

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Иркутский государственный университет путей сообщения»

Сибирский колледж транспорта и строительства

Методические указания по выполнению практических работ

ПМ.01 МДК.01.08 «Организация и технология восстановительного ремонта типовых деталей»

для специальности

23.02.07 «Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей»

базовая подготовка

среднего профессионального образования

Иркутск 2023

Методические указания для выполнения практических работ разработаны в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по специальности среднего профессионального образования 23.02.07 «Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов» автомобилей, базовой подготовки, утвержденного приказом Министерства образования и науки от 09 декабря 2016 г. № 1568 и на основе примерной основной образовательной программы, для СПО ППССЗ, разработанной Федеральным государственным бюджетным учреждением дополнительного профессионального образования «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте» (ФГБУ ДПО «УМЦ ЖДТ»).

РАССМОТРЕНО:

Цикловой методической комиссией
специальности 23.02.04 Техническая
эксплуатация подъемно-транспортных,
строительных, дорожных машин и
оборудования и специальности 23.02.07
Техническое обслуживание и ремонт
двигателей, систем, агрегатов автомобилей
Протокол № 9
«25» мая 2023 г.
Председатель ЦМК: А.А. Прыгунов

РАЗРАБОТЧИК: Прыгунов А.А., преподаватель первой категории, Сибирского колледжа транспорта и строительства ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения».

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Пояснительная записка..... | 4 |
| ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1. | |
| Техническое нормированиестаночных работ..... | 5 |
| ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2. | |
| Техническое нормированиенаплавочных работ..... | 48 |
| ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3. | |
| Техническое нормирование гальванических работ | 71 |
| ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4. | |
| Выбор рационального способа восстановления автомобильных..... | 81 |

ВВЕДЕНИЕ

Технологическая операция ремонтного производства является основным расчетным элементом технологического процесса. Время обработки детали и себестоимость выполнения операции служат критерием, характеризующим целесообразность ее ремонта с учетом заданной производственной программы в определенных организационно-технических условиях. Техническая норма времени, определяющая затраты времени на выполнение операции, служит основой для оплаты работы станочнику, калькуляции себестоимости отремонтируемой детали. На основе технических норм времени рассчитываются длительность производственного цикла, потребное количество станков, инструментов, рабочих, определяется производственная площадь участков и цехов. Норма штучного времени является одним из основных факторов для оценки совершенства технологического процесса и выбора наиболее прогрессивного варианта обработки детали.

В настоящее время известно много различных способов восстановления изношенных автомобильных деталей. Для обеспечения надежности автомобиля нужно правильно выбрать подходящий для каждой конкретной детали способ восстановления. А для того, чтобы эксплуатация отремонтированного автомобиля была экономически эффективной надо выбрать из всех возможных для данной детали способов восстановления такой, который бы обеспечил необходимую долговечность при минимальных затратах на единицу транспортной работы.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1
ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ СТАНОЧНЫХ РАБОТ
(4 часа)

ЦЕЛЬ РАБОТ

Приобретение практических навыков проектирования операции, режимов резания и расчета технически обоснованных норм времени.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ: изучить исходные данные и уяснить цель операции, назначить состав операции, подобрать оборудование, приспособление, инструмент (режущий и измерительный), назначить режим резания и пронормировать операцию

Знания, приобретенные студентами в результате освоения темы:
понятия о технологическом процессе и операции, расчет технических норм станочных работ.

Умения, приобретенные студентами в результате освоения темы:
рассчитывать глубину резания, определять скорость и усилие резания, рассчитывать машинное (основное) время и суммировать его по переходам на операцию.

Формируемые компетенции: **ПК-7** Способен к освоению технологий и форм организации диагностики, технического обслуживания и ремонта транспортных и технологических машин и оборудования;

ПК-10 - Владеет умением изучать и способен анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы по совершенствованию технологических процессов эксплуатации, ремонта и сервисного обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин различного назначения, их агрегатов, систем и элементов;

ПК-20 - Способен использовать технологии текущего ремонта и технического обслуживания с использованием новых материалов и средств диагностики.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ:

В процессе обучения будущий специалист обязан знать не только технологию обработки на станках, но технологические операции дальнейшей обработки детали.

РАСЧЕТ ТЕХНИЧЕСКИХ НОРМ ВРЕМЕНИ НА ТОКАРНЫЕ, СВЕРЛИЛЬНЫЕ, ФРЕЗЕРНЫЕ И ШЛИФОВАЛЬНЫЕ РАБОТЫ

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Нормирование станочных работ. Основные положения

Нормирование труда устанавливает затраты необходимого времени на изготовление данного предмета труда на данном предприятии, т.е. норму труда – конкретное выражение меры труда.

Нормы труда в производстве выполняют важные функции измерителя производительности труда, меры затрат труда и вознаграждения за труд.

Являясь измерителем уровня производительности труда, норма затрат труда выполняет функцию средства, инструмента управления производством. При помощи нормы оценивается уровень производительности труда. Как мера затрат труда норма является основой расчета и учета многих показателей производственно-хозяйственной деятельности предприятия. На основе норм выбираются варианты конструкции изделия, способы осуществления технологических процессов, методы организации производства, труда и управления. Как мера вознаграждения за труд норма является основой расчета заработной платы, ее дифференциации по количеству и качеству труда.

В условиях ремонтного производства широко используются различные методы обработки на токарных, фрезерных, сверлильных, шлифовальных и других станках.

Первым этапом нормирования труда при механической обработке детали, выполняемой на металлорежущих станках, является назначение

режимов резания. Выбор и расчет режимов резания заключается в установлении глубины резания t , подачи S , числа переходов (рабочих ходов) i и скорости резания при допустимых усилиях резания и мощности, необходимой для обработки. Выбранные режимы резания должны обеспечивать, в зависимости от принятых критериев, наибольшую производительность труда или наименьшую стоимость обработки детали при обязательном выполнении требований к точности и качеству поверхностного слоя изделия.

Нормирование каждого вида обработки на металлорежущих станках включает определение:

основного технологического времени;

вспомогательного времени: на установку и снятие детали, связанного с переходом на комплекс приемов, не вошедших в переход, т.е. на управление станком, на измерение обрабатываемой поверхности;

времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места, на отдых и личные надобности;

подготовительно-заключительного времени.

В общем виде норма времени определяется по формуле:

$$T = T_o + T_v + T_{don} + T_{n.z.} / n_d \quad (1.1)$$

где T_o - основное машинное технологическое время, в мин.;

T_v

- вспомогательное время, в мин.;

T_{don} - дополнительное время, т.е. время на организационно-техническое обслуживание рабочего места, на отдых и личные надобности, в мин.;

$T_{n.z.}$ - подготовительно-заключительное время, в

мин.; n_d - количество деталей в партии, штук.

Глубина резания.

Глубиной резания - называется расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями, измеренное перпендикулярно к последней.

Глубина резания измеряется в *мм* и обозначается буквой *t*.

При обработке цилиндрических поверхностей глубина резания определяется по формуле:

$$t = \frac{D - d}{2}, \quad (1.2)$$

где *D* - диаметр детали до обработки, в *мм*;

d - диаметр детали после обработки, в *мм*.

При шлифовании плоскостей глубина резания представляет собой толщину слоя металла, который снимается за данный проход, и определяется следующим образом:

$$t = H - h, \quad (1.3)$$

где *H* - высота обрабатываемой поверхности детали до прохода режущего инструмента в *мм*;

h - высота обрабатываемой поверхности детали после прохода режущего инструмента в *мм*.

Подача. Подачей называется величина перемещения режущего инструмента относительно обрабатываемой детали (или обрабатываемой детали относительно режущего инструмента), пройденная за определенный отрезок времени.

Движение подачи может быть непрерывным (точение» сверление, фрезерование) или прерывистым (строгание, долбление).

Подача обозначается буквой *s* измеряется в миллиметрах.

При обработке деталей на металорежущих станках различают три вида подач:

Подача минутная, т. е. величина перемещения режущего инструмента относительно обрабатываемой детали или обрабатываемой детали относи-

тельно режущего инструмента за время, равное 1 мин., измеряется в миллиметрах в минуту и обозначается s мм/мин.

Подача за один оборот (или двойной ход) инструмента или обрабатываемой детали измеряется в миллиметрах на оборот (или двойной ход) и обозначается s мм/об или s мм/дв. ход. Между минутной подачей s_M и подачей на один оборот s имеется следующая зависимость:

$$s = \frac{s_M}{n}, \text{ мм/об}, \quad (1.4)$$

$$s_M = s \cdot n, \text{ мм/мин}, \quad (1.5)$$

где n - число оборотов обрабатываемой детали или режущего инструмента в 1 мин.

Подача на один зуб при работе многолезвийным инструментом, например фрезами измеряется в миллиметрах на один зуб и обозначается s_z мм/зуб. Между подачей на один зуб s_z и подачами s и s_M имеется следующая зависимость:

$$s_z = \frac{s_M}{n \cdot z}, \text{ мм/зуб}, \quad (1.6)$$

$$s_z = \frac{s}{z}, \text{ мм/зуб}, \quad (1.7)$$

$$s_M = s_z \cdot z \cdot n, \text{ мм/мин}, \quad (1.8)$$

$$s = s_z \cdot z, \text{ мм/об}, \quad (1.9)$$

где z - число зубьев режущего инструмента.

Стойкость режущего инструмента. Основными критериями выгодности режимов резания служат себестоимость обработки и производительность, которые зависят от правильно выбранной стойкости инструмента.

Под стойкостью режущего инструмента понимается длительность работы режущего инструмента в минутах машинного времени между двумя его переточками. Между скоростью резания любого режущего инструмента и временем его работы до затупления, т. е. стойкостью, существует зависимость, выражаяющаяся формулой

$$v = \frac{A}{T^m}, \text{ м/мин,} \quad (1.10)$$

$$T^m$$

где v - скорость резания в м/мин;

T - стойкость режущего инструмента в минутах машинного времени;

A и m - соответственно коэффициент и показатель степени, зависящие от свойств материала режущего инструмента обрабатываемого материала и условий резания.

Для пересчета скорости резания в зависимости от выбранной стойкости режущего инструмента пользуются формулой

$$\left(\frac{T_1}{T} \right)^{\frac{m}{m}}, \text{ м/мин,} \quad (1.11)$$

$$T_1$$

$$\left(\frac{T}{T_1} \right)^{\frac{m}{m}}$$

где vT_1 - искомая скорость резания в м/мин,

T_1 - выбранная стойкость в минутах машинного времени; T - данная стойкость (стойкость по нормативам) в мин.; vT - скорость резания в м/мин, соответствующая данной (нормативной) стойкости инструмента T в мин.

Норма стойкости режущего инструмента — это время его работы до затупления, при котором режущие грани инструмента достигают определенного износа. Чем меньше стойкость режущего инструмента (в минутах

машинного времени), тем больше можно допустить скорость резания при прочих одинаковых условиях, согласно приведенной выше формуле. Но с увеличением скорости резания быстрее изнашивается режущий инструмент и, следовательно, возрастают расходы на инструмент, в результате чего, начиная с некоторой скорости резания, общая стоимость обработки повышается.

В практике работы предприятия в зависимости от производственных требований обычно разрешаются два вопроса при выборе режима резания:

Определение нормы стойкости инструмента и скорости резания, соответствующей этой стойкости при конкретных организационно-технических условиях, обеспечивающих наименьшую стоимость обработки.

Определение нормы стойкости инструмента и скорости резания, соответствующей этой стойкости при конкретных организационно-технических условиях, обеспечивающих обработку наибольшего количества деталей в единицу времени, т. е. наибольшую производительность.

Задача заключается в том, чтобы при конкретных организационно-технических условиях выбрать такую стойкость режущего инструмента и соответствующую ей скорость резания, при которых достигалась бы наименьшая стоимость обработки при наибольшем количестве обработанных деталей на данном станке за определенный период времени.

Скорость резания. Скоростью резания называется перемещение режущей кромки инструмента относительно обрабатываемой поверхности детали в направлении главного рабочего движения в единицу времени; при этом безразлично, движется ли режущий инструмент или обрабатываемая деталь. Скорость резания обозначается буквой v и измеряется в метрах в минуту.

При определении скорости резания необходимо различать станки с вращательным главным движением и с прямолинейным поступательно-возвратным главным движением. При работе на станках с вращательным главным рабочим движением (токарные, сверлильные, фрезерные,

круглошлифовальные и другие станки) скорость резания измеряется по окружности вращения, поэтому называется окружной скоростью и определяется по формуле

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}, \text{ м/мин,} \quad (1.12)$$

где v - скорость резания в м/мин;

d - диаметр обрабатываемой поверхности детали или режущего инструмента в мм;

n - число оборотов, обрабатываемой детали или режущего инструмента в минуту.

На величину скорости резания при работе любым режущим инструментом, кроме стойкости, влияет целый ряд факторов. Скорость резания является функцией следующих основных переменных:

$$v = f(T, t, s, M, K_u, q, \Gamma_u, K_w, K_o, B, z, D), \quad (1.13)$$

где T - стойкость инструмента в мин.; t -

глубина резания в мм;

s - подача при точении, сверлении, строгании на один оборот или двойной ход; при фрезеровании подача на один зуб - s_z в мм/зуб;

M - твердость обрабатываемого материала;

K_u - марка инструментального материала и его качество;

q - размеры режущего инструмента, например сечение резца;

Γ_u - геометрия режущего инструмента, т. е. форма режущей части инструмента и углы заточки;

K_w - охлаждение;

K_o - окалина или корка на поверхности обрабатываемой детали.

При фрезеровании на скорость резания дополнительно влияют величины:

B - ширина фрезерования в мм;

z - число зубьев фрезы;

D - диаметр фрезы в мм.

Скорость резания при работе различными видами режущего инструмента. При точении резцами формула скорости резания имеет следующий вид:

$$v = \frac{C}{T^m t^x s^y} \cdot K, \text{ м/мин}, \quad (1.14)$$

при сверлении

$$v = \frac{C_v}{T^m s^y} \cdot K, \text{ м/мин}, \quad (1.15)$$

при фрезеровании

$$v = \frac{C \cdot D^x}{z}$$

где C_v - коэффициент, зависящий от условий работы и группы металла с определенной характеристикой его механических свойств;

x, m, y, p, k - показатели степени, выбираются из соответствующих таблиц;

K - коэффициент, учитывающий влияние различных условий обработки.

Усилие резания. Усилие резания P_z является функцией следующих основных переменных:

$$P_z = f(t, s, M, \Gamma_u, B, z \text{ и др.}) \quad (1.17)$$

где t - глубина резания в мм;
 s - подача на один оборот, двойной ход или на один зуб;
 M - твердость обрабатываемого материала;
 Γ_u - геометрия режущего инструмента;
 B - ширина фрезерования в
мм, z - число зубьев фрезы.

при точении

$$P = C_z \cdot t^x \cdot s^y \cdot K, \text{кг}, \quad (1.18)$$

при фрезеровании

$$P = \frac{C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot B \cdot z}{D_q} \cdot K, \text{кг}, \quad (1.19)$$

$$D_q$$

где C_p - коэффициент, характеризующий марку, прочность или твердость обрабатываемого материала;

x, y, q - показатели степеней;
 K - коэффициент, учитывающий влияние различных условий обработки.

Крутящий момент. Вертикальное усилие резания P_z создает на обрабатываемой детали крутящий момент, который определяется из выражения

$$M = \frac{P_z \cdot d}{2 \cdot 1000}, \text{Н} \cdot \text{м}, \quad (1.20)$$

где M - крутящий момент резания в $\text{Н} \cdot \text{м}$;

P_z - вертикальное усилие резания в Н ; d

- диаметр обрабатываемой детали в мм.

Возникающий в процессе резания на обрабатываемой детали крутящий момент не должен превышать крутящего момента на шпинделе станка или

$$M_c \geq M_{rez} = \frac{P_z \cdot d}{2 \cdot 1000}, H \cdot m;$$

где M_c - крутящий момент на шпинделе станка в $H \cdot m$.

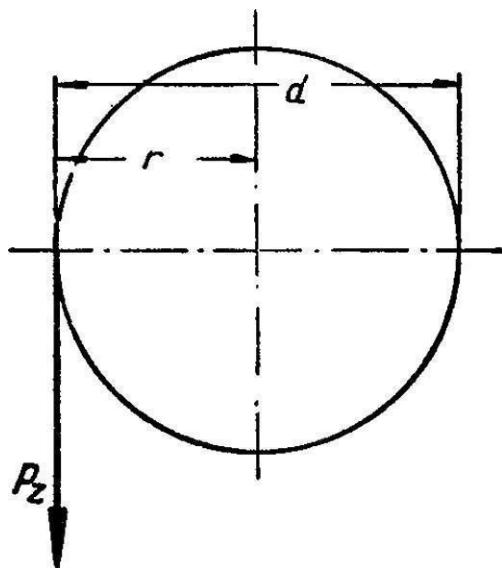


Рисунок 1.1 - Усилие резания на обрабатываемой детали

Если момент силы на шпинделе станка меньше момента резания ($M_c < M_{rez}$), то следует снизить число оборотов и принять для расчета режима резания то число оборотов шпинделя станка, при котором момент силы станка равен моменту резания или больше его.

Мощность. Усилие резания и скорость резания определяют собой мощность, необходимую на резание, которая определяется по следующей формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 75 \cdot 1,36} = \frac{P_z \cdot v}{6120}, kW, \quad (1.21)$$

или

$$N = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 75} = \frac{P_z \cdot v}{4500}, \text{ л. с.,} \quad (1.22)$$

где N , P_z , v - мощность, затрачиваемая на резание, в л. с. или в kW ; усилие резания в kgc ; скорость резания в м/мин.

Зависимость машинного времени от выбранного режима резания

Одним из основных показателей работы механического цеха является коэффициент использования станка по машинному времени — коэффициент машинного времени — так как машинное время является главной составляющей нормы времени на операцию при станочных работах. Анализически это можно представить следующим образом:

где t_M

$$\eta_m = \frac{t_M}{T_{um}} \cdot \frac{T_O}{T_{um}}, \quad (1.23)$$

$$T^o = \frac{L}{n \cdot s} \text{ мин или } T^o = \frac{\pi \cdot d \cdot L}{1000 \cdot v \cdot s}, \text{ мин,} \quad (1.24)$$

- машинное время в мин.;

L - расчетная длина обрабатываемой поверхности в мм;

n - число оборотов обрабатываемой детали или режущего инструмента в минуту;

s - подача в мм/об;

d - диаметр обрабатываемой поверхности или режущего инструмента в мм;

U - скорость резания в м/мин.

Как видим из формулы, величина основного (машинного) времени находится в прямой зависимости от диаметра d и длины обрабатываемой

поверхности L и в обратной зависимости от скорости резания V и подачи s .

Диаметр и длина обрабатываемой поверхности - величины, задаваемые чертежом, т. е. постоянные. Скорость резания и подача - величины переменные; их назначает нормировщик-технолог. Чем больше скорость резания и подача, тем меньше основное (машинное) время, следовательно, тем меньше норма времени на операции и тем эффективнее в конечном счете работа механического цеха.

Следовательно, производительность при обработке той или иной детали на металорежущем станке зависит от правильного и технически обоснованного выбора величины скорости резания, подачи и глубины резания. Наибольшая производительность достигается в результате экономически целесообразного сочетания этих трех факторов.

Практика работы на металорежущих станках показала, что имеются чрезвычайно большие возможности повышения производительности труда как за счет улучшения качества материала режущего инструмента, так и его геометрии.

Применение высокопроизводительных твердых сплавов и режущего инструмента с рациональной геометрией повышает производительность станочника в 6 – 10 раз.

Уменьшение основного (машинного) времени, а следовательно, и повышение производительности в настоящее время достигается за счет:

1) применения высокопроизводительных инструментальных материалов - оснащение режущего инструмента твердыми сплавами;

2) улучшения геометрии режущего инструмента - резание металлов методом больших подач;

3) устранения вибраций, возникающих при резании, - жесткость

Устранение вибраций, возникающих при резании, производится при помощи различных конструкций виброгасителей, устанавливающихся на станке и резце, а также применением специальных конструкций проходных резцов при работе на токарных станках.

Понятия о технологическом процессе и операции. Технологический процесс, охватывающий весь процесс изготовления и восстановления детали или сборки (разборки) изделия для обеспечения наиболее рационального построения делится на части, называемые технологическими операциями.

Операцией называется законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте (непрерывно до перехода к следующей детали). В задачу проектирования технологического процесса входит установление содержания и последовательности выполнения операций. Структурными элементами операции являются технологические и вспомогательные переходы.

Технологическим переходом называется часть технологической операции, характеризуемая постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой или соединяемых при сборке.

Вспомогательным переходом называется часть технологической операции, включающая действия человека или работу оборудования, которые не приводят к изменению формы размеров и шероховатости поверхностей, но необходимы для выполнения технологического перехода.

В задачу проектирования операции входит установление содержания и последовательности выполнения вспомогательных и технологических переходов, подбор оборудования, приспособлений и инструмента, с помощью которых можно достичь цели операции, назначение режимов резания, установление технически обоснованной нормы времени и квалификации исполнителя.

Описание содержания операции выполняется в операционной карте по формам ГОСТ 3.1404—74; ГОСТ 3.1406—74; ГОСТ 3.1408—74.

Операция является основной и неделимой частью технологического процесса в организационном отношении. По операциям определяют трудоемкость процесса, потребное число производственных рабочих, материально-техническое снабжение, учет производительности труда,

контроль качества. По операциям производят расчет технически обоснованных норм времени потому, что каждая операция (механическая, сварочная, слесарная и пр.) имеет свои особенности.

Техническое нормирование труда является основной частью организации труда и призвано изучать и рационализировать трудовые процессы измерением их во времени.

Последовательность расчета технической нормы времени на токарную (сверлильную, фрезерную, шлифовальную) операцию.

1. Подготовить исходные данные (твёрдость и предел прочности материала детали; требования к точности размера, формы, расположения и шероховатости поверхности) и уяснить цель операции. Данные занести в соответствующие разделы отчета, сделать операционный эскиз.

2. Спроектировать состав операции (цель технологических и вспомогательных переходов и последовательность их выполнения).

Содержание перехода должно быть выражено в повелительном наклонении и включать в себя способ установки и крепления детали и производимую при переходе работу.

3. Подобрать оборудование, приспособления, инструмент, с помощью которых можно достичь поставленной задачи.

4. Пользуясь нормативными данными по видам обработки, назначить, а если необходимо рассчитать элементы режима резания в последовательности, установленной таблицей отчета. Данные записать в таблицу.

Глубина резания. В зависимости от общего припуска на обработку, частоты и точности обрабатываемой поверхности определяется глубина резания по формуле:

$$t = \frac{d_1 - d}{2}, \text{ мм} \quad (1.25)$$

где d_1 – диаметр детали до обработки, мм; d – диаметр детали после обтачивания, мм.

Выбор подачи. В зависимости от глубины резания, геометрии режущего инструмента, точности и чистоты обрабатываемой поверхности устанавливается по нормативам максимальная технологически допустимая подача резца за один оборот обрабатываемой детали – (S) мм / об.:

В таблицах 1.1, 1.2 приведено рекомендуемое значение подач при грубой и получистовой обтачки деталей на токарных станках.

Таблица 1.1 – Подачи при грубом продольном обтачивании проходными резцами

| Диаметр обрабатываемой детали d в мм | Глубина резания t в мм | | |
|--|--------------------------|-------------|-------------|
| | до 5 | > 5 – 8 | > 8 – 12 |
| | Подача S в мм / об | | |
| 10– 18 | до 0,25 | – | – |
| 18– 30 | 0,20 – 0,50 | – | – |
| 30– 50 | 0,40 – 0,80 | 0,30 – 0,60 | – |
| 50–80 | 0,60 – 1,20 | 0,5 – 1,00 | – |
| 80 – 100 | 1,00 – 1,60 | 0,70 – 1,30 | 0,50 – 1,00 |
| 120 – 180 | 1,40 – 2,00 | 1,10 – 1,80 | 0,80 – 1,50 |

Примечание. Большие значения подач следует брать при обработке мягких сталей при работе в центрах с отношением $\frac{d}{L} < 6$ или в патроне при $\frac{d}{L} < 2$, меньшие значения подач берутся при обработке твердой стали и чугуна.

При обтачивании закаленных сталей рекомендуется использовать следующие значения подач.

| Прочность стали σ_b , кг с/мм | Твердость по Роквеллу R_C | Среднее значение подач S , мм / об |
|---|-----------------------------|---|
| 160 | 49 | 0,10 – 0,30 |
| 180 | 54 | 0,07 – 0,20 |
| 200 | 58 | 0,05 – 0,15 |

Таблица 1.2 – Подачи при получистовом обтачивании незакаленных сталей

| Класс чистоты по ГОСТ 2789-73 | | Радиус при вершине резца r , мм | Скорость резания V , м / мм | | | | | | | |
|-------------------------------|----------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| | | | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | >130 | | |
| Обозна- чения | R_a , мкм | | Подача S , мм / об | | | | | | | |
| | | | 4 | 12,5 до 6,3 | 0,5 1,0 2,0 | 0,54-0,46 0,65-0,57 0,69-0,67 | 0,55-0,48 0,65-0,57 0,69-0,67 | 0,55-0,49 0,65-0,57 0,69-0,67 | 0,55-0,49 0,65-0,57 0,69-0,67 | |
| 5 | 6,3 до 3,2 | 0,5 1,0 2,0 | 0,29-0,23 0,4-0,31 0,52-0,44 | 0,31-0,26 0,45-0,35 0,53-0,47 | 0,34-0,29 0,46-0,38 0,54-0,48 | 0,36-0,32 0,46-0,4 0,54-0,48 | 0,39-0,34 0,46-0,41 0,54-0,48 | 0,41-0,37 0,46-0,42 0,54-0,48 | | |
| 6 | 3,2 до 1,6 | 0,5 1,0 2,0 | 0,15-0,11 0,21-0,16 0,28-0,21 | 0,16-0,13 0,22-0,17 0,3-0,23 | 0,18-0,14 0,24-0,19 0,32-0,25 | 0,2-0,16 0,25-0,21 0,35-0,28 | 0,22-0,18 0,33-0,24 0,38-0,32 | 0,25-0,21 0,34-0,25 0,39-0,35 | | |

Примечание. Значения подач, приведенные в таблице, предусматривают обработку стали с пределом прочности $\sigma_b = 70 \div 90$ кг / мм .

При обработке стали с другими значениями σ_b табличные значения подач следует умножать на поправочный коэффициент K .

| | | | | |
|------------------------------|-------|-----------|-----------|------------|
| σ_b , 2 кг / мм | До 50 | > 50 – 70 | > 70 – 90 | > 90 – 100 |
| K | 0,7 | 0,75 | 1,0 | 1,25 |

Определение скорости резания. После того как установлена глубина резания и подача в зависимости от принятой стойкости режущего инструмента, определяем скорость резания по формуле

$$V = C_V \cdot K, \text{ м /мин}, \quad (1.26)$$

$$t^v \cdot s_v$$

где C_V – коэффициент, зависящий от условий работы и группы металла с определенной характеристикой его механических свойств;

t – глубина резания в мм;

s – подача на один оборот обрабатываемой детали в мм;

K – коэффициент, характеризующий конкретные условия работы, который в зависимости от основных факторов, влияющих на изменения скорости резания, может быть выражен следующим образом:

$$K = K_T \cdot K_M \cdot K_u \cdot K_\phi, \quad (1.27)$$

где K_T – коэффициент, зависящий от стойки резца;

K_M

– коэффициент, зависящий от механических свойств обрабатываемого материала;

K_u – коэффициент, зависящий от материала режущей части инструмента;

K_ϕ – коэффициент, зависящий от главного угла в плане резца.

Значение коэффициента C_V и показателей степени x_V и y_V при глубине резания x_V и подаче y_V приводятся в таблице 1.3

Таблица 1.3 – Значения коэффициента C_V и показателей степени x_V и y_V

| Материал резца и его марка | Обрабатываемый металл и его механические свойства | Характер обработки | x_V | y_V |
|----------------------------|---|-----------------------------------|-------|-------|
| Твердый сплав Т 15 К 6 | Сталь углеродистая, стальное литье $\sigma_b = 75$ кг / мм | Получистовая $S \leq 0,3$, мм | 170 | 0,18 |
| | | Грубая $S > 0,3$, мм | 141 | 0,18 |
| Твердый сплав В К 8 | Чугун серый $HB = 190$ | Получистовая $S \leq 0,4$, мм | 77 | 0,13 |
| | | Грубая $S > 0,4$, мм | 68 | 0,20 |

Примечание. Значение коэффициентов и показателей степеней в приведенной таблице дано при обработке углеродистой стали, стального литья и серого чугуна резцами из твердых сплавов без охлаждения

В таблице 1.4 приводятся поправочные коэффициенты на скорость резания в зависимости от стойкости резца, обрабатываемого материала, материала режущей части инструмента и главного угла резца в плане.

Таблица 1.4 – Поправочные коэффициенты на скорость резания

| <i>I. В зависимости от стойкости резца Т</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|----------|--|-------|-------|--|--|------|------|------|--|--|--|--|--|--|
| Обрабатываемый материал | Стойкость резца Т, мин. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 20 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 120 | 150 | 180 | 240 | | | | | | | |
| | Поправочные коэффициенты на скорость резания | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Незакаленная сталь, чугун | 1,33 | 1,24 | 1,15 | 1,08 | 1,04 | 1,00 | 0,94 | 0,91 | 0,87 | 0,82 | 0,76 | | | | | | |
| <i>II. В зависимости от обрабатываемого материала</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Наименование обрабатываемого материала | Механические свойства | | | | | | | Поправочные коэффициенты на скорость резания | | | | | | | | | |
| Углеродистые, легированные стали и стальное литье | 116 – 146 146 – 174 174 – 203 203 – 230 230 – 260 260 – 288 288 – 317 | | | 40 – 50 > 50 – 60 > 60 – 70 > 70 – 80 > 80 – 90 > 90 – 100 > 100 – 110 | | | 2,15 1,60 1,25 1,00 0,84 0,73 0,62 | | | | | | | | | | |
| Серый чугун и медные сплавы | 140 – 160 > 160 – 180 > 180 – 200 > 200 – 220 > 220 – 240 > 240 – 260 | | | - | | | 1,50 1,20 1,00 0,85 0,72 0,63 | | | | | | | | | | |
| Алюминий и силумин | - | | | 7 – 16 17 – 28 | | | 6,00 5,00 | | | | | | | | | | |
| Дуралюмин | - | | | < 35 > 35 | | | 5,00 4,00 | | | | | | | | | | |
| <i>III. В зависимости от марки твердого сплава</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Марка твердого сплава | T 5 K 10 | T 15 K 6 | T 30 K 4 | V K 8 | V K 6 | V K 3 | | | | | | | | | | | |
| Поправочный коэффициент на скорость резания | 0,65 | 1,0 | 1,5 | 1,0 | 1,2 | 1,5 | | | | | | | | | | | |
| <i>VI. В зависимости от главного угла в плане резца φ</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Обрабатываемый материал | Главный угол резца в плане φ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 45 | 60 | 70 | 80 | | | | | | | | | | |
| | Поправочный коэффициент на скорость резания | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Углеродистые, легированные стали и стальное литье | 1,55 | 1,30 | 1,13 | 1,00 | 0,92 | 0,86 | 0,81 | | | | | | | | | | |
| Серый чугун и медные сплавы | – | – | 1,20 | 1,00 | 0,88 | 0,83 | 0,73 | | | | | | | | | | |

Определение усилия резания. Усилие резания определяется по формуле:

$$P = C_z \cdot t^x p \cdot S^y p \cdot K, \text{ кг}, \quad (1.28)$$

где C_p – коэффициент, зависящий от условий работы и группы металла с определенной характеристикой его механических свойств;

t – глубина резания в мм;

K – коэффициент, характеризующий конкретные условия работы, которые в зависимости от основных факторов, влияющих на изменение усилия резания, может быть выражены следующим образом: $K = K_M \cdot K_\varphi$;

K_M – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_φ – коэффициент, зависящий от главного угла в плане резца.

Значение коэффициента C_p и показателей степени при глубине резания x_p и подаче y_p приводятся в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Значение коэффициента C_p и показателей степени

x_p и y_p

| Тип резца | Материал режущей части | Обрабатываемый материал | | | | | |
|------------------|------------------------|---------------------------------|------|-------------|-------------|------|------|
| | | Сталь и стальное литье | | Чугун серый | | | |
| | | Механические свойства | | | | | |
| | | $\sigma_b = 75 \text{ кг / мм}$ | | | $H_B = 190$ | | |
| | | p | p | p | p | p | p |
| Проходные сплавы | Твердые сплавы | 190 | 1,00 | 0,75 | 92 | 1,00 | 0,75 |

В таблице 1.6 приводятся поправочные коэффициенты на усилие резания в зависимости от обрабатываемого материала и главного угла резца в плане.

Таблица 1.6 – Поправочные коэффициенты на усилие резания

| <i>I. В зависимости от состояния и группы материала</i> | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------|-----------|---------|--------------------------------------|---------|-----------|------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Состояние и группа материала | | | | | Значение коэффициента | | $c_{p,z}$ | | | | | | | |
| Холоднотянутые стали..... | | | | | — | | 0,80 | | | | | | | |
| Горячекатаные, отожженные нормализованные и термообработанные стали..... | | | | | — | | 1,00 | | | | | | | |
| Алюминий и силумин..... | | | | | — | | 0,20 | | | | | | | |
| Дуралюминий..... | | | | | $\sigma_b = \frac{25}{2}$ кг / мм | | 0,30 | | | | | | | |
| | | | | | $\sigma_b = \frac{35}{2}$ кг / мм | | 0,40 | | | | | | | |
| | | | | | $\sigma_b = \frac{35}{2}$ кг / мм | | 0,50 | | | | | | | |
| <i>Поправочные коэффициенты для алюминиевых и магниевых сплавов отнесены к горячекатаной стали $\sigma_b = 70 \div 80$ кг / мм.</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>II. В зависимости от механических свойств обрабатываемого материала</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| Сталь и стальное литье | | | | | | | | | | | | | | |
| Прочность стали σ_b , кг / мм | 30 – 40 | 40 – 50 | 50 – 60 | 60 – 70 | 70 – 80 | 80 – 90 | 90 – 100 | 100 – 110 110 – 120 | | | | | | |
| Поправочный коэффициент | 0,69 | 0,76 | 0,82 | 0,88 | 1,00 | 1,1 | 1,18 | 1,28 1,36 | | | | | | |
| Серый чугун и медные сплавы | | | | | | | | | | | | | | |
| Твердость H_B | 80 – 100 | | 100 – 120 | | 120 – 140 | | 140 – 160 | | | | | | | |
| Поправочный коэффициент | 0,67 | | 0,74 | | 0,81 | | 0,88 | | | | | | | |
| Твердость H_B | 180 – 200 | | 200 – 220 | | 220 – 240 | | 240 – 260 | | | | | | | |
| Поправочный коэффициент | 1,00 | | 1,06 | | 1,12 | | 1,17 | | | | | | | |
| <i>III. В зависимости от главного угла в плане φ</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| Обрабатываемый материал | Главный угол в плане φ в град. | | | | | | | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 45 | 60 | 70 | 90 | | | | | | | |
| Поправочный коэффициент на усилие резания K_φ | | | | | | | | | | | | | | |
| Сталь, стальное литье, алюминиевые и магниевые сплавы | 1,32 | 1,16 | 1,08 | 1,0 | 0,98 | 1,09 | 1,08 | | | | | | | |
| Чугун и медные сплавы | — | — | 1,05 | 1,0 | 0,96 | 0,94 | 0,92 | | | | | | | |

Определение мощности. Мощность, необходимая на резание, определяется по формуле:

$$N = \frac{P}{\frac{z \cdot v}{4500}} \text{ л. с. или } N = \frac{P_z \cdot v}{6120} \text{ кВт.} \quad (1.29)$$

Основное (машинное) время. При равномерном и прямолинейном перемещении (в данном случае режущей грани резца) времени t_M равно пройденному пути l , деленному на скорость перемещения в единицу времени $n \cdot s$. В соответствии с этим основное (машинное) время при внешней обточке цилиндрических и конических поверхностей проходными резцами на токарных станках определяется по формуле:

$$T = \frac{l + y}{n \cdot s}, \text{ мин,} \quad (1.30)$$

где l – длина обрабатываемой поверхности в мм; y

– длина врезания резца в мм;

n – число оборотов детали в минуту;

s – подача на один оборот детали в мм.

