррозионную стойкость, режим упрочнения характеризуется значительной нестабильностью. Коме того, установки ДУ имеют ряд эксплуатационных недостатков, связанных с быстрым изнашиванием сопел и др.. Основные преимущества ГДУ по сравнению с дробеструйным следующие:

- остаточные напряжения только сжимающие, максимальные значения на некоторой глубине, сравнительно низкий параметр шероховатости (Rа 1,25-О,1бмкм) сохраняется, высокий (Ra 1,25-1,2 мкм) может снижаться до 12,5-1,2 мкм:

- микрогеометрия улучшается,

- исключён перенос на обрабатываемую поверхность материала рабочих тел в связи со снижением температуры в зоне контакта.

Однако установки ГДУ сложнее, дороже и требуют более высоких затрат при эксплуатации.

Наибольшее отличие в изменении свойств проявляется при ДМУ (дробелитное упрочнение). Высокая интенсивность пластической деформации обеспечивает при ДМУ более высокую степень и глубину упрочнения. Максимальная микро твёрдость наблюдается при времени наклёпа равным 4 минутам

По сравнению с исходной твёрдость увеличивается на 25 % и достигает ≈10Гпа [4].

**3.6. Центробежная обработка.**

При центробежной обработке на обрабатываемую поверхность наносят последовательные удары рабочими элементами (шарами или роликами), свободно сидячими в радиальных отверстиях вращающегося диска. Рабочие тела под действием центробежных сил занимают крайнее положение в радиальных отверстиях, а при ударе обрабатываемую поверхность опускаются на глубину, равную натягу, отдавая энергию, создаваемую центробежной силой.

Метод применяют в основном для повышения сопротивления усталости деталей, работающих в тяжёлых условиях эксплуатации. При правильно назначенных условиях и режимах упрочнения с помощью этого метода удаётся повысить сопротивление усталости обрабатываемых деталей в 1,5-4 раза. При оптимальных параметрах упрочнения параметр шероховатости грубых поверхностей Rа 5-20 мкм уменьшается в десятки раз и достигается Rа 0,63-1,25 мкм, при обработке поверхностей с Rа 0,32-0,63 мкм параметр шероховатости уменьшается до Rа 0,08-0,16 мкм. Температура поверхности в момент деформирования может достигать 200 0С, однако, это не вызывает структурных изменений.

Твёрдость поверхностного слоя по сравнению с твёрдостью не наклёпанного слоя повышается в среднем при обработке силумина на 50 %, стали 25 — на 40 %, чугуна — на 30- 60% и латуни на 60 %. Глубина наклёпа 0,6-0,8 мм и более [4].

**3.7. Ультразвуковое упрочнение (УЗУ).**

Если при упрочнении статическими методами ППД инструменту сообщают дополнительно ультразвуковое колебание с частотой 18-24 кГц и амплитудой 15-30 мкм, то они становятся ударными методами (ультразвуковое обкатывание и т.п.)

Рисунок 3.8. Схема ультразвукового упрочнения (УЗУ).

Используют также УЗУ, когда загружаемым рабочим телам, помещённым в замкнутый объём вместе с обрабатываемой деталью, сообщают ультразвуковые колебания, под действием которых происходит упрочнение обрабатываемой поверхности. Процесс (рис.3.9.) напоминает виброударную обработку.

Рисунок 3.9. Схема УЗУ.

1 – концентратор;

2 – камера;

3 – обрабатываемая деталь;

4 – стальные шарики.

При обычном ультразвуковом упрочнении инструмент 2 (рис.3.10.) под действием статической и значительной ударной силы, создаваемой колебательной системой (ультразвуковым генератором магнитострикционным преобразователем 5 и концентратором 3), пластически деформирует поверхностный слой обрабатываемой детали 1.

Рисунок 3.10. Схема ультразвукового упрочнения.

1-обрабатываемая деталь;

2-рабочая часть инструмента;

3-концентратор;

4-ультразвуковой генератор;

5-магнитострикционный преобразователь;

6-направляющие.

Статическую силу Рст можно прикладывать с помощью пружины или груза,

 под действием которого все устройство может свободно перемещаться по направляющим 6 и поджиматься к детали 1. По сравнению, например, с обкатыванием шаром (ОШ) ультразвуковое упрочнение отличается следующими особенностями и преимуществами:

1-инструмент пластически деформирует поверхностный слой детали импульсно, с большой интенсивностью колебаний, в результате чего формирование сопровождается прерывистым и интенсивным трением;

2-кратность приложения силы при деформировании инструментом поверхности в 400 раз более (при ОШ 12-20 раз);

3-статическая сила, действующая на деталь, незначительна;

4-скорость деформации — переменная, её максимальное значение 200 м/мин и более, что превышает скорость деформирования при ОШ в десятки и сотни раз;

5-среднее давление, создаваемое в поверхностном слое детали под действием нормально направленной силы, в 3-9 раз больше, чем при ОШ;

6- энергия, расходуемая на искажение кристаллической решётки и идущая на внутренние микроструктурные преобразования, при УЗУ значительно выше, чем при0Ш;

7-температура места контакта инструмента с деталью в зоне деформирования 100-1500С, что в 3-5 раз меньше, чем при ОШ, а время нагрева при УЗУ очень мало (3 х 10-5 сек), поэтому не наблюдается снижения упрочнения, вызываемого действием высокой температуры;

8-в процессе УЗУ вследствие относительно больших напряжений и многократного приложения нагрузки напряжённо-деформированное состояние специфично.

Множественное скольжение дополнительно тормозит дислокацию. Плотность дислокаций намного больше, чем при ОШ. В результате степень наклёпа повышается в 1,2-1,5 раза и соответственно увеличивается уровень остаточных сжимающих напряжений.

Применение УЗУ по сравнению с ОШ может быть эффективно в следующих случаях:

1-для деталей термически и химико-термически обработанных сталей У10А, У12, Х40, ШХ 15, сталей аустенитной структуры 12Х18Н9Т и др., где применение других методов не позволяет получить значительный упрочняющий эффект;

2-для деталей и инструментов из твердых сплавов;

3-для деталей малой и неравномерной жёсткости, так же УЗУ характеризуется небольшой статической силой и временем деформирования.

К параметрам режима У относится: статическая сила Рст, амплитуда А колебаний инструмента, радиус его округления Г, частота колебаний f, эффективная масса инструмента М, продольная подача S, число рабочих ходов i, скорость обработки детали V.

Основные параметры упрочнения лежат в следующих пределах: частота ультразвуковых колебаний f = 2 х 104 амплитуда 2А = 10…20 мкм, статическая сила Рст = 30...300Н, время контактирования инструмента с деталью r = 3х10-5 с, отношение тангенциальной силы к нормальной Рm/PN = 0,7, скорость колебательного движения инструмента

V1 = 2Пf >400 (1.)

Примером эффективного применения УЗУ может служить упрочнение предварительно шлифованных рабочих поверхностей эвольвентного зуба зубчатых колёс из стали 45 (m = 1,5 мм; Z = 30). В результате УЗУ с оптимальным режимом (Рст = 50Н, 2А = 20 мкм, S = 0,1 мм/об, i = 1) Ra уменьшился с 0,4 мкм до 0,1 мкм, т.е. в 4 раза.

Микротвердость поверхностного слоя повысилась с НВ208 до НВ357 (на 71 %) и соответственно, повысился предел контактной выносливости на 10-20 % [4].

Проведённые сравнительные исследования качества поверхностного слоя наплавленных деталей (коленчатые валы двигателя ЗИЛ-130) после шлифования без ультразвука и выглаживания с УЗУ на рациональных режимах показали, что наибольший эффект получен на деталях после УЗУ. При этом твёрдость увеличилась до 30 % , толщина упрочнения составляет 0,6-0,8 мм, микротвердость увеличилась до 50 %, шероховатость уменьшилась с 1,63 до 0,2 мкм и образуется особый микрорегулярный ячеистый рельеф на поверхности [5].

Важным преимуществом УЗУ является также образование в поверхностном слое наплавленных деталей остаточных напряжений сжатия значительной силы (осевых Sz = 150...1бО Па 107, тангенциальных Рm = 120...130 Па 107). Уменьшение разброса твёрдости на поверхности наплавленного металла свидетельствует об образовании более однородной структуры [5].

Рациональным по качественным и эксплуатационным показателям наплавленных деталей является такой режим, при котором двойная амплитуда УЗК равняется 2А = 30...50 мкм, статическое усилие прижима инструмента и детали Рст = 400...600 Н, скорость вращения детали Vg = 0,33.. 0,99 м/с и продольная подача инструмента Sпр = 0,120,15 м/об.