Подставив вместо n его значение из формулы окружности скорости

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}, \text{ м/мин} \quad (1.31)$$

или

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}, \text{ об/мин.} \quad (1.32)$$

Получим формулу для определения основного (машинного) времени через скорость резания

$$t_M = \frac{\pi \cdot d \cdot (l + y)}{1000 \cdot v \cdot s}, \text{ мин,} \quad (1.33)$$

где d – диаметр обрабатываемой поверхности в мм (до обточки);

v – скорость резания в м / мин.

Величина врезания для проходных резцов определяется следующим образом:

$$\frac{t}{y} = \operatorname{tg}\varphi, \text{ откуда } y = \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi}, \quad (1.34)$$

где t – глубина резания в мм;

φ – главный угол резца в плане.

К величине резания y необходимо прибавлять 2 – 3 мм перебег резца (выход резца с обрабатываемой поверхности – при обтачивании на проход).

Рассчитать основное (машинное) время T_O , мин, и просуммировать его по переходам на операцию.

По таблицам нормативов, приведенных в книгах [1, 2], найти вспомогательное время T_θ , мин:

$$T = T_{\theta} + T_{\theta.y} + T_{\theta.n}, \quad (1.35)$$

где $T_{\theta.y}$, $T_{\theta.n}$, $T_{\theta.u}$ – вспомогательное время, связанное с установкой детали переходом и измерением детали, мин.

Вспомогательное время просуммировать на, операцию.

Рассчитать дополнительное время на операцию T_{∂} , мин:

$$T = T_{\partial} \frac{X}{100}, \quad (1.36)$$

$$\partial_{op} 100$$

где T_{op} – оперативное время, мин;

X – норма дополнительного времени по нормативу, % [1, 2].

Оперативное время определяется по формуле:

$$T_{op} = T_O + T_\theta.$$

Рассчитать штучное время $t_{шт}$, мин:

$$T_{шт} = T_{он} + T_{\partial}. \quad (1.37)$$

По таблицам нормативов [1, 2] найти подготовительно-заключительное время $T_{н.з.}$, мин.

Рассчитать норму времени на операцию $T_{шт.к.}$, мин:

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{n_{\partial}}{n_{шт}}, \quad (1.38)$$

где n_{∂} – число деталей в партии, шт.

Полученные данные записать в таблицу отчета.

Пример. Рассчитать технически обоснованную норму времени на токарную операцию нарезания резьбы на шейке поворотного кулака автомобиля ГАЗ-24.

Деталь № 24-3001012, материал сталь 35Х (ГОСТ 4543-71), твердость НВ 269-321, предел прочности $\sigma_B = 70 \text{ кгс/мм}^2$, резьба М24×1,5-4 h . Шейка наплавлена до $d = 28$ мм, масса 4 кг, партия – 100 шт.

Решение

1 Состав операции

Установить поворотный кулак в центры станка, присоединить поводок (снять кулак).

1 Проточить наплавленную шейку под резьбу, $\varnothing 24-0,18$ мм на длине $l = 20$ мм.

2 Проточить канавку шириной $f = 3$ мм на глубину $l_1 = 2$ мм.

3 Снять фаску $2 \times 45^\circ$ на конце шейки.

4 Нарезать резьбу М24×1,5-4 h .

2 Оборудование и инструмент

Станок токарно-винторезный 16к20, поводковая планшайба, передний и задний центры.

Резцы: проходной с пластинкой твердого сплава Т 5 К 10 с углом $\varphi = 45^\circ$, канавочный резец с пластинкой твердого сплава, резьбовой резец Р-18. Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 (ГОСТ 166-80), шаблон резьбовой.

3 Режим резания (на переход 1)

1 Припуск на обработку $a = 2$ мм на сторону удаляем за один проход ($i = 1$). Глубина резания

$$t = \frac{d}{2} - \frac{d}{2} = \frac{28}{2} - \frac{24}{2} = 2 \text{ мм.}$$

2 Подача (S):

при обработке сталей $\sigma_{\epsilon} = 700 \text{ Н/мм}^2$, с t до 3 мм и $R_z = 40 \text{ мкм}$, подача по нормативам $S_T = 0,6 \text{ мм/об.}$

Примечание. При черновом точении требуется проверка подачи по лимитирующим факторам: прочности державки резца и пластиинки твердого сплава, жесткости заготовки и осевой силе резания.

3 Корректируем подачу по паспортным данным станка,
 $S_\phi = 0,6 \text{ мм / об.}$

4 Назначаем период стойкости резца Т-50 мин

, 5 Определяем скорость резания

$$V_p = V_{рабл.} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

где $V_{рабл.}$ – скорость резания по нормативу, м / мин;

K_1, K_2, K_3 – коэффициенты, зависящие соответственно от обрабатываемого материала, стойкости марки твердого сплава, вида обработки;

$$V_{рабл.} = 110 \text{ м / мин}; K_1 = 0,6; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0 [3, \text{ карта Т-4}];$$

$$V_p = 110 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 66 \text{ м / мин.}$$

6 Определяем частоту вращения шпинделя
 $\underline{\underline{\cdot 66}}$

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot d} = \frac{1000}{3,14 \cdot 28} = 750 \text{ об / мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспортным данным станка, $n_\phi = 765$ об / мин.

7 Рассчитываем фактическую скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n_\phi}{1000} = \frac{3,14 \cdot 28 \cdot 765}{1000} = 67,2 \text{ м / мин.}$$

8 Находим силу резания

$$P = P_z \cdot K_1 \cdot K_2,$$

z $z_{\text{табл.}}$ 12

где $P_{\text{табл.}}$ – сила резания по нормативу, Н;

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 – от скорости резания и геометрии резца.

$$\frac{P}{P_z} = 2700 \text{ Н; } K_1 = 0,95; K_2 = 1,0 \text{ [3, карта Т-5];}$$

$$= 2700 \cdot 0,95 \cdot 1,0 = 2620 \text{ Н.}$$

9 Определяем мощность, затрачиваемую на резание,

$$N_p = \frac{P_z \cdot V_\phi}{kWt} = \frac{262 \cdot 67,2}{6120 \cdot 6120} = 2,86$$

Реализация назначенного режима возможна, так как $N_p > N_\vartheta$

($2,86 < 5,85$), где N_ϑ – мощность на шпинделе станка, кВт.

$$N_\vartheta = N \cdot \eta = 7,8 \cdot 0,75 = 5,85 \text{ кВт;}$$

4 Нормы времени

а) основное (машинное) время

$$\underline{\underline{L}}$$

$T_o = n \cdot S \cdot i$, где L – длина рабочего хода, мм;

$$L = l + l_1 + l_2, \text{ где } l \quad - \text{ длина обрабатываемой поверхности, мм} \\ (l = 20 \text{ мм}); l_1 \quad - \text{ величина врезания резца, мм} (l_1 = 2 \text{ мм [3, стр. 300]}); \\ l_2 \quad - \text{ длина подвода и перебега резца, мм} (l_2 = 2 \text{ мм [3, с. 300]}); \\ L = 20 + 2 + 2 = 24 \text{ мм}; T_O = \frac{24}{765 \cdot 0,6} = 0,05 \text{ мин.}$$

б) вспомогательное время

на установку детали $T_B . y = 0,32$ мин [2, табл. 47];

на переход $T_B . n = 0,26$ мин [2, табл. 48, 49];

на измерение $T_B . u = 0,10$ мин [2, табл. 53];

$$T_B = 0,32 + 0,26 + 0,10 = 0,68 \text{ мин.}$$

5 Режимы резания нормы времени по переходам 2 и 3 получают аналогично, они приводятся в таблицу 6 отчета.

6 Режим резания и нормы времени на переход 4.

Припуск на сторону равен высоте профиля резьбы $H = 0,65 \cdot S$, где S – шаг резьбы, $H = 0,65 \cdot 1,5 = 0,97$ мин.

Для резьбы до $\varnothing 52$ мм и шага 2 мм рекомендуется 6 – 10 проходов при глубине резания около 0,12 мм.

$$\text{Число проходов } i = \frac{H}{h} = \frac{0,97}{0,12} = 8,05.$$

Принимаем 8 проходов (4 черновых и 4 чистовых).

Скорость резания: для черновых проходов $V_{\text{черн.}} = 36 \text{ м / мин}$; для чистовых $V_{\text{чист.}} = 64 \text{ м / мин}$.

Частота вращения шпинделья:

$$n = \frac{1000 \cdot 36}{3,14 \cdot 24} = 478 \text{ об / мин. Принято } n = 480 \text{ об / мин.};$$

$$n = \frac{\underline{1000} \cdot \underline{64}}{\underline{3,14} \cdot \underline{24}} = 850 \text{ об / мин.} \text{ Принято } n = 765 \text{ об / мин.}$$

32

ϕ

Основное (машинное) время

$$T_o = \frac{2 \cdot (l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S}, \text{ где } l - \text{длина резьбы, мм} \quad (l = 17 \text{ мм});$$

$$l_1 = (2 \div 3) \cdot S; l_1 = 3 \text{ мм}; f = 3 \text{ мм.}$$

$$T_o = \frac{2 \cdot (17 + 3 + 3)}{765 \cdot 1,5} \cdot 4 = 0,29 \text{ мин.};$$

$$T_{o. \text{чист.}} = \frac{2 \cdot (17 + 3 + 3)}{765 \cdot 1,5} \cdot 4 = 0,09 \text{ мин.};$$

$$T_{o. \text{общ.}} = 0,38 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$\text{на переход } T_{\delta} \cdot n = 0,61;$$

$$\text{на изменение } T_{\delta} \cdot u = 0,10 \text{ [2, табл. 53].}$$

7 Нормы времени на операцию

Основное (машинное) время четырех переходов

$$T_O = 0,05 + 0,033 + 0,009 + 0,38 = 0,47 \text{ мин.}$$

вспомогательное время на установку и снятие, переходы и измерения

$$T_{\delta} = 0,32 + 0,26 + 0,10 + 0,46 + 0,10 + 0,46 + 0,10 + 0,61 + 0,10 = 2,51 \text{ мин.}$$

дополнительное время (на обслуживание рабочего места и отдых рабочего)

X

$$T_{\delta} = (T_O + T_{\delta}) \cdot \overline{100}^X, \text{ где } X - \text{процент дополнительного времени по нормативу; } X = 7,5\%;$$

7,5

$$T_{\delta} = (0,47 + 2,51) \cdot \overline{100}^{7,5} = 0,22 \text{ мин.};$$

штучное время

$$T_{шт} = T_O + T_{\delta} + T_{\delta} = 0,47 + 2,51 + 0,22 = 3,20 \text{ мин.};$$

подготовительно-заключительное время $t_{n.z.} = 21$ мин [2, табл. 51];
нормируемое время

$$T_{n.z.} = T_u + \frac{n}{\text{шт.}; \delta} 21$$

$$T_H = 3,20 + \frac{100}{21} = 3,41 \text{ мин.}$$

Техническое нормирование сверлильной, фрезерной, шлифовальной операций производится так же, как и токарной операции, но с учетом особенностей конструкций инструмента (сверло, фреза, шлифовальный круг) и станков.

Рекомендации по определению вспомогательного времени

В учебном пособии нормативы времени предназначаются для технического нормирования станочных работ в мелкосерийном производстве.

В нормативах предусмотрены следующие организационно-технические условия, характеризующие мелкосерийное производство:

1. Предприятие в течение длительного времени выпускает изделия небольшими сериями ограниченной и устойчивой номенклатуры.
2. Предприятие имеет высокий уровень специализации производства, большой удельный вес специализированного оборудования, специального инструмента и приспособлений, предназначенных для выполнения определенной операции при обработке однотипных деталей узкой номенклатуры.
3. На станках выполняются однородные операции и к каждому станку прикреплено ограниченное количество однотипных деталей.
4. Обработка деталей на станках производится, как правило, инструментами, установленными на размер без пробных стружек.

5. Обработка на станках выполняется на основании операционных карт технологических процессов, подробно разработанных по операциям и переходам с указанием режимов работы оборудования, времени выполнения каждого перехода и нормы штучного времени на операцию.

6. Наряды на работу, технологическая документация, заготовки, предусмотренные технологией, инструменты и приспособления доставляются к рабочему месту вспомогательным персоналом.

7. Инструмент затачивается в централизованном порядке.

8. Станки, обрабатывающие тяжелые детали, оборудованы подъемно-транспортными средствами.

9. Рабочее место обеспечено необходимым комплектом приспособлений, способствующих сокращению вспомогательного времени и перекрытиям времени ручной работы временем машинной работы станка (наличие комплекта двух оправок, двух хомутиков, поворотных столов, быстродействующих пневматических устройств, многоместных приспособлений и приспособлений, применяемых на участках групповой обработки деталей, и др.); на расстоянии до 1м от станка устанавливаются тумбочки, стойки или стеллажи для складывания деталей и тумбочки для чертежей и инструмента; для крупных деталей устанавливаются стеллажи или ролланги на расстоянии 1-3 м от станка.

Пособие содержит нормативные материалы для расчета технически обоснованных норм времени на работы, выполняемые на оборудовании, применяемом в серийном производстве.

При нормировании станочных работ по настоящим нормативам определяется вспомогательное время, время на обслуживание рабочего места, подготовительно-заключительное время и время перерывов на отдых и личные надобности рабочего.

Нормативы времени по каждому типу оборудования разработаны на комплексы приемов, составленные по технологическим признакам и видам работ, встречающимся при обработке деталей.

В зависимости от вида применяемого оборудования и характера выполняемой на нем работы в нормативах предусмотрены разная степень укрупнения норм и два метода определения вспомогательного времени на операцию:

I. При расчете нормы штучного времени для работ, выполняемых на универсальном оборудовании, предназначаемом для много- переходных работ, определение вспомогательного времени на операцию заключается в нахождении по соответствующим таблицам и последующем суммировании времени на установку и снятие детали; времени на проход (или обработку поверхности), определяемого для каждого перехода в операции отдельно; времени на изменение режима работы оборудования, смену инструмента и перемещение частей станка; времени на контрольные измерения обработанной поверхности.

II. Для оборудования, предназначенного в основном для одноперходных операций, обработка на котором производится без изменения режимов работы оборудования и смены инструмента в пределах технологической операции, вспомогательное время дается в виде укрупненного комплекса приемов на операцию. Для станков этой группы вспомогательное время определяется по таблицам в соответствии с характером обработки без последующего суммирования отдельных слагаемых.

Исключение составляют отдельные типы станков этой группы, для которых учитывается время на дополнительные приемы, прибавляемое ко времени на операцию в случаях изменившегося содержания работы. Время на контрольные измерения детали на этих станках учитывается только в тех случаях, когда оно не перекрывается основным временем.

Приведенные нормативы времени рассчитаны для нормирования работ при обслуживании рабочим одного станка (работа на одном станке).

При нормировании многостаночных работ для расчета норм времени, кроме приведенных нормативов, необходимо дополнительно пользоваться

методикой и нормативами для нормирования при многостаночном обслуживании.

При расчете норм штучного времени необходимо учитывать условия, влияющие на изменение темпа работы и производительности труда станочника. Темп работы зависит от масштаба производства.

При существующих организационно-технических условиях производства на продолжительность обработки оказывает существенное влияние величина партии деталей, обрабатываемых непрерывно на одном рабочем месте за время работы без переналадки оборудования.

В крупносерийном производстве размеры партий деталей непостоянны и изменяются в широких пределах в зависимости от количества машин, выпускаемых предприятием.

Нормативное время в пособие рассчитано для средних размеров партии обрабатываемых деталей.

Для учета разных масштабов производства в нормативах предусмотрены поправочные коэффициенты на время обработки, применяемые при расчете вспомогательного времени на операцию в тех случаях, когда размеры партии обрабатываемых деталей на производстве отличаются от размеров, на которые рассчитаны нормативы.

При разработке технологических процессов и расчете норм штучного времени плановые органы предприятий заранее уточняют, какой средней величины партии изделий будут запускаться в производство. В соответствии с установленными средними партиями выбираются поправочные коэффициенты, и корректируется время, рассчитанное по нормативам.

При выполнении курсовой и выпускной квалификационной работы годовой объем выпуска изделий устанавливается научным руководителем.

Нормативы вспомогательного времени на установку и снятие детали

Нормативы времени на установку и снятие детали даны в таблицах по видам приспособлений в зависимости от типов станков.

Нормативами предусмотрены наиболее распространенные типовые способы установки и закрепления деталей в универсальных и специальных зажимных приспособлениях. В качестве главного фактора продолжительности принят вес детали. Кроме этого фактора учтены: способ крепления детали и тип приспособления; наличие и характер выверки; характер установочной поверхности; количество одновременно устанавливаемых деталей и др.

Нормативное время на установку и снятие детали предусматривает выполнение следующей работы: установить и закрепить деталь, включить и выключить станок, открепить и снять деталь, очистить приспособление от стружки.

Время на приемы «включить и выключить станок» дано вместе с установкой и снятием детали в целях укрупнения нормативов.

В отдельных случаях на сверлильных станках, при работе на столе без закрепления детали или при установке в передвижных кондукторах, когда представляется возможным производить установку и снятие детали на станке без выключения вращения шпинделя и при условии соблюдения правил техники безопасности, нормативное время должно уменьшаться в соответствии с указаниями, приведенными в таблицах нормативов.

При работе в специальных приспособлениях вспомогательное время на установку и снятие детали определяется как сумма времени на установку и снятие детали в одноместном или многоместном приспособлении; на закрепление детали с учетом количества зажимов; на очистку приспособления от стружки.

Нормативами предусматривается установка и снятие детали весом до 20 кг вручную и выше 20 кг с помощью подъемных механизмов.

Установка вручную деталей весом выше 20 кг дана в нормативах для использования в отдельных случаях при обработке на участках, где отсутствуют подъемно-транспортные средства. Не допускается установка вручную деталей весом выше 20кг мужчинами, не достигшими 18 лет, и женщинами.

Нормативы вспомогательного времени, связанного с переходом или обрабатываемой поверхностью

Нормативы вспомогательного времени, связанного с переходом или обрабатываемой поверхностью, даны по типам станков в виде укрупненных комплексов приемов, составленных по технологическим признакам и видам работ, встречающихся в мелкосерийном производстве.

Таблицы нормативов этого раздела содержат:

- а) время, связанное с проходом (или обрабатываемой поверхностью);
- б) время на приемы, связанные с переходом, не вошедшие в комплекс времени на проход (или поверхность);
- в) время на выводы сверла для удаления стружки при работе сверлами;
- г) время на совмещение оси шпинделя с осью обрабатываемого отверстия (для расточных станков);
- д) время на снятие детали для измерения в процессе обработки (для плоскошлифовальных станков).

Комплекс приемов вспомогательного времени, связанного с переходом или проходом (или обрабатываемой поверхностью), предусматривает выполнение следующей работы:

- а) подвод инструмента (резца, сверла, фрезы и др.) к детали;
- б) включение и выключение подачи;
- в) пробные измерения детали, производимые в процессе обработки поверхности;
- г) отвод инструмента в исходное положение.

При этом учитываются факторы, влияющие на продолжительность: размер станка; размер обрабатываемой поверхности; точность обработки; способ измерения.

Пробные измерения размеров детали в процессе обработки, в комплексе времени на проход (или обрабатываемую поверхность), предусматриваются только для шлифовальных работ и на многопереходных операциях на карусельных и продольно-фрезерных станках.

На других видах станочных работ достижение необходимых размеров при наличии соответствующей специализации обеспечивается без измерений в процессе обработки инструментом, установленным на размер, или при выдерживании размеров по лимбу с последующими контрольными измерениями обработанной поверхности.

В целях большего укрупнения нормативов, сокращения объема нормативных материалов и облегчения пользования ими при нормировании, в картах нормативов времени нет данных, учитывающих разные длины обрабатываемой поверхности. В нормативах времени на проход для этого принято время на одну длину обрабатываемой поверхности.

В дополнительных приемах дано время на перемещение частей станка для любой другой длины, учитываемое в тех случаях, когда длина обрабатываемой поверхности превышает расчетную, принятую в комплексе нормативного времени на проход.

Время на перемещение частей станка дано без разделения на перемещение ручное и перемещение с механической ускоренной подачей. Согласно результатам хронометражных наблюдений и исследований было установлено, что скорости перемещения частей станков при работе с ускоренной механической и ручной подачей на универсальном оборудовании в большинстве случаев являются одинаковыми или незначительно отличаются и разделение их в отдельные таблицы нецелесообразно.

При расчете нормативов времени, связанного с проходом, для работ с пробными измерениями количество пробных измерений установлено

переменным в зависимости от точности обработки и размера обрабатываемой поверхности.

По материалам наблюдений и результатам анализа затрат времени на работах, производимых с пробными измерениями, было установлено, что количество таких измерений, производимых во время обработки поверхности, является величиной переменной и, кроме точности обработки, зависит также от размеров обрабатываемой поверхности, изменяясь в сторону увеличения при увеличении размеров обработки.

Нормативы вспомогательного времени, связанного с операцией

Для оборудования, рассчитанного на выполнение однопроходных (или одноперходных) работ с постоянными режимами резания в одной операции (станки многорезцовые, зубообрабатывающие, резьбообрабатывающие, протяжные и т.п.), вспомогательное время дано в виде укрупненного комплекса приемов работы на операцию, включая время на установку и снятие детали.

Вспомогательное время, связанное с операцией, дано в зависимости от конструкции зажимного приспособления, веса детали, способа выполнения операции и других факторов.

Нормативы вспомогательного времени на операцию разработаны с учетом имеющегося в промышленности оборудования, которое охватывает станки с полуавтоматическим циклом и станки с ручным управлением.

Для станков с полуавтоматическим циклом (полуавтоматов) в состав времени на операцию в картах нормативов включено время на обработку и снятие детали, и время на пуск станка. Время на подводы и установку инструмента на размер обработки, на включение и выключение подачи, на холостые ходы для этих станков определяется по паспортным данным станка и включается в норму штучного времени как отдельное слагаемое.

При расчете нормы штучного времени на работы, выполняемые на многошпиндельных токарных полуавтоматах, вспомогательное время на

переход устанавливается по паспортным данным станка при определении времени цикла. В состав времени цикла включается время на подводы инструмента на размер обработки, на холостые ходы и время на переключение шпинделя на следующую позицию.

Время на установку и снятие детали в норме штучного времени на этих станках не учитывается. Это время является перекрываемым временем цикла работы станка.

При определении нормы штучного времени для работ на агрегатных многоинструментальных сверлильных и расточных полуавтоматах в состав вспомогательного времени, связанного с операцией, включается время на установку и снятие детали, определяемое по картам нормативов в соответствии со способом установки детали на станке, и время на подводы и отводы инструмента, определяемое по паспортным данным станка.

Вспомогательное время, связанное с операцией, для станков с ручным управлением дополнительных подсчетов при определении нормы штучного времени не требует.

Время на измерения обрабатываемой поверхности, производимые в процессе обработки детали, в нормативы времени на операцию не включено. Достижение необходимых размеров обработки на станках этой группы обеспечивается конструкцией станка или режущего инструмента автоматически. Для отдельных типов станков, при работе на которых для получения необходимых размеров требуется измерение детали в процессе обработки (например, на станках резьбошлифовальных, шлицешлифовальных), в картах нормативов времени на операцию предусмотрено время на измерение в виде дополнительных приемов, которое добавляется ко времени на операцию в необходимых размерах в зависимости от точности обрабатываемой поверхности.

Нормативы вспомогательного времени на контрольные измерения обработанной поверхности

Нормативами вспомогательного времени на измерение следует пользоваться только для определения времени на контрольные измерения после окончания обработки поверхности.

Время на измерения, производимые в процессе обработки поверхности, например пробные измерения при шлифовании, включено в карты вспомогательного времени, связанного с обработкой поверхности по типам оборудования.

Время на контрольное измерение предусматривает выполнение работ, типичных для обработки на станках, включая время на взятие инструмента, установку размера измерения и время на очистку измеряемой поверхности.

Нормативами не предусмотрены отдельные, редко встречающиеся при измерениях виды работ, например, ожидание остывания детали, встречаемое на шлифовальных работах, промывка загрязненных деталей перед измерением и т.п. Время на такие работы устанавливается с учетом фактических условий обработки по местным нормативам.

При выполнении работ на шлифовальных станках с приспособлением для автоматического измерения в процессе обработки детали вспомогательное время на поверхность следует принимать по картам времени на обработки без измерения детали.

При расчете норм штучного времени время на контрольные измерения определяется с учетом необходимой периодичности таких измерений в процессе работы.

Периодичность контрольных измерений зависит от следующих основных факторов:

- а) стабильности получаемых при обработке размеров, обуславливаемой технологическим процессом, конструкцией режущего инструмента, методом выполнения работы и т.п.;
- б) допуска на обработку;

- в) точности станка;
- г) размеров обработки.

Периодичность измерений для каждого вида работ определяется с учетом перечисленных факторов по таблицам, размещенным в приложении. Следует иметь в виду, что время на контрольные измерения должно включаться в норму только в тех случаях, когда это время не может быть перекрыто основным (технологическим) временем.

Нормативы времени на обслуживание рабочего места

Время на обслуживание рабочего места дано по типам станков. Приведенное в таблицах нормативов время рассчитано на обслуживание рабочим одного станка и включает время на техническое и время на организационное обслуживание рабочего места.

Нормативами предусматривается время на выполнение следующей работы.

- 1 Техническое обслуживание рабочего места предусматривает:
 - а) смену инструмента вследствие затупления (для станков, работающих лезвийными инструментами); периодическую правку шлифовального круга и смену его вследствие износа (для шлифовальных станков);
 - б) регулировку и подналадку станка в процессе работы;
 - в) сметание и периодическую уборку стружки в процессе работы.

- 2 Организационное обслуживание рабочего места включает:
 - а) осмотр и опробование оборудования;
 - б) раскладку инструмента в начале и уборку его в конце смены;
 - в) смазку и чистку станка в течение смены;
 - г) получение инструктажа с течение смены;
 - д) уборку рабочего места в конце смены.

В зависимости от типа станка и выполняемой на нем работы, в нормативах предусматриваются два способа расчета времени на обслуживание рабочего места.

I. Для станков, работающих лезвийными инструментами, время на обслуживание рабочего места (техническое и организационное), установлено в виде постоянной величины, которая начисляется при расчете нормы штучного времени процентной надбавкой к оперативному времени.

II. Для шлифовальных станков это время разделяется на время технического обслуживания и время организационного обслуживания рабочего места и подсчитывается при расчете нормы штучного времени отдельно. Время на техническое обслуживание для этой группы станков определяется расчетным путем с учетом периода стойкости шлифовального круга, времени на его правку и основного времени обработки детали. Время на организационное обслуживание рабочего места установлено в виде постоянной величины, начисляемой процентной надбавкой к оперативному времени.

Время технического обслуживания на смену инструмента вследствие затупления и сопутствующую этому последующую регулировку и подналадку станка установлено в нормативах расчетным путем с учетом баланса оперативного времени (доля машинного времени в оперативном), определенного по хронометражным наблюдениям и фотографиям рабочего дня, и времени работы инструмента до затупления (период стойкости), принятого по материалам нормативов режимов резания.

На станках, работающих лезвийными инструментами, это время занимает небольшой удельный вес, мало влияет на точность нормы штучного времени и установлено в виде укрупненного комплекса времени в процентах.

На шлифовальных станках время на техническое обслуживание, связанное с правкой шлифовального круга, в норме штучного времени занимает значительные размеры. В зависимости от характера выполняемой

работы в точности шлифования это время изменяется в широких пределах и поэтому должно рассчитываться отдельно на каждую операцию.

Нормативы времени на отдых и личные надобности

Время на отдых и личные надобности в таблицах дано в процентах от оперативного времени. Это время устанавливается дифференцированно в зависимости от занятости рабочего и интенсивности труда. Для работ с механической подачей предусмотрено время на личные надобности и физкультпаузы, а для работ с ручной подачей учитывается дополнительно время перерывов на отдых, устанавливаемое для каждой операции в зависимости от интенсивности труда.

Нормативы подготовительно-заключительного времени на обработку партии заготовок

Нормативами подготовительно-заключительного времени предусматривается выполнение следующей работы:

- а) получение на рабочем месте наряда, технической документации и необходимого инструктажа;
- б) ознакомление с работой и чертежом;
- в) подготовка рабочего места, наладка оборудования, инструмента и приспособлений;
- г) пробная обработка детали на станках, работающих при выполнении однопроходных операций инструментом, установленным на размер;
- д) снятие инструмента и приспособлений после окончания обработки партии деталей.

Подготовительно-заключительное время определяется как сумма:

- а) времени на наладку станка, зависящего от способа установки детали и количества инструментов, участвующих в операции;
- б) времени, затрачиваемого в случаях работы с каким-либо дополнительным, нерегулярно встречающимся в работе приспособлением

или устройством, предусмотренным технологическим процессом на операцию;

в) времени на пробную обработку детали.

В учебном пособии приведены расчетные величины, наиболее часто встречающиеся и применяемые в техническом нормировании при расчете норм штучного времени: величины врезания и перебега инструмента, дополнительные длины на взятие пробных стружек и др.

ЗАДАНИЯ

Рассчитать норму времени на:

токарную обработку:

отверстия под передний подшипник корпуса водяного насоса, наплавленного шлицевого конца полуоси, изношенной резьбы ведущего вала коробки передач, отверстия под подшипник ступицы заднего колеса.

сверлильную обработку:

отверстия под втулку коромысла клапана, резьбового отверстия в картере сцепления крепления коробки передач; заваренных резьбовых отверстий полуоси, отверстий под толкатели в блоке цилиндров;

фрезерную обработку:

привалочных плоскостей картера сцепления, стыковых поверхностей нижней головки шатуна, привалочной поверхности головки цилиндров, шпоночного паза распределительного вала;

шлифование:

опорных шеек распределительного вала, юбки толкателя клапана, нажимного диска сцепления, посадочной поверхности гильзы цилиндра.

ВОПРОСЫ К ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ

1. Как определяются термины «Технологический процесс» и «Технологическая операция»?
2. Каков порядок проектирования операции?
3. Что называется технически обоснованной нормой времени?
4. Какова структура технически обоснованной нормы времени?
5. Как производят нормирование токарной (фрезерной, шлифовальной) операции?
6. Поясните, какое значение имеет нормирование при выполнении станочных работ?
7. Из каких элементов определяется норма штучного времени T_{ii} ?
8. Дайте определение оперативному времени.
9. Как определяется расчетная длина обработки?
10. Как следует поступить, если припуск на обработку снять за один проход невозможно?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2
ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ НАПЛАВОЧНЫХ РАБОТ
(4 часа)

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить физическую сущность процесса, оборудование и материалы; получить практические навыки по установлению оптимального режима и расчета нормы времени, при выполнении наплавочных работ.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ - изучение физической сущности и рациональной области применения процесса наплавки под флюсом, устройства оборудования; изучение и исследование влияния режима автоматической наплавки на стабильность процесса и качество наплавленного слоя; получение практических навыков при нормировании процесса наплавки детали.

Знания, приобретенные студентами в результате освоения темы:

понятия о наплавочных работах, автоматической наплавки под флюсом, расчет нормы времени наплавочных работ.

Умения, приобретенные студентами в результате освоения темы: научиться рассчитывать технологические нормы времени на автоматическую наплавку цилиндрической поверхности детали под флюсом.

Формируемые компетенции: ПК-7 Способен к освоению технологий и форм организации диагностики, технического обслуживания и ремонта транспортных и технологических машин и оборудования;

ПК-10 - Владеет умением изучать и способен анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы по совершенствованию технологических процессов эксплуатации, ремонта и сервисного обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин различного назначения, их агрегатов, систем и элементов;

ПК-20 - Способен использовать технологии текущего ремонта и технического обслуживания с использованием новых материалов и средств диагностики.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ:

В процессе обучения будущий специалист обязан знать не только технологию наплавочных работ, но технологические операции на автоматическую наплавку цилиндрической поверхности детали под флюсом.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Принципиальная схема процесса наплавки детали под флюсом представлена на рисунке 2.1.

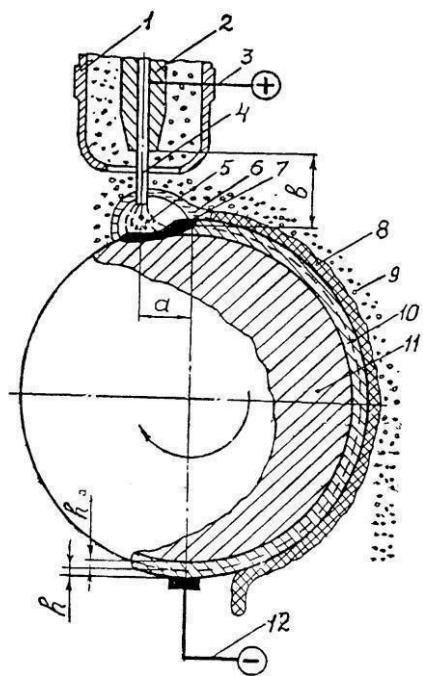


Рисунок 2.1 – Схема процесса автоматической наплавки цилиндрической детали под слоем флюса:
 1 – флюсоподводящий патрубок;
 2 – мундштук; 3, 12 – токоподводящие провода; 4 – электродная проволока;
 5 – электрическая дуга; 6 – оболочка из расплавленного флюса; 7 – ванна расплавленного металла; 8 – шлаковая корка; 9 – сварочный флюс;
 10 – наплавленный металл; 11 – наплавляемая деталь; а – смещение электрода с зенита; б – вылет электрода; h – толщина наплавленного слоя; h_0 – глубина проплавления основного металла

В зону наплавки непрерывно подается голая электродная проволока 4 и гранулированный сварочный флюс 9.

Сварочный ток подводится к электродной проволоке через мундштук 2, а к врачающейся детали 11 через специальное токоподводящее устройство. При замыкании электрода на деталь возбуждается сварочная дуга 5, которая оплавляет проволоку, металл изделия и прилегающий флюс.

На поверхности детали образуется сварочная ванна 7 жидкого металла, надежно защищаемая от вредного воздействия кислорода и азота воздуха эластичной оболочкой 6 из расплавленного флюса.

Флюсовая оболочка сохраняет тепло дуги и препятствует разбрзгиванию наплавляемого металла.

Слой флюса создает давление на расплавленный металл и обеспечивает хорошее формирование шва при высокой плотности тока, достигающей

$150\dots200 \text{ A / mm}^2$, вместо $15\dots20 \text{ A / mm}^2$ при ручной электродуговой сварке.

Выходя из зоны дуги, расплавленный металл затвердевает, а жидкий флюс превращается в шлаковую корку 8, которую непрерывно удаляют специальным зубилом. Нерасплавленный флюс после отсеивания шлаковой корки используется повторно.

Автоматическая наплавка под флюсом имеет следующие преимущества перед ручной электродуговой наплавкой:

- производительность процесса выше в четыре-шесть раз и достигает 15 кг / ч для однодуговой наплавки;

- потери электродного материала на угар и разбрзгивание в 10 раз меньше (не более 2...3 %);

- расход электроэнергии на наплавку 1 кг металла составляет 3 к Вт·ч, что в два раза ниже, чем при ручной наплавке;

- наплавленный металл получается более плотным, однородным, с низким содержанием кислорода, с ровной и гладкой поверхностью;

- горение дуги поддерживается автоматически и дуга закрыта флюсом, что значительно облегчает условия труда сварщика.

К недостаткам автоматической наплавки под флюсом следует отнести следующее: применение флюса удорожает и усложняет процесс наплавки, ограничивает диаметр наплавляемых деталей (не менее 40 мм) и не позволяет вести наплавку в любом пространственном положении. При наплавке деталей диаметром менее 40 мм происходит осыпание флюса,

деталь перегревается, а жидкий металл и шлак стекают с наплавляемой поверхности.

Толщина наплавляемого слоя за один рабочий ход составляет 2...5 мм, поэтому автоматическая наплавка под флюсом применяется для восстановления коленчатых валов, кожухов полуосей, валов коробок передач, шлицов карданных валов и полуосей.

Основными параметрами режима наплавки являются: сварочный ток и напряжение дуги, диаметр электродной проволоки и ее марка, марка и грануляция сварочного флюса, скорость наплавки, скорость подачи электродной проволоки, шаг наплавки, вылет электрода «в», смещение электрода с зенита «а» и угол наклона электрода.

Автоматическая наплавка под флюсом выполняется на постоянном токе обратной полярности («минус» на деталь, «плюс» на проволоку). На прямой полярности увеличивается склонность шва к образованию пор и раковин.

Наплавку под флюсом ведут при напряжении дуги 28...35 В и сварочном токе 150...500 А. С увеличением напряжения растет длина и подвижность дуги, увеличиваются ширина валика и расход флюса, глубина проплавления практически не изменяется.

С увеличением сварочного тока возрастает производительность процесса, увеличиваются объем жидкой ванны, высота наплавляемого валика и глубина проплавления основного металла. Ширина валика практически не изменяется. Большая глубина проплавления нежелательна, так как снижается концентрация легирующих элементов в наплавленном слое, увеличиваются деформации и возможен прожог детали. На автоматической установке сварочный ток устанавливается в зависимости от скорости подачи электродной проволоки. С увеличением скорости подачи проволоки ток возрастает и наоборот.

Электродом служит проволока диаметром 1,2...3,0 мм. Необходимый диаметр проволоки подбирают по допустимой величине тока.

Для проволоки диаметром 1,2; 1,6 и 2,0 мм оптимальная величина тока должна быть соответственно 90...200, 120...300 и 160...400 А.

Скорость наплавки (окружная скорость вращения детали) принимается в пределах от 12 до 40 м / ч.

Слишком малая скорость наплавки приводит к неравномерному растеканию ванны и плохому формированию шва. С увеличением скорости наплавки ширина валика уменьшается, возможны подрезы шва.

Скорость подачи электродной проволоки изменяется в пределах 50...350м / ч и должна соответствовать допустимой величине сварочного тока.

Шаг наплавки принимают равным 3...12 мм / об с учетом перекрытия соседних валиков на 0,3...0,5 ширины.

Вылет электрода «в» (рисунок 2.1) для проволоки диаметром до 1,8 мм устанавливается в пределах 15...20 мм. Увеличение вылета электрода приводит к наплавке извилистых валиков.

Смещение электрода с зенита «а» в сторону, противоположную вращению детали, предупреждает осыпание флюса, а также стекание расплавленного металла и шлака с детали. Обычно смещение принимают равным 5...15 мм. Чем больше диаметр детали и длина ванны жидкого металла, тем больше должна быть величина смещения электрода с зенита.

Угол наклона электрода к оси при наплавке шеек вала составляет 90° , а при наплавке галтелей $45...75^\circ$.

Марка электродной проволоки и сварочного флюса принимается в зависимости от технических условий на химический состав, твердость и износостойкость наплавляемого слоя.

Флюсы по способу изготовления делятся на плавленые, легирующие плавленые и керамические.

Плавленые флюсы (АН-348А, ОСЦ – 45 ГОСТ 9087-81 и др.) представляют собой силикаты сложного состава, получаемые сплавлением исходных компонентов и дроблением на гранулы размером 0,25...2,5 мм.

Сварочный плавленый флюс АН-348А применяется в сочетании со сварочной проволокой Св-08А ГОСТ 2246-70 для получения наплавленного слоя невысокой твердости (170...220 НВ), допускающего механическую обработку лезвийным инструментом. Шлицевые поверхности валов, изготовленных из сталей 45 или 40Х, наплавляют наплавочной проволокой Нп-30ХГСА ГОСТ 10543-82 под флюсом АН-348А с последующей механической обработкой и закалкой с нагревом ТВЧ до твердости 300...400 НВ.

Для наплавки высокотвердых и износостойких поверхностей деталей, не работающих при циклических нагрузках, используются керамические флюсы (ЖС-500, АНК-І8 и др.), содержащие до 30...50 % легирующих элементов в виде ферросплавов. Керамические флюсы изготавливают путем замешивания на водном растворе жидкого стекла тонкоразмолотых ферросплавов и минералов, гранулирования тестообразной массы, сушки и прокалки. Основными недостатками керамических флюсов являются: повышенная гигроскопичность и низкая механическая прочность зерен.

Для наплавки коленчатых валов в небольших ремонтных предприятиях без последующей термической обработки применяют легирующие плавленые флюсы, которые приготовляют непосредственно на самих предприятиях добавлением в стандартный сварочный флюс АН-348А легирующих ферросплавов, графита и других компонентов. В ремонтной практике применяется легирующий флюс НИИАТ следующего состава: сварочный флюс АН-348А – 95,5 %; феррохром Хр-6 – 2 %; графит серебристый КлТ или КлБ – 2,5 %; жидкое стекло – 0,5 л на 10 кг флюса. При наплавке данным способом пружинной проволокой второго класса ГОСТ 9389-80 твердость слоя после наплавки достигает 55...60 HRC, однако, предел

выносливости детали снижается на 20...25 % из-за возникновения в поверхностном слое микротрещин.

Лучшие результаты по долговечности коленчатых валов достигаются при наплавке проволокой Нп0-30ХГСА или пружинной проволокой второго класса под флюсом АН-348А с последующей термической обработкой по технологиям Саратовского политехнического института и НПО «Казтрансавтотехника» [2, 3]. При этом достигаются высокая твердость наплавленного слоя (52...60 HRC) и предел выносливости как у новой детали. Однако применение термообработки усложняет процесс восстановления деталей и делает его возможным только на крупных специализированных предприятиях.

ИЭС имени Е. О. Патона для наплавки чугунных коленчатых валов разработал наплавочную порошковую проволоку ПП-АН-160, обеспечивающую в сочетании с флюсом АН-28 ГОСТ 9087-81 получение наплавленного слоя с твердостью 46...50 HRC без пор и шлаковых включений.

Определение режимов наплавки

При наплавке цилиндрической поверхности рассчитывается толщина наплавляемого слоя металла, число наплавляемых слоев, выбирается рекомендуемое значение подачи (шага наплавки) и рассчитывается частота вращения детали.

При наплавке шлицевой поверхности выбирается рекомендуемое значение продольной скорости наплавки.

h , мм, определяется по формуле

Толщина наплавляемого слоя металла,

$$h = \frac{D - d}{2} , \quad (2.1)$$

где D – диаметр поверхности детали после наплавки, мм; d – диаметр поверхности детали до наплавки, мм.

Число слоев наплавляемого металла, i , определяется по формуле

$$i = h / t \quad (2.2)$$

где t – толщина наплавляемого слоя металла, за один проход (таблицы 2.1, 2.3 – 2.5).

При наплавке деталей с большим износом рекомендуется применять наплавку порошковой проволокой (таблица 2.2).

С увеличением скорости наплавки уменьшаются глубина проплавления основного металла и ширина наплавляемого валика. Толщина наплавляемого слоя зависит от частоты вращения детали, шага наплавки и диаметра электрода.

Таблица 2.1 – Режимы автоматической наплавки под флюсом

| Диаметр детали, D , мм | Диаметр электродной проводки, d_m мм | Скорость наплавки, $У_n$, м / мин | Подача S , мм/об | Толщина наплавляемого слоя на проход, t , |
|-----------------------------|---|--|-----------------------|--|
| 40 ... 50 | 1,6 | 0,24... 0,30 | 3,0... 3,5 | 0,8...2,5 |
| 60 ... 70 | 1,6 | 0,34... 0,40 | 3,5... 4,0 | |
| 80 ... 90 | 2,0 | 0,34... 040 | 4,0... 4,2 | |
| 90... 100 | 2.0 | 0,34... 0,40 | 4,0... 4,2 | |

Примечания. Для наплавки деталей из углеродистых сталей 30, 40, 45 применяют электродную проволоку Hn -30, Hn -40, Hn -50, Hn -30ХГСА. Наплавку деталей из сталей 30х, 35х, 40х и других низколегированных сталей производят проволокой Hn -ЗОХГСА или других марок.

Таблица 2.2 – Режимы наплавки порошковой проволокой

| Диаметр детали D , мм | Марка проволоки | Скорость наплавки, V_H , м / мин | Подача S , мм/об |
|----------------------------|-----------------|---------------------------------------|-----------------------|
| 50... 65 | ПП-АН 124 | 0,58... 0,67 | 4,0... 5,0 |
| | ПП-ЗХ5Г2М | 0,58... 0,67 | |
| | ПП-ЗХ13 | 0,50... 0,67 | |
| | ПП-25Х5ФМС-0 | 0,50... 0,67 | |
| | ПП-АН 106 | 0,33...0,42 | |
| 65 ... 75 | ПП-АН 121 | 0,50... 0,58 | 4,0... 5,0 |
| | ПП-ЗХ5Г2М | 0,42... 0,50 | |
| | ПП-ЗХ13-0 | 0,42...0,50 | |
| | ПП-25Х5ФМС-0 | 0,42... 0,50 | |
| | ПП-АН 106 | 0,25-0,33 | |

Таблица 2.3 – Режимы наплавки в среде углекислого газа

| Диаметр детали D , мм | Диаметр электродной проволоки $d_{ЭЛ.}$, мм | Скорость наплавки, V_H , м / мин | Подача S , мм / об | Толщина наплавочного слоя за проход, t , мм |
|-------------------------|---|---------------------------------------|-------------------------|--|
| 10...20 | 0,8... 1,0 | 0,31... 1,00 | 2,0... 3,5 | 0,3 ... 2,0 |
| 20...30 | 0,8... 1,0 | 0,50... 1,00 | | |
| 30...40 | 0,8... 1,0 | 0,67... 1,00 | | |
| 40...50 | 1,0... 1,2 | 0,67... 1,17 | | |
| 50...70 | 1,2... 1,4 | 0,84... 1,17 | | |
| 70... 90 | 1,4... 1,6 | 1,00... 1,34 | | |
| 90....100 | 1,6..2,0 | 1,00...1,50 | | |

Примечание: Для наплавки применяют электродную проволоку Св-12ГС, Св-08ГС, Св-08Г2С, Нп-30ХГСА и др.

Таблица 2.4 – Режимы вибродуговой наплавки стальных деталей

| Толщина наплавочного слоя за проход, t , мм | Диаметр электродной проволоки, $d_{ЭЛ.}$, мм | Скорость подачи электродной проволоки, V_n , м / ми | Скорость наплавки, V_H , м / ми | Подача, S , мм / об |
|--|--|--|--------------------------------------|--------------------------|
| 0,3 | 1,6 | 0,4 | 2,2 | 1,0 |
| 0,7 | 1,6 | 0,6 | 1,2 | 1,3 |
| 1,1 | 2,0 | 0,8 | 1,0 | 1,6 |
| 1,5 | 2,0 | 1,0 | 0,6 | 1,8 |
| 2,5 | 2,5 | 1,1 | 0,3 | 2,0...3,0 |

Примечание: Для наплавки применяют электропроводную проволоку Нп-65, Нп-80, Нп-30ХГСА, Св-08, Св-10Г2С, Св-15ГСТЮЦА и др.

Таблица 2.5 – Режимы вибродуговой наплавки чугунных деталей

| Диаметр электродной проволоки, $d_{эл.}$, мм | Частота вращения, n , мин ⁻¹ | Подача, S , мм / об | Толщина наплавленного слоя за проход t , мм |
|---|---|-----------------------|---|
| 1,6... 1,8 | $382 / d$ | 1,8... 2,8 | 0,6... 0,7 |
| | $318 / d$ | 2,3...2,8 | 1,5 |
| | $118 / d$ | 2,8...3,5 | 2,5...3,0 |

Примечания: d - диаметр наплавляемой детали, мм. Для наплавки применяют проволоку Св15ГСТЮЦА, наплавку поверхности детали проволокой Св08 осуществляют в два слоя.

Подача, S , мм/об, принимается по рекомендациям таблиц 2.1 – 2.5 и корректируется по паспортным данным станка – $S\phi$ (таблицы 2.6, 2.7).

Таблица 2.6 – Технические характеристики наплавочных станков

| | | |
|---|---|---|
| Параметры | 0.11 – 1 – 00 «Ремдсталь» – установка для наплавки под флюсом, в среде углекислого газа (код 386291) | УД-209 – установка для наплавки под флюсом, в среде углекислого газа (код 386291) |
| Диаметр, мм: направляемой поверхности электродной проволоки | 40...200 1,2...2,0 | 25...360 |
| Расстояние между центрами, мм | 1250 | 800 |
| Частота вращения детали, мм | 0,5...10,0 | 0,06...6,58 |
| Шаг наплавки, мм / об | - | 1,8...6,4 |
| Скорость подачи электропроводной проволоки, м / мин | - | |

Таблица 2.7 – Техническая характеристика наплавочных станков

| | | | |
|--|-------------|---|------------|
| 01.06.152 «Ремдеталь» – установка для наплавки шлицевых и гладких поверхностей под флюсом, в среде CO_2 (код 386291) | Параметры | УАНЖ-5 – автоматическая вибродуговая головка (код 386291) | Параметры |
| Диаметр наплавляемой поверхности, мм | 16...500 | Диаметр электродной проволоки, мм | 1,2...2,0 |
| Длина, при $l = 16 - 65$ мм | 300 | Скорость подачи электродной проволоки, м / мин | 0,75...1,3 |
| Длина, при $l = 65 - 220$ мм | 1600 | Шаг наплавки, мм / об | 2,3...2,8 |
| Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹ | 0,06...25,8 | | |
| Скорость продольного перемещения каретки, мм / мин | 3,6...2160 | | |

Частота вращения детали, n , мин⁻¹, определяется по формуле

$$n = 1000 \cdot V_H / n \cdot d, \quad (2.3)$$

где V_H – скорость наплавки, м / мин (таблицы 2.1 – 2.5).

Расчетное значение частоты вращения детали (n) корректируется по паспортным данным станка – $n\phi$ (таблицы 2.6, 2.7).

При наплавке шлицевой поверхности автомобильных деталей электродной проволокой диаметром 1,6...1,8 мм значение скорости продольной наплавки составляет $V_H = 240...250$ мм / мин.

Определение основного времени

Основное время, t_O , мин на переход, при наплавке цилиндрической поверхности в среде углекислого газа и под флюсом, определяется по формуле:

$$t_o = \frac{l \cdot i}{n} \cdot S_\phi \quad , \quad (2.4)$$

где l – длина наплавляемой поверхности, мм.

Основное время, t_O , мин на переход, при вибродуговой наплавке определяется по формуле:

$$t_o = \frac{0,004 \cdot l \cdot h \cdot D}{d_{\text{эл}}^2 \cdot V_p \cdot \eta} \quad , \quad (2.5)$$

где $d_{\text{эл}}$ – диаметр электродной проволоки, мм (таблица 2.4);

V_p – скорость подачи электродной проволоки, м / мин (таблица 2.4);

η – коэффициент переноса металла электродной проволоки в шов, $\eta = 0,85 \div 0,90$.

Основное время на переход при наплавке шлицевой поверхности определяется по формуле

$$l \cdot i$$

$$t_o = \frac{l \cdot i}{V_H} \quad , \quad (2.6)$$

где V_H – скорость продольной наплавки, мм / мин.

Основное время на операцию при наплавке цилиндрической поверхности, T_O , мин, равно:

$$T_O = t_{o1} + t_{o2} + \dots , \quad (2.7)$$

где t_{o1} , t_{o2} – основное время на переход, мин.

Основное время на операцию при наплавке шлицевой поверхности равно:

$$T_O = t_o \cdot Z , \quad (2.8)$$

где Z – число шлицевых впадин.

Определение вспомогательного времени

Вспомогательное время, $T_{\text{в1}}$ мин, определяется по формуле

$$T_{\text{в1}} = t_{\text{в1}} \cdot L , \quad (2.9)$$

где $t_{\text{в1}}$ – вспомогательное время, связанное с переходом на очистку и контроль 1 пог.м. наплавленного валика, мин (таблица 2.8);
 L – длина наплавленного валика, м.

Таблица 2.8 – Вспомогательное время, связанное с переходом

| Приемы работы | Время 1 пог.м валика, $t_{\text{в1}}$, мин |
|---|--|
| 1 Сбор флюса и засыпка в бункер | 0,3 |
| 2 Проверка правильности установки наплавочной головки по центру впадины щлица с прокаткой автомата в холостую | 0,2 |
| 3 Откусывание огарков проволоки при наплавки в среде углекислого газа | 0,1 |
| 4 Удаление остатка проволоки из головки автомата, подача проволоки в мундштук головки | 0,1 |
| 5 Осмотр и просмотр валика | 0,2 |
| 6 Зачистка поверхности детали от ржавчины стальной щеткой перед наплавкой | 0,3 |

Для цилиндрической поверхности:

$$L = \frac{\pi \cdot D \cdot l}{1000 \cdot S_{\phi}} . \quad (2.10)$$

Для шлицевой поверхности:

$$L = \frac{l \cdot Z}{1000} . \quad (2.11)$$

Нормативы вспомогательного времени, связанного с переходом предусматривают выполнение следующего комплекса работ:

- зачистка наплавляемой поверхности от налета ржавчины;
- сбор флюса и засыпка в бункер;
- проверка правильности установки головки автомата по центру впадины шлица с прокаткой автомата вхолостую;
- откусывание огарков проволоки, удаление остатка проволоки с головки автомата, смена бухты проволоки, подача проволоки в мундштук головки;
- зачистка шва от шлака или окисной пленки после выполнения каждого прохода;
- осмотр и промер шва.

Вспомогательное время определяется суммой только тех приемов работ, которые выполняются рабочим при данном способе наплавки.

Определение штучно-калькуляционного времени.

Штучно-калькуляционное время, $T_{шк}$, мин, при наплавке цилиндрической поверхности вычисляется по формуле:

$$T_{шк} = (T_{шк} + T_{об} + T_{у2}) \cdot \left[1 + \frac{a_{abc} + a_{отл}}{a_{отл}} \right] + \frac{T_{пп}}{\lfloor 100 \rfloor n_{пп}}, \quad (2.12)$$

где $T_{шк}$ – вспомогательное время на установку и снятие детали, мин (таблица 2.9);

$a_{abc} + a_{отл}$ – время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, процент от оперативного времени (таблица 2.10);

$T_{пп}$ – подготовительно-заключительное время, мин (таблица 2.11); $n_{пп}$ – число деталей в партии, шт.

Таблица 2.9 – Вспомогательное время на установку и снятие детали

| Способ установки | Масса детали, кг, не более | | | | | |
|---|-----------------------------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 3 | 8 | 12 | 20 | 30 |
| | Время, $T_{\theta 2}$, мин | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| В самоцентрирующем патроне: с выверкой биения мелом | 0,5 | 0,65 | 0,8 | 1,00 | 1,20 | 1,40 |
| с поджатием центром задней бабки | 0,35 | 0,43 | 0,60 | 0,75 | 0,90 | 1,10 |
| В центрах: без надевания хомутика | 0,16 | 0,20 | 0,29 | 0,34 | 0,40 | 0,47 |
| с надеванием хомутика | 0,26 | 0,32 | 0,46 | 0,55 | 0,65 | 0,80 |
| В специальных приспособлениях: на вертикальную плоскость | 0,10 | 0,12 | 0,16 | 0,20 | 0,25 | 0,29 |
| на палец или в отверстие вертикальной плоскости | 0,12 | 0,13 | 0,19 | 0,22 | 0,28 | 0,37 |
| на два пальца вертикальной плоскости | 0,14 | 0,15 | 0,23 | 0,26 | 0,35 | 0,41 |
| Закрепление и открепление детали: гайкой с помощью гаечного ключа | 0,15 | 0,18 | 0,20 | 0,23 | 0,25 | 0,28 |
| добавлять на каждый зажим сверх одного | 0,09 | 0,10 | 0,12 | 0,13 | 0,15 | 0,20 |
| гайкой и быстросъемной шайбой | 0,12 | 0,12 | 0,13 | 0,18 | 0,21 | 0,28 |

Нормативы вспомогательного времени на установку и снятие детали, $T_{\theta 1}$, мин, предусматривают выполнение следующей работы:

- установить и закрепить деталь;
- включить и выключить станок;
- открепить деталь;
- снять деталь.

При работе в специальных приспособлениях вспомогательное время определяется как сумма времени:

- на установку и снятие одной детали с закреплением одним зажимом;
- на закрепление дополнительными зажимами, по числу зажимов в приспособлении сверх одного.

Таблица 2.10 – Время на обслуживание рабочего места и личные надобности

| Вспомогательное время | Процент от оперативного времени |
|--|---------------------------------|
| на обслуживание рабочего места, на отдых и личные надобности | 13 |

Таблица 2.11 – Подготовительно-заключительное время

| Характер выполняемой работы | Время, $T_{ПЗ}$, мин |
|-----------------------------|-----------------------|
| Простая | 3 |
| Средней сложности | 4 |
| Сложная | 5 |

Примечание:

1 К простым относятся такие работы, как вырезка накладок, зачистка напильником и т. п.

2 К средней сложности относятся такие работы, как сверление отверстий, наклейка накладок и т. п.

3 К сложным относятся такие работы, как постановка металлических накладок, нанесение покрытий и т. п.

Нормативы времени на обслуживание рабочего места предусматривают выполнение следующей работы:

- подготовка автомата к работе;
- устранение мелких неполадок оборудования и смена баллонов;
- поддержание заданного режима в процессе работы;
- включение и выключение агрегата;
- включение, регулирование и выключение подачи газа и жидкости;
- регулирование вылета электродной проволоки;
- раскладка и уборка инструмента;
- уборка флюса после наплавки;
- уборка рабочего места в конце смены;
- получение инструктажа в течение рабочего дня.

Штучно-калькуляционное время при наплавке шлицевой поверхности определяется по формуле:

$$T_{\text{п}} = (T_{\text{шк}} + T_{\text{оel}} + T_{\text{отл}} + 0,46 \cdot Z) \cdot \left[\frac{a}{\text{абс}} + \frac{a}{\text{отл}} \right] + \frac{T_{\text{ПЗ}}}{n_{\text{П}}} , \quad (2.13)$$

где $0,46$ – время на поворот детали и установку наплавочной головки в исходное положение на каждую шлицевую впадину, мин.

Нормативы времени на отдых и личные надобности исполнителя предусматривают время на физкультпаузы, перерывы на отдых и личные надобности.

Нормативы подготовительно-заключительного времени $T_{\text{ПЗ}}$, мин предусматривают выполнение следующей работы:

- получение наряда, технической документации и инструмента;
- ознакомление с работой;
- получение электродной проволоки, флюса;
- получение и сдачу инструмента и приспособлений;
- подготовка оборудования и приспособлений к работе, настройку автомата на заданный режим;
- определение режимов наплавки;
- сдача работы.

Пример 1. Расчет технической нормы времени на автоматическую наплавку цилиндрической поверхности детали под флюсом.

Деталь – шестерня ведущая главной передачи заднего моста.

Материал – сталь 20 ХМ.

Масса детали – 2,1 кг.

Число деталей в партии – 30 штук.

Содержание операции

Наплавить поверхность шейки, выдерживая $D = 62$, $l = 20$.

Оборудование – установка УД-209;

приспособление – поводковый патрон, центр упорный, центр вращающийся; поводковый хомутик; штангенциркуль:

электродная проволока – Hn -ЗОХГСА

1 Определение режимов наплавки

Определяем толщину наплавочного слоя:

$$h = \frac{D - d}{2}, D = 62 \text{ мм} (\text{см. содержание операции}), d = 59 - \text{диаметр}$$

наплавляемой поверхности

$$h = \frac{62 - 59}{2} = 1,5$$

Число слоев наплавляемого металла:

$i = h / l$, где $l = 1,5$ мм (см. таблицу 2.1: $l = 0,8 \dots 2,5$ мм; принимаем толщину наплавляемого слоя металла за проход равной требуемой толщине наплавки поверхности детали, l

$$i = 1$$

Определяем подачу:

где $S = 3,5$ мм / об (см. таблицу 2.1: для $D = 60 \dots 70$ мм рекомендуется

$S = 3,5 \dots 4,0$ mm / o6).

По паспортным данным станка рекомендуемое значение подачи осуществимо (таблица 2.6) $S_\phi = 3,5 \text{ мм / об.}$

Определяем частоту вращения детали:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ об/мин}$$

где $V_H = 0,34 \text{ м / мин}$ (см. таблицу 2.1; для $D = 60...70 \text{ мм}$ рекомендуется $V_H = 0,34...0,40 \text{ м / мин}$)

$$n = \underline{1000 \cdot 0,34} = 1,75 \text{ об/мин}$$

$$\text{МИН}^{-1} \cdot 3,14 \cdot 62$$

По паспортным данным станка расчетное значение частоты вращения детали осуществимо (таблица 3.6)

$$n_\phi = 1,75 \text{ мин}^{-1}.$$

2 Определение основного времени

Определяем основное время на переход:

$$t_o = \frac{l \cdot i}{n_\phi \cdot S_\phi}, \text{ где } l = 20 \text{ мм (см. содержание операции)}$$

$$n_\phi \cdot S_\phi$$

$$t_o = \frac{20 \cdot 1}{1,75 \cdot 3,5} = 3,27 \text{ мин.}$$

Основное время на операцию равно:

$$T_O = t_o = 3,27 \text{ мин.}$$

3 Определение вспомогательного времени, связанного с переходом

$T_{\epsilon 1} = t_{\epsilon 1} \cdot L$, где $t_{\epsilon 1} = 0,3 + 0,1 + 0,2 + 0,3 = 0,9 \text{ мин}$ (см. таблицу 3.8):

сумма времени на приемы работ на 1 пог. м. валика – пункты 1, 4, 5, 6).

$$L = \frac{\pi \cdot D \cdot l}{1000 \cdot S_\phi}, L = \frac{3,14 \cdot 62 \cdot 20}{1000 \cdot 3,5} = 1,112 \text{ м}, T_{\epsilon 1} = 0,9 \cdot 1,112 = 1,0 \text{ мин.}$$

Определение штучно-калькуляционного времени

$$T_{шк} = (T_o + T_{\epsilon 1} + T_{\epsilon 2}) \cdot \left[1 + \frac{a_{abc}}{100} \right] + \frac{a_{oml}}{n_{\Pi}}$$

где $T_B = 0,32$ мин (см. таблицу 2.9: при установке в центрах с надеванием хомутика детали массой не более 3 кг.);

$(a_{abc} + a_{oml}) = 13\%$ (см. таблицу 2.10);

$T_{ПЗ} = 4 + 3 + 8,5 + 2 = 17,5$ мин (см. таблицу 3.11: сумма времени на виды работ – пункты 1, 2, 4, 5);

$n_P = 30$ шт (см. условие примера 1);

$$\text{вк} = (3,27 + 1,0 + 0,32) \cdot |1| \quad \left[\begin{array}{c} 13 \\ + \end{array} \right] \quad \left[\begin{array}{c} 17,5 \\ + \end{array} \right] \quad \left[\begin{array}{c} 5,77 \\ 30 \end{array} \right] \text{мин.}$$

Пример 2. Расчет технической нормы времени на автоматическую наплавку шлицевой поверхности детали под флюсом

Деталь – шестерня ведущая главной передачи заднего моста.

Материал – сталь 20ХНМ.

Масса детали – 2,1 кг.

Число деталей в партии – 30 штук.

Содержание операции

Наплавить 13 шлицевых впадин, выдерживая $l = 75$.

Оборудование – установка 01.06.152 «Ремдеталь».

Приспособление – поводковый патрон, поводковый хомутик, центр упорный, центр врачающийся.

Электродная проволока $Hn = 30ХГСЛ$

1 Определение режимов наплавки

Рекомендуется скорость продольной наплавки равна:

$V_H = 250$ мм / мин.

Сравниваем с паспортными данными станка (см. таблицу 3.7).

Скорость наплавки осуществима $V_\phi = 250$ мм / мин.

2 Определение основного времени

l · i

Определяем основное время на переход: $t_o = \frac{V}{h}$, где $l = 75$ мм.

$$t_o = \frac{75}{250} \cdot 1 = 0,3 \text{ мин.}$$

Определяем основное время на операцию: $T_O = t_o \cdot Z$, где $Z = 13$

впадин

$$T_O = 0,3 \cdot 13 = 3,9 \text{ мин.}$$

3 *Определение вспомогательного времени, связанного с переходом*

$$T_{\epsilon 1} = t_{\epsilon 1} \cdot L, \quad T_{\epsilon 1} = 0,3 + 0,1 + \\ 0,2 + 0,2 + 0,3 = 1,1 \quad \text{мин (см. таблицу)}$$

3.8: сумма времени на приемы работ на 1 пог. м. валика – пункты 1, 2, 4, 5, 6)

$$L = \frac{l \cdot Z}{1000}, L = \frac{75 \cdot 13}{1000} = 0,975 \text{ м}, T_{\epsilon 1} = 1,1 \cdot 0,975 = 1,07 \text{ мин.}$$

4 *Определение штучно-калькуляционного времени*

$$T_{шк} = (T_{\epsilon 1} + T_{\epsilon 2} + T_{\epsilon 3} + 0,46 \cdot Z) \cdot \left[1 + \frac{a_{abc}}{100} + \frac{a_{ompl}}{n_{\Pi}} \right], \quad T$$

где $T_{\epsilon 2} = 0,32$ мин (см. таблицу 3.9: при установке в центрах с надеванием хомутика деталей массой не более 3 кг);

$$\frac{(a_{abc} + a_{ompl})}{T} = 13 \% \text{ (см. таблицу 3.10);}$$

$\frac{n_{\Pi}}{100} = 4 + 3 + 8,5 + 2 = 17,5$ мин (см. таблицу 3.11: сумма времени на виды работ – пункты 1, 2, 4, 5);

$n_{\Pi} = 30$ шт (см. условие примера 1);

$$T_{шк} = (3,9 + 1,07 + 0,32 + 0,46 \cdot 13) \cdot \left[1 + \frac{13}{100} + \frac{17,5}{30} \right] = 13,3 \text{ мин.}$$

ЗАДАНИЯ

1. Расчет технической нормы времени на автоматическую наплавку цилиндрической поверхности детали под флюсом.
2. Расчет технической нормы времени на автоматическую наплавку шлицевой поверхности детали под флюсом.

ВОПРОСЫ К ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ

- 1 Что обеспечивает более высокую производительность процесса наплавки под флюсом по сравнению с ручной электродуговой наплавкой?
- 2 Почему при наплавке под флюсом применяется обратная полярность? 3 Какого диаметра детали можно наплавлять под флюсом?
- 4 В зависимости от какого параметра принимается величина сварочного тока? 5 Что является исходным при расчете скорости подачи электродной проволоки?
- 6 Назовите основные преимущества автоматической наплавки деталей под флюсом по сравнению с ручной электродуговой наплавкой.
- 7 Как влияет изменение скорости подачи электродной проволоки на глубину проплавления основного металла?
- 8 Какие виды флюсов применяются для наплавки деталей под флюсом? Особенности их применения.
- 9 Устройство установки для автоматической наплавки деталей под флюсом. Как переоборудуется токарно-винторезный станок под автоматическую наплавку деталей под флюсом?
- 10 Правила техники безопасности при автоматической наплавке деталей под флюсом.
- 11 Приведите пример расчета режима автоматической наплавки детали под флюсом.
- 12 Приведите пример расчета технической нормы времени для операции по автоматической наплавке детали под флюсом.

13 Приведите пример расчета потребности в наплавочных материалах для операции по наплавке детали под флюсом.

При защите отчета по работе проверяются: усвоение теоретического материала; знание устройства, правил эксплуатации наплавочной установки и правильного расчета режима наплавки и нормы времени детали под слоем флюсом.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ [1, 3-6]

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3

ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ РАБОТ

(4 часа)

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью выполнения данного практического занятия является изучение и овладение методикой расчета технических норм времени на гальванические работы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ:

Расчет технических норм времени на гальванические работы

Знания, приобретенные студентами в результате освоения темы: понятия о технологическом процессе и операции, расчет технических норм времени на гальванические работы.

Умения, приобретенные студентами в результате освоения темы: научиться рассчитывать технологические нормы времени при восстановлении автомобильных деталей остативанием или хромированием.

Формируемые компетенции: ПК-7 Способен к освоению технологий и форм организации диагностики, технического обслуживания и ремонта транспортных и технологических машин и оборудования;

ПК-10 - Владеет умением изучать и способен анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы по совершенствованию технологических процессов эксплуатации, ремонта и сервисного обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин различного назначения, их агрегатов, систем и элементов;

ПК-20 - Способен использовать технологии текущего ремонта и технического обслуживания с использованием новых материалов и средств диагностики.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ:

В процессе обучения будущий специалист обязан знать не только технологию гальванических работ, но технологические операции при выполнении процессов остативания или хонингования.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В авторемонтом производстве, наряду с другими способами восстановления поверхностей деталей, применяют гальваническое наращивание поверхностей деталей, которые имеют небольшие износы. Наибольшее распространение получили способы восстановления хромированием и железнением (или осталыванием).

Масса металла g , откладываемая на катоде при электролизе, может быть определена по закону Фарадея:

$$g = CIT, \quad (3.1)$$

где C - электрохимический эквивалент, г/(А·ч);

I - величина тока при электролизе, А;

T - время электролиза, ч.

Поскольку в электролите при электролизе выделяется водород и часть электроэнергии расходуется на нагрев и перемешивание электролита, то неизбежны потери электроэнергии. Эти потери учитываются коэффициентом выхода по току

$$\eta = \frac{100(Q_2 - Q_1)}{CIT}, \quad (3.2)$$

где η — выход по току, %;

Q_1 — масса детали без покрытия, г;

Q_2 — масса детали после нанесения покрытия, г.

Технологический процесс нанесения покрытия

Процесс состоит из трех основных этапов:

подготовка деталей к гальваническому нанесению покрытий;

гальваническое осаждение металлов;

обработка детали после нанесения покрытия.

Гальваническое нанесение покрытия производят путем электролиза водных растворов солей этих металлов. Процесс электролиза связан с перемещением электрически заряженных частиц. На катоде выделяется металл и водород, на аноде — кислород и кислотные остатки.

Катодами являются ремонтируемые детали, а в качестве анодов используют металлические стержни или пластины (растворимые и нерастворимые). Растворимые аноды делают из того же металла, который нужно осадить на катоде, нерастворимые изготавливают из сплава свинца и сурьмы и применяют при хромировании.

Подготовка детали к нанесению покрытия включает следующие операции: механическую обработку поверхности с целью восстановления правильной геометрической формы и требуемой шероховатости; установку на подвесном приспособлении; изолирование не покрываемых участков; обезжиривание и декапирование поверхности детали. От качества выполнения этих операций зависит прочность сцепления покрытия с поверхностью детали. Детали, имеющие загрязнения, подвергают предварительному обезжириванию органическими растворителями.

Применяют бензин, уайт-спирит, четыреххлористый углерод и трихлорэтилен.

Поверхности деталей, не подлежащие покрытию, изолируют полихлорвиниловой лентой, цапон-лаком и др.

Обезжиривание деталей производится в щелочных растворах с последующей промывкой деталей в воде. Равномерный сток воды с поверхности детали без образования отдельных капель указывает на то, что поверхность обезжирена качественно.

Часто применяют электрохимическое обезжиривание. В этом случае деталь завешивают на катодную штангу ванны со щелочным раствором (состав ванны: едкий натр 10 г/л, кальцинированная сода 25 г/л, тринатрийфосфат 25 г/л, эмульгатор ОП-7 3...5 г/л). Режим обезжиривания:

температура раствора 70...80 °С; плотность тока 5...10 А/дм², длительность процесса 1...2 мин.

При электролизе на поверхности детали (катоде) выделяется водород в виде пузырьков, которые механически срывают с поверхности жировую пленку и происходит эмульгирование жиров в растворе.

Декапирование — удаление тончайших окисных пленок с поверхности детали. Этим достигается раскрытие структуры металла, что обеспечивает прочность сцепления покрытия с поверхностью детали. При хромировании декапирование производят в той же ванне, в которой производится и хромирование. Детали завешивают в ванну на анод и выдерживают 1...2 мин для прогрева детали, затем ведут анодную обработку при плотности тока 25...

²
...35 А/дм² в течение 30...45 с. После этого, не вынимая детали из ванны, переключают деталь на катод и хромируют ее.'

Хромирование

Этот процесс широко применяется для восстановления прецизионных деталей дизельной топливной аппаратуры и гидрораспределителей.

Преимущества электролитического хрома:

- высокая микротвердость (в 1,5...2,0 раза выше, чем при закалке ТВЧ);
- высокая износостойкость (в 3...5 раз выше по сравнению с закаленной сталью);

• низкий коэффициент трения (на 50 % ниже, чем у стали и чугуна);

- высокая коррозионная стойкость;
- высокая прочность сцепления покрытия с поверхностью детали.