Сравнительные лабораторные испытания на износостойкость наплавленных и упрочнённых ультразвуковым выглаживающим инструментом образцов, вырезанных из натуральных шеек коленчатых валов, показали их меньший приработочный износ по сравнению с не упрочнённым, примерно в 7 раз, а по сравнению с образцами не наплавленными (контрольными) из стали 45, закалённой ТВЧ, примерно в 4,7 раза.

Стендовые и эксплуатационные испытания коленчатых валов двигателя ЗИЛ-130 восстановленных наплавкой и упрочненных ультразвуковым инструментом, показали, что поломок их по причине усталости не обнаружено, а износостойкость оказалась в 2,2 раза выше по сравнению с не упрочнёнными ( на 63 % выше износостойкости новых валов) [5].

4.**Выводы.**

1.Анализ способов восстановления коленчатого вала двигателя ЗИЛ- 130 с учетом последующего использования методов ППД показал, что наиболее приемлемым и эффективным с точки зрения экономических, технологических и других факторов является наплавка под слоем флюса.

2.Анализ способов ППД показал, что наиболее прогрессивным является УЗУ, как способ, отвечающий высоким технологическим характеристикам упрочнённой поверхности (Ra, HRC и т.п.).

**5.Рачет объема работ.**

Выбор программы восстановления коленчатого вала двигателя ЗИЛ- 130:

На период 2004 г. предприятием запланировано произвести ремонт 150 двигателей ЗИЛ - 130 и столько же восстановит коленчатых валов данного двигателя. С учетом того, что парк машин в нашем регионе растет, и ремонт на других предприятиях сокращается, можно остановится на программе восстановления коленчатых валов – 300 шт. в месяц. Планирование на год затруднено, т.к. экономика ориентированна на свободные рыночные отношения и вся работа предприятия зависит от количества заказов и качества восстановленных деталей.

**5.1.Режим работы и фонды времени.**

Режим работы участка планируется в одну смену. Рабочая неделя устанавливается пятидневной, продолжительность рабочей смены – 8 часов.

Планируемый период работы участка по восстановлению коленчатых валов двигателя ЗИЛ -130 составляет один месяц. Все остальное время участок специализируется на восстановлении коленчатых валов различных марок автомобилей, в том числе и иностранного производства.

Фонды времени подразделяют на номинальные и действительные. Номинальным фондом называется время, которое может быть отработано за планируемый период на рабочем месте без учета каких бы то ни было потерь, то есть календарно [6,11].

Фн = (Дк-Дп-Дв)·tc·у, где (2)

Дк, Дп, Дв – количество дней календарных, праздничных, выходных соответственно.

Дк = 31, Дп = 1, Дв = 10;

tc = 8 часов – время смены;

у = 1 – количество смен.

Фн = (31- 11)·8 = 160 час.

Действительный фонд рабочего времени работы оборудования:

Фдо = Фн· ηо, где (3)

ηо – коэффициент, учитывающий простой оборудования (0,95)

Фдо = 160·0,95 = 152 час.

**5.2.Такт производства.**

Для ритмичной работы участка нужно согласовать работу на всех рабочих местах во времени. Для этого устанавливается единый для всех рабочих мест такт производства:

τ=Фдо/N=152ч./300к.в.=0,5ч/к.в (4)

**6.Проектирование технологического процесса восстановления**

**коленчатого вала ЗИЛ-130.**

Технический процесс проектируем применительно к абразивно-электрохимическому шлифованию, опираясь при этом на технологию ВНПО «Ремдеталь» [7,8].

Используем операции, связанные только с восстановлением шатунных и коренных шеек, т.е. частичное восстановление. Это связанно с тем, что на проектируемый участок поступают только коленчатые валы с дефектами коренных и шатунных шеек. С другими неисправностями коленчатые валы не принимаются.

**6.1.Разработка маршрутной технологии.**

1.Очистная.

2.Дефектовачная.

3.Разборочно-очистительная.

4.Термическая.

5.Очистная.

6.Контрольная.

7.Шлифовальная (для Ш.Ш.).

8.Шлифовальная (для К.Ш.).

9.Герметизирующая.

10.Наплавочная.

11.Термическая.

12.Правильная.

13.Герметизирующая (для К.Ш.).

14.Наплавочная (для К.Ш.).

15.Шлифовальная черновая (для 1ой и5ой К.Ш.).

16.Шлифовальная черновая (для Ш.Ш.).

17.Шлифовальная черновая (для К.Ш.).

18.Сверлильная.

19.Шлифовальная чистовая (для Ш.Ш.)

20.УЗУ (АЗХШ).

21.Шлифовальная чистовая (для К.Ш.).

22.УЗУ (АЗХШ).

23.Сборочная.

24.Балансировочная.

25.Разборочная.

26.Очистная.

27.Сборочная.

28.Контрольная.

1. Очистная.

Очистить вал и промыть его в растворе моющего средства МС-8 концентрации 20 г/л и температурой 75-80 0 С.

Наличие смолистых отложений, загрязнения и смазки на поверхности вала не допускаются.

Машина для очистки ОМ-5288 [14].

Разряд работы-2. Трудоемкость-4,5 мин [10].

2.Дефектовочная.

Провести тщательный визуальный осмотр. Определить геометрические параметры вала – измерить инструментом.

Определить трещины магнитным дефектоскопом МД-50 [14].

Режимы: ток намагничивания 1500 А, метод намагничивания – циркулярный, характер тока – мгновенный.

Условия: трещины более 5 мм не допускаются.

Разряд работ-4. Трудоемкость-8,5 мин [10].

3.Разборочно-очистная.

Вывернуть пробки, не выворачиваемые пробки удалить.

Прочистить масляные каналы и полости.

Оборудование: приспособление 70-7362-1518.

Станок радиально-сверлильный 2N155 [14,13].

Разряд работ-2. Трудоемкость-6,5 [10].

4.Термическая.

Поместить вал в печь при температуре 400-4500С и выдерживать в течение 30 минут.

Электропечь шахтная СШО 10.10/10 [14].

5.Очистная.

Очистить и промыть вал в растворе средства Лябомид-203 концентрацией 20 г/л и температурой 75-80 0 С.

Разряд-2. Трудоемкость-5 мин [10].

6.Контрольно – дефектовочная (см. операцию 2.).

7.Шлифовальная, подготовительная (для Ш.Ш.).

Шлифовать под наплавку до Ø 63,6-0,1м.м. последовательно1ю,2ю,3ю,4ю шат. Шейки на длину 57,6 м.м., обеспечив шероховатость поверхности Ra 2 мкм.

Оборудование: станок круглошлифовальный 3В423 [14].

Приспособления и инструмент: круг шлифовальный – ПП 900х50х305 15А 50 – ПСМ 17К5 35 м/с. 1 кл. А ГОСТ 2424-83.

Разряд работ – 3. Трудоемкость – 12 мин [10].

8.Шлифовальная, подготовительная (для К.Ш.).

Шлифовать под наплавку, обеспечив шероховатость поверхности Ra 2 мкм. 1ю К.Ш. Ø72,6 мм. На длину 32 мм. Со 2ю на 5ю до Ø72,6-0.1мм на длину соответственно 28,5+0,5 мм, 28,5+0,5 мм, 28,5+0,5 мм, 42,5+0,5 мм [7].

Оборудование: станок круглошлифовальный 3В423 [14].

 Приспособления и инструмент: круг шлифовальный – ПП 900х50х305 15А 50 – ПСМ 17К5 35 м/с. 1 кл. А ГОСТ 2424-83.

 Разряд работ – 3. Трудоемкость – 16 мин [10].

9.Герметизирующая (для Ш.Ш.).

Заглушить отверстия масляных каналов на Ш.Ш. стержнями из графита ГП-1.

Трудоемкость – 1 мин [10].

10.Наплавочная (для Ш.Ш.).

Наплавить последовательно 1ю,2ю,3ю,4ю шат. шейки до Ø6 мм. Проволокой Нп – 30хГСА под флюсом Ан-348 в следующем режиме [8]:

* частота вращения вала, мин-1 2,5
* подача головки, мм/об. 4,6
* подача проволоки, м/мин 1,4-1,6
* смещение электрода, м/мин 8-10
* вылет электрода, мм. 10-12
* сила тока, А 180-200
* напряжение, В 25-30

Оборудование: установка ОКС – 5523 ГОСНИТИ [14].

Разряд работы – 3. Трудоемкость – 26 мин.

11.Термическая (см.операцию 4)

12.Правильная.

Править вал, выдерживая допуск радиального биения средних К.Ш. относительно оси центров – 0,3 м.м.

Оборудование: пресс 6328 [13].

Приспособление: 70-7855-1508.

Разряд работ – 2. Трудоемкость – 5 мин [10].

13.Герметизирующая (для К.Ш.) (см. операцию 9).

14.Наплавочная (для К.Ш.).