Недостатки процесса хромирования и хромового покрытия:

- низкий выход металла по току ($\eta = 13\ldots 18\%$);
- небольшая скорость отложения осадков (0,03 мм/ч);
- высокая агрессивность электролита;

- большое количество ядовитых выделений, образующихся при электролизе;

- толщина отложения покрытия практически не превышает 0,3 мм;
- гладкий хром плохо удерживает смазочное масло.

В практике ремонтных предприятий широко применяется сернокислый (универсальный) электролит. Состав ванны: CrO_3 — 250 г/л; H_2SO_4 — 2,5 г/л; Cr_2O_3 — 3...5 г/л; $\text{Fe}^{<5}$ г/л. Режим хромирования: температура электролита 2 45...60 °C, плотность тока 30...60 А/дм². При этом используются нерастворимые свинцовые аноды.

Железнение

Этот гальванический процесс широко применяется для восстановления стальных деталей: стержней клапанов, толкателей, шкворней, отверстий в шатунах под вкладыши, опорных шеек валов механических коробок передач и т. п.

Наиболее часто применяют следующий состав ванны (г/л): хлористое железо ($\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) 300...350, соляная кислота 1...3. Коэффициент выхода по току 85...95 %. Осажденное покрытие — железо — имеет мелкозернистую структуру и высокую твердость по сравнению с литым или прокатанным железом.

При железнении применяют в качестве анодов стержни или пластины из малоуглеродистой стали 08 или 10. Для улавливания шлама, образующегося при растворении анодов, их помещают в чехлы из стеклоткани.

Свойства железных покрытий зависят от режима работы ванн. Покрытия с твердостью ниже 3 МПа имеют крупнозернистое строение, внутренние напряжения небольшие, трещины на поверхности отсутствуют. Покрытия с твердостью 3...5,5 МПа имеют мелкозернистую структуру и небольшое число крупных трещин, а покрытия с твердостью выше 5,5 МПа имеют тоже мелкозернистую структуру, но большое число мелких трещин.

По износостойкости покрытия железа близки к износостойкости деталей, изготовленных из стали, закаленной ТВЧ.

Ванны для железнения изготавливают из листовой стали с облицовкой внутри кислотостойким материалом, либо из титана.

К особенностям нормирования гальванических работ относится большая продолжительность основного времени, в течение которого происходит осаждение наращиваемого металла и большое количество вспомогательных работ перед загрузкой и после выгрузки деталей из основной ванны. На выполнение работ по подготовке поверхностей деталей под покрытие и после нанесения покрытия затрачивается основное и вспомогательное время, т. е. оперативное время. Значительная часть этих работ может быть выполнена во время технологического процесса в основное время. С учетом этого, время их выполнения делится на перекрываемое и неперекрываемое.

К оперативному перекрываемому времени ($T_{опн}^n$) относится время на выполнение работ по зачистке, протирке, монтажу, изоляции, обезжириванию венской известью, промывки водой, демонтажу детали, снятию изоляции и сушки.

К оперативному неперекрываемому времени ($T_{опн}^h$) относится время на выполнение работ по анодному травлению (декапированию), нагреву деталей и выдержке в основной ванне без тока, включение тока и доведение его до рабочего значения, улавливание электролита, нейтрализацию.

Вспомогательное неперекрываемое время ($T_{всп}^h$) включает время на загрузку и выгрузку деталей из основной ванны.

Последовательность расчета нормы времени.

Основное время покрытия поверхности детали слоем металла заданной толщины определяют по формуле:

$$T_o = \frac{1000 \cdot 60 \cdot h \cdot \gamma}{D_k \cdot C \cdot \eta}, \quad (3.3)$$

$$D_k \cdot C \cdot \eta$$

где h – толщина слоя покрытия на сторону, мм;

γ – плотность осажденного слоя металла г / см³ (таблица 3.1);

D_k – катодная плотность тока, А / дм² (таблица 3.1);

C – электрохимический эквивалент, г / А·ч (таблица 3.1);

η – выход металла по току, % (таблица 3.1).

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Штучно-калькуляционное время на операцию определяется по формуле:

$$\text{шк} = \frac{T_o + T^H + T_H \left(\frac{a}{100} + 1 \right)}{n\delta \cdot k_H}, \quad (3.4)$$

Таблица 3.1 – Основные данные по видам покрытия

| Вид покрытия | h , мм | γ , г / см ³ | C , г / А·ч | D_k , А / дм ² | η , % |
|-------------------------------------|-----------|-----------------------------------|------------------|--------------------------------|------------|
| Хромирование: | | | | | |
| износостойкое | 0,2 – 0,3 | 6,9 | 0,324 | 50–70 | 13 – 15 |
| в саморегулирующемся электролите | 0,2 – 0,3 | 6,9 | 0,324 | 70–100 | 18 – 20 |
| в тетрахроматном электролите | 0,2 – 0,3 | 6,9 | 0,324 | 30–80 | 28 – 30 |
| Железнение: | | | | | |
| горячее | 0,5 – 1,2 | 7,8 | 1,042 | 30–40 | 85 – 90 |

где $T_{вспн}^H$ – вспомогательное неперекрываемое время на загрузку и выгрузку деталей из основной ванны, мин (таблица 3.2);

$T_{опн}^H$ – оперативное неперекрываемое время, мин (таблица 3.3) ;
 а – время на обслуживание рабочего места, отдых, личные надобности и подготовительно-заключительное время в процентах от оперативного времени (таблица 3.4);

n_D – количество деталей, одновременно загружаемых в основную ванну, шт (таблица 3.5);

κ_U – коэффициент использования ванны (таблица 3.6).

Таблица 3.2 – Вспомогательное неперекрываемое время на загрузку и выгрузку деталей из ванны

| Время, мин | Масса детали или подвески с деталями, кг | | | | | | | |
|------------|--|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 3 | 4 | 5,5 | 7,5 | 10 | 14 | 20 |
| | 0,15 | 0,17 | 0,19 | 0,20 | 0,23 | 0,26 | 0,30 | 0,35 |

Таблица 3.3 – Оперативное неперекрываемое время

| Вид покрытия | Хромирование | Железнение |
|--------------|--------------|------------|
| Время, мин | 5,65 | 4,33 |

Таблица 3.4 – Время на обслуживание рабочего места, отдых, личные надобности и подготовительно-заключительное

| Вид покрытия | Процент оперативного времени |
|--------------|------------------------------|
| Хромирование | 16 |
| Железнение | 18 |

Таблица 3.5 – Количество деталей одновременно загружаемых в ванну размером 2000 x 850 мм

| Наименование деталей | Кол-во, шт. | Наименование детали | Кол-во, шт. |
|---------------------------|-------------|-----------------------------|-------------|
| Шкворень поворотной цапфы | 20 | Палец шаровый | 40 |
| Поворотная цапфа | 16 | Толкатель | 144 |
| Валик коромысел | 40 | Клапан | 40 |
| Вал распределительный | 10 | Вал ведущей коробки передач | 10 |
| | | Вал ведомый коробки передач | 10 |

Таблица 3.6 – Коэффициент использования ванны

| Вид покрытия | Коэффициент κ_U |
|--------------|------------------------|
| Хромирование | 0,80 |
| Железнение | 0,85 |

Пример 1. Расчет нормы времени.

Исходные данные

Деталь – шкворень поворотного кулака Масса детали – кг.

Содержание операции

Хромировать поверхность шкворня, выдерживая $d = 30,6$, $l = 188,5$.

Оборудование и технологическая оснастка

388610.XXXX – ванна гальваническая; XXXXXX.XXX – подвесное приспособление; XXXXXX.XXX – анодные пластины из свинца;

XXXXXX.XXX – электролит $Cr O_3 + H_2 SO_4$; 393301.XXX

– штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1.

1. Определение основного времени

$$T = \frac{1000 \cdot h \cdot \gamma}{D_k \cdot C \cdot \eta},$$

где $h = 0,3$ мм – толщина слоя покрытия на сторону;

$\gamma = 6,9$, г / см³ – плотность осажденного слоя хрома (таблица 1);

$D_k = 60$, А / дм² – катодная плотность тока, (таблица 1);

$C = 0,324$, г / А·ч – электрохимический эквивалент, (таблица 1);

$\eta = 15$, % – выход металла по току, (таблица 1).

$$T_o = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 0,3 \cdot 6,9}{\min. 60 \cdot 0,324 \cdot 15} = 425,9$$

2. Определение штучно-калькуляционного времени

$$T_{шк} = \frac{T_{всп}}{n_d \cdot \kappa_u} \cdot \left(1 + \frac{a}{100} \right)$$

где $T_{всп}$ – вспомогательное неперекрываемое время на загрузку и

выгрузку деталей из основной ванны, мин (таблица 2);

$T_{опн}^H = 5,65$, мин – оперативное неперекрываемое время, (таблица 3) ;

$a = 16, \%$ – время на обслуживание рабочего места, отдых, личные надобности и подготовительно-заключительное время в процентах от оперативного времени (таблица 4);

$n_d = 20$, шт – количество деталей, одновременно загружаемых в основную ванну, (таблица 5);

$\kappa_u = 0,80$ – коэффициент использования ванны (таблица 6).

$$\text{вр}_{ик} = \frac{425,9 + 0,20 + 5,65}{20 \cdot 0,80} \cdot \left\lfloor 1 + \frac{16}{100} \right\rfloor = 31,3 \text{, мин.}$$

ЗАДАНИЯ

Рассчитать норму времени на гальваническую обработку

ВОПРОСЫ К ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ

1 Преимущества и недостатки хромирования по сравнению с железнением (осталивание)?

2 Как определяется КПД? Как осуществляется процесс нанесения гальванических покрытий?

3 Как определяется основное время при нанесение гальванических покрытий?

4 Что такое декапирование или анодная обработка?

5 Как производят нормирование операции при гальваническом нанесении покрытий?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ [1-4, 11-22].

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 4

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО СПОСОБА ВОССТАНОВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ (5 ЧАСА)

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью выполнения данного практического занятия является изучение и овладение методикой выбора рационального способа восстановления автомобильных деталей.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ:

Выбора рационального способа восстановления автомобильных деталей

Знания, приобретенные студентами в результате освоения темы:
общие принципы выбора рационального способа восстановления.

Умения, приобретенные студентами в результате освоения темы:
умение решать задачи «Выбор способа восстановления изношенной детали»

Формируемые компетенции: ПК-7 Способен к освоению технологий и форм организации диагностики, технического обслуживания и ремонта транспортных и технологических машин и оборудования;

ПК-10 - Владеет умением изучать и способен анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы по совершенствованию технологических процессов эксплуатации, ремонта и сервисного обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин различного назначения, их агрегатов, систем и элементов;

ПК-20 - Способен использовать технологии текущего ремонта и технического обслуживания с использованием новых материалов и средств диагностики.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ:

В процессе обучения будущий специалист обязан знать не только способы восстановления деталей, но и уметь выбирать наиболее рациональный способ, используя различные критерии, а также для выбранного способа определять норму времени.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Для устранения дефектов деталей автомобиля часто используются различные виды сварки и наплавки, термическое напыление и нанесение гальванических покрытий (железнение и хромирование).

Автоматическая дуговая сварка и наплавка под флюсом

К механизированным и автоматизированным способам сварки и наплавки относятся: автоматическая дуговая сварка и наплавка под флюсом.

Схема электродуговой наплавки приведена на рисунке 4.1.

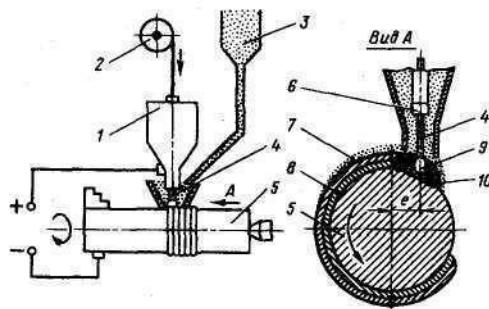


Рисунок 4.1. Схема электродуговой наплавки детали под флюсом:

1 – наплавочный аппарат; 2 – кассета с проволокой; 3 – бункер с флюсом; 4 – электродная проволока; 5 – деталь; 6 – мундштук; 7 – шлаковая корка; 8 – наплавляемый металл; 9 – дуга; 10 – расплавленный металл

В этом случае дуга горит под флюсом между голой электродной проволокой 4 и изделием 5, образуя газовый пузырь. При кристаллизации расплавленного металла образуется сварной шов. Электродная проволока 4 подается с некоторым смещением *e* от зенита наплавляемой поверхности в сторону, противоположную вращению детали. Это предотвращает стекание жидкого металла сварочной ванны.

Для наплавки деталей, изготовленных из углеродистых сталей марок 30, 40 и 45, используют проволоку из углеродистой стали Нп-30, -40, -50, -65 или из низколегированной стали Нп-30ХГСА. Детали из сталей 30Х, 35Х, 40Х и других низколегированных сталей наплавляют проволокой Нп-30ХГСА. Для автоматической наплавки деталей диаметром до 70 мм обычно применяют проволоку диаметром 1,6 мм.

Флюсы для автоматической наплавки должны способствовать устойчивому горению дуги, образованию плотного наплавленного металла и шлака, легко удаляемого с поверхности металла. Температура плавления флюса должна быть на 200...300°С ниже температуры плавления металла.

Таким требованиям отвечают флюсы АН-348А, АНК-18 и некоторые другие. В необходимых случаях в флюс вводят легирующие компоненты, например, феррохром, графит. Сварочный ток устанавливается в зависимости от диаметра обрабатываемой детали.

Для наплавки коленчатых валов рекомендуется применять порошковую проволоку с дополнительной защитой флюсом или открытой дугой без дополнительной защиты. Наплавкой под флюсом восстанавливаются коленчатые валы, полуоси заднего моста и валы коробок передач с диаметром 45 мм и более.

Сварка и наплавка в углекислом газе. Подача электродной проволоки в зону сварки осуществляется при помощи автоматов или полуавтоматов различных конструкций.

Сварка производится на постоянном токе при обратной полярности («плюс»— на электродной проволоке, «минус»— на детали). Электродная проволока содержит раскислители: марганец и кремний, например, Св-08Г2С, Нп-30ХГСА. Сварку в углекислом газе применяют при ремонте кузовов легковых автомобилей, кабин и оперений грузовых автомобилей, платформ автомобилей-самосвалов. Наплавку в углекислом газе используют для валов по цилиндрическим, шлицевым и резьбовым поверхностям.

Вибродуговая наплавка. Вибродуговая наплавка осуществляется вибрирующим электродом. На деталь может подаваться охлаждающая жидкость, защитный газ или сварочный флюс. Основное достоинство этого процесса наплавки — небольшой нагрев детали, малая зона термического

влияния и возможность получения наплавленного металла с требуемой твердостью и износостойкостью без термообработки после наплавки.

При вибродуговой наплавке пружинной проволокой с подачей на деталь охлаждающей жидкости в виде водного раствора углекислого натрия происходит быстрая кристаллизация наплавляемого металла, поэтому наплавляемый шов может иметь микротрешины, в результате чего значительно снижается предел усталостной прочности детали. Это основной недостаток вибродуговой наплавки как процесса наращивания поверхности.

Содержание микротрещин в наплавленном металле можно уменьшить и даже устраниТЬ, применяя электродные проволоки Св-08А, Св-10ХМА, Св-15ГСТЮЦА, а также охлаждение 10%-ным водным раствором технического глицерина или воздушной струей. Например, вибродуговую наплавку чугунных коленчатых валов рекомендуется производить самозащитной проволокой Св-15ГСТЮЦА.

Оборудование для полуавтоматической и автоматической сварки. Полуавтоматы и автоматы применяются при сварке и наплавке под флюсом и в защитной среде. Для механизированной наплавки под слоем флюса применяют наплавочные головки ОКС-1031Б, А-580, устанавливаемые на переоборудованные токарно-винторезные станки; наплавочные установки типа У-465 и У-652. В качестве источника тока целесообразно использовать сварочные преобразователи ПСГ-500-У3, универсальные сварочные выпрямители ВДУ-504-1 и др.

Перспективным средством автоматизации сварочного и наплавочного производства являются промышленные роботы, состоящие из сварочного оборудования, манипулятора, сварочной горелки или головки и устройства управления.

Газотермическое напыление. азотермическое напыление является одним из способов нанесения металлических покрытий на изношенные

поверхности ремонтируемых деталей. Сущность процесса состоит в напылении предварительно расплавленного металла на специально подготовленную поверхность детали струей сжатого воздуха или газа. Мелкие частицы расплавленного металла достигают поверхности детали в пластическом состоянии, имея большую скорость полета. При ударе о поверхность детали они деформируются и, внедряясь в ее неровности, образуют покрытие.

В зависимости от вида тепловой энергии, используемой в аппаратах для напыления, различают следующие способы напыления: дуговое, газопламенное, высокочастотное, детонационное и плазменное. Наибольшее распространение получили дуговое и плазменное напыление.

Электродуговое напыление. Плавление металла осуществляется электрической дугой, горящей между двумя проволоками, а распыление — струей сжатого воздуха (рисунок 4.2)

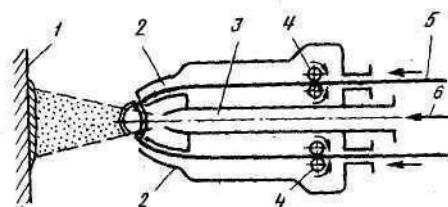


Рисунок 4.2 Схема электродугового напыления: 1 – напыляемая поверхность; 2 – направляющие наконечники; 3 – воздушное сопло; 4 – механизм подачи проволоки; 5 – проволока; 6 – сжатый воздух

Привод для подачи проволоки в электрическую дугу в ручных аппаратах осуществляется от воздушной турбинки, а в станочных — от электродвигателя.

Основным преимуществом электродугового напыления является высокая производительность процесса (от 3 до 14 км/ч), слабый нагрев деталей (120...180 °C), возможность нанесения покрытий толщиной более 0,1 мм, простота технологического процесса и применяемого оборудования. Недостатками электродугового напыления являются: повышенное окисление

металла, значительное выгорание легирующих элементов, пониженная плотность покрытия и сравнительно невысокая прочность сцепления его с поверхностью детали.

Плазменное напыление. Для распыления и переноса металла на поверхность детали используются тепловые и динамические свойства плазменной струи. **Плазма** представляет собой частично или полностью ионизированный газ, нагретый до очень высокой температуры и обладающий свойством электропроводности. Плазменную струю получают в **плазмотроне** (рисунок 4.3), который состоит из двух основных частей: катодной и анодной.

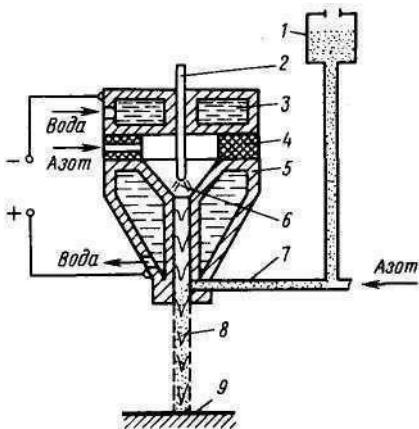


Рисунок 4.3 – Схема плазмотрона для напыления:

1 – порошковый дозатор; 2 – катод; 3 – рубашка охлаждения; 4 – изоляционная прокладка; 5 – сопло (анод); 6 – дуга; 7 – трубка подачи порошка; 8 – металлоплазменная струя; 9 – напыляемая поверхность

Катод 2 плазмотрона представляет собой стержень диаметром 6...8 мм, изготовленный из вольфрама, который охлаждается проточной водой. Сопло – анод 5, изготовленное из меди, также охлаждается водой. Для того, чтобы получить плазменную струю между анодом 5 и катодом 2, возбуждают электрическую дугу и в зону ее горения вводят плазмообразующий газ, который, проходя через дуговой промежуток, нагревается и ионизируется.

Под действием электромагнитного поля происходит обжатие столба дуги, а благодаря избыточному давлению газа дуга вытягивается в

направлении движения струи. Это приводит к резкому увеличению плотности тока и повышению температуры струи. Плазменная струя выходит из канала сопла плазмотрона в виде тонкого шнура с длиной видимой части до 50...60 мм.

При напылении в качестве плазмообразующего газа применяют азот, плазма которого имеет сравнительно невысокую температуру (до 10 000...15 000 °C), но обладает высокой энталпийей (теплосодержанием). Это объясняется тем, что процесс образования азотной плазмы имеет две стадии:

диссоциацию ($N_2 \rightarrow 2N$) и ионизацию ($N \rightarrow N^+ + e^-$). Обе стадии процесса получения плазмы протекают с поглощением тепловой энергии. Таким образом, азотная плазма является носителем большого количества тепловой энергии. Высокая энталпия азотной плазменной струи и низкая стоимость азота и обусловили его широкое применение в качестве плазмообразующего газа при плазменном напылении.

Исходный материал покрытия вводится в сопло плазмотрона в виде гранулированного порошка с размером частиц от 50 до 150 мкм.

Порошок в сопло плазмотрона подается из дозатора 1 при помощи транспортирующего газа (азота). Дозатор определяет расход порошка и, следовательно, производительность процесса напыления. Расход порошка можно плавно регулировать в пределах от 3 до 12 кг/ч. Попадая в плазменную струю, металлический порошок расплывается и, увлекаемый плазменной струей, наносится на поверхность детали, образуя покрытие.

Напыление деталей проводится при следующем режиме: величина тока 350...400 А, напряжение 60...70 В, расход плазмообразующего газа 30...35 л/мин, расход порошка

5...8 кг/ч, расстояние напыления 125...150 мм.

Этот способ напыления является наиболее перспективным. К его достоинствам следует отнести высокую производительность процесса (до 12 кг/ч напыляемого металла), прочность сцепления покрытия с поверхностью

детали (до 45...50 МПа), полную автоматизацию управления процессом, возможность нанесения покрытий из любых металлов и сплавов.

Напыляемые материалы и свойства покрытий. При ремонте деталей напылением в качестве исходных материалов применяют проволоку или порошковые сплавы. Проволоку применяют при газопламенном, электродуговом и высокочастотном напылении, а порошковые сплавы – при плазменном напылении. Для деталей, работающих в условиях неподвижных посадок, используют среднеуглеродистую стальную проволоку. Стальную проволоку с повышенным содержанием углерода применяют для получения износостойких покрытий.

Из порошковых сплавов наиболее широкое применение получили сплавы марок ПГ-СР2, -СР3, -СР4, -С1, ПЖ-5М на основе никеля и железа с высоким содержанием углерода.

Порошковые сплавы на основе никеля обладают рядом ценных свойств: низкой температурой плавления (950...1050 °C), твердостью $HRC_{\vartheta}37...61$ в зависимости от содержания бора, жидкотекучестью, высокой износостойкостью и свойством самофлюсования. Основной их недостаток — высокая стоимость, которая снижает эффективность применения этих сплавов при ремонте деталей.

Сплавы на основе железа с высоким содержанием углерода типа сормайт (ПГ-С1) имеют высокую твердость $HRC'_{\vartheta}57...64$, высокую износостойкость, недефицитны, но более тугоплавки (температура плавления 1250... 1300 °C) и не обладают свойством самофлюсования.

На практике получили применение композиционные смеси этих порошков с порошками на основе никеля. Порошковая смесь, состоящая из равных долей ПГ-СР3 и ПГ-С1, имеет высокую износостойкость, невысокую температуру плавления (1100...1150 °C), обладает свойством самофлюсования и стоит в 2 раза дешевле порошков на основе никеля.

Стальные порошки типа ПЖ-5М применяют для восстановления посадочных поверхностей в чугунных корпусных деталях.

Напыленные покрытия по своим свойствам значительно отличаются от литых металлов. Пористость покрытия при всех способах напыления возрастает с увеличением дистанции напыления. Пористость покрытия при жидкостном и граничном трении играет положительную роль, так как поры хорошо удерживают смазку, что способствует повышению износостойкости деталей. Однако пористое покрытие имеет пониженную механическую прочность.

После подготовки поверхности детали к напылению наносят покрытие. Промежуток времени между подготовкой и нанесением покрытия должен быть минимальным и не превышать 1,5...2 ч.

Нанесение покрытия на поверхность детали производится на переоборудованных токарных станках или в специальных камерах. При использовании специальных камер они должны иметь соответствующие механизмы для взаимного перемещения детали и металлизатора. Пост напыления оборудуют вытяжной вентиляцией.

После нанесения покрытия деталь медленно охлаждают до температуры окружающей среды и обрабатывают покрытие до требуемого размера.

Плазменное напыление с оплавлением покрытия. В результате оплавления плазменного покрытия значительно повышается прочность сцепления покрытия с деталью (в 8...10 раз), увеличивается механическая прочность, исчезает пористость, повышается усталостная прочность детали (на 20...25%) и износостойкость покрытия и сопряженных деталей.

Хорошие результаты дает оплавление ТВЧ, так как при этом обеспечивается локальный нагрев, не нарушающий термообработки всей детали.

Хорошо оплавляются порошковые сплавы на основе никеля, имеющие температуру плавления 980...1050 °С и содержащие флюсующие элементы (бор и кремний), а также

50 %-ная смесь порошков ПГ-СР4 и ПГ-С1 с температурой плавления 1080...1100 °С.

Плазменным напылением с оплавлением покрытия можно восстанавливать поверхности деталей, работающих в условиях значительных знакопеременных и контактных нагрузок (кулачки распределительных валов, шейки коленчатых валов).

Нанесение гальванических покрытий. Процессы хромирование и железнения (осталивание) рассмотрены в практической работе 3

Общие принципы выбора рационального способа восстановления

На выбор способа восстановления оказывают влияние следующие основные группы факторов: конструкционные (материал, размер, форма деталей), технологические (точность обработки, твердость и т. д.), эксплуатационные (величина износа, характер дефекта и т. д.), технико-экономические (надежность, себестоимость, дефицитность материала, простота автомобиля в ремонте и связанные с ними потери и т.д.). Оценить их влияние позволяет использование оценки по трем критериям:

Критерий применимости представляет собой логическую функцию:

$$K_n = f_1 (M_\partial, \Phi_\partial, D_\partial, I_\partial, H_\partial, \sum_{i=1}^m T_i), \quad (4.1)$$

где M_∂ – материал восстановления деталей;

Φ_∂ – форма детали;

D_∂ – диаметр восстанавливаемой поверхности детали;

I_∂ – величина износа восстанавливаемой поверхности;

H_∂ – величина и характер воспринимаемой деталью нагрузки;

$$\sum_{i=1}^m T_i - \text{сумма технологических особенностей способа, определяющих}$$

область его рационального применения.

Критерий применимости может принимать два значение: «да, способ может быть применен для восстановления данной детали» и «нет, способ для данной детали не подходит».

Критерий долговечности также может быть выражен логической функцией следующего вида:

$$K_D = f_2 (K_u, K_\sigma, K_{cu}), \quad (4.2)$$

где K_u – коэффициент износостойкости;

K_σ – коэффициент выносливости;

K_{cu} – коэффициент сцепляемости.

Критерий долговечности может принимать два значения: «да, способ обеспечивает требуемую долговечность» и «нет, способ требуемую долговечность не обеспечивает».

Технико-экономический критерий определяется по удельным затратам на восстановление и изготовление соответствующей детали:

$$K_{m\vartheta} = f_3 (K_n, \vartheta), \quad (4.3)$$

где K_n – коэффициент производительности способа;

ϑ – показатель экономичности способа.

Технико-экономический критерий должен иметь численной выражение; по этому критерию из всех отобранных при помощи двух предыдущих критериев способов восстановления, пригородных для ремонта рассматриваемой детали, выбирают самый дешевый способ, при этом должна

рассматриваться не абсолютная величина затрат, а затраты на единицу транспортной работы.

Оценочные параметры критериев применимости, долговечности и технико-экономического критерия

Алгебраических формул для выражения критериев 4.1 – 4.3 до настоящего времени не разработано из-за большого количества различных факторов, влияющих на выбор способа. Однако примерно оценить значения критериев часто можно при помощи вспомогательных оценочных параметров. Так, для ответа на вопрос – применим ли способ для данной детали? – часто бывает достаточно знать минимально допустимый для применения рассматриваемого способа диаметр (толщину) детали и максимально допустимую величину износа, который можно устранить этим способом. Если реальный диаметр или толщина восстанавливаемой детали больше минимально допустимого для данного способа, то критерий применимости принимает первое значение – «да, способ применим», если же реальный диаметр меньше – то по критерию применимости принимаем второе значение, деталь не может быть восстановлена этим способом.

Долговечность восстановленной детали может быть оценена при помощи величины твердости наносимого слоя материала в единицах Роквелла HRC , предела прочности наносимого материала – σ_b МПа, и прочности сцепления материала покрытия с основным металлом восстанавливаемой детали – τ_{Cu} МПа. Экспериментальным путем для каждой детали устанавливаются необходимые для обеспечения заданной долговечности значения этих параметров, и если эти значения могут быть обеспечены, т. е. если они не превышают максимальных значений HRC , σ_b , τ_{Cu} , которые позволяют получить рассматриваемый способ, то критерий долговечности принимает значение «да, способ обеспечивает необходимую долговечность»; если же для детали требуются более высокие значения этих

параметров, чем обеспечивает рассматриваемый способ, то он не может быть применен.

Экономичность способа восстановления наиболее полно можно оценить по себестоимости восстановления, отнесенной к гарантированному сроку службы отремонтированной детали. Ведь наиболее выгоден не тот способ, который требует небольших единовременных затрат, но обеспечивает лишь небольшую долговечность; самым истинно дешевым можно назвать тот, который потребует минимальных расходов на один месяц эксплуатации автомобиля, или тонно-километр, или на любой другой измеритель наработки.

В таблице 4.1 приведены значения оценочных критериев для семи распространенных способов восстановления: хромирования, осталывания, газопламенного термического напыления, плазменного термического напыления, наплавки под слоем флюса, вибродуговой наплавки и наплавки в среде углекислого газа.

Оценить себестоимость восстановления и удельную себестоимость, а также определить расход электроэнергии позволяют укрупненные значения нормативов себестоимости, коэффициента долговечности и норматива расхода электроэнергии на один квадратный метр наносимого покрытия, помещенные в таблице 4.2.

Таблица 4.1 – Значения оценочных критериев для отсеивания способов восстановления

| Способы восстановления | Параметры | | | | |
|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------------------|-----------|----------------------------|
| | , min мм | , max мм | max σ_e , МПа | HRC max | τ_{cy}^{max} , МПа |
| Хромирование | – | 0,3 | 180 | св. 60 | 5 |
| Осталывание | – | 1 | 170 | до 60 | 5 |
| Газопламенное термическое напыление | – | – | 206 | до 60 | 0,25 |
| Плазменное термическое напыление | – | – | 206 | до 60 | 0,25 |
| Наплавка под флюсом | 35 | – | 180 | до 60 | 7,2 |
| Вибродуговая наплавка | 15 | – | 150 | до 60 | 5 |
| Наплавка в CO ₂ | 15 | – | 190 | до 60 | 7,2 |

Таблица 4.2 – Технико-экономические параметры способов восстановления

| Способы восстановления | Параметры | | | |
|-------------------------------------|-----------------|-------|---------------------------|----------------------------|
| | n_c , 2 руб/м | K_d | n_ϑ , 2 кВт·ч/м | производительность способа |
| Хромирование | 1790 | 1,72 | 324 | 0,035 мм/ч |
| Осталивание | 624 | 0,58 | 121 | 0,427 мм/ч |
| Газопламенное термическое напыление | 912 | 0,42 | 234 | 3 кг/ч |
| Плазменное термическое напыление | 1020 | 0,44 | 115 | 8 кг/ч |
| Наплавка под флюсом | 994 | 0,79 | 286 | 3,2 кг/ч |
| Вибродуговая наплавка | 1060 | 0,62 | 234 | 1 кг/ч |
| Наплавка в CO ₂ | 930 | 0,63 | 256 | 2,5 кг/ч |

Критерии и условия выбора рационального способа восстановления

Исходными данными для выбора способа являются:

D_n – диаметр изношенного участка детали, мм;

L_n – длина изношенного участка детали, мм;

σ_b – необходимый для нормальной работы детали предел прочности поверхности слоя, МПа;

$\tau_{c\bar{u}}$ – необходимая для нормальной работы сопряжения прочность сцепления материала покрытия детали с основным металлом, МПа;

HRC – необходима твердость поверхности детали по Роквеллу;

I – величина износа участка детали, мм.

Задача выбора рационального способа восстановления детали решается в следующей последовательности.

1 По критерию применимости отсеиваются те из семи рассматриваемых способов восстановления, которые не могут быть применены для ремонта данной детали. Для этого используются оценочные параметры D_{min} – минимально допустимый размер и I_{max} – максимально допустимая величина износа. Если диаметр детали меньше минимально допустимого для данного способа, то этот способ отбрасывается и далее не

рассматривается. Отбрасываются и те способы, которые не позволяют нанести покрытие толще, чем величина износа детали.

2 Из оставшихся способов должны быть исключены те, которые не позволяют обеспечить необходимую долговечность. Оценка ведется по параметрам $\sigma_{\text{в}}, \tau_{\text{сц}}, HRC$; если не выполняются равенства

$$\sigma_{\text{в}}^{\partial} \leq \sigma_{\text{в}}^{\max}; \quad (4.4)$$

$$\tau_{\text{сц}}^{\partial} \leq \tau_{\text{сц}}^{\max}; \quad (4.5)$$

$$HRC^{\partial} \leq HRC^{\max}, \quad (4.6)$$

то способ исключается из рассмотрения.

3 Для оставшихся способов определяется удельная себестоимость восстановления. Для этого рассчитывается площадь восстанавливаемого участка детали по формуле:

$$F = \pi \frac{\partial L}{\partial}, \text{ мм} \quad (4.7)$$

где ∂ – диаметр восстанавливаемой детали, мм;

L – длина восстанавливаемого участка, мм.

Себестоимость восстановления

$$CC = n_c F \cdot 10^{-6}, \quad (4.8)$$

где n_c – норматив себестоимости, руб. / м².

Удельная себестоимость

$$CY = CC / K_{\partial}, \quad (4.9)$$

где K_{∂} – коэффициент долговечности.

4 Рациональным признается тот способ, для которого удельная себестоимость восстановления минимальна.

5 Для выбранного рационального способа рассчитывается расход электроэнергии по формуле

$$\mathcal{E} = n_{\vartheta} F \cdot 10^{-6}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}, \quad (4.10)$$

где n_{ϑ} – норматив расхода электроэнергии, $\text{kVt} \cdot \text{ч} / \text{м}^2$.

6 Для выбранного рационального способа определяется техническая норма времени на восстановление изношенного участка детали. Для этого определяется толщина слоя покрытия, наносимого на поверхность детали:

$$h = I_{\max} + \delta_1 + \delta_2, \quad (4.11)$$

где I_{\max} – величина износа детали, мм;

δ_1 – припуск на черновую обработку, мм;

δ_2 – припуск на чистовую обработку, мм.

При ориентировочных расчетах можно принять $\delta_1 + \delta_2 = 0,08$ для осталивания и хромирования, $\delta_1 + \delta_2 = 0,5$ для различных способов наплавки и термического напыления.

Время наращивания покрытия при осталивании и хромировании определяется по формуле:

$$T_o = \frac{1000 \gamma h}{C \Delta_k \eta}, \quad (4.12)$$

где γ – плотность металла покрытия, для железа $\gamma = 7,8 \text{ г} / \text{см}^3$, для хрома

$$\gamma = 7 \text{ г} / \text{см}^3;$$

C – электрохимический эквивалент,

$C = 1,042 \text{ г} / \text{A} \cdot \text{ч}$ – для железа, $C = 0,323 \text{ г} / \text{A} \cdot \text{ч}$ – для хрома;

η – выход по току, для железа 80 %, для хрома 15 %;

\mathcal{D}_κ – катодная плотность тока, для железа $\mathcal{D}_\kappa = 40 \text{ A / дм}^2$,
для хрома $\mathcal{D}_\kappa = 50 \text{ A / дм}^2$.