Наплавить последовательно 1ю,5ю,2ю,4ю, 3ю к шейки до Ø78+0,5 мм проволокой Нп-30хГСА под флюсом Ан-348 в следующем режиме [8,9]:

* частота вращения вала, мин-1 2-2,5
* подача головки, мм/об. 4,6
* подача проволоки, м/мин 1,2-1,6
* смещение электрода, м/мин 8-12
* вылет электрода, мм. 8-10
* сила тока, А 240-260
* напряжение, В 24-26

Оборудование: установка ОКС – 5523 ГОСНИТИ [13].

Разряд работы – 3. Трудоемкость – 28 мин [10].

15.Шлифовальная черновая (для 1й и 2й К.Ш.).

Шлифовать после наплавки 1ю коренную шейку до Ø75,2-0,1 мм. от ее торца и до упорного бурта, 5ю на длине 43+0,5 мм., обеспечивая чистоту Ra 1,6 мкм.

Оборудование: станок круглошлифовальный 3В423 [7,8,9].

 Приспособления и инструмент: круг шлифовальный – ПП 900х50х305 15А 50 – ПСМ 17К5 35 м/с. 1 кл. А ГОСТ 2424-83.

 Разряд работ – 3. Трудоемкость – 10 мин [10].

16.Шлифовальная черновая (для Ш.Ш.).

Шлифовать до Ø66,1-0,1 мм. последовательно 1ю,2ю,3ю,4ю шатунные шейки на длине 75+0,2 мм, выдержав радиус кривошипов 47,5+0,1 мм, обеспечив Ra 1,6 мкм.

Оборудование: станок круглошлифовальный 3В423 [13].

 Приспособления и инструмент: круг шлифовальный – ПП 900х50х305 15А 50 – ПСМ 17К5 35 м/с. 1 кл. А ГОСТ 2424-83.

 Разряд работ – 3. Трудоемкость – 27 мин [10].

17. Шлифовальная черновая (для К.Ш.).

Шлифовать до Ø75,2 мм. последовательно 2ю,3ю,4ю коренные шейки на длине 29+0,5мм,

выдерживая шероховатость Ra 1,6 мкм [8].

Оборудование: станок круглошлифовальный 3В423 [13].

 Приспособления и инструмент: круг шлифовальный – ПП 900х50х305 15А 50 – ПСМ 17К5 35 м/с. 1 кл. А ГОСТ 2424-83.

 Разряд работ – 3. Трудоемкость – 32 мин [10].

18.Свелильная.

Сверлить на коренных и шатунных шейках 16 масляных каналов Ø7+0,3 мм, выдерживая координаты каналов [9].

Оборудование: станок радиально-сверлильный 284-55 [13].

Разряд работы – 3. Трудоемкость – 7 мин [10].

19.Шлифовальная чистовая (для Ш.Ш.).

Шлифовать до Ø65,51-0,02 мм последовательно 1ю,2ю,3ю,4ю шатунные шейки на длине 58+0,12 мм, выдерживая радиус галтельных переходов 1,5+0,15 мм. Точность углового расположения 25/, параллельность осей шеек относительно общей оси. Шероховатость Ra 0,63 мкм [7].

Оборудование: станок круглошлифовальный 3В423 [13].

 Приспособления и инструмент: круг шлифовальный – ПП 900х50х305 15А 50 – ПСМ 17К5 35 м/с. 1 кл. А ГОСТ 2424-83.

 Разряд работ – 3. Трудоемкость – 12,5 мин [10].

20.УЗУ (для Ш.Ш.).

Упрочнить шатунные шейки ультразвуковым инструментом.

Оборудование: станок токарно-винторезный 1К62 модернизированный, т.е. с приспособлением для УЗУ.

Режим работы:

То=L/nS мин, где (5)

L – длинна шейки в мм;

n – число оборотов n=V·60/d, где

V – скорость вращения детали V=0,33…0,99 об/мин,

d – диаметр шеек, мм.,

S – подача, мм/об. Sпр=0,12…0,15 мм/об.

По формуле находим число оборотов: n=1000·0,4·60/3,14·65,5=117 об/мин.

По формуле 4 находим: То=58/117·m=4,14 мин.

Так как 4 шатунные шейки, то То=17,6 мин. Тпз=19 мин [5].

21. Шлифовальная чистовая (для К.Ш.).

Шлифовать до Ø74,5-0,02 мм. 1ю коренную шейку на длине 32+0,16 мм, 2ю,3ю,4ю, на длине 27,5+0,075 мм, 5ю на длине 41,5+0,5 мм. Шероховатость Ra 0,63 мкм [8].

Оборудование: станок круглошлифовальный 3В423 [14].

 Приспособления и инструмент: круг шлифовальный – ПП 900х50х305 15А 50 – ПСМ 17К5 35 м/с. 1 кл. А ГОСТ 2424-83.

 Разряд работ – 3. Трудоемкость – 15 мин [10].

22.УЗУ (для К.Ш.).

Упрочнить коренные шейки ультразвуковым инструментом.

Оборудование: станок токарно-винторезный 1К62 модернизированный, т.е. с приспособлением для УЗУ.

Режим работы:

По формуле находим число оборотов: n=1000·0,4·60/3,14·74=102,6 об/мин.

По формуле 4 находим: То=32/102,6·0,12=2,59 мин.

Так как коренных шеек 5, то То=12,95 мин. Тпз=19 мин. Твсп=0,5 мин.

23.Сборочная.

Ввернуть пробки.

Трудоемкость – 2,5 мин [10].

24. Балансировочная.

Надеть на каждую шатунную шейку груз массой 3,395 кг и провести динамическую балансировку вала, высверлив отверстия в противовесах в радиальном направлении. Допуск дисбаланса не более 30 кг/см.

Оборудование: верстак ОРГ 5365.Станок балансировочный КИ-4274.

Разряд работ – 3. Трудоемкость – 8 мин [10].

25.Разборочная.

Вывернуть пробки.

Трудоемкость – 2,5 мин [10].

26.Моечная. (см. операцию 1).

27.Сборочная.

Ввернуть пробки.

Трудоемкость – 2,5 мин.

28.Контрольная.

Провести контроль согласно техническим требованиям на выдачу коленчатого вала из восстановления.

Трудоемкость – 8 мин [10].

**6.2.Определение количества работающих на каждом рабочем месте.**

Количество основных технологических рабочих по каждой технологической операции [6]:

Mp=Σh/τ чел , где (6)

Σh – трудоемкость, чел/час,

τ = 0,5 – такт производства.

1.Очистная.

Mp=0,075/0,5=0,15 чел.

2.Дефектовочная.

Mp=0,14/0,15=0,28 чел.

3.Разборочная – очистная.

Mp=0,11/0,15=0,22 чел.

4.Термическая.

Mp=0,12/0,5=0,24 чел.

5.Очистная.

Mp=0,16 чел.

6.Контрольная.

Mp=0,28 чел.

7.Шлифовальная (для Ш.Ш.).

Mp=0,4 чел.

8. Шлифовальная (для К.Ш.).

Mp=0,26/0,5=0,53 чел.

9.Герметизирующая.

Mp=0,02/0,5=0,03 чел.

10.Наплавочная.

Mp=0,43/0,5=0,86 чел.

11.Термическая.

Mp=0,24 чел.

12.Правильная.

Mp=0,083/0,5=0,16 чел.

13.Герметизирующая (для К.Ш.).

Mp=0,03 чел.

14.Наплавочная (для К.Ш.).

Mp=0,46/0,5=0,93 чел.

15.Шлифовальная черновая (для 1ой,5ой К.Ш.).

Mp=0,075/0,5=0,15 чел.

16.Шлифовальная черновая (для Ш.Ш.).

Mp=0,2/0,5=0,4 чел.

17 .Шлифовальная черновая (для К.Ш.).

Mp=0,22/0,5=0,43 чел.

18.Сверлильная.

Mp=0,12/0,5=0,24 чел.

19. Шлифовальная чистовая (для Ш.Ш.).

Mp=0,21/0,5=0,42 чел.

20.УЗУ (АСХШ).

Mp=0,29/0,5=0,58 чел.

21. Шлифовальная чистовая (для К.Ш.).

Mp=0,25/0,5=0,5 чел.

22.УЗУ (АСХШ).

Mp=0,225/0,5=0,45 чел.

23.Сборочная.

Mp=0,8 чел.

24.Балансировочная.

Mp=0,13/0,5=0,26 чел.

25.Разборочная.

Mp=0,08 чел.

26.Очистная.

Mp=0,16 чел.

27.Сборочная.

Mp=0,08 чел.

28.Контрольная.

Mp=0,13/0,5=0,26 чел.

**6.3.Расчет количества рабочих постов.**

Процент загрузки поста допускается в приделах 95…120% и рассчитывают по формуле [6]:

Зр= Σh/τ ·100%, где (7)

Σh – суммарная трудоемкость всех работ, включенных в пост должна быть одинаковой.

**Пост №1.** Включает в себя операции 1,3,5,12,18,26, по формуле 7 находим:

Σh=0,075+0,11+0,075+0,83+0,12+0,04=0,503 чел-ч.

Зр=0,503/0,5 х 100=100%

**Пост №2.**Включает в себя операции 2,6,8, по формуле 7. находим:

Σh=0,14+0,14+0,13=0,41 чел-ч.

Зр=0,41/0,5 х 100=82%

**Пост №3.**Включает в себя операции 4,11,23,24,25,27, по формуле 7 находим:

Σh=0,04+0,13+0,04+0,12+0,12+0,04=0,61 чел-ч.

Зр=0,61/0,5 х 100=120%

**Пост №4.**Включает в себя операции 7,16, по формуле 7 находим:

Σh=0,2+0,2=0,4 чел-ч

Зр=0,4/0,5 · 100=80%

**Пост №5**Включает в себя операции 8,15,17, формуле 7 находим:

Σh=0,26+0,075+0,22=0,55 чел-ч

Зр=0,55/0,5 · 100=111%

**Пост №6.**Включает в себя операции 9,10, по формуле 7 находим:

Σh=0,02+0,43=0,45 чел-ч

Зр=0,45/0,5 · 100=90%

**Пост №7.**Включает в себя операции 13,14, по формуле 7 находим:

Σh=0,02+0,46=0,48 чел-ч

Зр=0,48/0,5 · 100=96%

**Пост №8.**Включает в себя операции 19,21, по формуле 7 находим:

Σh=0,21+0,25=0,46 чел-ч

Зр=0,46/0,5 · 100=92%

**Пост №9.**Включает в себя операции 20,22, по формуле 7 находим:

Σh=0,29+0,225=0,515 чел-ч

Зр=0,515/0,5 · 100=103%

Численность основных производственных рабочих составляет 9 человек. Численность вспомогательных рабочих от 5 до 12 % от числа основных производственных рабочих (не принимаем).

Численность ИТР не более 10-12% от общего числа рабочих. Принимаем 1 чел.

Итого весь штат участка составит 10 человек.

**6.4.Расчет количества оборудования.**

Число моечных машин рассчитывается по формуле [11]:

Nm=ΣQ/Фд.о.·q·Кз.м, где (8)

ΣQ=40 ·300=12 т,

q=0,6-2,7 т/ч часовая производительность,

Кз.м.=0,65-0,75 степень загрузки.

По формуле 8 находим: Nm=12/152 ·0,6 ·0,65=0,2 шт.

Принимаем одну машину.

Число контрольно-испытательных стендов [11]:

Nc=ΣWk·tk/Фд.о.·Кс,где (9)

ΣWk=300,

tk=0,14 – продолжительность контроля одной детали,

Кс=0,75…0,8 – коэффициент, учитывающий использование стенда во времени.

Nс=(300 ·0,14)/(152 ·0,75)=0, шт.

Принимаем один контрольно-испытательный стенд.

Число единиц наплавочного оборудования [11]:

Nн= ΣТн/Фд.о. ·Кн, где (10)

ΣТн = (0,43+0,46) ·300=264 – суммарная трудоемкость наплавочных работ.

Nн=264/152 ·0,8=2,2 шт.

Принимаем две наплавочные установки.

Число круглошлифовальных станков [11]:

Nш= ΣТш/Фд.о. ·Кн, где (11)

ΣТш=(90,2+0,26+0,075+0,2+0,22+0,21+0,26) ·300=424,5 чел-ч.

Nш=424,5/152 ·0,8=3,5

Принимаем четыре круглошлифовальных станка.

Количество балансировочных станков приняли – 1.

Количество сверлильных станков приняли – 1.

Число модернизированных станков для УЗУ [11]:

N=(0,29+0,225) ·300/152 ·0,75=1,4.

Приняли два станка.

Таблица № 1 Перечень оборудования проектируемого участка.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Оборудование | Кол-во | Габариты, м | Площадь,м2. | N, кВт. |
| 1 | Установка ОКС – 5523 ГОСНИТИ | 2 | 3,2 · 0,82 | 5,25 | 20 |
| 2 | Станок круглошлифовальный 3В423 | 4 | 3,5 · 2,1 | 29,4 | 40 |
| 3 | Ультразвуковой генератор УЗГ-1-4 | 1 | 0,72 · 0,58 | 0,42 | 15 |
| 4 | Машина моечная ОМ-5288 | 1 | 2 · 2 | 4 |  |
| 5 | Пресс 6328 | 1 | 2 · 0,8 | 1,6 |  |
| 6 | Станок токарно-винторезный 1К62 (модернизированный) | 2 | 2,5 · 1 | 4 | 20 |
| 7 | Контрольно-испытательный стенд | 1 | 1,5 ·1 | 1,5 |  |
| 8 | Печь шахтная СШО 10,10/10 М1 | 1 | 2 · 2 | 4 |  |
| 9 | Станок балансировочный КИ – 4274 | 1 | 1,5 · 0,8 | 1,2 |  |
| 10 | Тумбочка для инструмента | 4 | 0,6 · 0,4 | 1,44 |  |
| 11 | Шкаф для инструмента | 2 | 1,6 · 0,4 | 1,24 |  |

**6.5. Расчет производственных площадей.**

Расчет производственных площадей производится по площади занятой оборудованием и по переходным коэффициентам [6]:

F= ΣFo ·R (12)

Значение коэффициента R для основных участков [10]:

* механический – 3,5,
* сварочно-наплавочный – 5,5,
* термический – 5,5,
* моечный – 4,5.

По формуле 12 рассчитываем общую площадь участка.

F=(5,25+0,7) ·5,5+(29,4+5+1,5+1,2+1,44) ·3,5+4 ·4,45+4 ·5,5=214 м2.

**6.6. Расчет отопления, вентиляции, освещения, водоснабжения.**

*6.6.1. Расчет отопления.*

Теплопотери Qo (Вт) через наружное ограждение здания [18]:

Qo=qo ·VH ·(tв-tn), где (13)

qo=0,75…0,64 Вт/(м3 ·оС) – удельная тепловая характеристика здания,

VH=2075 м3- наружный объем здания или его отапливаемого участка, м3,

tв=15 оС,

tn = -38 º С – расчетная наружная температура воздуха.

Qo=0,7 ·2075 ·(15+38)=76982 Вт.

Количества тепла Qв (Вт), необходимое для возмещения теплопотерь вентилирования помещения [18]:

Qв = qв ·Vн ·(tв-tн), где (14)

qв = 0,9…1,5,

tн = -19 º С- расчетная наружная температура воздуха для вентиляции.

Qв = 0,9·2075·(15+19)=63495 Вт.

По суммарным теплопотерям находим тепловую мощность [18]:

Рк = (1,1…1,15) ·ΣQ·10-3  (15)

Рк = 1,1·(76982+63495) ·10-3=154,4 кВт.

Потребность в топливе Q (кг) на отопительный период можно приблизительно посчитать [18]:

Q = qy·V· (tв-tн), где (16)

qy = 0,245 кг (м3 ·º С) – годовой расход условного топлива, затрачиваемого на повышение температуры на 1º С в 1 м3 отапливаемого помещения.

Q = 0,245 · 2075 ·(15+38) = 26946,8 кг = 27 т.

*6.6.2. Расчет вентиляции.*

В соответствии с санитарными нормами в помещении должна быть предусмотрена естественная вентиляция, осуществляемая через вытяжные каналы, шахты, форточки и фрамугу зданий.

Через местные отсосы должны удалятся пыль и газы, образующиеся при автоматической сварки и наплавке под слоям флюса длиной 250-300 мм [17].

Количество воздуха W(м3), удаляемого местным отсосом, определяем [17]:

W = k ·3√A, где (17)

А = 200 А – при наплавке шатунных шеек сила сварочного тока, а при наплавке коренных шеек А = 260 А.

К = 12 – коэффициент для щелевого отсоса.

W = 12 ·3√200 = 70,2 м3,

W = 12 ·3√260 = 76,6 м3.

Производительность вентилятора [17]:

Wв = k3 · ΣW, где (18)

k3 = 1,3…2,0 – коэффициент запаса.

Wв = 2 ·(70,2+76,6)=294 м3/ч.

**L 3**

**L 3**

Рисунок 5.61 - Схема вентиляционной системы.

L1,L2,L3 – длина рукавов. L1 = 2 м, L2 = 2,5 м, L3 = 0,5 м.

Потери напора на прямых участках [18]:

Нпп = ωτ·li·pв·Vср2/dт, где (19)

ωτ – коэффициент, учитывающий сопротивление труб, ωτ=0,02,

Vср - средняя скорость воздуха на рассчитываемом участки воздушной сети (для прилегающих к вентилятору участков равен 8…12 м/сек),

li - длина участка трубы,

dt = 0,1 м – принимаемый диаметр трубы.