Для всех видов механизированной наплавки и термического напыления основное время определяется по формуле:

$$T = \frac{L \cdot i}{n \cdot s}, \quad (4.13)$$

где L – длина восстанавливаемой поверхности находится из выражения

$$L = L_{dem} + L_{don}, \quad (4.14)$$

L

где L_{dem} – длина изношенной поверхности детали, мм;

L_{don} – дополнительная длина для начала и окончания процессов наплавки и термического напыления, может быть принята равной 5 мм;

i – число наносимых слоев покрытия, обычно $i = 1$;

s – шаг наплавки, определяемый из выражения $s = h + 1$;

-1

n – частота вращения детали, мин⁻¹. Для наплавки под флюсом частота вращения может быть определена по эмпирической формуле

$$n = 3 - 0,02 \cdot (\mathcal{D} - 50), \text{ мм.} \quad (4.15)$$

Для вибродуговой наплавки

$$n = 7 - 0,07 \cdot (\mathcal{D} - 10), \text{ мм.} \quad (4.16)$$

Для наплавки в среде углекислого газа

$$n = 9 - 0,11 \cdot (\mathcal{D} - 15), \text{ мм.} \quad (4.17)$$

Для термического напыления

$$n = \frac{v}{\pi \mathcal{D}}, \quad (4.18)$$

где v – скорость напыления, при газопламенном термическом напылении $v = 3500$ м / ч, при плазменном $v = 10000$ м / ч.

Техническая норма времени для гальванических работ определяется по формуле:

$$T_h = \frac{T_o + T_{\theta}'}{N_{\partial} \cdot K_u}, \quad (4.19)$$

где T_{θ}' – неперекрываемое вспомогательное время, $T_{\theta}' \approx 1,2T_o$;

K_u – коэффициент использования ванны, $K_u = 0,75$ при хромировании и $K_u = 0,95$ при оставливании;

N_{∂} – количество деталей в партии, принимаем $N_{\partial} = 50$ деталей.

Техническая норма времени для наплавки и термического напыления определяется по формуле:

$$T_h = 1,15(T_o + 0,9) + 0,32, \text{ мин}. \quad (4.20)$$

В результате указывается, какой из семи способов признан рациональным для восстановления заданной детали, приводятся значения величин себестоимости и удельной себестоимости восстановления, расхода электроэнергии и нормы времени на восстановление детали данным способом.

ЗАДАНИЕ

Решить задачу «Выбор способа восстановления изношенной детали» для своего варианта (таблица 4.3). Вариант выбирается по журналу посещений студентом занятий.

Таблица 4.3 – Исходные данные к задаче

| Вариант | D , мм | L , мм | σ_b , МПа | τ_{cy} , МПа | HRC | H , мм |
|---------|----------|----------|------------------|-------------------|-------|----------|
| 1 | 52 | 50 | 155 | 7,0 | 50 | 0,8 |
| 2 | 40 | 60 | 185 | 4,5 | 45 | 0,6 |
| 3 | 35 | 55 | 165 | 4,4 | 50 | 0,3 |
| 4 | 55 | 60 | 155 | 7,2 | 50 | 0,9 |
| 5 | 72 | 60 | 160 | 2,0 | 65 | 0,25 |
| 6 | 80 | 80 | 150 | 2,5 | 50 | 0,2 |
| 7 | 75 | 70 | 145 | 3,0 | 55 | 0,08 |
| 8 | 45 | 60 | 200 | 3,5 | 45 | 0,08 |
| 9 | 85 | 45 | 150 | 1,8 | 40 | 0,12 |
| 10 | 30 | 20 | 140 | 0,6 | 60 | 0,15 |
| 11 | 28 | 50 | 180 | 2,6 | 60 | 0,10 |
| 12 | 40 | 32 | 130 | 0,4 | 65 | 0,18 |
| 13 | 55 | 30 | 125 | 3,0 | 35 | 0,25 |
| 14 | 64 | 32 | 137 | 3,5 | 40 | 0,26 |
| 15 | 66 | 67 | 148 | 2,8 | 50 | 0,31 |
| 16 | 72 | 40 | 130 | 2,0 | 55 | 0,8 |
| 17 | 76 | 45 | 170 | 0,6 | 40 | 0,9 |
| 18 | 70 | 32 | 185 | 1,0 | 45 | 0,20 |
| 19 | 30 | 30 | 155 | 4,0 | 55 | 0,18 |
| 20 | 55 | 40 | 200 | 1,6 | 45 | 0,15 |
| 21 | 32 | 18 | 150 | 1,5 | 65 | 0,12 |
| 22 | 60 | 40 | 200 | 0,2 | 60 | 0,14 |
| 23 | 65 | 45 | 210 | 2,0 | 40 | 0,14 |
| 24 | 78 | 32 | 200 | 4,5 | 60 | 0,15 |
| 25 | 48 | 25 | 140 | 1,7 | 50 | 0,28 |
| 26 | 70 | 35 | 175 | 4,5 | 55 | 1,2 |

ВОПРОСЫ К ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ

1. Нормирование технологического процесса и методы установления норм времени по операциям?
2. Как рассчитывается техническая норма времени на выполнение гальванических работ?
3. Как рассчитывается техническая норма времени на выполнение наплавочных работ?
4. По каким критериям выбирается оптимальный вариант технологического процесса?
5. Назовите критерии выбора способа восстановления?
6. Как определяется себестоимость восстановления детали?
7. Преимущества и недостатки гальванических способов перед наплавочными способами?
8. В чем сущность процесса напыления? Преимущества и недостатки по сравнению с другими способами?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Синельников, Анатолий Федорович. Основы технологии производства и ремонт автомобилей : учеб. пособие для вузов / А. Ф. Синельников. - 2-е изд., стер. - Москва : Академия, 2013. - 319, [1] с. : ил. ; 22 см. - (Высшее профессиональное образование. Транспорт). - Гриф: Доп. УМО. - Библиогр.: с. 316.

Дополнительная литература.

2. Авдеев М. В., Воловик Е. Л., Ульман И. С. Технология ремонта машин и оборудования. — М.: Агопромиздат, 1986. 247 с.

3. Ремонт автомобилей: Учебник для вузов / Л. В. Дехтеринский, К. Х. Акмаев, В. П. Апсин и др.; под ред. Л. В. Дехтеринского. – М.: Транспорт, 1992. – 295с.

4. Сергеев Л.Г. Метрологическое обеспечение автомобильного транспорта. Учебное пособие. М.: Транспорт, 2001.

5. Техническая эксплуатация автомобилей /Под ред. Е.С. Кузнецова- М.: Транспорт, 2001.

6. Кузнецов Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей. Учебник. М.: Транспорт, 1999.

7. Смирнов Б.А. и др. Инженерная психология. Учебник. М.: Экономика, 1999.

8. Базовая система микроэлементных нормативов времени. Методические и нормативные материалы. М.: НИИ труда, 1999.

9. Определение нормативной трудоемкости обслуживание и управление производством. М.: Экономика, 1999.

10. Проников А.С. Надежность машин. М.: Машиностроение, 1999. - 12 -9.1.2. Список дополнительной литературы.

11. Александров А.А. Техническое нормирование труда на автомобильном транспорте. М.: Транспорт, 1976.

12. Методические рекомендации по организации нормирования труда на автомобильном транспорте. Центротрудавтогранс Минавтотранса РСФСР. М.: 1988.

13. Типовые нормы времени на ремонт грузовых автомобилей марок ГАЗ, ЗИЛ, КАЗ, МАЗ, КамАЗ, КрАЗ в условиях автотранспортных предприятий. М.: Экономика, 1989.

14. ГОСТ 15608-81Е. Пневмоприводы поршневые. Технические условия.

15. ГОСТ 617-90. Трубы медные. Технические условия.

16. ГОСТ 8733-74. Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные и теплодеформированные. Технические требования. – М., 1974.

17. ГОСТ 4543-71. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия. – М., 1971.

18. ГОСТ 8734-75. Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные. Сортамент. – М., 1975.

19. ГОСТ 494-90. Трубы латунные. Технические условия. – М., 1990.
ГОСТ 1412-85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки. – М., 1985.

20. ГОСТ 380-88. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки. – М., 1988.

21. ГОСТ 1050-88. Прокат сортовой, калибранный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной концентрической стали. Общие технические условия. – М., 1988.

22. ГОСТ 2.104-68. ЕСКД. Основные надписи. – М., 1968.

23. ГОСТ 2.106-96. ЕСКД. Текстовые документы. – М., 1996.

Приложение 1

| Вспомогательное время на установку и снятие детали | | | | Установка на центровочной КАРТА 1 | | | | | | | | |
|--|---|--|---|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|-----|-------------------|
| | | | | Вручную | | | | | | | | Подъем - ником |
| # | Способ установки детали | Способ подвода пиноли задней баб- ки | Вес детали с оправкой в кг | | | | | | | | | |
| | | | 1 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 30 | 50 | |
| Время в мин | | | | | | | | | | | | |
| 1 | На центровой гладкой или шлифовальной оправке | При сво- бодном одевании детали | Вращением махович- ка | 0,26 | 0,31 | 0,38 | 0,45 | 0,5 | 0,65 | 0,80 | 2,1 | 2,4 |
| 2 | | | Пневматическим устройством | 0,23 | 0,27 | 0,34 | 0,41 | 0,50 | 0,60 | 0,75 | 2,0 | 2,3 |
| 3 | | При тугом одевании детали под прессом | Вращением махович- ка | 0,40 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,85 | 1,0 | 1,25 | 2,5 | 2,8 |
| 4 | | | Пневматическим устройством или от- водной рукояткой | 0,37 | 0,46 | 0,5 | 0,65 | 0,80 | 0,95 | 1,2 | 2,4 | 2,7 |
| 5 | | | Звездочкой | 0,46 | 0,5 | 0,65 | 0,80 | 0,95 | 1,1 | 1,35 | — | — |
| 6 | На центровой оправке с креплением гайкой и шайбой | быстро- съемной | Вращением махович- ка | 0,40 | 0,50 | 0,5 | 0,65 | 0,80 | 0,95 | 1,20 | 2,5 | 2,7 |
| 7 | | | Пневматическим устройством или от- водной рукояткой | 0,37 | 0,45 | 0,50 | 0,60 | 0,7 | 0,90 | 1,15 | 2,4 | 2,6 |
| 8 | | | Звездочкой | 0,45 | 0,5 | 0,60 | 0,75 | 0,90 | 1,05 | 1,35 | — | — |
| 9 | | простой | Вращением махович- ка | 0,5 | 0,65 | 0,75 | 0,85 | 1,0 | 1,25 | 1,5 | 2,8 | 3,0 |
| 10 | | | Пневматическим устройством или от- водной рукояткой | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,95 | 1,2 | 1,5 | 2,7 | 2,9 |
| 11 | | | Звездочкой | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,95 | 1,1 | 1,35 | 1,65 | — | — |
| 12 | На центровой разжимной оправке | | Вращением махович- ка | 0,4 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | — | — | — | — |
| 13 | | | Пневматическим устройством | 0,40 | 0,45 | 0,5 | 0,65 | 0,75 | — | — | — | — |
| 14 | На центровой оправке с роликовым замком | | Вращением махович- ка | 0,28 | 0,3 | 0,41 | 0,50 | 0,60 | — | — | — | — |
| 15 | | | Пневматическим устройством | 0,24 | 0,28 | 0,36 | 0,45 | 0,5 | — | — | — | — |
| 16 | Установить и снять деталь с оправкой (при работе с двумя оправками) | | Вращением махович- ка | 0,16 | 0,20 | 0,24 | 0,29 | 0,34 | 0,40 | 0,47 | 1,8 | 2,0 |
| 17 | | | Пневматическим устройством или от- водной рукояткой | 0,13 | 0,16 | 0,20 | 0,24 | 0,29 | 0,35 | 0,42 | 1,7 | 1,9 |
| 18 | | | Звездочкой | 0,2 | 0,26 | 0,30 | 0,37 | 0,43 | 0,50 | 0,60 | — | — |
| 19 | Установка на оправке каждой предыдущей дета- ли свыше одной | | | 0,10 | 0,12 | — | — | — | — | — | — | — |

П р и м е ч а н и я: 1. В тех случаях, когда время на установку детали на оправку и снятие ее с оправки перекрывается основным (машинным) временем, работу следует вести с двумя оправками и время принимать по позициям 16-18. 2. При установке деталей из легких сплавов время по карте применять с коэффициентом 1,1.

Приложение 2

| Вспомогательное время на установку и снятие детали | | | | | | | | Установка на концевой оправке | | |
|--|--|--|------|------|------|------|------|----------------------------------|-------------|------|
| | | | | | | | | КАРТА 2 | | |
| № позиции | Способ установки детали | | | | | | | | Полъемником | |
| | Вес детали в кг до | | | | | | | | | |
| | | 0,25 | 1 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 30 |
| Время в мин | | | | | | | | | | |
| 1 | На концевой или шлицевой оправке без | 0,12 | 0,16 | 0,21 | 0,26 | 0,32 | — | — | — | — |
| 2 | Гайкой и быстросъемной шайбой | 0,20 | 0,27 | 0,34 | 0,42 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 1,0 | 2,7 |
| 3 | На концевой | Гайкой и простой шайбой | 0,30 | 0,38 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 1,0 | 1,3 |
| 4 | оправке с креплением | Гайкой и быстросъемной шайбой с центром задней бабки | — | 0,35 | 0,42 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 1,1 |
| 5 | | Гайкой и простой шайбой с центром задней бабки | — | 0,46 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1,1 | 1,4 |
| 6 | | Роликовым замком | 0,15 | 0,20 | 0,26 | 0,31 | 0,38 | — | — | — |
| 7 | На концевой | Пневматическим зажимом | 0,15 | 0,19 | 0,25 | 0,31 | 0,37 | 0,42 | 0,55 | 0,65 |
| 8 | разжимной | Гайкой | 0,22 | 0,29 | 0,37 | 0,46 | 0,55 | 0,65 | 0,80 | 1,1 |
| 9 | оправке с креплением | Маховичком через шпиндель | 0,20 | 0,26 | 0,32 | 0,38 | 0,45 | 0,55 | — | — |
| 10 | На концевой резьбовой оправке | 0,19 | 0,24 | 0,32 | 0,41 | 0,50 | — | — | — | — |
| 11 | Установка на оправке каждой последующей детали свыше одной | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,12 | — | — | — | — | — |

Примечание: при установке деталей из легких сплавов время по карте применять с коэффициентом 1,1

Приложение 3

| Вспомогательное время на установку и снятие детали | | | | | | | | | | Установка в тисках | | | | |
|--|---|--|--------------------------|------------|--------------------|------|------|------|------|--------------------|------|------|------|------|
| | | | | | | | | | | КАРТА 3 | | | | |
| п | Способ установки и детали | Состояние установочной поверхности | Характер выверки | ПРИМЕЧАНИЯ | Вес детали в кг до | | | | | | | | | |
| | | | | | 0,25 | 1 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | | |
| Время в мин (на комплект устанавливаемых деталей) | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | В тисках с винтовым зажимом | Обработанная (или необработанная из проката) | Без выверки | | 1 | 0,23 | 0,27 | 0,29 | 0,32 | 0,36 | 0,41 | 0,46 | 0,5 | |
| 2 | | | | | 2 | 0,29 | 0,35 | 0,40 | 0,46 | 0,5 | — | — | — | |
| 3 | | | | | 3 | 0,35 | 0,43 | 0,50 | 0,60 | — | — | — | — | |
| 4 | | | | | 4 | 0,41 | 0,50 | 0,60 | 0,75 | — | — | — | — | |
| 5 | | | | | 6 | 0,5 | 0,65 | 0,80 | — | — | — | — | — | |
| 6 | | | | | 8 | 0,70 | 0,80 | 1,0 | — | — | — | — | — | |
| 7 | | | | | 10 | 0,85 | 0,95 | 1,2 | — | — | — | — | — | |
| 8 | | | Необработанная (отливка) | | С выверкой | 1 | 0,70 | 0,80 | 0,85 | 0,05 | 1,05 | 1,25 | 1,5 | 1,7 |
| 9 | | | | | Без выверки | 1 | 0,28 | 0,32 | 0,34 | 0,37 | 0,41 | 0,46 | 0,50 | 0,60 |
| 10 | В тисках с пневматическим зажимом | Обработанная (или необработанная из проката) | Без выверки | | 1 | 0,13 | 0,17 | 0,19 | 0,2 | 0,26 | 0,31 | 0,37 | 0,46 | |
| 11 | | | | | 2 | 0,19 | 0,25 | 0,30 | 0,36 | 0,45 | — | — | — | |
| 12 | | | | | 3 | 0,25 | 0,3 | 0,41 | 0,50 | — | — | — | — | |
| 13 | | | | | 4 | 0,31 | 0,41 | 0,50 | 0,65 | — | — | — | — | |
| 14 | | | | | 6 | 0,43 | 0,5 | 0,70 | — | — | — | — | — | |
| 15 | | | | | 8 | 0,5 | 0,70 | 0,90 | — | — | — | — | — | |
| 16 | | | | | 10 | 0,70 | 0,85 | 1,1 | — | — | — | — | — | |
| 17 | | | Необработанная (отливка) | | С выверкой | 1 | 0,60 | 0,70 | 0,75 | 0,85 | 0,95 | 1,15 | 1,4 | 1,6 |
| 18 | | | | | Без выверки | 1 | 0,18 | 0,2 | 0,24 | 0,27 | 0,31 | 0,36 | 0,42 | 0,50 |
| 19 | В тисках с эксцентриковым за-жимом | Обработанная (или необработанная из проката) | Без выверки | | 1 | 0,15 | 0,19 | 0,21 | 0,25 | 0,29 | 0,34 | 0,39 | 0,48 | |
| 20 | | | | | 2 | 0,21 | 0,27 | 0,32 | 0,39 | 0,48 | — | — | — | |
| 21 | | | | | 3 | 0,27 | 0,35 | 0,43 | 0,50 | — | — | — | — | |
| 22 | | | | | 4 | 0,3 | 0,43 | 0,5 | 0,65 | — | — | — | — | |
| 23 | В самоцентрирующих призматических | Обработанная (или необработанная из проката) | Без выверки | | 1 | 0,10 | 0,13 | 0,15 | 0,17 | 0,20 | 0,24 | 0,30 | 0,39 | |
| 24 | При установке деталей свыше указанного количества на каждую следующую деталь добавить | | | | — | 0,08 | 0,1 | 0,14 | — | — | — | — | — | |

Примечания: 1. При переустановке детали время по карте применять с коэффициентом 0,8. 2.

При переустановке деталей из легких сплавов время по карте применять с коэффициентом 1,1

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
Сибирский колледж транспорта и строительства
(ФГБОУ ВПО ИРГУПС СПО СКТиС)

Методические указания по выполнению лабораторно - практических работ

ПМ 01 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта

МДК. 01.08 «Организация и технология восстановительного ремонта типовых деталей»

для специальности

23.02.07 «Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей»

базовая подготовка

среднего профессионального образования

Иркутск 2023

РАЗРАБОТЧИКИ: Прыгунов А.А., преподаватель первой категории, Сибирского колледжа транспорта и строительства ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения».

Методические указания для выполнения практических работ

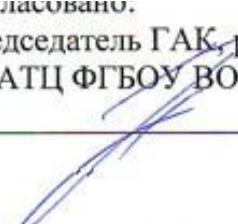
разработаны в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по специальности среднего профессионального образования 23.02.07 «Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов» автомобилей, базовой подготовки, утвержденного приказом Министерства образования и науки от 09 декабря 2016 г. № 1568 и на основе примерной основной образовательной программы, для СПО ППССЗ, разработанной Федеральным государственным бюджетным учреждением дополнительного профессионального образования «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте» (ФГБУ ДПО «УМЦ ЖДТ»).

РАССМОТРЕНО:

Цикловой методической комиссией специальности 23.02.07
Техническое обслуживание и ремонт
двигателей, систем и агрегатов
автомобилей
«08» июня 2022 г.

Председатель:  Прыгунов А.А.

Согласовано.

Председатель ГАК, руководитель
УПАТЦ ФГБОУ ВО ИрНИТУ
 С.С. Насонов

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель директора по УВР

/А.П.Ресельс
«09» июня 2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----|
| Введение..... | 4 |
| Лабораторная работа 1 Дефектовка автомобильных деталей | 5 |
| Лабораторная работа 2 Магнитная дефектоскопия деталей..... | 17 |
| Лабораторная работа 3 Растворение цилиндров (гильз цилиндров) автомобильного двигателя | 31 |
| Лабораторная работа 4. Электроискровое наращивание деталей и упрочнение инструмента | 47 |
| Лабораторная работа 5. Балансировка автомобильных деталей..... | 61 |
| Лабораторная работа 6. Установка коленчатого вала в блок цилиндров автомобильного двигателя..... | 79 |
| Лабораторная работа 7. Ремонт деталей полимерами | |
| | 96 |
| Лабораторная работа 8. Ремонт и испытание топливных насосов высокого давления | 111 |
| Лабораторная работа 9. Технологический процесс ремонта местных повреждений автомобильных шин и камер | 125 |
| Список рекомендуемой литературы..... | 154 |
| Приложения | 156 |

ВВЕДЕНИЕ

Технологическая операция машиностроительного производства является основным расчетным элементом технологического процесса.

Время обработки заготовки и себестоимость выполнения операции служат критерием, характеризующим целесообразность ее построения с учетом заданной производственной программы и определенных организационно-технических условиях. Техническая норма времени, определяющая затраты времени на выполнение операции, служит основой для оплаты работы станочнику, калькуляции себестоимости детали и изделия. На основе технических норм времени рассчитываются длительность производственного цикла, потребное количество станков, инструментов, рабочих определяется производственная площадь участков и цехов. Норма штучного времени является одним из основных факторов для оценки совершенства технологического процесса и выбора наиболее прогрессивного варианта обработки заготовки.

В настоящее время известно много различных способов восстановления изношенных автомобильных деталей. Для обеспечения надежности автомобиля нужно правильно выбрать подходящий для каждой конкретной детали способ восстановления. А для того, чтобы эксплуатация отремонтированного автомобиля была экономически эффективной надо выбрать из всех возможных данных детали способы восстановления такой, который бы обеспечил необходимую долговечность при минимальных затратах на единицу транспортной работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1

ДЕФЕКТОВКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ Цель работы — закрепление и развитие знания, способов, средств и

техники дефектации коленчатого вала, приобретение практических навыков определения дефектов и их сочетаний, использования средств контроля и руководства по капитальному ремонту автомобилей, уяснение характера работ, выполняемых дефектовщиком.

Содержание работы: подготовка исходных данных для дефектации коленчатого вала; определение технического состояния коленчатого вала; сортировка деталей по результатам контроля; назначение способа ремонта и содержания операций по подефектной технологии; оформление отчета о результатах работы.

Формируемые компетенции: ПК-7 Способен к освоению технологий и форм организации диагностики, технического обслуживания и ремонта транспортных и технологических машин и оборудования;

ПК-10 - Владеет умением изучать и способен анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы по совершенствованию технологических процессов эксплуатации, ремонта и сервисного обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин различного назначения, их агрегатов, систем и элементов;

ПК-20 - Способен использовать технологии текущего ремонта и технического обслуживания с использованием новых материалов и средств диагностики.

Актуальность темы:

В процессе обучения будущий инженер обязан знать не только способов, средств и техники дефектации коленчатого вала, но и определение

технического состояния коленчатого вала; сортировка деталей по результатам контроля; назначение способа ремонта и содержания операций по подефектной технологии.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Дефектовкой называется процесс сплошного контроля деталей и узлов бывших в эксплуатации для выявления в них дефектов, сортировки по группам годности и для назначения способов и маршрутов ремонта. Под дефектом по ГОСТ 115469-79 понимается каждое отдельное несоответствие детали (узла) установленным требованиям. В соответствии с руководствами на капитальный или текущий ремонт автомобилей детали сортируются на три группы: годные без ремонта, годные для ремонта или восстановления и негодные. Обычно годные без ремонта детали отмечаются зеленой краской, негодные – красной и подлежащие ремонту (восстановлению) – белой. Кроме того, на специализированных ремонтных предприятиях в зависимости от сочетания дефектов назначаются маршруты ремонта деталей.

Детали могут иметь следующие дефекты:

- Нарушение целостности (микротрешины, трещины, сколы, пробоины, разрушение и т. п.).
 - Несоответствие линейных и угловых размеров вследствие изнашивания, деформации и других воздействий.
 - Отклонения геометрической формы поверхностей от круглости EFK, цилиндричности EFZ и т. п.
 - Отклонения взаимного расположения поверхностей (радиальное биение промежуточных опорных шеек вала относительно общей оси ECR, изменение радиуса кривошипа коленчатого вала EPR и др.).
 - Несоответствие шероховатости сопрягаемых поверхностей.
 - Несбалансированность.

- Несоответствие физико-механических свойств материала детали (твердости, упругости, износостойкости, прочности сцепления покрытия с основным металлом и т. п.).

Дефектовку деталей осуществляют с применением универсальных измерительных средств, калибров, шаблонов и специальных измерительных стендов, приборов и приспособлений.

Характерной особенностью коленчатых и распределительных валов является использование при ремонте коренных, шатунных и опорных шеек ремонтных размеров. Одноименные шейки валов обрабатываются под один категорийный ремонтный размер.

Для назначения ремонтного размера на шейки вала необходимо определить:

- 1 Их овальность и конусообразность.
- 2 Исходный номинальный или ремонтный размер перед эксплуатацией $d_{исх}$.
3. Наибольший диаметральный износ Id_{max} :

$$Id_{max} = d_{исх} - d_{min}, \quad (1.1)$$

где $d_{исх}$ – исходный перед вводом в эксплуатацию двигателя номинальный или ремонтный размер шейки, мм; d_{min} – минимальный диаметр шейки вала после износа, мм.

При ремонте ближайший категорийный ремонтный размер d_{kp} определяется по формуле:

$$d_{kp} \geq d_{исх} - 2[kId_{max} + (H_a + T_a) + \sqrt{Y_{ост}^2 + E_y^2 + C^2}], \quad (1.2)$$

где k – коэффициент неравномерности износа. Можно принять $k = 0,8$ для коренных и шатунных шеек коленчатых валов и для опорных шеек распределительных валов $k = 0,5$; H_a – наибольшая радиальная глубина рисок и царапин на поверхности шеек, мм;

T_a – глубина дефектного (отпущеного) слоя из-за задира или прижога с подплавлением шейки, мм. Параметры H_a и T_a обычно задаются суммарно.

При наличии на поверхности шеек рисок и царапин без термического воздействия принимаем $T_a = 0$ и $(H_a + T_a) = 0,03$ мм. При наличии задира и цветов побежалости принимаем $(H_a + T_a) = 0,05...0,06$ мм. В этом случае после шлифовки шеек под ремонтный размер требуется провести обязательный контроль поверхностной твердости.

При наличии на шейке вала прижога с подплавлением поверхности рекомендуется шейку восстанавливать наплавкой или газотермическим напылением, а вал подвергать предварительной и последующей правке, так как его прогиб может достигать 0,5 мм и более; $Y_{ост}$ – допустимый остаточный прогиб вала после правки перед шлифованием, мм.

Правка чеканкой позволяет править чугунные и стальные азотированные коленчатые валы с первоначальным прогибом до 0,35 мм и получать остаточный прогиб $Y_{ост} = 0,02...0,04$ мм. При больших прогибах чугунные валы правят на прессе с предварительным подогревом до температуры $400...450^{\circ}\text{C}$ и с последующей наплавкой.

Стальные не азотированные коленчатые допускают поэлементную правку на прессе без подогрева с пяти – десятикратным перегибом в противоположном направлении от прогиба и выдержкой под нагрузкой в течение одной – двух минут. Однако при этом снижается усталостная прочность детали и требуется проведение термостабилизации при температуре $150...200^{\circ}\text{C}$; E_y – погрешность установки детали на шлифовальном станке. При шлифовании в центрах опорных шеек распределительных валов и коренных шеек коленчатых валов погрешность установки $E_y = 0$.

При шлифовании коренных и шатунных шеек коленчатых валов в регулируемых центросместителях и с выверкой по индикатору можно принять $E_y = 0,03...0,05$ мм; С – наибольшая суммарная погрешность линейного и углового расположения оси шатунной шейки коленчатого вала из-за нарушения радиуса кривошипа ЕР и скрученности вала ЕР θ

(векторная сумма), мм. Величину суммарной погрешности С находим по формуле:

$$C = \sqrt{EPR^2 + EP\theta^2}. \quad (1.3)$$

В данной работе наибольшее изменение радиуса кривошипа шатунных шеек EPR определяется экспериментально, а скрученность вала условно не учитывается, т. е. принимается $EP\theta = 0$. При расчете ближайшего ремонтного размера коренных шеек коленчатого вала суммарная погрешность С расположения осей шатунных шеек не учитывается.

По результатам дефектовки в условиях серийного ремонтного производства определяются следующие характеристики поступающего на предприятия ремонта фонда: коэффициент ремонта Кр и коэффициент сменности Ксм деталей:

$$K_p = N_p/N \text{ и } K_{cm} = N_{cm}/N, \quad (1.4)$$

где N_p и N_{cm} – соответственно количество ремонтируемых (восстанавливаемых) и заменяемых запасными частями деталей; N – число деталей в выборке.

С помощью этих коэффициентов можно прогнозировать годовые объемы работ участков ремонта (восстановления) изношенных деталей на сервисных предприятиях а также объемы производства запасных частей в автостроении и потребность в создании резервных мощностей по их производству [6].

3 Оборудование и материалы:

Подставка под оборудование собственного изготовления (2 шт.); плита поверочная 1-1000-630 ГОСТ 10905-86; прибор с центрами типа ПБМ-500; призма П2-2-1 ГОСТ 5641-82 (4 шт.); штатив для индикаторных головок типа ШМ-11Н-8 ГОСТ 10197-70; индикатор часового типа ИЧ-10 ГОСТ 577-68; штангенрейсмас ШР-400 ГОСТ 164-80; микрометры гладкие типа МК-50-1, МК-75-1 ГОСТ 6507-78; коленчатые валы двигателей КамАЗ-740 и

ЗИЛ-508.10; распределительные валы двигателей ЗМЗ-3102 (24) и семейства ВАЗ.

4 Указания по технике безопасности

1 Устанавливать коленчатые валы на призмы и снимать их разрешается только вдвоем в присутствии преподавателя или учебного мастера.

2 Проверочная плита должна быть выставлена горизонтально, обеспечивая устойчивое положение деталей, а призмы и измерительные средства должны размещаться в средней части проверочной плиты, исключая их случайное падение при выполнении дефектовочных работ.

3 Перед выполнением работы студенты должны изучить правильные приемы пользования измерительными средствами, исключающими возможность травмирования и порчи инструментов.

4 Освещенность рабочего места должна быть не менее 450 лк.

5 Задания

1 Изучить инструкцию по технике безопасности.

2 Изучить общие сведения о характерных дефектах коленчатых и распределительных валов, способах их выявления.

3 Выполнить измерения указанных в форме отчета конструктивных параметров деталей и результаты измерений занести в форму отчета.

4 Определить погрешности геометрической формы шеек коленчатого вала (овальность, конусообразность), диаметр наиболее изношенной шейки вала d_{min} и исходный номинальный или ремонтный диаметр шеек вала перед эксплуатацией дисх.

5 Определить радиальное биение ECR промежуточных коренных шеек коленчатого вала и опорных шеек распределительного вала и сравнить с допуском радиального биения TCR. Сделать заключение о необходимости и способе правки или шлифовки валов.

6 Определить радиусы кривошипов коленчатого вала и при их изменении сделать заключение о способе устранения дефекта.

7 Определить ближайшие ремонтные размеры для коренных и шатунных шеек коленчатого вала, либо установить необходимость его восстановления.

8 Определить износ кулачков по высоте распределительного вала и сделать заключение о возможности шлифовки по копиру под свободный ремонтный размер, приняв величину минимального припуска на механическую обработку $Z_{min} = 0,05...0,15$ мм, либо о необходимости наплавки кулачков.

9 Убрать рабочее место и сдать учебному мастеру.

10 Оформить и защитить отчет о выполненной работе.

6. Содержание отчета

В отчет о работе вносят: схемы и результаты измерений деталей; сведения о выявленных дефектах; заключение о принятых способах ремонта деталей а также расчеты по определению ближайших ремонтных размеров коренных и шатунных шеек коленчатого вала.

Форма отчета

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1
ДЕФЕКТОВКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ

1. Вал коленчатый № дет. по каталогу _____

Дефект 1. Износ коренных шеек

Средство измерения: микрометр МК _____ ГОСТ 6507-78.

Таблица 1.1 – Измеряемые параметры и схема измерения

| Параметры коренной шейки | Величина параметра, мм | Схема измерения |
|--|------------------------|-----------------|
| Диаметр по рабочему чертежу, | $d_k =$ | |
| Допуск цилиндричности шейки по рабочему чертежу | $TFZ =$ | |
| Допускаемое отклонение шейки от цилиндричности без ремонта | $TFZ_{\text{доп}} =$ | |

Таблица 1.2 – Протокол измерений, мм

| Пояс измерения | Плоскость измерения | Номера коренных шеек | | | | |
|---|---------------------|----------------------|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| I – I | a – a | | | | | |
| | b – b | | | | | |
| | овальность | | | | | |
| II – II | a – a | | | | | |
| | b – b | | | | | |
| | овальность | | | | | |
| конусообразность | a – a | | | | | |
| | b – b | | | | | |
| Наименьший диаметр $d_{k\min} =$ | | | | | | |
| Исходный диаметр $d_{k\text{исх}} =$ | | | | | | |
| Диаметральный износ $Id_k = d_{k\text{исх}} - d_{k\min} =$ | | | | | | |
| Наибольшее отклонение формы шейки от цилиндричности $EFZ =$ | | | | | | |
| Дефекты поверхностного слоя: риски, задиры, прижоги, коррозия (подчеркнуть имеющиеся дефекты) | | | | | | |

Дефект 2 Износ шатунных шеек

Средство измерения: микрометр МК _____ ГОСТ 6507-78

Таблица 1.3 – Измеряемые параметры и схема измерения

| Параметры шатунной шейки | Величина параметра,мм | Схема измерения |
|---|--------------------------|-----------------|
| 1. Диаметр шейки по рабочему чертежу | $d_{ш} =$ | |
| 2. Допуск цилиндричности шейки по рабочему чертежу 3. Допускаемое без ремонта отклонение шейки от цилиндричности | $TFZ =$ $TFZ_{доп} =$ | |

Таблица 1.4 – Протокол измерений, мм

| Пояс измерения | Плоскость измерения | Номера шатунных шеек | | | |
|---|---------------------|----------------------|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| I – I | a – a | | | | |
| | b – b | | | | |
| | овальность | | | | |
| II – II | a – a | | | | |
| | b – b | | | | |
| | овальность | | | | |
| конусообразность | a – a | | | | |
| | b – b | | | | |
| Наименьший диаметр $d_{шmin} =$ | | | | | |
| Исходный диаметр $d_{ш исх} =$ | | | | | |
| Диаметральный износ $Id_{ш} = d_{ш исх} - d_{шmin} =$ | | | | | |
| Наибольшее отклонение формы шейки от цилиндричности $EFZ =$ | | | | | |
| Дефекты поверхностного слоя: риски, задиры, прижоги (подчеркнуть) | | | | | |

Дефект 3. Погнутость вала Средства измерения: плита поверочная 1-1000-630 ГОСТ 10905-86; подставка под плиту; призма П2-2-1 ГОСТ 5641-82 (2 шт.); штатив ШМ-11Н-8 ГОСТ 10197-70; индикатор ИЧ-10 ГОСТ 577-68.

Таблица 1.5 – Параметр погнутости вала, схема и результат измерения

| Контролируемый параметр | | Схема измерения | |
|---|--------------------------------------|--------------------------------|--|
| Радиальное биение средней коренной шейки относительно крайних коренных шеек, мм | | | |
| по рабочему чертежу $TCR =$ | допуст. без ремонта $ECR_{доп} =$ | результат измерения $ECR =$ | |

Прогиб вала $Y = 0,5 ECR =$

Способ устранения прогиба вала _____

Дефект 4. Изменение радиуса кривошипа Средства измерения: тоже по деф.3 и штангенрейсмас ШР ГОСТ 164-80

Таблица 1.6 - Контролируемый параметр и схема измерения

| Контролируемый параметр | Величина | Схема измерения параметра, мм |
|---|----------|-------------------------------|
| 1. Радиус кривошипа по r_k = рабочему чертежу | | |

Таблица 1.7 – Протокол измерений радиуса кривошипа

| Параметры, мм | Номер шатунной шейки | | | |
|---------------------------|----------------------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| A | | | | |
| B | | | | |
| $2 r_k = A - B$ | | | | |
| $r_k = (A - B)/2$ | | | | |
| Способ устранения дефекта | | | | |

Расчет ремонтных размеров коренных шеек

Расчет ремонтных размеров шатунных шеек.