**1 Участок.** L=2 м, Нпп.= 0,02·2·1,23·122/2/0,1=35,42 Па.

Рассчитываем местные потери Нм (Па) напора в переходах, коленах и др.:

Нм = 0,5·ψм·Vcр2 ·rв (20)

ψм(900) = 1,1

Нм = 0,5·1,1·122·1,23 = 97,4 Па

**2 Участок.**L = 2,5 м, Нпп.= 0,02·2,5·1,23·122/2/0,1=44,28 Па.

Нм = 0,5·1,1·122·1,23 = 97,4 Па.

**3 Участок.** L = 0,5 м, Нпп.= 0,02·0,5·1,23·122/2/0,1= 8,85 Па.

Нм = 0,5·1,1·122·1,23 = 97,4 Па.

Определяем суммарные потери потока на линн:

ΣНуч = Нв = 35,42+97,4·3+44,28+8,85=558 Па.

Рассчитываем мощность электродвигателя для вентилятора:

Pqв = Нв·Wв/(3,6·106·ηв· ηn) (21)

Pqв = 558·294/(3,6·106·0,9·0,45) = 0,1 кВт.

По номограмме выбираем центральный вентилятор серии Ц4-70 [17]. Обороты вентилятора nв=830 об/мин.

*6.6.3. Расчет освещения производственного участка.*

Проверочный расчет естественного освещения участка. При расчете принимается боковое освещение (через окна в наружных стенах).

суммарная площадь световых проемов рассчитывается [17]:

ΣSб = Sn·lmin· ηо/(100·ro·kl), где (22)

Sn – площадь пола помещения,

lmin = 1,5 – нормируемое значение при боковом освещении,

ηо = 1,5 – световая характеристика окна,

kl = 1 - коэффициент учитывающий затемнение окна,

ro = 0,3 – общий коэффициент светопропускания оконного проема с учетом его загрязнения,

rl = 3 – коэффициент учитывающий влияние отражения света.

По формуле 22 находим:

ΣSб = 200·1,5·1,25/(100·0,3·3) = 42 м2.

Суммарная площадь световых проемов (окон) равна 50 м2. Следовательно, естественное освещение соответствует расчетным нормам.

*6.6.4. Расчет искусственного освещения.*

Предусматривается комбинированная система освещения. Рекомендуемая общая освещенность 300 ЛК. При расчете высоты подвеса светильника используется рисунок 2.

Рисунок 6.6.2 – Схема расчета высоты подвеса светильников.

Высота подвеса светильника [18]:

Нп = Н – (hc+hp), где (23)

Н = 8,4 м. – высота помещения,

hc = 1,2 м,

hp =1,2 м.

По формуле (23) находим:

Нп = 8,4-(1,2+1,2)=6 м.

Расстояние между центрами светильника «Универсаль» принимаем 3 м. При симметричном расположении светильников по вершинам квадрата их количество равно [18]:

nc=Sn/l2=220/9=25 шт.

Рисунок 6.6.3. - Тип светильника «Универсаль».

Рассчитываем световой поток Фл (мм), который должна излучать каждая лампа (при заданном количестве ламп) [18]:

Фл = К·Sn·Е/(nc· ηс · z), где (24)

К = 14 – коэффициент запаса,

ηс = 0,45 – коэффициент использования светового потока,

z = 0,65 – коэффициент не равномерности.

Определяем: Фл = 1,4·220·300/(25·0,45·0,65)=12600 Лм.

Подбираем лампы типа НГ мощностью 750 Вт.[18]

Суммарная мощность ламп равна 18,75 кВт.[18]

*6.6.5. Расчет расхода воды.*

Расход воды на бытовые и хозяйственные нужды определяем [11]:

Qбн = 25·p·Кр, где (25)

25 – расход воды на одного человека,

р = 10 чел –число рабочих.

Qбн = 25·10·20=5000=5м3.

При мойке коленчатых валов в моечной машине расходуется 0,08 м3/ч воды [11]. При УЗУ расход воды для охлаждения магнитострикционного преобразователя составляет не более 10 л/мин. Для приготовления эмульсии воды берут из расчета 4 л в смену на один металлорежущий станок, поэтому расход воды составит [11]:

Qвд = 4·Sт/8·1000, где (26)

Sт = 7 – принятое количество станков.

Qвд=4·7/8000=0,0035 м3/ч.

Месячный расход воды на производственные нужды [11]:

Qм = ΣQ·Фдо, где (27)

ΣQ – суммарный часовой расход воды.

Qм = (0,08+0,6+0,0035)·152 = 104 м3.

**7. Конструкторская часть.**

В процессе разработана установка (приспособление) для УЗУ коленчатых валов двигателя ЗИЛ-13О, которая монтируется на поперечных салазках [4] суппорта станка Общий вид показан на рис. 7.1.

Рисунок 7.1. Схема ультразвукового упрочнения.

* 1. обрабатываемая деталь;
	2. рабочая часть инструмента;
	3. концентратор (волновод);
	4. ультразвуковой концентратор;
	5. магнитострикционный преобразователь;
	6. направляющий суппорт.

**7.1. Схема процесса.**

При обычном ультразвуковом упрочнении инструмент (рис 7.1.) под действием статической и значительной ударной силы, создаваемой колебательной системой, пластически деформирует поверхностный слой детали.[4]

Основные элементы акустического узла (головки) и их взаимосвязь:

Основным рабочим механизмом ультразвукового приспособления является его акустический узел, блок — схема которого показана на рис. 7.2.

Рисунок 7.2. Упрощенная схема акустического узла.

1. концентратор;
2. электромеханический преобразователь;
3. электрический генератор.

Основной функцией этого узла является приведение рабочего торца инструмента в колебательное движение. Необходимую для этого энергию он получает от электрического генератора 3. Эта энергия преобразуется в электромеханическом преобразователе 2 (рис 7.2) в энергию упругих колебаний, так что преобразователь или, как его часто называют, вибратор (излучатель) попеременно удлиняется и укорачивается. Однако амплитуда получаемых ультразвуковых колебаний обычно оказывается недостаточной для осуществления УЗУ, поэтому к торцу колеблющегося преобразователя присоединяется концентратор 1, представляющий собой акустический волновод, форма которого побирается таким образом, что бы на его выходном конце амплитуда колебаний увеличилась в нужной пропорции к амплитуде колебаний поверхностного преобразователя. Преобразователь и концентратор образуют колебательную систему, к выходному концу которой приложена акустическая нагрузка.

Итак, основным волновым каналом ультразвуковой энергии в акустическом узле является колебательная система: преобразователь - концентратор-нагрузка.

Отсюда следует, что главные требования предъявляемые к тому, чтобы получить в нем достаточно мощные ультразвуковые колебания и обеспечить беспрепятственное прохождение полезной акустической энергии от излучателя к нагрузке при минимальных попутных потерях энергии, неизбежных в реальных конструкциях. Чтобы на излучателе получить достаточно большую амплитуду колебаний, его делают резонансным, те. размер его в направлении распространения волны будет равным или, реже, кратным половине длины волны на выбранной частоте (см. рис. 7.3.). Иными словами, излучатель питают электрическим напряжением такой частоты, которая совпадает с собственной частотой механических колебаний излучателя в направлении распространения колебаний.

Концентратор тоже выполняют резонансным. При этом он становится как бы объёмным резонатором, настроенным на ту же частоту, что и излучатель, чем создаются оптимальные условия для отборов акустической энергии от излучателя (см. рис. 7.3.).

Рисунок 7.3.

**Основные сведения об электромеханических преобразователях и концентраторах.**

В подавляющем большинстве современных станков используют магнитострикционные преобразователи. К их неоспоримым преимуществам относятся высокая надежность и эффективность работы в диапазоне частот 15-30 кГц, и низкие напряжения питания, позволяющие сравнительно просто осуществлять охлаждение изделия. Эффект магнитострикции или, как иногда говорят, эффект Джоуля, заключается в способности материала под действием магнитного поля изменять свои геометрические размеры. Для снижения потерь реальные магнитострикционные преобразователи обычно набирают из пластин, чаще всего изготовленных из никеля. Распространенность преобразователей из никеля объясняется высокой прочностью материала и хорошими диэлектрическими свойствами оксидной пленки [9]. Пластины имеют обычно толщину 0,1-0,2 мм.

Обычно преобразователи выполняют призматическими двухсторонними, т.к. они наиболее просты в конструкции и наиболее пригодны к водяному охлаждению.

Смежные концентраторы крепятся к преобразователю резьбой при помощи резьбового хвостовика, резьбового отверстия и накидной гайки.

Концентраторы должны изготавливаться из металл с малыми акустическими потребностями и высокой усталостной прочностью [19]. Такими свойствами обладает монель.

Однако обычные конструкционные стали дают практически такие же результаты, поэтому концентраторы изготавливают из сталей 60С2, 65Г, 40Х, 35, 45, У8.

**7.2. Расчет концентратора.**

Рисунок 7.4. Конический концентратор. Расчетная схема волновода – концентратора.

Длина концентратора рассчитывается по формуле [20]:

Lk ≈ λ/2·(0,028·N+0,91), где (28)

λ- длина волны.

λ = Сс/f, где (29)

Сс – скорость звука стали = 5,1 · 105 см/сек,

f = 22 кГц – частота колебаний,

N – коэффициент усилия амплитуды, равный соотношению верхнего и нижнего диаметров, и лежит в пределах 2<N<5. Принимаем N=3.

По формуле (29) находим:

Lk = 5·105/2·22·103·(0,028·3+0,91)=11 см.

Координата узла смещения хо рассчитываем по формуле [20]:

хо=0,5·Lk/N·0,234=0,5·(11/3·0,234)=4,26 см.

**7.2.1. Расчет каната.**

По нормам Госгортехнадзора канаты рассчитывают из условия:

Sразр > R·Smax, где (30)

Sразр – разрывное усилие каната, кН, выбираем по таблице;

Smax – максимальное натяжение каната;

R – коэффициент запаса прочности, R = U.

Smax = Q·q/Uп·ηn,Н, где (31)

Q = 9,8 м/с;

Uн = 1 – кратность полиспаста;

ηn = 0,98.

По формуле (31) определяем:

Smax = 50·9,8/0,98 = 500 Н.

Тогда по формуле (30) получим:

Sразр > 4·500 = 2 кН.

**7.3. Технико-экономическая спроектированной конструкции.**

В проекте разработан технический процесс восстановления шеек коленчатых валов, способом наплавки под слоем флюса с использованием ультразвукового упрочнения. Устройство УЗУ позволит повысить на финишной операции обработки качество поверхности восстановленных шеек коленчатых валов, что в конечном итоге позволяет увеличить ресурс работы коленчатых валов и двигателя в целом.

Произведем расчет затрат на изготовление конструкции. В конструкторской разработке проекта используются годовые детали, выпускаемые промышленностью (сведены в таблицу), а так же изготовленные самостоятельно силами производственного объединения.

Перечень материалов, их количество и стоимость сведены в таблицу Э-2. Трудоемкость работ по изготовлению конструкции представлены в таблице Э-3.

Таблица Э-1. Затраты на покупные изделия, узлы и агрегаты.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование изделия | Ед. изм. | Кол-во. | Цена за ед., руб. | Стоимость, руб. |
| 1 | Генератор | Шт. | 1 | 3000 | 3000 |
| 2 | УГЗ магнитострикционный преобразователь ПМС-15-А18 | Шт. | 1 | 800 | 800 |
| 3 | Шайба 10.65Г ГОСТ 6402-70 | Шт. | 2 | 7 | 14 |
| 4 | Винты ГОСТ 7798-70 М3х1,25М8х1,25М10х1,25 | Шт. | 328 | 1,52,53 | 4,5524 |
| ИТОГО |  |  |  | 3847,5 |

Таблица Э-2. Затраты на материалы и комплектующие детали.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование изделия. | Ед. изм. | Кол-во | Цена за ед. руб. | Стоимость, руб. |
| 1 | Крышка | Шт. | 1 | 56 | 56 |
| 2 | Ролик | Шт. | 1 | 18 | 18 |
| 3 | Задняя крышка | Шт. | 1 | 15 | 15 |
| 4 | Плитка. | Шт. | 1 | 21 | 21 |
| 5 | Стенка | Шт. | 1 | 83 | 83 |
| 6 | Палец | Шт. | 1 | 8 | 8 |
| 7 | Груз | Шт. | 1 | 6 | 6 |
| 8 | Концентратор | Шт. | 1 | 150 | 150 |
| 9 | Гайка накидная | Шт. | 1 | 10 | 10 |
| 10 | Опора | Шт. | 2 | 25 | 50 |
| ИТОГО |  |  |  | 417 |

Таблица Э-3. Расчет трудоемкости на изготовление.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование работ | Трудоемкость, чел/час. | Разряд работ | Часовая тариф. Ставка, Сч. | Стоимость, руб. |
| 1 | Сварочные | 6 | 5 | 3,22 | 19,32 |
| 2 | Слесарные | 12 | 3 | 2,10 | 25,20 |
| 3 | Сверлильные | 7 | 4 | 2,55 | 17,85 |
| 4 | Токарные | 10 | 5 | 2,87 | 28,70 |
| 5 | Сборочно-монтажные | 15 | 3 | 2,10 | 31,50 |
| 6 | Электро-монтажные | 2 | 4 | 2,3 | 4,6 |
| ИТОГО | Зт |  |  | 127,17 |

Основная тарифная ставка – заработная плата Зт определяется:

Зт = Т · Сч, где (32)

Т – средняя трудоемкость отдельных видов работ,

Сч – часовая тарифная ставка.

Общая заработная плата:

Зобщ = (Зт+Зд+Зн) · (1+Кр), где (33)

Зобщ – затраты на оплату труда рабочих, руб;

Зд – доплаты, составляющие до 80 % от Зт.

Норматив комплексных доплат Нд = 50%.

Зд = Нд · Зт/100 (34)

Зд = 50 · 127,17/100 = 63,59 руб.

Зн – надбавки, составляющие до 40% от Зт, что является стимулирующими выплатами:

за высокое профессиональное мастерство – 3%,

персональные надбавки – 12%.

Итого норматив надбавок Нн = 15%

Зн = Нн · Зт/100 (35)

Зн = 15 · 127,17/100 = 19 руб.

Кр – районный коэффициент, установленный в Новосибирской области в размере 20+5%.

Всего начисление по заработной плате на изготовление устройства составит:

Зобщ = (127,17+63,59+19) · 1,25 = 262,2 руб.

Расходы по отчислению на социальные нужды или во внебюджетные фонды определяются:

Рсн = (Нсн+Нсв) · Зобщ/100,где (36)

Нсн – норматив отчислений на единый социальный налог, составляющий для АТП и МПС – 35,6%.

Нсв – отчисления на страховые взносы от несчастного случая – 18%.

Рсн = (35,6+1,8) · 262,2/100 = 98 руб.

Производственные расходы:

Рпр = Спи+См+Зобщ+Рсн (37)

Общепроизводственные расходы Роп:

Роп = Нопр · Рпр/100, где Нопр = 25%,

Роп = 0,25 · (3847,5+417+262,2+98) = 1156,2 руб.

Общехозяйственные расходы Рох определяется:

Рох = Нопр · Рпр/100, где (38)

Нох складывается из:

- расходов на противопожарные мероприятия, на охрану труда и технику безопасности (устройство ограждений, сигналов. Вентиляции и т.п.)

- почтово-телеграфных, типографических расходов – 3%.

Рох = 0,15 · (3847,5+417+262,2+98) = 693,7 руб.

Таблица Э-4. Затраты на изготовление устройства УЗУ.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование затрат | Обозначение | Стоимость капиталовложений, руб. |
| 1 | Стоимость покупных изделий | Спи | 3847,5 |
| 2 | Затраты на материалы | См | 417 |
| 3 | Затраты на оплату труда | Зобщ | 262,2 |
| 4 | Расходы по отчислениям на социальные нужды | Рсн | 98 |
| 5 | Обще производственные расходы | Роп | 1156,2 |
| 6 | Обще хозяйственные расходы | Рох | 693,7 |
| ИТОГО | Ск | 6474,6 |

Ожидаемую годовую экономию от снижения себестоимости продукции при внедрении спроектированной конструкции рассчитываем по формуле:

Эг = (Са – Св) · Ав, где (39)

Са, Св – себестоимость единицы продукции соответственно до и после осуществления капитальных вложений;

Ав – годовой объем производства продукции с помощью новой конструкции в натуральных единицах;

Эг = (2450-2400) · 300 = 15000 руб.

Срок окупаемости производственных капитальных вложений на изготовление разрабатываемой конструкции рассчитываем по формуле:

Qок = Ск/Эг = 6474,6/15000 = 0,5 года, где (40)

Qок – срок окупаемости в годах;

Ск – стоимость конструкции;

Эг – ожидаемая годовая экономия.

**8.** **Безопасность жизнедеятельности.**

Охрана труда ставит своей целью снижение травматизма и заболеваемости работающих путем создания здоровых и безопасных условий труда.