Заключение

2. Распределительный вал

№ дет. по каталогу – 24-1006015-02

Дефект 1. Погнутость вала

Средства измерения: прибор с центрами ПБ – 500; подставка; штатив ШМ-11Н-8 ГОСТ 10197-70; индикатор ИЧ-10 ГОСТ 577-68. Таблица

2.1 - Контролируемый параметр и схема измерения

| Контролируемый параметр | | | Схема и результат измерения, мм | |
|---|---|------------------------------|---------------------------------|--|
| Радиальное биение промежуточных опорных шеек относит. общей оси, мм | | | Прогиб Y = 0.5 ECR = | |
| по рабочему чертежу TCR = | допуст. без ремонта ECR _{доп} = | результат измерения ECR = | | |

Таблица 2.2 – Протокол измерений

| Радиальное биение промежуточных опорных шееек относительно общей оси ECR, мм | Номера опорных шеек | | |
|--|---------------------|---|---|
| | 2 | 3 | 4 |
| | | | |

Заключение

Дефект 2. Износ кулачков

Средства измерения: микрометры МК_____ и МК_____ ГОСТ 6507-78

Таблица 2.3 – Параметры и схема измерения кулачка

Таблица 2.4 – Результаты измерений параметров кулачков

| Контролируемые параметры | Размер, мм | | Схема измерения |
|--|------------------------|---------------------------|--------------------|
| | По рабочему чертежу | Допустимый без ремонта | |
| 1. Высота кулачка «а» | | | |
| 2. Диаметр цилиндрической части кулачка «в» | | | |
| 3. Высота подъема кулачка «а – в» | | | |

Таблица 2.4 – Результаты измерений параметров кулачков

| Номер цилиндра | Величина параметров кулачков, мм | | | | | |
|-------------------|----------------------------------|---|-------|------------------|---|-------|
| | выпускной кулачок | | | впускной кулачок | | |
| | a | b | a – b | a | b | a – b |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |

Заключение

Работу выполнил

Работу принял

7 Контрольные вопросы

1 С какой целью производится дефектовка деталей и на какие группы они сортируются в зависимости от технического состояния? Как их маркируют?

2 Каким способом определяется овальность и конусообразность опорных шеек валов?

3 Назовите характерные дефекты поверхностного слоя коренных и шатунных шеек коленчатых валов. Как учитываются дефекты поверхностного слоя при назначении ближайшего ремонтного размера?

4 Как определяется и устраняется погнутость коленчатых и распределительных валов?

5 Как определяется радиус кривошипа коленчатого вала и какие измерительные средства при этом применяются? Как влияет нарушение радиуса кривошипа на работу двигателя?

6 Приведите и поясните примеры расчета ближайших ремонтных размеров для коренных и шатунных шеек коленчатого вала автомобильного двигателя.

7 Как определяется износ по высоте кулачков распределительных валов и устанавливается возможность их шлифовки под ремонтный размер?

8 Назовите основные требования по охране труда при выполнении дефектовочных работ.

При защите работы проверяются: результаты выполненного микрометража деталей; умение студента пользоваться измерительными средствами и назначать способы устранения дефектов деталей а также усвоение теоретического материала.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2

МАГНИТНАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ ДЕТАЛЕЙ

1 Цель и содержание

Цель работы:

1 Изучить физическую сущность процесса магнитной дефектоскопии и область применения.

2 Изучить устройство магнитного дефектоскопа и получить практические навыки по выявлению скрытых дефектов магнитным способом.

Содержание работы: изучение сущности магнитной дефектоскопии, области применения и способов намагничивания и размагничивания деталей; изучение устройства и эксплуатации магнитного дефектоскопа; выявление скрытых поверхностных дефектов в деталях и установление возможных причин их возникновения.

Знания, приобретенные студентами в результате освоения темы: понятия магнитной дефектоскопии и область применения.

Умения, приобретенные студентами в результате освоения темы: изучить устройство и эксплуатацию магнитного дефектоскопа.

Формируемые компетенции: ПК-7 Способен к освоению технологий и форм организации диагностики, технического обслуживания и ремонта транспортных и технологических машин и оборудования;

ПК-10 - Владеет умением изучать и способен анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы по совершенствованию технологических процессов эксплуатации, ремонта и сервисного обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин различного назначения, их агрегатов, систем и элементов;

ПК-20 - Способен использовать технологии текущего ремонта и технического обслуживания с использованием новых материалов и средств диагностики.

Актуальность темы:

В процессе обучения будущий инженер обязан знать не только сущности магнитной дефектоскопии, но и области применения намагничивания и размагничивания деталей, а также выявление скрытых поверхностных дефектов в деталях и установление возможных причин их возникновения.

2 Теоретическое обоснование

Магнитная дефектоскопия служит для выявления скрытых дефектов в деталях (микротрещин, пор, раковин, шлаковых включений). Этим способом проверяют ответственные автомобильные детали, работающие с переменными нагрузками: коленчатые валы, шатуны, шатунные болты, поршневые пальцы, поворотные кулаки, шаровые пальцы, рычаги рулевых тяг и т. п.

Магнитный метод дефектоскопии деталей основан на ограниченной магнитной проницаемости μ_1 дефектного участка по сравнению с магнитной проницаемостью металла μ_0 , приводящей к рассеиванию магнитного потока и к возникновению магнитных полюсов S-N у краёв трещины (рисунок 2.1).

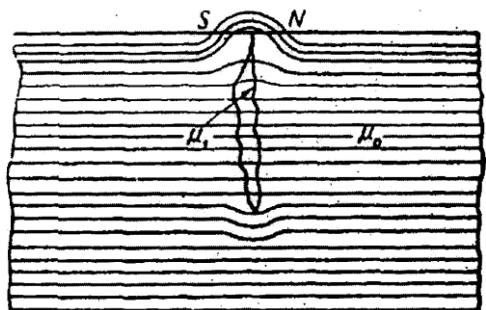


Рисунок 2.1 Образование поля рассеивания магнитного потока и магнитных полюсов около дефекта на поверхности детали:
 μ_0 – магнитная проницаемость металла;
 μ_1 – магнитная проницаемость дефектного участка.

Подаваемый на деталь магнитный порошок притягивается местным магнитным полем и выявляет наличие и форму поверхностного дефекта (рисунок 2.2). Магнитный порошок чаще всего подается в составе магнитной суспензии. Для приготовления магнитной суспензии вводят в 1 л керосина 40 г стандартного магнитного порошка МРТУ-6-14-74-68 с величиной частиц не более 20...30 мкм или в 1 л кипяченой воды 50...60 г хозяйственного мыла и 50...60 г стандартного магнитного порошка.

В деталях могут возникать трещины вследствие усталости металла, а также в процессе изготовления или восстановления из-за нарушения оптимальных режимов термической обработки, шлифования, наплавки, нанесения гальванопокрытий и т. п.



Рисунок 2.2 – Трещины на поверхности детали, выявленные методом магнитной дефектоскопии

Трещины хорошо выявляются, если магнитные силовые линии перпендикулярны их направлению или расположены под углом не менее, чем $20\ldots30^\circ$. Поэтому для выявления трещин различного направления применяется несколько способов намагничивания деталей: продольное (рисунок 3), циркулярное и комбинированное (рисунок 2.3).

Продольное намагничивание осуществляется в поле электромагнита (рисунок 2.3 а), в поле дросселя (рисунок 2.3 б) и в поле витков гибкого кабеля (рисунок 2.3 в). Продольное намагничивание позволяет выявлять кольцевые и угловые трещины.

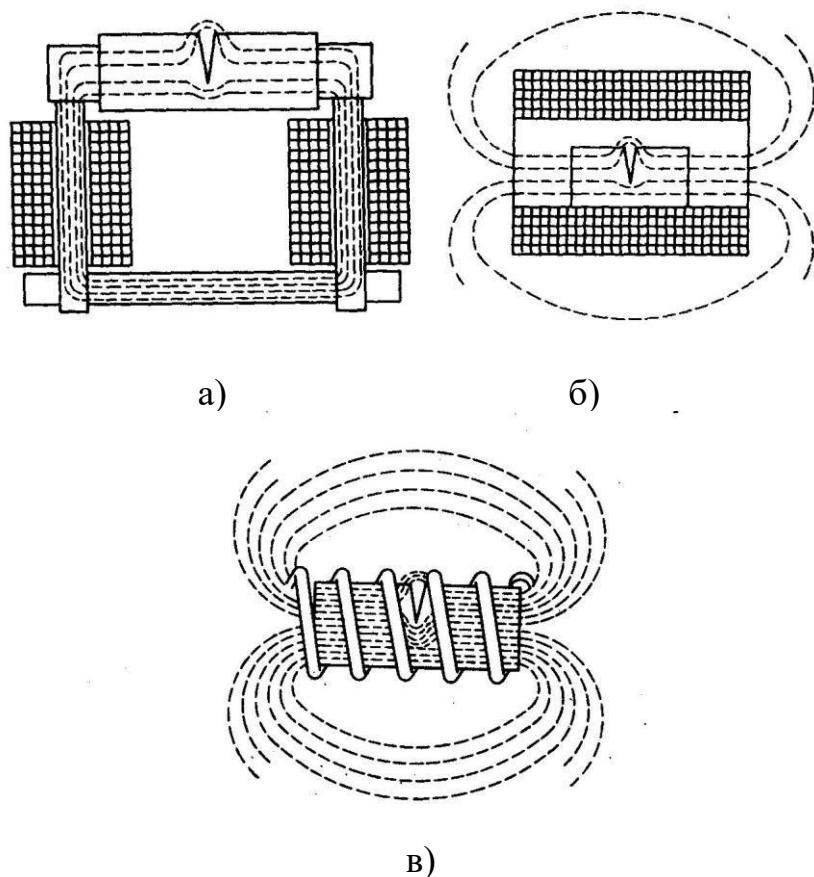


Рисунок 2.3 – Схемы продольного намагничивания деталей: а) – в поле электромагнита; б) – в поле дросселя; в) – в поле гибкого кабеля.

Необходимое число витков гибкого кабеля определяется по формуле:

$$W = 2d / J, \quad (2.1)$$

где W – число витков кабеля; d – наибольший диаметр контролируемой детали, мм; J – величина тока, А.

Циркулярное намагничивание осуществляется путём пропускания тока большой величины через деталь или её участок с помощью электрических контактов 2 (рисунок 4 а). Циркулярное намагничивание позволяет выявлять продольные и угловые трещины. Этот способ намагничивания применяется для проверки коленчатых валов и других крупных деталей на дефектоскопах ДМП-2 и М- 217 ЗИЛ.

Контроль стальных деталей осуществляется на остаточной намагнченности или в приложенном поле. Выбор способа контроля определяется магнитными свойствами материала детали.

На остаточной намагнченности обычно проверяют детали из магнитожестких материалов, например, из легированной или высокоуглеродистой стали в закалённом состоянии. Детали, изготовленные из магнитомягких материалов, обладающие небольшой коэрцитивной силой, например, из малоуглеродистой стали, проверяют только в приложенном поле. Мелкие поверхностные дефекты (волосовины, неметаллические включения) и подповерхностные дефекты также лучше выявляются в приложенном магнитном поле.

Величина тока при циркулярном намагничивании (рисунок 2.4 а) определяется по формулам (2.2) и (2.3):

а) при контроле на остаточной намагнченности

$$J = (17...20) d, \quad (2.2)$$

где J – ток, А; d – диаметр детали, мм;

б) при контроле в приложенном поле

$$J = (6 \dots 8) d. \quad (2.3)$$

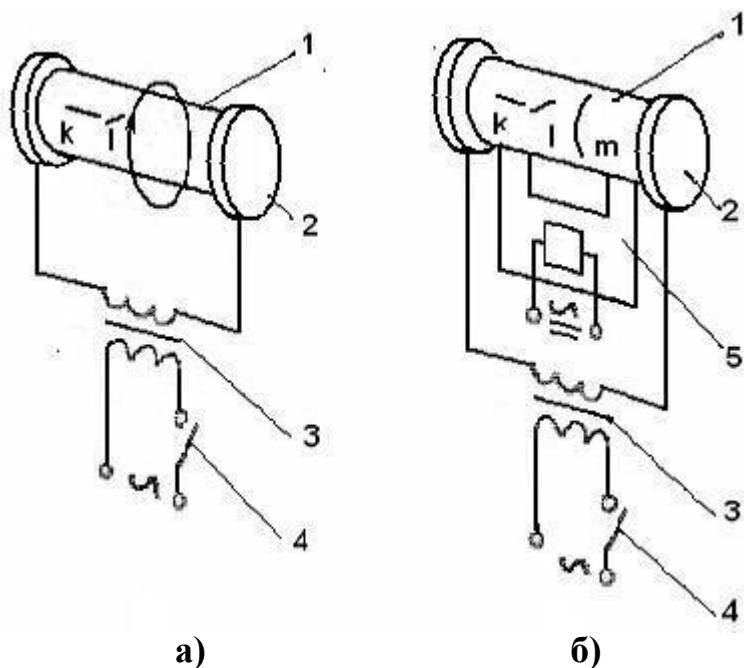


Рисунок 2.4 – Схемы циркулярного (а) и комбинированного (б) способов намагничивания деталей: 1 – намагничиваемая деталь; 2 – электрический контакт; 3 – понижающий трансформатор; 4 – выключатель; 5 – электромагнит; k, l и m – соответственно продольные, угловые и поперечные трещины.

Комбинированное намагничивание деталей (рисунок 2.4 б) применяется для выявления за один прием трещин, имеющих разную ориентацию, при этом лучше использовать постоянный ток.

3 Оборудование и материалы:

Переносный магнитный дефектоскоп 77ПМД-ЗМ; стартерная аккумуляторная батарея 6СТ – 190А (2 шт.); автомобильные детали, подлежащие магнитной дефектоскопии; бачок с магнитной сусpenзией; ванночка для сбора сусpenзии; лупа х5; резиновые перчатки; обтирочный материал.

1 Назначение и устройство магнитного дефектоскопа 77ПМД-ЗМ

Магнитный дефектоскоп 77ПМД-ЗМ (рисунок 2.5) предназначен для магнитного контроля стальных деталей при помощи электромагнита 1, соленоида 11 и гибкого кабеля 9. Электромагнит и соленоид служат также для размагничивания деталей после контроля.

Дефектоскоп позволяет контролировать:

- а) при помощи электромагнита цилиндрические детали диаметром до 88 мм и плоские детали шириной до 200 мм;
- б) в соленоиде цилиндрические детали диаметром до 90 мм постоянным током и до 30 мм переменным током;
- в) при использовании гибкого кабеля сплошные цилиндрические детали диаметром до 90 мм и полые до 120 мм.

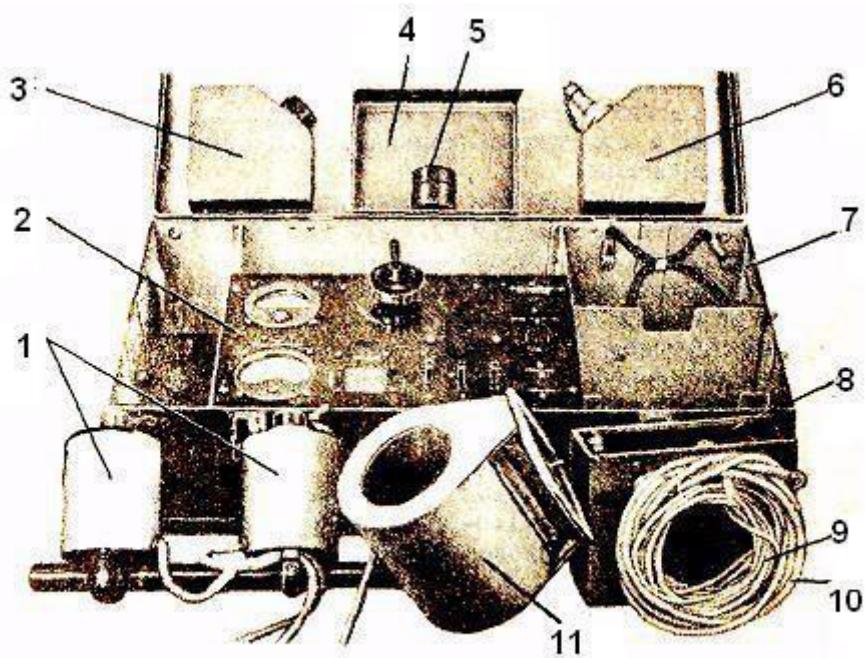


Рисунок 2.5 – Общий вид магнитного дефектоскопа 77ПМД-ЗМ

Контроль деталей можно осуществлять по отдельным участкам, как со снятием, так и без снятия с машин и оборудования.

Дефектоскоп смонтирован в металлическом чемодане, его вес с принадлежностями составляет 30 кг.

В комплект дефектоскопа (рисунок 2.5) входят: электромагнит 1 с четырьмя парами съёмных наконечников; съёмная панель 2 прибора; банка 3 для хранения магнитного порошка; ванночка 4 для сбора стекающей суспензии в процессе поливки контролируемых деталей; лупа 5 (х5) для осмотра деталей; коробка 7 для соленоида; бачок 6 для суспензии; коробка 8 для наконечников электромагнита; намагничивающий кабель 9; два провода 10 питания длиной 2,5 м; соленоид 11 с переключателем.

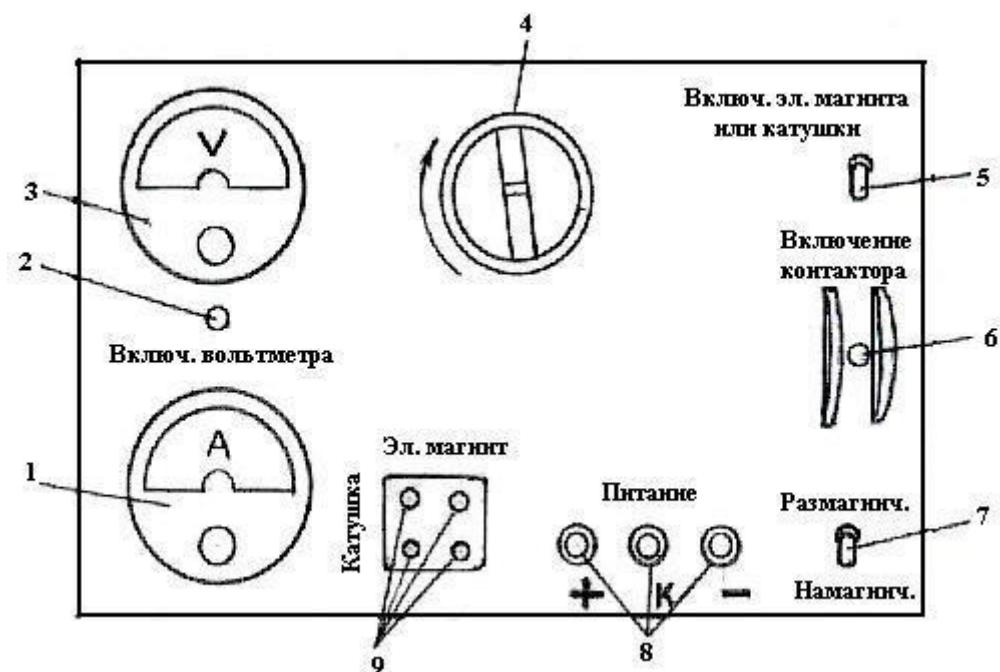


Рисунок 2.6 – Съемная панель магнитного дефектоскопа

На съёмной панели магнитного дефектоскопа (рисунок 2.6) находятся: амперметр 1 для контроля величины тока при размагничивании детали; кнопка 2 включения вольтметра; вольтметр 3; переключатель 4 кулачкового типа для изменения направления тока в обмотках электромагнита или соленоида в процессе размагничивания при питании постоянным током; выключатель 5 для включения электромагнита или соленоида; выключатель 6 контактора при работе с гибким кабелем;

переключатель 7 для переключения обмоток электромагнита с последовательного соединения при намагничивании на параллельное при размагничивании и обратно.

Зажимы 8 служат для подключения проводов от аккумулятора («+» и «-») и намагничающего кабеля («К» и «-»), а штепсельные гнёзда 9 для включения штепсельных вилок электромагнита или соленоида (катушки).

Питание прибора осуществляется постоянным током напряжением 24 В от стартерных аккумуляторных батарей. Соленоид (катушка) питается также от сети переменного тока напряжением 220 В.

4 Требования по технике безопасности

1 Работу следует выполнять в резиновых перчатках.

2 Перед намагничиванием деталей в соленоиде, питаемом переменным током напряжением 220 В, проверить изоляцию проводов и надёжность контактов в местах присоединений.

3 При использовании стартерных аккумуляторных батарей для намагничивания и размагничивания деталей и при их обслуживании необходимо соблюдать правила безопасной работы с ними.

5 Задания

1 Методика выполнения работы

- Подготовка деталей и дефектоскопа к контролю**

Подготовка деталей к контролю заключается в очистке от масла и загрязнений. Глубокие риски должны быть зачищены шкуркой. Перед началом работы необходимо вынуть необходимые намагничающие устройства, взболтать суспензию и приготовить ванночку.

- Выбор способа намагничивания детали**

Выбор способа намагничивания и контроля определяется размерами детали, ориентацией дефектов и магнитными свойствами материала.

• Намагничивание в поле соленоида переменным током следует производить в следующем порядке:

- а) поставить переключатель на панели соленоида в положение «Переменный ток» и включить на 0,5...1 с вилку шнура в штепсельную розетку осветительной сети переменного тока напряжением 220 В;
- б) вынуть деталь из соленоида и произвести контроль.

• Намагничивание в поле соленоида постоянным током производится в следующем порядке:

- а) поставить переключатель на панели соленоида в положение «Постоянный ток» и включить штепсельную вилку шнура соленоида в гнездо на панели дефектоскопа, обозначенное «Катушка»;
- б) подключить аккумулятор к зажимам 8 на панели дефектоскопа;
- в) поместить контролируемую деталь в середину соленоида;
- г) установить переключатель 7 в нейтральное положение;
- д) включить ток на 0,5...1с;
- е) вынуть деталь из соленоида и отключить аккумулятор.

• Намагничивание с помощью электромагнита в приложенном поле осуществляется в следующей последовательности:

- а) подключить аккумулятор к зажимам «+» и «-» на панели дефектоскопа и проверить напряжение вольтметра, нажав на кнопку 2 (рисунок 6);
- б) включить обе вилки шнуров электромагнита в штепсельные гнезда 9, обозначенные «Электромагнит»;
- в) установить переключатель 7 в положение «Намагничивание»;
- г) установить переключатель 7 в положение «Намагничивание»;
- д) закрепить полюсные наконечники в сердечники электромагнита и плотно прижать к детали;

е) включить выключатель 5 и произвести контроль в приложенном поле;

ж) выключить ток по окончании контроля.

• **Намагничивание гибким кабелем** применяется для крупных деталей и производится в следующей последовательности:

а) установить кулачковый переключатель 4 в начальное положение;

б) установить переключатель 7 в нейтральное положение;

в) выключить выключатель 5;

г) убедиться в том, что штепсельные гнёзда 9 на панели дефектоскопа не заняты вилками;

д) присоединить аккумулятор к зажимам питания дефектоскопа, обозначенные «+» и «-»;

е) обмотать деталь необходимым числом витков кабеля, а концы его подсоединить к клеммам «К» и «-»;

ж) проверить напряжение аккумулятора, нажав на кнопку 2;

включить выключателем 6 ток на 0,5с, при этом должен быть слышен щелчок контактора.

ВО ИЗБЕЖАНИЕ ПОРЧИ АККУМУЛЯТОРА ВКЛЮЧАТЬ ТОК НА ДЛИТЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ (БОЛЕЕ 0,5 СЕК) ВОСПРЕЩАЕТСЯ! з) по

окончании намагничивания отключить аккумулятор и снять кабель с контролируемой детали.

• **Нанесение на поверхность деталей магнитной сусpenзии**
Магнитную суспензию наносят двумя способами:

а) обливанием поверхности детали суспензией из бачка;

б) окуранием мелких деталей в ванночку с суспензией с выдержкой в течение 2 мин.

- **Осмотр деталей и выявление дефектов**

При осмотре детали уделять особое внимание местам с резким переходом в сечении: галтелям, зонам у отверстий, углам и т. п.

- **Размагничивание деталей**

Годные детали для уменьшения износа в процессе эксплуатации размагничивают.

• Размагничивание соленоидом, питаемым переменным током напряжением 220 В необходимо производить в следующем порядке:

- а) поставить переключатель соленоида в положение «Переменный ток»;
- б) посыпать намагниченную деталь железными опилками и поместить её в середину соленоида;
- в) подключить соленоид к осветительной сети переменного тока напряжением 220 В;
- г) медленно извлечь деталь из соленоида и отвести В на расстояние 1 м;
- д) отключить соленоид от сети, вынув штепсельную вилку из розетки;
- е) проверить деталь на размагниченность.

В соленоиде могут быть размагнечены переменным током лишь мелкие детали диаметром до 30 мм.

- **Размагничивание электромагнитом на постоянном токе**

необходимо производить в следующем порядке:

- а) посыпать намагниченный участок детали опилками;
- б) подсоединить аккумулятор и электромагнит к соответствующим клеммам панели дефектоскопа;
- в) поднести электромагнит к детали тыльной стороной полюсных наконечников и включить выключатель 5;
- г) перевести переключатель 7 в положение 4 «Размагничивание»;

д) равномерно вращать рукоятку кулачкового переключателя 4 по часовой стрелке со скоростью $10\ldots12 \text{ мин}^{-1}$ и одновременно отвести электромагнит от детали на расстояние 400 мм (размагничивание вести вдвоём);

е) перевести выключатель 7 в нейтральное положение и прекратить вращение переключателя 4.

Если в процессе размагничивания опилки на детали продолжают удерживаться, операцию размагничивания следует повторить.

• **Размагничивание соленоидом, питаемым постоянным током** производят аналогично. Переключатель соленоида должен при этом находиться в положении «Постоянный ток». Деталь отводят от соленоида после извлечения на расстояние 1м, затем выключают выключатель 5 и прекращают вращение переключателя 4.

• **Очистка деталей после контроля**

После окончания контроля годные детали протирают, все отверстия продувают сжатым воздухом. По окончании работ отключают питание, сливают сусpenзию из ванночки в бачок, протирают насухо все детали дефектоскопа и укладывают в чемодан

2 Порядок выполнения работы

- Изучить инструкцию по технике безопасности.
- Изучить физическую сущность магнитного метода дефектоскопии деталей, способы и режимы намагничивания.
- Ознакомиться с устройством магнитного дефектоскопа и методикой намагничивания и размагничивания деталей различными способами.
- Выбрать способ контроля и произвести дефектоскопию деталей.
- Установить причину возникновения дефекта.
- Составить и защитить отчёт о работе.

6. Содержание отчета

В отчете приводятся: схемы и расчет режимов намагничивания деталей; состав применяемой магнитной суспензии; схема расположения на детали выявленных дефектов и возможная причина возникновения.

Форма отчета

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2

МАГНИТНАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ ДЕТАЛЕЙ

1 Схемы способов намагничивания деталей:

- а) продольное намагничивание в соленоиде;
- б) циркулярное;
- в) комбинированное с применением электромагнита.

2 Состав магнитной суспензии.

3 Расчет режимов намагничивания детали циркулярным способом в приложенном поле и на остаточной намагниченности.

4 Схема расположения микротрещин на поверхности проверяемой детали и возможная причина возникновения.

Работу выполнил..... Работу принял.....

7 Контрольные вопросы

1. Сущность процесса магнитной дефектоскопии деталей и область применения.
2. Назначение и применяемые составы магнитной суспензии.
3. В каких случаях применяются продольное, циркулярное и комбинированное намагничивание деталей? Приведите схемы этих способов намагничивания.
4. Как определяется режим намагничивания циркулярным способом и в поле гибкого кабеля?
5. Как устроен переносной магнитный дефектоскоп 77ПМД-ЗМ? Укажите его технические возможности и назначение составных частей.

6. Как осуществляется намагничивание деталей с помощью соленоида, электромагнита и гибкого кабеля?
7. С какой целью производится размагничивание деталей послемагнитной дефектоскопии и каким образом оно осуществляется?
8. Требования по технике безопасности при выполнении работ помагнитной дефектоскопии деталей.

При защите работы проверяются: умение студента выбирать способы и определять режимы намагничивания деталей, выполнять магнитную дефектоскопию деталей и устанавливать возможную причину возникновения дефектов; а также усвоение теоретического материала.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3

РАСТАЧИВАНИЕ ЦИЛИНДРОВ (ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ)

АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

1 Цель и содержание

Цель работы:

- 1 Приобрести практические навыки по микрометражу цилиндров автомобильного двигателя и по назначению категорийного ремонтного размера.
- 2 Изучить устройство, наладку, правила эксплуатации и обслуживания станка по растачиванию цилиндров двигателя.
- 3 Сформировать знания и умения по проектированию и по выполнению технологической операции растачивания цилиндров двигателя под ремонтный размер.

Содержание работы: микрометраж цилиндров двигателя и назначение ближайшего ремонтного размера; изучение устройства, наладки и

эксплуатации станка по растачиванию цилиндров двигателя и указаний по технике безопасности; выполнение технологических расчетов и составление технологической карты; выполнение и контроль расточной операции.

Знания, приобретенные студентами в результате освоения темы:

сформировать понятия по проектированию и по выполнению технологической операции растачивания цилиндров двигателя под ремонтный размер.

Умения, приобретенные студентами в результате освоения темы:
приобрести практические навыки по микрометражу цилиндров автомобильного двигателя и по назначению категорийного ремонтного размера.

Формируемые компетенции: ПК-7 Способен к освоению технологий и форм организации диагностики, технического обслуживания и ремонта транспортных и технологических машин и оборудования;

ПК-10 - Владеет умением изучать и способен анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы по совершенствованию технологических процессов эксплуатации, ремонта и сервисного обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин различного назначения, их агрегатов, систем и элементов;

ПК-20 - Способен использовать технологии текущего ремонта и технического обслуживания с использованием новых материалов и средств диагностики.

Актуальность темы:

В процессе обучения будущий инженер обязан знать не только микрометраж цилиндров двигателя и назначение ближайшего ремонтного размера, но и изучить устройство и эксплуатацию станка по растачиванию цилиндров двигателя.

2 Теоретическое обоснование

Характерными дефектами рабочей поверхности цилиндров и гильз цилиндров являются: задиры и риски, а также конусообразность в продольном и овальность в поперечном сечениях, выявляемые микрометражом.

Микрометраж цилиндров производится в соответствии со схемой измерения (рисунок 1), приводимой в руководствах по ремонту автомобилей.

Верхний цилиндрический поясок П не изнашивается, поэтому его используют для центрирования шпинделя по растачиваемому цилинду. Наибольший износ цилиндра обычно находится в зоне контакта с верхним компрессионным кольцом при расположении поршня в верхней мертвой точке (ВМТ) в плоскости качания шатуна.

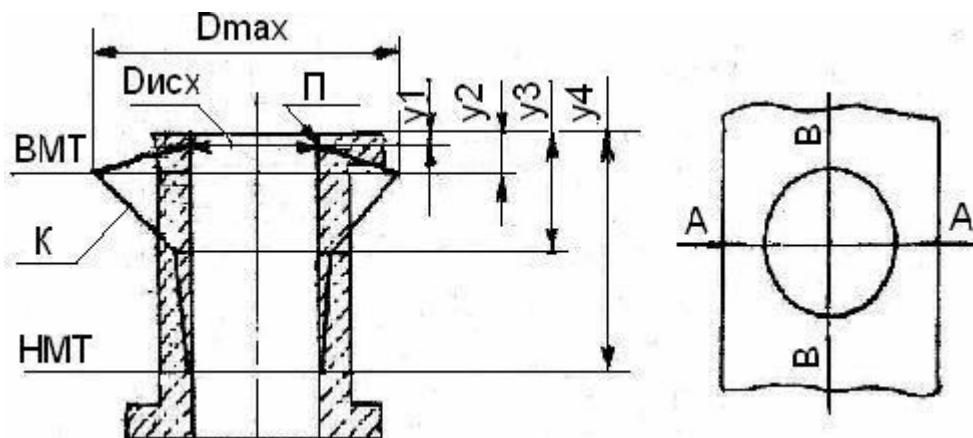


Рисунок 3.1 – Схема микрометража цилиндров автомобильного двигателя: П – не изнашиваемый цилиндрический поясок; К – типичая кривая износа цилиндров по высоте, у – координата измерительного пояса по высоте цилиндра, мм; для двигателя ВАЗ – 21011 $y_1 = 5$; $y_2 = 15$; $y_3 = 45$; $y_4 = 80$.

Все цилиндры двигателя растачиваются с получением правильной геометрической формы под поршни одного ремонтного размера.

Методика определения ремонтного размера цилиндров двигателя.

1 Находим по результатам микрометражи цилиндров наибольший диаметральный износ цилиндра ID_{max} :

$$ID_{max} = D_{max} - D_{исх}, \quad (3.1)$$

где D_{max} – диаметр наиболее изношенного цилиндра, мм;

$D_{исх}$ – исходный перед эксплуатацией (номинальный или ремонтный) размер диаметра цилиндра), мм.

При $ID_{max} > 0,15$ мм цилиндры подлежат растачиванию под ремонтный размер

2 Определяем расчетный ремонтный размер D_{pp} :

$$D_{pp} \geq D_{max} + \beta ID_{max} + 2Z_{omin}, \quad (3.2)$$

где β – коэффициент, учитывающий неравномерность изнашивания, по таблице 11.I.I (4) для зеркала цилиндра $\beta = 0,4$;

$2Z_{omin}$ – общий минимальный припуск на механическую обработку на диаметр.

$$2Z_{omin} = 2Z_{opmin} + 2Z_{oxmin} \dots \quad (3.3)$$

где $2Z_{opmin}$ – общий минимальный припуск на диаметр на тонкое растачивание, можно принять $2Z_{opmin} = 0,08 \dots 0,18$ мм;

$2Z_{oxmin}$ – общий минимальный припуск на диаметр на хонингование.

Для двигателей ВАЗ $2Z_{oxmin} = 0,03$ мм, для грузовых автомобилей можно принять $2Z_{oxmin} = 0,05 \dots 0,06$ мм.

3 Принимаем по приложению 3 ближайший категорийный ремонтный размер D_{kr} и подбираем комплект поршней данного ремонтного размера.

3 Оборудование и материалы

Станок переносный для растачивания цилиндров двигателей, модель 2407; подставка под оборудование собственного изготовления; приспособление для крепления расточного станка к блоку цилиндров двигателя; комплект фиксаторов с пружинами; резцодержатель; резец расточной ВК6; специальный микрометр для установки вылета резца; нутrometer

индикаторный НИ 50-100 ГОСТ 868-82; микрометр МК 100-1 ГОСТ 6507-78; эталоны шероховатости поверхности по чугуну.

1 Станок для растачивания цилиндров двигателей модели 2407

Станок (рисунок 3.2) предназначен для растачивания цилиндров рядных двигателей в условиях небольших ремонтных мастерских.

Техническая характеристика станка приведена в приложении 4. Станок для растачивания цилиндров двигателя состоит из следующих основных узлов: станины I, шпинделя в сборе 2, червячного редуктора 4, распределительной коробки цилиндрических шестерен 6, рукоятки 3 механизма ручного перемещения шпинделя, электродвигателя II и автомата 9.