Охрана труда - система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально - экономические, организационно - технические, санитарно - гигиенические, лечебно - профилактические, реабилитационные и иные мероприятия. Изучение и решение проблем, связанных с обеспечением здоровых и безопасных условий, в которых протекает труд человека - одна из наиболее важных задач в разработке новых технологий и систем производства. Изучение и выявление возможных причин производственных несчастных случаев, профессиональных заболеваний, аварий, взрывов, пожаров, и разработка мероприятий и требований, направленных на устранение этих причин позволяют создать безопасные и благоприятные условия для труда человека. Комфортные и безопасные условия труда - один из основных факторов влияющих на производительность и безопасность труда, здоровье работников. Целью данной работы является обзор всех основных вопросов касающихся охраны труда: понятие охраны труда; источников норм регулирующих вопросы охраны труда; прав и обязанностей субъектов трудового права, касающихся охраны труда; ответственности за нарушение законодательства о труде и правил охраны труда; прав отдельных категорий работников (женщин, несовершеннолетних, лиц с пониженной трудоспособностью).

Требования охраны труда обязательны для исполнения юридическими и физическими лицами при осуществлении ими любых видов деятельности, в том числе при проектировании, строительстве (реконструкции) и эксплуатации объектов, конструировании машин, механизмов и другого оборудования, разработке технологических процессов, организации производства и труда [20].

**8.1. Анализ состояния охраны труда на предприятии.**

В соответствии с Федеральным законом (статьи 12,13) [21] на предприятие п/о «Новосибавторемонт» создана служба охраны труда и комитет по охране труда. По приказу назначены лица, ответственные за охрану труда по цехам, участкам. Главная обязанность этих лиц – исключение травматизма и заболеваемости среди рабочих путем строгого выполнения требований охраны труда. Для этого ими разрабатывается комплексный план улучшения условий труда и снижение профзаболеваемости. Затем главные специалисты обсуждают планы мероприятий, инженер по охране труда обобщает эти планы и составляет сводный план.

На предприятии имеется кабинет по ТБ с необходимыми для обучения стендами, плакатами и учебной литературой. В цехе созданы уголки по ТБ.

Система обучения работающих безопасности труда организуется в соответствии с положениями ГОСТ 12.0.004 – 90. Проводятся инструктажи: вводный, на рабочем месте, очередной, внеочередной, наряд допуск.

Документация по учету инструктажей ведется правильно, их проведение фиксируются в журналах вводного инструктажа, на рабочем месте, а так же в личной карточке рабочего.

Страховые тарифы на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в процентах к начисленной оплате труда по всем основаниям (доходу) застрахованных, а в соответствующих случаях к сумме вознаграждения по гражданско-правовому договору по группам отраслей. Машиностроение и металлообрабатывающая отрасль относится к 13 классу с коэффициентом отчисления в % 1,7 [22].

Таблица 8.1. Анализ травматизма.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Показатель | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 |
| 1 | Число работающих (Р) | 595 | 587 | 600 | 570 | 508 |
| 2 | Количество пострадавших (Т) | 7 | 2 | 6 | 8 | 10 |
| 3 | Количество дней временной нетрудоспособности (Дт) | 210 | 100 | 117 | 132 | 157 |
| 4 | Коэффициент частоты травматизма (Км) | 5,3 | 3,6 | 14,4 | 17,6 | 26,2 |
| 5 | Показатель тяжести (Кт=Дт/Т-Тсм) | 30 | 33 | 19.5 | 16.5 | 15.7 |
| 6 | Коэффициент потерь (Кп=[Дт/Р]·1000) | 353 | 170.3 | 195 | 231.5 | 309 |
| 7 | Количество летальных исходов (Тсм) | - | 1 | - | - | - |
| 8 | Стаж работы: до 1 годаот 1 до 3 летсвыше 3 лет | 124 | -11 | -42 | --8 | -29 |
| 9 | Возраст пострадавших:До 24 летОт 24 до 60 | 34 | 11 | 24 | 44 | 25 |
| 10 | Виды работы: слесарно-ремонт.Разгрузчики | 7- | 2- | 24 | 2- | 62 |
| 11 | Основные причины:- не знание ТБ- неисправное оборудование- не обеспечение средствами защиты- отсутствие тех.надзора- нарушен. труд. дисциплины | 1112 | --2-- | 2--22 | ----8 | ----9 |

Расследование несчастных случаев на производстве проводятся в соответствии с документом от 1 января 2003 года «Положение об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях».

Анализ производственного травматизма показывает, что основными причинами смертельных несчастных случаев на производстве остаются, по-прежнему, на 95% организационные причины. Главные из них: нарушения трудовой и производственной дисциплины, неудовлетворительная организация работ, нарушения требований безопасности при эксплуатации транспортных средств и правил дорожного движения, нарушения технологического процесса, недостатки в обучении безопасным приемам труда. Большая часть этих причин может быть устранена без финансовых затрат. Однако работодатели по-прежнему не уделяют должного внимания вопросам охраны и безопасности труда, в результате чего гибнут люди. И только 5% всех несчастных случаев на производстве со смертельным исходом произошли по техническим причинам, связанным с конструктивными недостатками машин, оборудования и несовершенством технологических процессов.

Как видно из таблицы за последние пять лет значительно выросло число пострадавших от производственных травм, это связано с тем, что еще недостаточно строгий контроль за соблюдением ТБ. Травмы в основном связаны с нарушением трудовой дисциплины.

**Безопасность конструкторской разработки.**

**8.2. Защита от ультразвука.**

Генератором ультразвука является ультразвуковое техническое оборудование, вспомогательное. Во время работы при частоте 20-70 мГц создается неслышимый ухом шум в 100-120 дБ.

Ультразвуковые колебания вызывают в твердых, жидких и газообразных веществах вибрацию из частиц с ультразвуковой скоростью, ведущей к повышению температуры [5]. Появляется кавитация, которая разрушает отдельные клетки живой ткани организма. Под воздействием ультразвука происходит дисперсия, коагуляция, ускоряются химические процессы. При нахождении человека в поле ультразвукового генератора появляется слабость, головная боль, боли в ушах, нарушается ритм работы сердца, расстраивается нервная система, а при соприкосновении с предметами и веществами, в которых возбуждены ультразвуковые колебания, происходит контактное облучение.

Вредное воздействие ультразвука на организм человека устраняют или снижают путем исключения паразитного излучения звуковой энергии применением звукоизолирующих кожухов и экранов, а также дистанционного управления.[17]

Важное значение имеют инструктаж работающих о характере действия ультразвука и мерах защиты от него, а так же рациональный режим труда и отдыха.

Так в данном курсовом проекте используются ультразвуковые колебания незначительной частоты (от 20 до 23 кГц), т.е. в пределах порога слышимости, поэтому предусматривается использование индивидуальных средств защиты в виде наушников, специальных тампонов «берут», или тампонов из ваты.

Проектом предусматривается выполнение следующих основных требований ТБ при работе на модернизированном станке:

1. не допускаются к станку рабочие, предварительно не ознакомленные с правилами по ТБ при работе с ультразвуком;
2. ультразвуковой генератор разрешается включать только после выполнения соответствующих наладочных работ;
3. конструкция должна быть прочно закреплена;
4. приспособление для УЗУ и ультразвуковой генератор должны быть заземлены;
5. обязательно использовать индивидуальные средства защиты;
6. запрещается прикасаться к рабочему инструменту при его работе;
7. всю переналадку разрешается проводить при включенном УЗГ.

**8.3. Экологическая безопасность.**

Природа и окружающая её среда — это единый. взаимосвязанный комплекс явлений, на которые в процессе своей производственной деятельности человек оказывает непосредственное влияние. Все, что нужно, человек получает из природы воду, воздух, пищу, сырьё для промышленности и т.д.

Вся организация охраны окружающей среды строится на основе законов об охране.

Закон предусматривает строгую ответственность руководителей предприятий, ведомств, а также отельных граждан за неправильное использование или порчу природных богатств.

В настоящее время все решения, например, о строительстве и другие, которые хоть как загрязняют природу, проходят экологическую экспертизу.

В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля за состоянием окружающей среды. Полученная информация о загрязнении позволяет быстро выявлять причины повышения концентрации вредных веществ. Службы контроля постоянно информируют население о ПДК. Они имеют право наложить штраф на нарушителя, будь то юридическое лицо или иной субъект, либо применить различные другие санкции. Но в последние годы законы об охране окружающей среды мало соблюдаются. В России нет чёткой программы защиты природы, почти полностью прекратилось финансирование природоохранных мероприятий, идёт разбазаривание природных богатств Родины.

На производственном объединении “Новосибирскавторемонт’ не уделяется большого внимания вопросам экологической безопасности. Все это, конечно, связано с экономическими трудностями, общим положением дел в стране.

Основной продукцией завода являются дизельные и карбюраторные двигатели автомобилей. Основную опасность в выхлопных газах двигателей составляют окиси азота, серы и сажа.

Эти примеси во вдыхаемом воздухе отрицательно влияют на здоровье человека и животных. Особенно токсична окись углерода. Лужи топлива на земле убивают микробиологические процессы в почве, разрушают её структуру, загрязняют водоёмы и т. п., поэтому необходимо применение всех всевозможных мер по недопущению загрязнения окружающей среды.