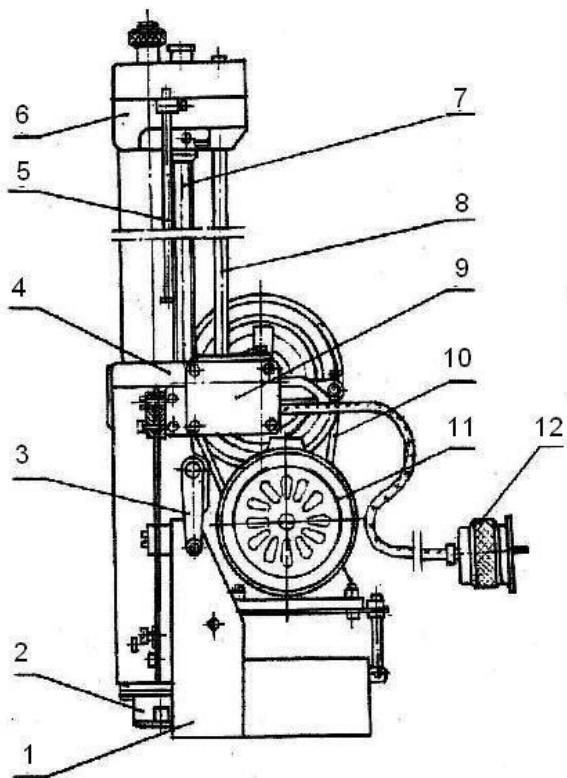


Рисунок 3.2 – Станок переносный для растачивания цилиндров двигателей, модель 2407: I – станина; 2 – шпиндель; 3 – рукоятка ручного перемещения шпинделя; 4 – редуктор червячный; 5 – упор автоматического выключения станка; 6 – коробка цилиндрических шестерен; 7 – винт механизма подачи; 8 – вал вертикальный; 9 – автомат; 10 – передача клиноременная; II – электродвигатель; 12 – штепсельное соединение.

Кинематическая схема станка представлена на рисунке 3.3.

Вращение шпинделя станка и механическая подача шпинделя в процессе растачивания обеспечиваются электродвигателем М, обратная подача (вспомогательный ход) производится вручную. Электродвигатель через трехступенчатую ременную передачу 1, червячный редуктор 2 промежуточный вал 8 соединен с укрепленной сверху на корпусе шпинделя распределительной коробкой, в которой имеются две зубчатые передачи для привода шпинделя и вращения маточной гайки 12 винта подачи 13. При расточке винт бывает заторможен стопором 14, и маточная гайка, навертываясь на него, перемещает коробку и корпус шпинделя вниз, т.е. обеспечивает механическую передачу. Для возврата коробки и корпуса, шпинделя в исходное положение винт 14 растормаживают и врашают рукоятку ручной подачи.

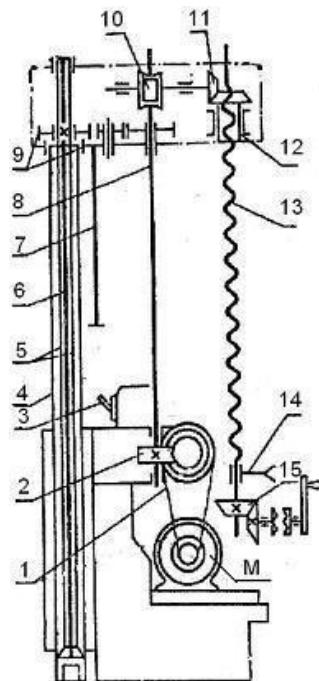


Рисунок 3.3 – Кинематическая схема станка для растачивания цилиндров двигателей, модель 2407: М – электродвигатель; 1 – шкивы ; 2 – червячный редуктор; 3 – конечный выключатель электродвигателя; 4 – корпус шпинделя; 5 – шпиндель; 6 – центратор; 7 – упор автоматического выключения станка; 8 – промежуточный вал; 9 – цилиндрические шестерни привода шпинделя; 10 – червячная пара; II –конические шестерни подачи; 12 – маточная гайка винта подачи; 13 – винт подачи; 14 – стопор винта; 15 – конические шестерни ручной подачи.

Шпиндель (рисунок 3.4) состоит из корпуса 1, в котором на двух радиально-упорных подшипниках установлена головка шпинделя 2. Пружина 3 выбирает зазор в подшипниках. В нижней части головки имеется гнездо «В» для установки резцодержателя. Шпиндель имеет специальное приспособление для центровки станка по оси растачиваемого цилиндра. Приспособление состоит из центратора 5, трех фиксаторов 6 и пружины 7. Центратор также служит для закрепления резцодержателя. Перемещение центратора осуществляется вращением гайки 4. Червячный редуктор с помощью вертикального вала 8 передает вращение в распределительную коробку. Корпус червячного редуктора заполняется солидолом или смазкой ЦИАТИМ-203 через каждые 200ч работы станка.

На верхнюю часть корпуса устанавливается распределительная коробка. На крышке распределительной коробки установлен упор 7 (рисунок 3.3) автоматического выключения станка при окончании растачивания.

Механизм возврата шпинделя в исходное положение (рисунок 3.5) состоит из рукоятки 1, пары конических, шестерен 2, винта подачи 3, зажима 4 и шестерни-гайки. Во время растачивания винт подачи застопорен зажимным винтом. Приведенная во вращение шестерня-

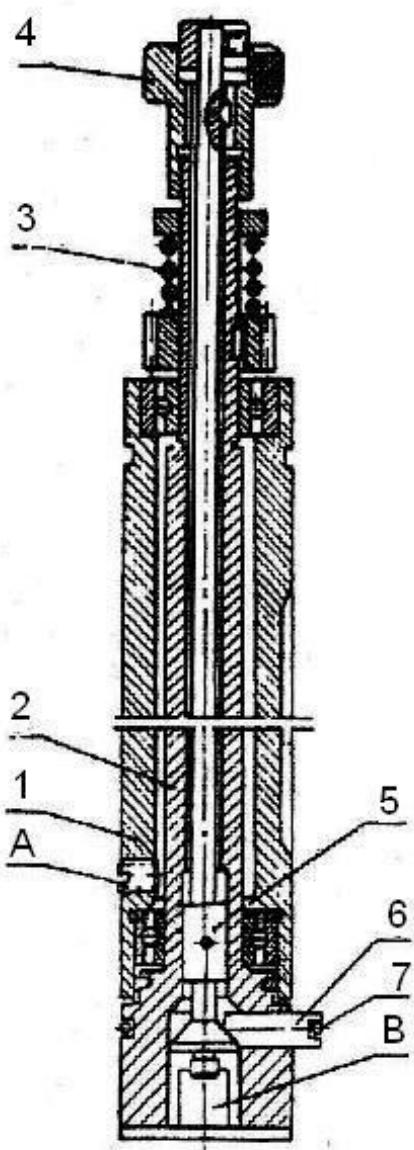


Рисунок 4 - Шпиндель в сборе: 1 - корпус; 2 - головка шпинделя; 3 - пружина; 4 - гайка; 5 - центратор; 6 - фиксатор; 7 - пружина стяжная; А - пробка; В - гнездо резцодержателя

гайка, навертываясь на винт подачи, производит рабочую подачу распределительной коробки, а вместе с ней и шпинделя. После растачивания винт подачи освобождается от стопорения и, вращая рукоятку I, производится подъем шпинделя в исходное положение.

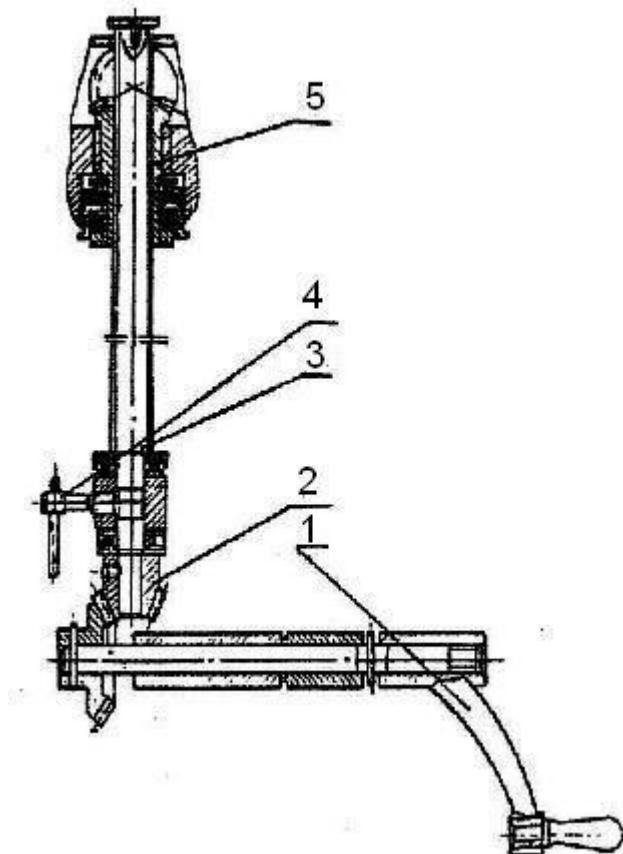


Рисунок 3.5 – Механизм возврата шпинделя в исходное положение: 1 – рукоятка; 2 – конические шестерни; 3 – винт подачи; 4 – винт зажимной.

Станина 1 имеет вертикальную расточку, которая является направляющей корпуса шпинделя. Она имеет разрез по всей высоте, что дает возможность при помощи стяжных и отжимных болтов выбирать люфт между станиной и корпусом шпинделя.

Правила эксплуатации и обслуживания станка

Перед растачиванием станок устанавливается на блок двигателя шпинделем в растачиваемый цилиндр.

Для центровки шпинделя по растачиваемому цилинду необходимо завернуть гайку 4, вращая ее против часовой стрелки, нажать на верхний

конец центратора 5 и опустить его до отказа. В отверстие головки шпинделя установить три фиксатора 6 одного из комплектов в зависимости от диаметра цилиндра, в канавки фиксаторов надеть кольцевую пружину 7.

Ручной подачей шпиндель следует опустить в растачиваемый цилиндр до ввода фиксаторов в среднюю часть не изнашиваемого пояска. Вращением гайки 4 по часовой стрелке центратор 5 поднимается вверх и его конус распирает фиксаторы до упора в стенки цилиндра. Когда все фиксаторы будут касаться стенок цилиндра станок закрепляется на блоке специальным приспособлением через соседний цилиндр (рисунок 3.6).

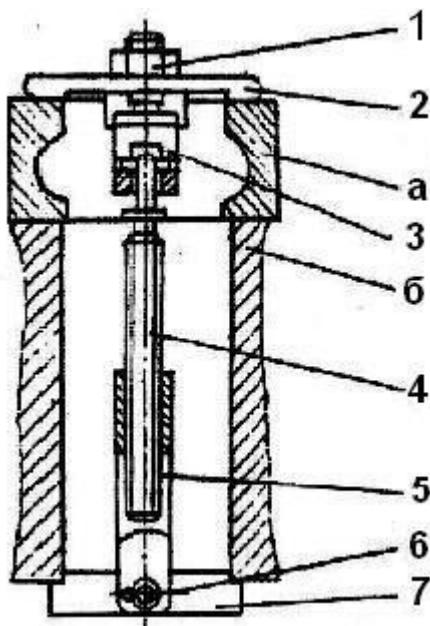


Рисунок 3.6 – Приспособление для закрепления расточного станка на блоке цилиндров: а – основание расточного станка; б – блок цилиндров; 1 – гайка; 2 – планка прижимная; 3 – захват; 4 – винт; 5 – вилка; 6 – палец; 7 – планка прижимная

После закрепления станка фиксаторы освобождаются путем опускания центратора и шпиндель поднимается в первоначальное положение. В гнездо головки шпинделя устанавливается резцедержатель с резцом, предварительно установленным по специальному микрометру на размер растачивания цилиндра. Закрепление резцедержателя производится путем опускания центратора и завертывания прижимного винта.

После этого устанавливается на нужную глубину расточки упор 5 для автоматического выключения станка, закрепляется винт подачи зажимным винтом 4, проверяется заземление и станок включается в сеть.

По окончании растачивания зажимной винт отвертывается, шпиндель с помощью ручной подачи возвращается в верхнее положение.

Перед работой необходимо проверить надежность крепления станка к блоку цилиндров. По мере износа направляющего отверстия в станине необходимо выбирать люфт между корпусом шпинделя и стенками отверстия. Периодически производить смазку всех механизмов станка.

4 Указания по технике безопасности

1 Выполнять настройку, включение станка и растачивание цилиндров блока только в присутствии учебного мастера или преподавателя после изучения настоящей инструкции.

2 Перед растачиванием цилиндров проверить качество крепления расточного резца в резцодержателе, взаимное положение резца и обрабатываемого цилиндра, а также надежность крепления станка к блоку цилиндров.

3 Не допускается проворачивать шпиндель станка за резцовую головку.

4 Перед включением станка в электрическую сеть проверить наличие заземления, а также надежность крепления кожуха клиноременной передачи.

5 Во время работы станка не трогать руками вращающиеся части, обшлага рукавов одежды должны быть застегнуты, нельзя производить перестановку и натяжение ремня.

6 В конце работы отключить станок от сети.

5 Задания

1 Определение индивидуальных диаметров растачивания цилиндров для комплекта поршиней:

$$D_{раст} = d_{пр} + S_m - 2Z_{oxmin}, \quad (3.4)$$

где $d_{\text{пр}}$ – диаметр поршня соответствующего ремонтного размера класса А, С, Е, измеренный микрометром в плоскости, перпендикулярной поршневому пальцу, на расстоянии 52,4 мм от днища поршня;

S_M – монтажный зазор между поршнем и цилиндром, $S_M = 0,06 \dots 0,08$ мм.

Для двигателя ВАЗ-2101П принимаем $S_M = 0,07$ мм.

2 Расчет и установка наладочных размеров

Наладочными размерами при растачивании цилиндров являются (рисунок 3.7): вылет расточного резца А и длина рабочего хода резца L_{px}

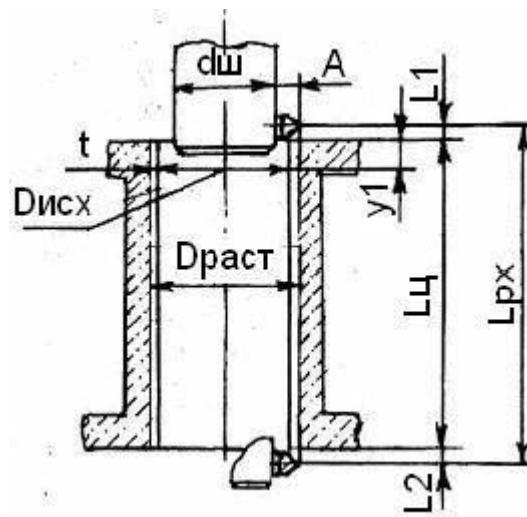


Рисунок 7 – Схема определения длины рабочего хода L_{px} и вылета А – расточного резца

Установочный размер (вылет) расточного резца в резцедержателе:

$$A = (D_{\text{раст}} - d_{\text{ш}}) / 2, \text{ мм}, \quad (3.5)$$

где $d_{\text{ш}}$ – диаметр резцовой головки шпинделя, $d_{\text{ш}} = 60$ мм.

Установка расточного резца на требуемый размер осуществляется с применением специального микрометра, показанного на рисунке 8. На шкале микрометра предварительно устанавливается размер А, после чего расточной резец 3 выдвигается из резцедержателя 2 до упора в измерительную пятку микрометра и фиксируется в этом положении.

Длина рабочего хода резца:

$$L_{px} = L_{\Pi} + L_1 + L_2, \quad (3.6)$$

где L_{Π} – высота цилиндра, $L_{\Pi} = 134$ мм;

$(L_1 + L_2)$ – путь врезания и перебега резца $(L_1 + L_2) = 3...4$ мм.

Устанавливается длина рабочего хода резца с помощью упора 5 автоматического выключения станка (рисунок 3.8).

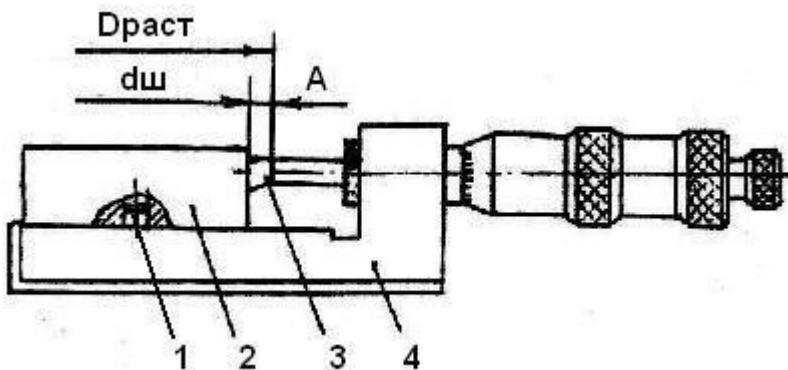


Рисунок 3.8 – Схема установки вылета расточного резца специальным микрометром: 1 – штифт установочный; 2 – резцодержатель; 3 – резец расточной; 4 – микрометр специальный; А – вылет резца; $D_{раст}$ – диаметр растачивания цилиндра; $d_{ш}$ – диаметр шпинделя станка

3 Режим резания

1 Глубина резания t , мм:

$$t = (D_{раст} - D_{исх}) / 2. \quad (3.7)$$

2 Число рабочих ходов, $i = 1$ (чистовое растачивание).

3 Подача шпинделя.

Подача при чистовом растачивании составляет $s = 0,05...0,10$ мм / об.

По паспортным данным станка модели 2407 принимаем $s = 0,06$ мм /

об. 4 Частота вращения шпинделя n , мин⁻¹:

$$n = 1000V/(\pi D_{раст}), \quad (3.8)$$

где V – скорость резания, м / мин. Для расточных резцов из твердого сплава ВК 6 скорость резания по чугуну можно принять $V = 50...125$ м / мин и для резцов из гексанита – $V = 250$ м / мин. Принимаем $V = 80$ м / мин для

расточного резца ВК6. По паспорту станка окончательно принимаем частоту вращения шпинделья $n_{\text{пасп}}$.

5 Действительная скорость резания V_d , м / мин:

$$V_d = \pi * D_{\text{раст}} n_{\text{пасп}} / 1000. \quad (3.9)$$

4 Расчет технической нормы времени

1 Основное (машинное) время на растачивание одного цилиндра T_o , мин:

$$T_o = L_{px} i / (n s). \quad (3.10)$$

2 Вспомогательное время на микрометраж T_{B1} , на установку расточного станка на блок цилиндров, центрирование и закрепление T_{B2} принимаем по данным хронометража: $T_{B1} = 6$ мин и $T_{B2} = 10$ мин.

Вспомогательное время, связанное с проходом $T_{B3} = 0,15$ мин, таблица 66 [3]. Общее вспомогательное время на растачивание цилиндра T_B , мин:

$$T_B = T_{B1} + T_{B2} + T_{B3}. \quad (3.11)$$

3 Оперативное время на блок цилиндров T_{op} , мин:

$$T_{op} = T_{B1} + 4(T_o + T_{B2} + T_{B3}). \quad (3.12)$$

4 Дополнительное время, связанное с оргтехобслуживанием рабочего места расточника и с естественными надобностями T_{don} , мин:

$$T_{don} = T_{on} K / 100, \quad (3.13)$$

где K – отношение дополнительного времени к оперативному, %. По таблице $K = 8 \%$.

5 Штучное время на операцию $T_{шт}$, мин:

$$T_{шт} = T_{op} + T_{don} \quad (3.14)$$

6 Подготовительно-заключительное время на партию деталей $T_{пз} = 6$ мин, таблица 67 [3].

7 Техническая норма времени (штучно-калькуляционное время) $T_{шк}$, мин:

$$T_{шк} = T_{шт} + T_{пз} / X, \quad (3.15)$$

где X – величина партии деталей. Полученные данные заносим в операционную карту.

5 Порядок выполнения работы

- Изучить инструкцию по технике безопасности, устройство и работу расточного станка модели 2407, приспособлений к нему и технологический процесс растачивания цилиндров автомобильного двигателя.
- Зачистить и тщательно протереть не изнашиваемые пояски цилиндров и верхнюю привалочную плоскость блока.
- Произвести микрометраж цилиндров блока двигателя и по наиболее изношенному цилинду назначить ремонтный размер.
- Выполнить технологические расчеты и составить операционную технологическую карту на растачивание цилиндров блока двигателя ВАЗ-21011.
 - Произвести наладку расточного станка и расточить цилиндр блока двигателя под ремонтный размер.
 - Выполнить контроль расточенного цилиндра в соответствии с техническими условиями.
 - Составить отчет о выполненной работе.

6. Содержание отчета

В отчете о работе приводятся: схемы микрометража цилиндров двигателя и определения наладочных размеров для расточной операции; технологические расчеты и технологическая карта на растачивание цилиндров двигателя.

Лабораторная работа 3

РАСТАЧИВАНИЕ ЦИЛИНДРОВ (ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ)
АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

- 1 Схема микрометражка цилиндров двигателя ВАЗ
- 2 Схема определения наладочных размеров для расточной операции.
- 3 Технологические расчеты операционных и наладочных размеров
- 4 Определение параметров режима растачивания и технической нормы времени
- 5 Операционная технологическая: карта на растачивание цилиндров блока двигателя ВАЗ.....

Оборудование и организационная оснастка станок расточной 2407; подставка под оборудование.

| Содержание операции по переходам и технические требования | Исходные и принятые параметры | Технологическая оснастка | |
|---|-------------------------------|--------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | |
| | | | |

Работу выполнил_____ Работу принял_____

7 Контрольные вопросы

- 1 Методика микрометражка цилиндров двигателя и назначения категорийного ремонтного размера.
- 2 Методика определения операционного размера $D_{раст}$ при растачивании цилиндров двигателя.
- 3 Устройство расточного станка модели 2407 и его кинематическая схема.
- 4 Как определяются и устанавливаются длина рабочего хода и вылет расточчного резца?
- 5 Приведите пример расчета режима резания и технической нормы времени расточной операции.

6 Основные неполадки расточного станка модели 2407 и способы их устранения.

7 Требования по технике безопасности при растачивании цилиндров двигателя.

При защите работы проверяются: умение студента выполнять микрометраж цилиндров двигателя и назначать ближайший ремонтный размер; знание устройства, правил эксплуатации и обслуживания станка для растачивания цилиндров двигателя; умение определять режим и выполнять расточную операцию; а также усвоение теоретического материала.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4

ЭЛЕКТРОИСКРОВОЕ НАРАЩИВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ И УПРОЧНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТА

1 Цель и содержание

Цель работы – изучить теоретические основы и получить практические навыки по электроискровому наращиванию и упрочнению деталей и инструмента.

Содержание работы: изучение процесса электроискрового наращивания деталей и упрочнения режущего инструмента и области применения; определение режима и выполнение операции по электроискровому наращиванию и упрочнению детали или инструмента.

Знания, приобретенные студентами в результате освоения темы:

понятия о электроискровому наращиванию и упрочнению деталей и инструмента.

Умения, приобретенные студентами в результате освоения темы: научиться определять режимы выполнения операции по электроискровому наращиванию и упрочнению детали или инструмента.

Формируемые компетенции: ПК-7 Способен к освоению технологий и форм организации диагностики, технического обслуживания и ремонта транспортных и технологических машин и оборудования;

ПК-10 - Владеет умением изучать и способен анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы по совершенствованию технологических процессов эксплуатации, ремонта и сервисного обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин различного назначения, их агрегатов, систем и элементов;

ПК-20 - Способен использовать технологии текущего ремонта и технического обслуживания с использованием новых материалов и средств диагностики.

Актуальность темы:

В процессе обучения будущий инженер обязан знать не только изучить теоретические основы, но и получить практические навыки по электроискровому наращиванию и упрочнению деталей и инструмента.

2 Теоретическое обоснование

Электроискровой способ наращивания и упрочнения деталей и инструмента основан на явлении электрической эрозии (разрушении) металла и заключается в полярном переносе материала электрода – анода на деталь – катод при электроискровом разряде в газовой среде.

Принципиальная схема установки для электроискрового наращивания и легирования приведена на рисунке 1.

Электрод 2 при помощи вибратора 1 совершают непрерывно коммутацию цепи конденсаторной установки, питаемой выпрямленным током. При сближении электрода 2 с деталью 3 (рисунок 1а) происходит ионизация воздуха в межэлектродном промежутке и затем разряд конденсаторной батареи 4, протекающий в форме электрической искры.

В период электроискрового разряда через межэлектродный промежуток происходит мощный импульс тока, сопровождаемый возникновением на локальных участках электродов температуры 10 000 °C, оплавлением (рисунок 2б) и выбросом расплавленного металла анода на деталь под действием потока электронов (рисунок 2в).

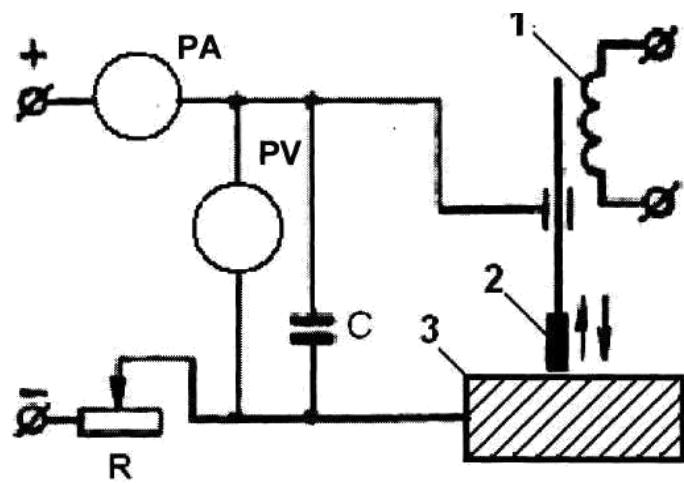


Рисунок 1 – Принципиальная схема установки для электроискрового наращивания и легирования: 1—вибратор; 2 — электрод; 3 — деталь; С—конденсаторная батарея; РА – амперметр; РВ – вольтметр; R – резистор

Выброс металла происходит в твердой, жидкой и в паровой фазах.

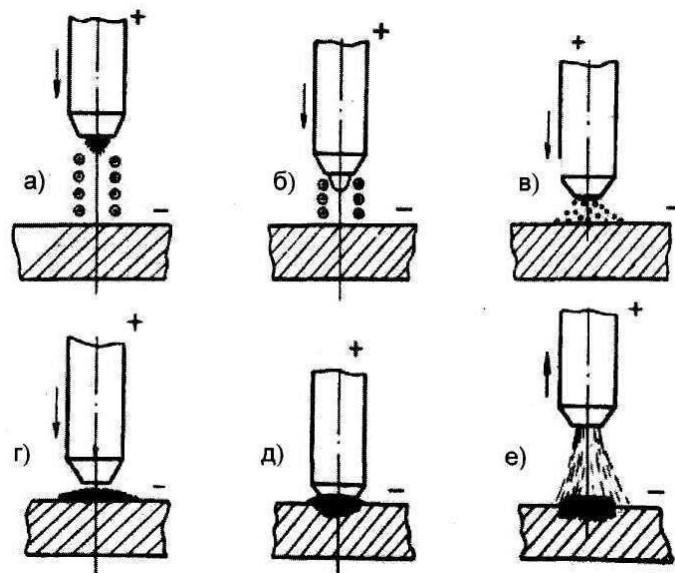


Рисунок 2 – Схема процесса переноса металла с анода на катод при электроискровом наращивании и легировании металлических поверхностей

Процесс переноса сопровождается потерями металла из-за разбрзгивания, испарения и окисления. В момент замыкания электрода на деталь создается импульс тока, который сваривает частицы между собой и вызывает диффузию легирующих элементов в основной металл детали – катода (рисунок 2д).

При отходе электрода на детали (рисунок 2е) остается слой покрытия, состоящий из трех зон (рисунок 3): С 1 – наружный «белый» слой взаимной кристаллизации, состоящей при упрочнении твердым сплавом Т15К6 из карбидов вольфрама и титана и имеющий микротвердость $H_{\mu}=17\ 000...20\ 000$ МПа; С 2 – диффузионный слой; С 3 – переходный слой.

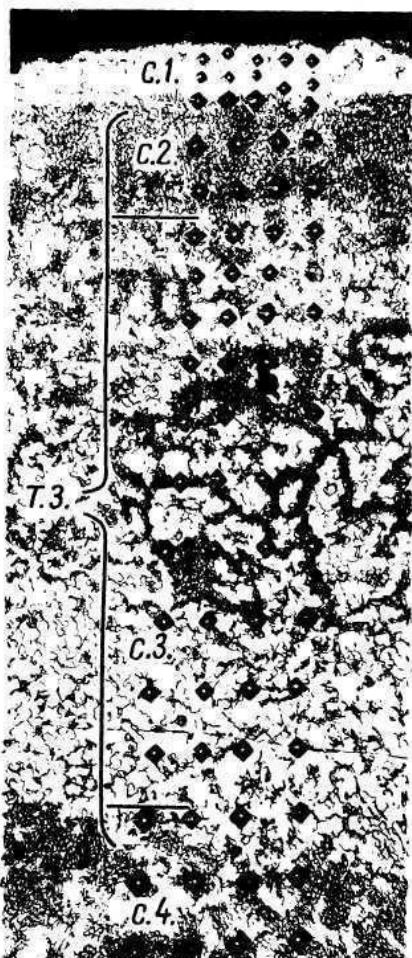


Рисунок 3 – Микроструктура стали 45 после электроискрового упрочнения твердым сплавом Т15К6. X 300: С1 – «белый» слой взаимной кристаллизации; Т3 – зона термического влияния; С 2 – диффузионный слой; С 3 – переходный слой; С 4 – основной металл.

Слои С 2 и С 3 образуют зону термического влияния Т3, которая имеет аустенитно-мартенситную структуру с включением мелкодисперсных карбидов и нитридов. Закалка слоя происходит за счет интенсивного теплоотвода в глубь детали.

Износостойкость деталей увеличивается в несколько раз. Вследствие несплошности покрытия (85%) и увеличения шероховатости усталостная прочность детали снижается.

Производительность процесса наращивания зависит от разрядной мощности. Резистор R ограничивает ток установки и мощность разряда.

Основным параметром процесса является удельное время наращивания τ , т. е. время в минутах, затрачиваемое на обработку 1 см² поверхности изделия:

$$\tau = T_0 / F, \quad (1)$$

где T_0 – основное время нанесения покрытия, мин.;

F – площадь покрытия, см².

Производительность процесса наращивания определяется по формуле:

$$Q_F = F / T_0, \quad (2)$$

где Q_F – производительность наращивания, см²/мин.

Основное (машинное) время T_0 электроискрового наращивания находим по формуле:

$$T_0 = \tau \cdot F. \quad (3)$$

Электроискровое легирование применяется для упрочнения режущего инструмента из быстрорежущей стали (разверток, прошивок, резцов, фрез), вырубных и гибочных штампов, кулачков распределительных валов, зубьев шестерен и синхронизаторов коробок передач и т.п.

Стойкость режущего инструмента и штампов повышается в 1,5...3 раза, а ресурс шестерен и синхронизаторов увеличивается в 1,5...2 раза [1]. Кроме того, электроискровое наращивание применяется для восстановления неподвижных сопряжений деталей с износами до 0,2...0,3 мм на диаметр.

3 Оборудование и материалы:

Установка для электроискрового легирования ЭФИ – 46; электроды из твердых сплавов Т15К6 и ВК6, сормайта и высокопрочного чугуна; набор эталонов покрытий электроискровым способом; микрометр МК25 ГОСТ 6507-78; лупа х10; детали и инструмент для электроискрового наращивания и упрочнения.

3.1 Назначение и устройство установки для электроискрового легирования ЭФИ – 46

Установка для электроискрового легирования ЭФИ-46 предназначена для повышения износостойкости и восстановления размеров деталей машин, упрочнения режущего инструмента и снижения переходных сопротивлений контактов электрических аппаратов.

Техническая характеристика

| | |
|---|-------------|
| Напряжение сети переменного тока, В | 220±5 |
| Частота переменного тока, Гц | 50 |
| Потребляемая мощность, кВт, не более | 0,5 |
| Количество режимов | 6 |
| Максимальная производительность, см ² /мин | 2 |
| Максимальная толщина нанесенного слоя, мм | 0,07 |
| Максимальная чистота обработки, R _z , мкм | 10 |
| Габариты, мм | 411x268x303 |
| Масса, кг | 27,5 |

Установка состоит из блока питания, ручного электромагнитного вибратора и контактной пластины.

Блок питания предназначен для генерирования импульсов тока, регулирования и контроля электрических параметров процесса.

Блок питания выполнен в виде шасси, совмещенного с панелью управления и корпуса. На шасси и панели размещены электрические элементы бока питания. В корпусе расположен отсек для хранения вибратора, шнура питания, контактной пластины и комплекта ЗИЛ. В задней стенке корпуса выполнены отверстия для колодки шнура питания и клеммы заземления.

Вибратор (рисунок 4) предназначен для коммутирования разрядной цепи вибрирующим электродом и регулирования процесса наращивания. При прохождении тока через катушку 3 вибратора подвижный якорь 4

притягивается к сердечнику 2, сжимая пружину 7, а в момент прекращения тока под действием пружины отходит от сердечника, совершая колебательные движения электрода.

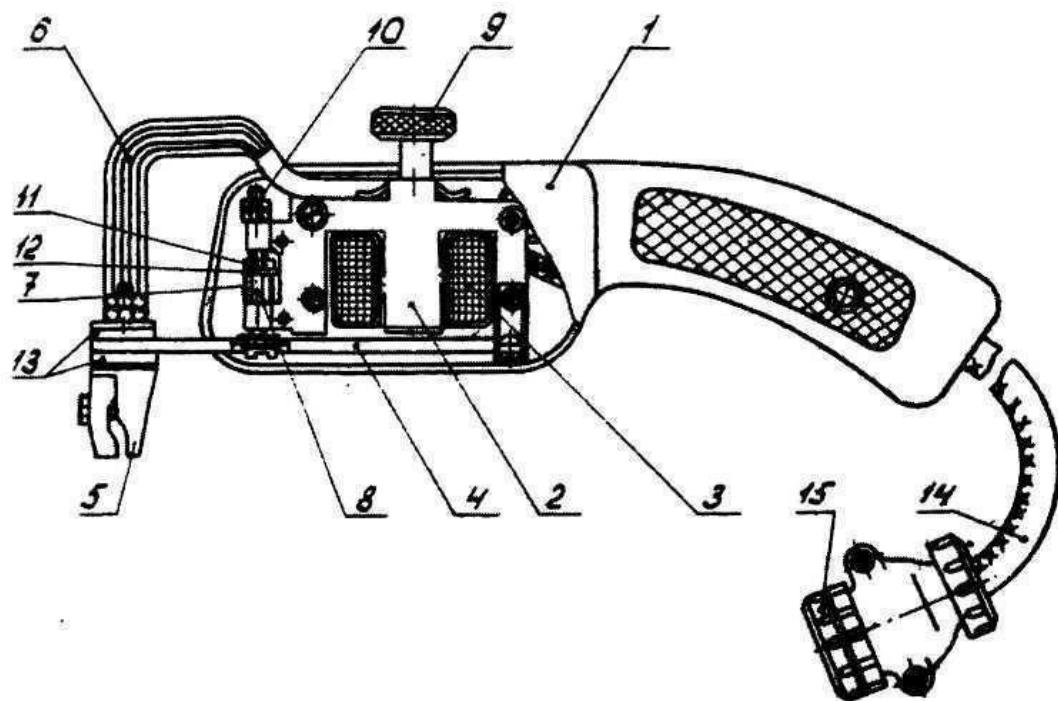


Рисунок 4 – Электромагнитный вибратор: I – корпус; 2 – сердечник; 3 – катушка; 4 – якорь; 5 – электрододержатель; 6 – токопровод; 7 – пружина; 8 – винт; 9 – винт регулировочный; 10 – гайка; 11 – гайка; 12 – шайба; 13 – втулка; 14 – кабель; 15 – разъем штекерный

Сплетенный из тонких медных проволок провод 6 обеспечивает связь с блоком питания, а также отвод тепла от электрододержателя 5.

Толщина нанесенного слоя и его качество зависят от режима обработки.

3.2 Технологические рекомендации по выбору режима электроискрового наращивания и упрочнения

Упрочняемая поверхность должна иметь шероховатость поверхности не ниже $R_z = 40$ мкм. Для упрочнения режущего инструмента желательно применять электроды из твёрдого сплава ВК3, дающего наивысшую твёрдость.

Детали машин, работающие на истирание, следует упрочнять электродами из феррохрома или ферробора.

Если упрочнение должно быть выполнено с сохранением исходной шероховатости поверхности, то его производят графитом марки ЭГ-2 или ЭГ-4. В этом случае деталь не наращивается, а происходит только упрочнение поверхностного слоя за счет науглероживания и образования закалочных структур.

Для восстановления размеров и упрочнения изношенных деталей рекомендуется применять электроды из твердых сплавов Т15К6 и ВК6, а также из феррохрома, сормайта или высокопрочного чугуна.

Улучшение электрических свойств медных и латунных контактов производится серебром.