Большое внимание следует уделять качеству ремонта, в частности, топливной аппаратуры, точная ее регулировка во многом влияет на работу двигателя. Поэтому на предприятии должен быть поставлен жёсткий контроль инженерной службы за правильностью регулировок и герметичностью прокладок в соединениях с блоком цилиндра и др

Важным звеном в охране окружающей среды является внедрение безотходной технологии. для исключения или уменьшения отрицательного воздействия производства на окружающую среду, при разработке проекта приняты следующие меры по снижению экологической опасности:

1. исключение из производственных процессов опасных веществ — при мойке деталей используются синтетические моющие средства вместо бензина или керосина;
2. применение замкнутых систем и рециркуляции воды при моечных, шлифовальных и токарных операциях;
3. регенерация отходов с целью вторичного их использования — отработанные горюче-смазочные материалы для отопления помещений.
4. применение ресурсосберегающих технологий — ремонт и восстановление изношенных деталей, совмещение операций.

Природа, её богатства — достояние всего народа. Забота о том, что бы её красота и щедрость были сохранены и приумножены для грядущих поколений, должна быть у каждого человека, патриота своей Родины.[18]

9.**Расчет экономической эффективности.**

Расчет экономической эффективности от внедрения новой технологии восстановления коленчатых валов производим следующим образом:

Эг = (Цн-Цв) · Ад, где (41)

Эг – годовой экономический эффект;

Цн – стоимость коленчатого вала;

Цв – стоимость восстановленного коленчатого вала.

Таблица Э-6.- Калькуляция себестоимости восстановления коленчатого вала.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Показатели | Обозначения | Сумма |
| 1 | Амортизационные отчисления здания | Азд | 19474,00 |
| 2 | Амортизационные отчисления оборудования | Аоб | 24610,00 |
| 3 | Расходы на электроэнергию | Рэ | 13037,06 |
| 4 | Зарплата рабочих | Зор | 144000,00 |
| 5 | Отчисления на социальные нужды | Осн | 53856,00 |
| 6 | Материальные затраты.ИТОГО: производственные расходы | ЗмРпр | 10305,00265312,00 |
| 7 | Общепроизводственные расходы 25% | Ропр | 66328,00 |
| 8 | Общехозяйственные расходы 12% | Рох | 31834,44 |
| 9 | Отчисления на автодороги 1% Дч | На дор | 4252,50 |
| Всего себестоимости: | С | 367730,00 |

1. Амортизация здания:

Бзд = S · Суд.зд., где (42)

Бзд – балансовая стоимость здания;

S – площадь здания = 214 м2;

Суд.зд. – удельная стоимость 1 м2 здания = 3640 руб/ м2.

Бзд = 214 · 3640 = 778960 руб.

Норма амортизационных отчислений составляет На.зд = 25%.

Азд = На.зд · Бзд/100 (43)

Азд = 2,5 · 778960/100 = 19474 руб.

1. Амортизация оборудования:

Боб = S · Суд.об., где (44)

Боб – балансовая стоимость оборудования;

Суд.об. – удельная стоимость оборудования 1 м2 = 920 руб/ м2.

Боб = 214 · 920 = 196880 руб.

Нормы амортизационных отчислений составляет На.об. = 12,5%

Аоб = На.об. · Боб/100 (45)

Аоб = 12,5 · 196880/100 = 24610 руб.

1. Расходы на электроэнергию.

Расходы электроэнергии в сутки составит:

W = W1+W2+W3+W4

W = 20+40+15+20 = 95 кВт/час в сутки

Расход на электроэнергию находим по формуле:

Рэ = W · Бр.в. · Цэ, где (46)

Рэ – расходы на электроэнергию;

W – расход электроэнергии в сутки;

Бр.в. – баланс рабочего времени. На 2004 год Бр.в = 252 дней;

Цэ – цена за 1 кВт/час электроэнергии. На 2004 год Цэ = 54,8 коп для предприятий.

Рэ = 95 · 252 · 0,548 = 13067,06 руб.

1. Заработная плата рабочих рассчитывается по формуле:

Зор = Асс · Зсм · Nм, где (47)

Асс – численность рабочих – 10 человек;

Зсм – среднемесячная заработная плата рабочих составляет 1200 руб,

Nм – количество месяцев в году.

Зор = 10 · 1200 · 12 = 144000 руб.

1. Отчисления на социальные нужды рассчитываются по формуле:

Осн = Кснг · Зобщ.р, где (48)

Ксн – отчисление на единый социальный налог.

Осн = 0,374 · 144000 = 53856 руб.

1. Материальные затраты на стальную проволоку НП – 80 и флюс Ан – 348 составят 10305 руб.

При расчете учитывается ожидаемая прибыль. Принимаем рентабельность расчетную 17%. Тогда ожидаемая прибыль составит 61791,2 руб. Доход составит:

Д = С+П, где (49)

С – себестоимость;

П – прибыль.

Д = 367730,0 + 617911,2 = 429521,2 руб.

Выручка составит:

В = Д · 1,2, где (50)

НДС – составляет 20%.

В = 429521,2 · 1,2 = 515425,41 руб.

Стоимость одного восстановленного коленчатого вала составит;

Цвос = В/z, где (51)

Z – количество коленчатых валов восстановленных за год.

Цвос = 515425,51/300 = 1718,1 руб

Ожидаемая прибыль: Пож = 61791,2 руб

Отчисления от прибыли составляет 30%.

Нпр = 0,3 · П = 0,3 · 61791,2 =18537,36 руб (52)

Стоимость изготовления устройства УЗУ: Ск = 6474,6 руб.

Чистая прибыль составит: Пчис = Пож – Нпр – Ск (53)

Пчис = 61791,2 – 18537,36 – 6474,6 = 36792,2 руб

Тогда годовой экономический эффект будет равен чистой прибыли: Эг = Пчис.

Срок окупаемости: Q = Ск/Эг (54)

 Q = 6474,6/36779,2 =0,2 года.

**Литература.**

1. Воловик ЕЛ. — Справочник по восстановлению деталей — М: Колос, 1991 г.

2. Молодык КВ., Зенкин АС. Восстановление деталей машин. - М.: Машиностроение, 1993 г.

3. Черноиванов В.И. Организация и технология восстановления деталей машин. М: ВО Агропромиздат, 1999 г.

4. Одинцов Л. Г Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием. М: Машиностроение, 1997 г.

5. Ковалевский Е.А. — Разработка технологии УЗУ наплавленных деталей сельхозтехники. — М: Авторемонт. Челябинск, 1986 год.

6. Серый И.С., Смелов А.Л., Черкун В.Е. Курсовое и дипломное проектирование по надёжности и ремонту машин. М: ВО Агропромиздат, 1991 г.

7. Технологический процесс восстановления коленчатого вала ЗИЛ-130 ВЯПО Ремдеталь, 1992г.

8. Технологический процесс восстановления основных деталей двигателя Зил-130. —М: ВНПО Ремдеталь, 1986г.

9. Технологические условия и технологический процесс восстановления коленвала двигателя ЗИЛ - 130 механизированной наплавкой под флюсом. Саратовский политехнический институт. Саратов — 1992г.

10. Сергеева З.В., Химченко Г.Т. Справочник нормировщика. Россельхозиздат, 1993г.

11. Бабусенко С.М. проектирование ремонтно-обслуживающих предприятий. —М: ВО Агропромиздат, 1990г.

12. Бабусенко С. М. Проектирование ремонтных предприятий. - М: Колос, 1989 г.

13. Каталог оборудования для восстановления изношенных деталей тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин в 4-х частях. М: 1982г.

14. Каталог ремонтно-технологического оборудования для восстановления деталей. М:

ГОСНИТИ, 1988г.

15. Каталог сварочно-наплавочного оборудования. М: ГОСГIВТИ, 1987г.

16. Тетенкичиев В.К., Краениченко , Тихонов А.А., Колев ИС. Металлорежущие станки. М: Машиностроение, 1990г.

17. Солуянов П.В. Охрана труда. М: Колос, 1997г.

18. Канарев Ф.М. Охрана труда. М: ВО Агропромиздат, 1991г.

19. Розенберг л.д., Казанцев В.Ф. Ультразвуковое резание. М: Москва, 1992г.

20. Трудовой кодекс Российской Федерации.

21. Федеральный закон от 23 июня 1999 года «Об основах охраны труда в Российской Федерации.»

22. Приложение к правилам отнесения отраслей экономики к классу профессионального риска, утвержденным постановлением правительства Российской Федерации от 31.08.1999 №975 «Об утверждении правил отнесения отраслей экономики к классу профессионального риска» (в редакции Постановления Правительства Российской Федерации от 26.12.2001 № 907)