Установка имеет шесть режимов работы (таблица 1).

Таблица 1 – Режимы работы на установке ЭФИ-46

| Наименование режимов | № режима | Ток, А | |
|----------------------|----------|---------------------|-----------|
| | | короткого замыкания | рабочий |
| Чистовые | 1 | 3,2 – 3,8 | 0,8 – 1,2 |
| | 2 | 3,3 – 4,2 | 1,2 – 1,5 |
| Средние | 3 | 4,2 – 4,7 | 1,5 – 2,0 |
| | 4 | 3,9 – 4,7 | 2,0 – 2,5 |
| Грубые | 5 | 3,8 – 4,5 | 2,0 – 2,5 |
| | 6 | 4,2 – 4,7 | 2,2 – 2,8 |

Режимы выбирают в зависимости от требований, предъявляемых к поверхности детали, толщине нанесенного слоя, его твердости и износостойкости. Чем мягче режим, тем меньше толщина слоя, полученного на поверхности в единицу времени, и выше его качество. В этом случае получается незначительная величина подслоя (зоны термического влияния и

диффузии легирующих элементов); нанесённый слой отличается высокой плотностью и чистотой.

С увеличением мощности режимов толщина упрочненного слоя растет, а его твёрдость снижается. Это объясняется тем, что на более мощных режимах увеличивается глубина и степень нагрева слоя электроискрового упрочнения, что приводит к уменьшению концентрации легирующих элементов в нанесенном слое вследствие их диффузии внутрь металла детали.

Для упрочнения режущего инструмента рекомендуется применять режимы 1...3, а деталей машин 1...4. Восстановление деталей следует выполнять на режимах 4...6.

Площадь поперечного сечения электрода принимается в зависимости от величины рабочего тока: при рабочем токе до $0,5 \text{ A} - 3...8 \text{ mm}^2$; при токе $0,5...1,5 \text{ A} - 8...15 \text{ mm}^2$ и при токе $1,5...3,0 \text{ A} - 15...30 \text{ mm}^2$.

Применяются электроды круглого, квадратного и прямоугольного сечения с соотношением сторон не более 2:1.

Нанесение материала электрода на поверхность детали продолжается до достижения определенной толщины слоя. Дальнейшее увеличение удельного времени обработки не приводит к росту толщины, а наоборот сопровождается разрушением нанесенного слоя из-за возникновения микротрещин и прижога.

В таблице 2 приводится минимальное и максимальное значение времени, необходимого для обработки 1 cm^2 стальной поверхности электродом марки Т15К6 на различных режимах.

При снижении удельного времени наращивания поверхность получается с пропусками, а его завышение приводит к разрушению нанесённого слоя.

Таблица 2 – Удельное время наращивания (легирования) τ на различных режимах работы установки ЭФИ-46

| № режима | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|---------|
| τ , мин/см ² | 4...16 | 3...8 | 2...8 | 2...7 | 2...6 | 0,5...5 |

Достижение оптимальной производительности обработки и высокого качества поверхности возможно лишь при правильной настройке вибратора.

Нормальная амплитуда вибрации электрода из твёрдого сплава Т15К6, графита ЭГ-2 или ЭГ-4 на 1...3 режимах должна быть 0,3...0,5 мм, на 4...5 режимах – 0,5...1,0 мм.

При наращивании и упрочнении поверхности детали белым чугуном, сормайтом и феррохромом возможно прилипание электрода к детали. В этом случае необходимо усилить давление пружины 7 вибратора перемещением регулировочной гайки 11 (рисунок 4), а когда это недостаточно, увеличить винтом 9 амплитуду вибрации якоря 4.

4 Указания по технике безопасности

- К работе по установке ЭФИ-46 допускаются только лица, изучившие ее устройство, порядок работы и получившие инструктаж по технике безопасности.

- Перед началом работы следует проверить надежность заземления установки. Под ногами оператора должен находиться диэлектрический коврик.

- Работу необходимо выполнять в очках с защитными стеклами НС-1 или ТС-4 2-252-53ТУ. При кратковременной работе на 1..3 режимах допускается применение очков с обычными бесцветными стеклами.

- Рабочее место должно быть освещено лампой накаливания мощностью 200 Вт, расположенной на расстоянии 1 м от обрабатываемой поверхности изделия.

- Во время работы не допускается класть вибратор на корпус включенной установки.

- Смену электрода следует производить на отключенной от сети установке.

- Не допускается работа на неисправной установке, а также устранение неисправностей самими работающими. О замеченных неисправностях следует сообщить преподавателю или учебному мастеру.

- Устранение неисправностей обслуживающим персоналом производить при обязательном отключении установки от сети.

- Не разрешается хранение вблизи установки легковоспламеняющихся материалов.

5 Задания

5.1 Методика выполнения работы

- Подключить вибратор к блоку питания.
- Установить изделие на контактную пластину. Присоединить пластину к клемме «Изделие». Упрочнение пружин, разверток, зенкеров производится в центрах.
- Закрепить электрод в электрододержателе вибратора.
- Включить установку в сеть.
- Надеть защитные очки и включить местное освещение.
- Отрегулировать работу вибратора. Прижать электрод к поверхности изделия и по показанию амперметра убедиться в том, что через электрод протекает ток короткого замыкания, соответствующий указанному в таблице.1. Ослабить нажим на вибратор так, чтобы якорь вибратора вибрировал. Рабочий ток должен соответствовать значениям, указанным в таблице 1. При несоответствии величины тока отрегулировать амплитуду вибрации

регулировочным винтом 9 (рисунок 4). Увеличение амплитуды вибрации при сохранении постоянного усилия нажима на вибратор приводит к уменьшению величины рабочего тока.

- Прикоснется электродом к обрабатываемой поверхности изделия и начать легирование, перемещая электрод равномерно по поверхности изделия круговыми движениями со скоростью 1...3 см/с, не изменяя при этом усилие нажатия на вибратор. Не допускать многократных (более четырех) проходов электродом по одному и тому же месту обрабатываемой поверхности изделия.

- При легировании на 5 и 6 режимах для охлаждения электрода необходимы кратковременные перерывы (3...5с) через каждые 20...30 с. работы. Сечение электродов для этих режимов должно быть не менее 30 мм^2 .

- Закончив легирование, проверить его качество, используя лупу с 5...10 кратным увеличением. При необходимости продолжить работу.

- В конце работы выключить установку тумблером «Сеть».

- 5.2 Порядок выполнения работы

- Изучить требования по технике безопасности.

- Изучить теоретические основы процесса, применяемое оборудование и технологию электроискрового легирования деталей инструмента.

- Выбрать режим и произвести обработку изделия.

- Проверить толщину и качество покрытия и составить отчет о работе.

6 Содержание отчета

В отчете о работе приводятся: схема процесса электроискрового наращивания деталей и упрочнения инструмента, схема переноса металла с анода на катод, определение параметров процесса и расчет основного времени электроискрового наращивания (упрочнения) детали или инструмента.

Лабораторная работа 4

**ЭЛЕКТРОИСКРОВОЕ НАРАЩИВАНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ
ДЕТАЛЕЙ И ИНСТРУМЕНТА**

1. Принципиальная схема процесса электроискрового наращивания деталей и упрочнения инструмента.

2. Определение режима и основного времени электроискрового наращивания (упрочнения) поверхности детали (инструмента).

Таблица 1 – Режим и основное время электроискрового наращивания и упрочнения детали (инструмента)

| Эскиз восстановляемой (упрочняемой) поверхности | Площадь покрытия, см ² | № режима | Амплитуда вибрации, мм | Удельное время обработки τ, мин/см ² | T ₀ , мин |
|---|-----------------------------------|----------|------------------------|---|----------------------|
| d = см; l = см | | | | | |

Площадь покрытия $F = \pi \cdot d \cdot l =$ _____ см².

Марка электрода_____ Толщина покрытия_____ мм.

Основное время наращивания (упрочнения)

$T_0 = \tau \cdot F =$ _____ мин.

Качество покрытия (шероховатость R_z, мкм; сплошность, наличие пропусков и прижогов) _____

Работу выполнил_____ Работу принял_____

7 Контрольные вопросы

- 1 На каком физическом явлении основан способ электроискрового наращивания и упрочнения деталей и инструмента? Принцип действия установки ЭФИ-46 и область применения.
 - 2 Как поэтапно осуществляется процесс переноса металла с анода на катод при электроискровом наращивании вибрирующим электродом?
 - 3 Какие изменения происходят в микроструктуре стали 45 при электроискровом легировании твердым сплавом Т15К6? За счет чего увеличивается износостойкость деталей?
 - 4 Какие марки электродов рекомендуется применять при восстановлении и упрочнении деталей и инструмента? Укажите рациональную область их применения.
 - 5 Как определяется удельное время наращивания (легирования) и как оно влияет на сплошность покрытия и толщину наращиваемого слоя?
 - 6 Назовите характерные дефекты поверхностного слоя при электроискровом наращивании и легировании, укажите возможные причины их возникновения.
 - 7 Расскажите устройство электромагнитного вибратора. Как выбирается и регулируется амплитуда вибрации электрода?
 - 8 На каких режимах осуществляется электроискровое упрочнение режущего инструмента? Какая имеется связь между качеством покрытия и производительностью процесса легирования?
 - 9 Как определяются режим и основное время электроискрового наращивания при восстановлении детали? Приведите пример определения.
 - 10 Назовите основные требования по технике безопасности при выполнении работ по электроискровому наращиванию и упрочнению деталей и инструмента.
- При защите работы проверяются: знание сущности процесса, устройства и принципа работы установки ЭФИ-46, умение определять режим

и выполнять электроискровое наращивание и упрочнение деталей и инструмента.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5

БАЛАНСИРОВКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ

1. Цель и содержание

Цель работы: изучить теоретические основы статической и динамической балансировки деталей классов «диски» и «круглые стержни», получить практические навыки по динамической балансировке деталей.

Содержание работы: изучение теоретических основ статической и динамической балансировок, устройства и принципа работы балансировочной машины; определение дисбаланса детали в двух измерительных плоскостях и выполнение технологических расчетов по корректировке масс; защита отчета.

Знания, приобретенные студентами в результате освоения темы:
понятия о статической и динамической балансировке деталей классов «диски» и «круглые стержни».

Умения, приобретенные студентами в результате освоения темы:
научиться определять дисбаланс деталей в двух измерительных плоскостях.

Формируемые компетенции: ПК-7 Способен к освоению технологий и форм организации диагностики, технического обслуживания и ремонта транспортных и технологических машин и оборудования;

ПК-10 - Владеет умением изучать и способен анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы по совершенствованию технологических процессов эксплуатации, ремонта и сервисного обслуживания транспортных и транспортно-

технологических машин различного назначения, их агрегатов, систем и элементов;

ПК-20 - Способен использовать технологии текущего ремонта и технического обслуживания с использованием новых материалов и средств диагностики.

Актуальность темы:

В процессе обучения будущий инженер обязан знать не только теоретические основы статической и динамической балансировки деталей классов «диски» и «круглые стержни», но и получить практические навыки по динамической балансировке деталей.

2. Теоретическое обоснование

Балансировка – это определение значений и углов дисбалансов роторов и уменьшение их корректировкой масс (ГОСТ 19534-74). Роторами принято называть балансируемые детали и сборочные единицы. Балансировка роторов позволяет уменьшить вызываемые дисбалансами дополнительные нагрузки на опоры, снизить уровень вибраций и увеличить ресурс машин на 25...50% [3].

В процессе восстановления деталей и обезличенного ремонта узлов нарушается их заводская балансировка.

Существует три вида неуравновешенности: статическая (рисунок 1а), моментная (рисунок 2а) и динамическая (рисунок 2б). Динамическую неуравновешенность можно рассматривать как смешанную, содержащую, кроме моментной, статическую неуравновешенность.

Детали и узлы, в зависимости от конструкции и вида неуравновешенности, подвергают статической или динамической балансировке. Статическую неуравновешенность устраниют статической балансировкой, а моментную и динамическую неуравновешенность – динамической балансировкой.

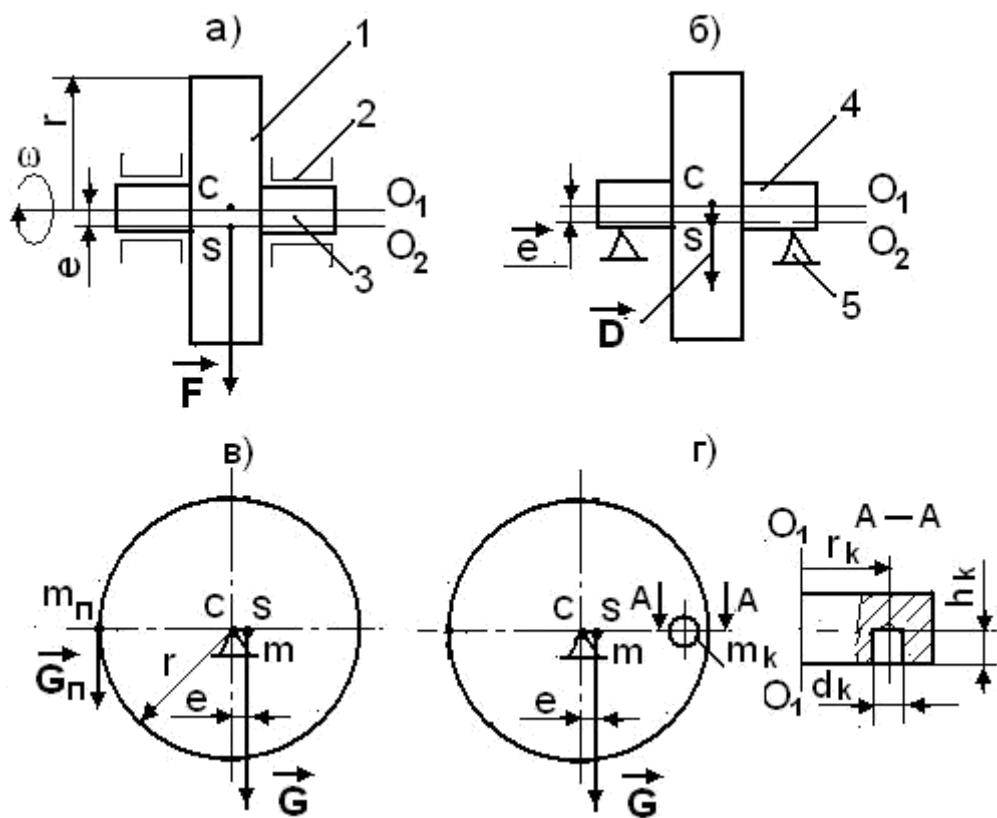


Рисунок 1 – Схемы: а) статической неуравновешенности ротора класса «диски»; б) статического дисбаланса; в) определения величины статического дисбаланса; г) определения величины удаляемой корректирующей массы и глубины сверления отверстия. 1 – ротор; 2 – подшипник; 3 – вал; 4 – оправка балансировочная; 5 – опора

Статическая балансировка – балансировка, при которой определяется и уменьшается главный вектор дисбалансов \vec{D} ротора, характеризующий статическую неуравновешенность.

При этом центр масс S тела и главная центральная ось инерции O_2 совмещаются с осью вращения детали O_1 . Статический дисбаланс D (рисунок 1б) определяется как векторное произведение массы тела m на величину смещения центра масс тела от оси его вращения e ; измеряется в граммах на миллиметр ($\text{г}\cdot\text{мм}$) или в граммах на сантиметр ($\text{г}\cdot\text{см}$):

$$D = m \cdot \vec{e} . \quad (1)$$

Статический дисбаланс имеет направление радиуса-вектора \vec{e} смещения центра масс от оси вращения, угол дисбаланса задается в градусах

в полярных координатах. Координатную систему можно представить как проекцию полярных координат на торце ротора с нахождением центра координатной системы на оси вращения ротора. Начало отсчета угловой системы координат обычно совмещают с каким-либо конструктивным элементом ротора, например, с плоскостью симметрии шпоночной канавки вала, передающей крутящий момент. При вращении статически неуравновешенного ротора в нём под действием главного вектора дисбалансов \vec{D} возникает неуравновешенная центробежная сила (рисунок 1 а):

$$\vec{F} = m \cdot \vec{e} \omega^2 = \cdot \vec{D} \omega^2, \quad (2)$$

где \vec{F} — центробежная сила, Н;

m — масса ротора, кг;

\vec{e} — смещение центра масс ротора от оси его вращения, м;

ω — угловая скорость вращения ротора, с^{-1} .

Неуравновешенная центробежная сила вызывает вибрацию, дополнительные нагрузки на опоры и повышенный износ деталей.

Статической балансировке подвергают детали класса «диски», у которых диаметр значительно превышает длину (маховики, нажимные и ведомые диски сцепления, шкивы и т. п.). Статическую балансировку деталей выполняют на роликовых опорах, ножевых призмах и на балансировочных весах. Тело, установленное на балансировочную оправку 4 (рисунок 1 б) и имеющее дисбаланс, при поворачивании вокруг оси O_1 постоянно занимает определённое положение — тяжёлой стороной вниз. Балансировку осуществляют удалением масс с утяжеленной стороны или добавлением масс на облегченную сторону. Рассмотрим порядок корректировки масс ротора класса «диски» сверлением осевых отверстий с утяжеленной стороны.

- Определяется плоскость коррекции дисбаланса по утяжеленной стороне и предварительно уравновешивается ротор подбором и

закреплением на облегченной стороне дополнительной массы, например, пластилина (рисунок 1в) до достижения безразличного равновесного состояния.

При этом соблюдается равенство моментов:

$$G_{\Pi} \cdot r = G \cdot e = m_{\Pi} g r = m \cdot g \cdot e, \quad (3)$$

где G_{Π} и G – соответственно сила тяжести пластилина и ротора, Н;

m_{Π} – уравновешивающая масса пластилина, г;

r – радиус ротора, мм.

- Определяется величина статического дисбаланса и приравнивается к величине дисбалансакорректировочной массы, удаляемой сверлением осевого отверстия с утяжеленной стороны (рисунок 1 г):

$$D = m_{\Pi} \cdot r = m_k \cdot r_k, \quad (4)$$

где m_k – удаляемая корректировочная масса, г;

r_k – радиус расположения осевого отверстия, мм.

- Вычисляется величина корректировочной массы:

$$m_k = D / r_k. \quad (5)$$

- Рассчитывается удаляемая масса m_d при сверлении одного отверстия диаметром d на допустимую глубину сверления [h]:

$$m_d = \pi d_k^2 [h] \rho / 4, \quad (6)$$

где d_k – диаметр корректировочного отверстия, мм;

ρ – плотность материала, для стали $\rho = 7,85 \cdot 10^{-3}$ г/мм³.

- Определяется необходимое число отверстий:

$$n \geq 4 D / (\pi d_k^2 \cdot [h] \rho r_k), \quad (7)$$

n – число отверстий, шт. Округление производится в большую сторону до целого числа.

- Вычисляется глубина сверления отверстия, мм:

$$h_k = 4 D / (\pi d_k^2 \rho n r_k). \quad (8)$$

- Уменьшается дисбаланс ротора до допускаемой величины [D] сверлением необходимого числа отверстий на расчетную глубину h_k .

Сверление нескольких одинаковых отверстий осуществляется с шагом $2 d_k$.

При моментной неуравновешенности (рисунок 2а) деталь 1 статически уравновешена, так как $\vec{F}_1 = -\vec{F}'_1$, однако, при вращении с постоянной угловой скоростью ω возникает от пары центробежных сил \vec{F}_1 главный момент дисбалансов, который определяется по формуле:

$$\vec{M}_D = \vec{F}_1 \cdot L = D \omega^2 \cdot L, \quad (8)$$

где \vec{M}_D – главный момент дисбалансов, $\text{Г}\cdot\text{мм}^2$;

L – плечо пары сил, мм.

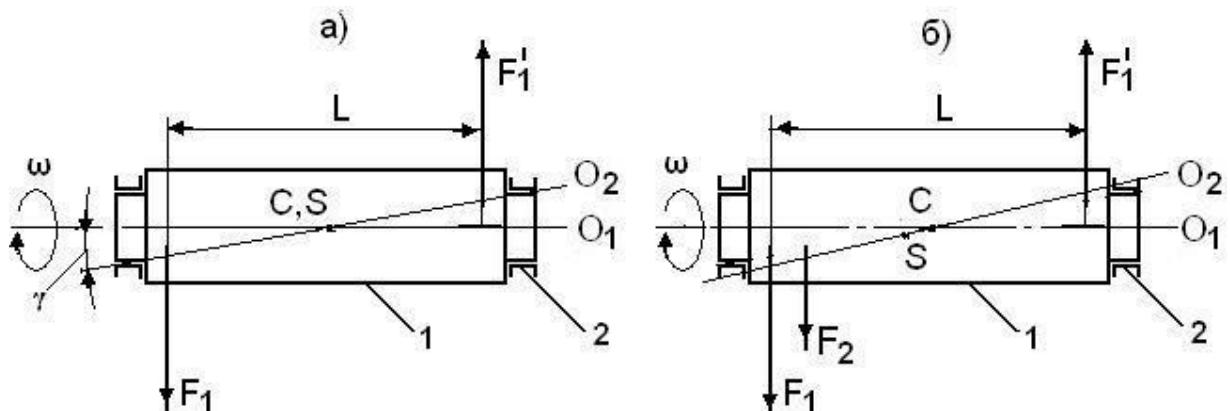


Рисунок 2 – Схемы неуравновешенности ротора класса «круглые стержни»:
а) моментной; б) динамической; 1 – ротор; 2 – подшипник

Центр масс ротора S находится на оси вращения O_1 и совпадает с геометрическим центром масс C , однако, главная центральная ось инерции O_2 повернута относительно оси вращения O_1 на угол γ . Моментная неуравновешенность определяется на машинах для динамической балансировки и устраняется уравновешиванием главного момента дисбалансов \vec{M}_D в двух плоскостях коррекции.

На рисунке 2б показана динамическая неуравновешенность ротора 1. На ротор одновременно действуют: момент от пары неуравновешенных центробежных сил \vec{F}_1 с плечом L и неуравновешенная центробежная сила \vec{F}_2 , а ось вращения ротора O_1 и его главная центральная ось инерции O_2 перекрещиваются. Это приводит к возникновению динамической

неуравновешенности ротора, устранимой динамической балансировкой в нескольких плоскостях коррекции (обычно в двух). Динамической балансировке подвергают детали класса «круглые стержни» длина которых значительно превышает диаметр (коленчатые, распределительные, карданные валы и т. п.).

Рассмотрим принцип действия машины БМ-4У для динамической балансировки деталей и сборочных единиц (рисунок 3).

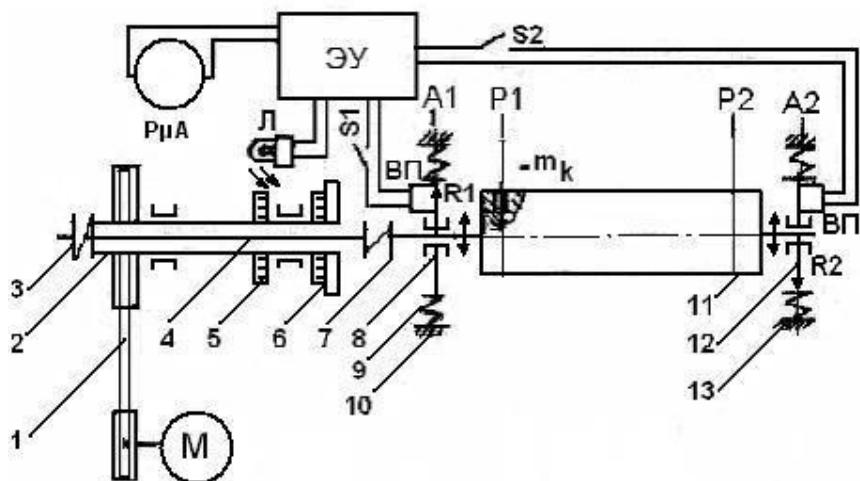


Рисунок 3 – Схема балансировочной машины БМ-4У модели КИ-4274: М – электродвигатель; Р μ А – микроамперметр; Л – лампа импульсная стробоскопа; ЭУ – электронный усилитель; S1 и S2 – выключатели вибропреобразователей; ВП – вибропреобразователь индукционный; A1 и A2 – плоскости измерения дисбаланса; P1 и P2 – плоскости коррекции дисбаланса; m_k – масса корректировочная; 1 – передача клиноременная; 2 – шпиндель; 3 – муфта упругая; 4 – вал приводной торсионный; 5 – лимб стробоскопа; 6 – маховик; 7 – муфта упругая; 8 и 12 – люльки левой и правой опоры; 9 – подвеска люльки упругая; 10 и 13 – левая и правая опоры; 11 – ротор

Балансируемый ротор 11 устанавливается в люльки 8 и 12 левой 10 и правой 13 опоры машины. Вращение ротора осуществляется от электродвигателя М через клиноременную передачу 1, шпиндель 2, упругую муфту 3, приводной торсионный вал 4 и упругую муфту 7. Люльки имеют упругие подвески 9. На шпинделе закреплены лимб 5 стробоскопа и маховик 6 для проворачивания шпинделя и ротора вручную.

При вращении ротора, имеющего моментную или динамическую неуравновешенности, на вкладыши люлек действуют результирующие центробежные силы R_1 и R_2 . При моментной неуравновешенности эти силы равны по величине и антипараллельны, а при динамической неуравновешенности в общем случае не равны по величине и могут находиться в разных плоскостях.

Под действием этих сил возникают колебания люлек в горизонтальной плоскости относительно опор. Амплитуды колебаний каждой из люлек пропорциональны приведенным к измерительным плоскостям A_1 и A_2 дисбалансам, что позволяет определить их величину и угол коррекции.

Вибропреобразователи ВП преобразуют механические колебания в электрические сигналы. Сигналы при отдельном включении выключателей $S1$ и $S2$ поступают в электронный усилитель ЭУ, а затем в микроамперметр $P\mu A$ для измерения дисбалансов в измерительных плоскостях и на импульсную лампу L стробоскопа, освещющую шкалу вращающегося лимба 5, по которой определяются углы дисбалансов.

Уменьшение дисбалансов $D_{\text{нач}}$ до допустимого значения $[D]$ осуществляется поочередно в двух плоскостях коррекции $P1$ и $P2$ удалением корректировочных масс m_k с утяжелённых участков или закреплением балансировочных грузов на облегчённых участках.

При балансировке коленчатых валов применяется удаление корректировочных масс сверлением радиальных отверстий в противовесах, глубину сверления и число корректировочных отверстий можно определить с помощью номограммы , приведенной на рисунке 4 [3].

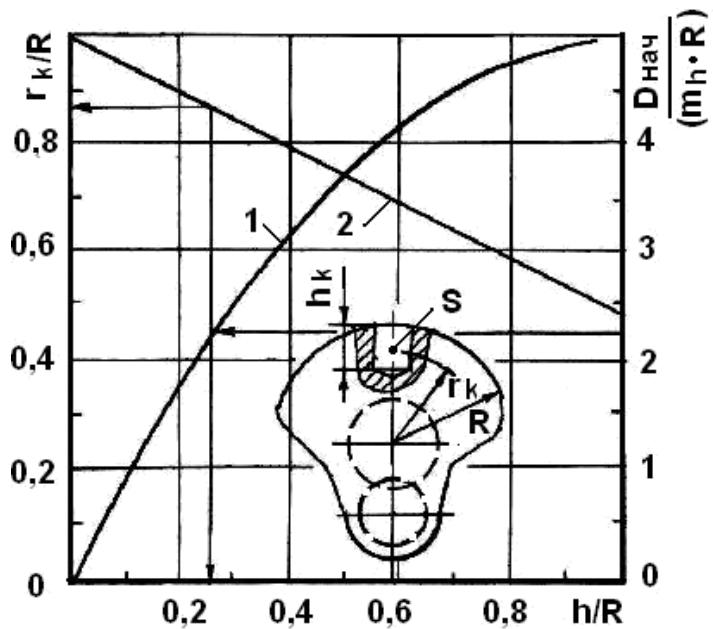


Рисунок 4 – Номограмма для определения глубины сверления радиального отверстия: S – центр тяжести отверстия

- По рабочему чертежу детали определяется наибольший диаметр сверления d_k радиального отверстия, радиус R начала сверления, наибольшая глубина сверления h_{\max} и величина допустимого остаточного дисбаланса $[D]$.
- Вычисляется корректировочная масса на единицу глубины сверления.

За единицу глубины сверления принимается $h = R/10$.

$$m_h = \pi \cdot d^2 \cdot \rho \cdot R / 40, \quad (9)$$

где ρ – плотность материала, для стали $\rho = 7,85 \cdot 10^{-3} \text{ г/мм}^3$.

- Определяется отношение:

$$D_{\text{нач}} / (m_h \cdot R). \quad (10)$$

- Находится число отверстий:

$$n = D_{\text{нач}} / (5 \cdot m_h \cdot R). \quad (11)$$

Полученное число округляют в большую сторону до целого числа.

- Находится при $n = 1$ по кривой 1 относительная глубина сверления, а по ней и глубина сверления отверстия $h_k = (h/R) \cdot R$.

Если $n \geq 2$, то производится расчет отношения $D_{\text{нач}} / (n \cdot m_h \cdot R)$ и по кривой 1 вновь находится относительная глубина сверления, а по ней и глубина сверления отверстия.

Если получится, что $h_k > [h]$, то увеличивается число отверстий и делается новый расчет.

- Определяется длина окружности при шаге отверстий $2d$ и проверяется условие:

$$2 \cdot d \cdot n / (R - h) \leq 0,785R. \quad (12)$$

- Проверяется калибр сверления отверстия: $h/d \leq 5$.
- Производится по результатам расчета сверление корректировочных отверстий и проверяется остаточный дисбаланс ротора: $D_{\text{ост}} \leq [D]$.

Пример. Начальный дисбаланс стального ротора в плоскости коррекции радиусом $R = 100$ мм составляет $D_{\text{нач}} = 1500$ г·мм. По рабочему чертежу при балансировке допускается сверление радиальных отверстий диаметром не более 6 мм и глубиной $h \leq 30$ мм. Необходимо определить число радиальных отверстий и глубину сверления.

Находим удаляемую массу при сверлении одного отверстия диаметром 6 мм, глубиной $R/10$, т.е. $100/10 = 10$ мм:

$$m_h = \pi \cdot d^2 \cdot \rho \cdot R / 40 = 3,14 \cdot 6^2 \cdot 7,85 \cdot 10^{-3} \cdot 100 / 40 = 2,22 \text{ г.}$$

Найдем соотношение

$$D_{\text{нач}} / (m_h \cdot R) = 1500 / (2,22 \cdot 100) = 6,76 > 5.$$

Определим число отверстий:

$$n = 6,76 / 5 = 1,35. \text{ Принимаем } n = 2 \text{ шт.}$$

Найдем соотношение:

$$D_{\text{нач}} / (n \cdot m_h \cdot R) = 1500 / (2 \cdot 2,22 \cdot 100) = 3,38.$$

По рисунку 4 находим $h/R = 0,44$ и $h = 0,44 \cdot 100 = 44$ мм.

Так как расчетная глубина сверления превышает допустимое значение $[h] = 30$ мм, то увеличим число отверстий. Примем $n = 3$ шт. Найдем соотношение для трех отверстий:

$$D_{\text{нач}} / (n \cdot m_h \cdot R) = 1500 / (3 \cdot 2,22 \cdot 100) = 2,25.$$

По кривой 1 найдем относительную глубину сверления $h/R = 0,27$.

Отсюда имеем $h = 0,27 \cdot 100 = 27$ мм, что не превышает допустимое значение.

По прямой 2 найдем положение центра тяжести S отверстия $r_k/R = 0,86$.

Отсюда имеем $r_k = 0,86 \cdot 100 = 86$ мм. При шаге отверстий $2d$ три отверстия занимают дугу окружности $2 \cdot d \cdot n = 2 \cdot 6 \cdot 3 = 36$ мм, что составляет

$36/(R - h) = 36/(100 - 27) = 0,49 < 0,785$, т. е. допускается. Калибр отверстия $h/d = 27/6 = 4,5 < 5$, т.е. соответствует требованию.

3 Оборудование и материалы:

Машина для динамической балансировки деталей БМ-4У модели 4274 с приспособлением для сверления отверстий в противовесах коленчатого вала; комплекты технологических грузов и специальных коренных вкладышей для балансировки коленчатых валов двигателей ЗИЛ-130; микрометр МК 75 ГОСТ 6807-78; набор ключей; коленчатый вал двигателя ЗИЛ-130.

3.1 Балансировочная машина БМ-4У

Универсальная балансировочная машина БМ-4У (рисунок 5) предназначена для динамической балансировки тел вращения массой от 5 до 200 кг с расстоянием между серединами опор 0,26...0,8 м и позволяет определять неуравновешенность балансируемой детали с погрешностью 5 г см, а также место расположения неуравновешенности с ошибкой в пределах 5^0 в плоскости вращения.

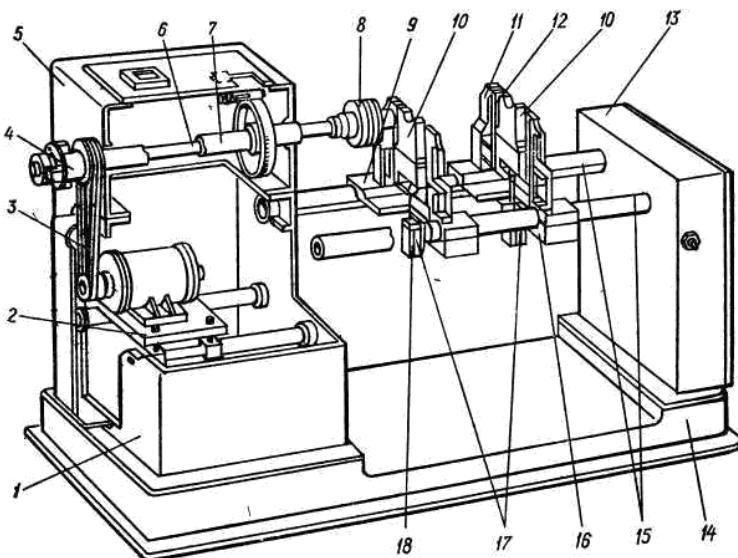


Рисунок 5 – Балансировочная машина БМ-У4 модели 4274: 1 – стойка передняя; 2 – плита консольная; 3 – передача клиноремённая; 4 и 8 – муфта пружинная; 5 – бабка шпиндельная; 6 – вал приводной; 7 – шпиндель; 9 и 11 – опора; 10 – люлька; 12 – лента стальная; 13 – стойка задняя; 14 – плита; 15 – трубчатая направляющая; 16 – демпфер; 17 – электромагнит; 18 – кронштейн

Балансировочная машина состоит из механической части и измерительного устройства с датчиком и стробоскопом.

Составными частями машины являются электрооборудование с электроприводом и устройство для автоматической подачи смазки к вкладышам опор, в которые устанавливается опорными шейками балансируемая деталь.

Механическую часть машины составляют литые чугунные стойки 1 и 13, плита 14 и направляющие 15 трубчатого сечения. На трубчатых направляющих укреплены опоры 9 и 11 с люльками 10. После установки в заданное положение опоры стопорятся запорами.

На стойке 1 расположена шпиндельная бабка 5, а внутри стойки смонтирован электропривод. Электродвигатель, поставленный на консольную плиту 2, передает вращение на шпиндель машины через клиноременную передачу 3. На опорах 9 и 11 крепятся кронштейны 18 с электромагнитами 17, служащими для автоматического запирания и отпирания люлек.

Электромагниты приводят в действие масляные насосы для подачи масла к вкладышам опор. В корпусах опор 9 и 11 на стальных лентах 12 подвешены люльки 10, колебания которых гасятся демпферами 16. Балансируемая деталь приводится во вращение шпинделем 7, внутри которого проходит приводной торсионный вал 6 с двумя упругими муфтами 4 и 8. Измерительное устройство состоит из двух датчиков, вмонтированных в опоры, усилителя, стробоскопического осветителя и микроамперметра, измеряющего дисбаланс в грамм-сантиметрах. Настройку диапазона шкалы микроамперметра осуществляют с помощью контрольного ротора, входящего в комплект поставляемой технологической оснастки.

При включении электродвигателя через заданное время растормаживаются опоры люлек. Для уменьшения времени выбега электродвигателя при остановке применена схема динамического торможения.

Динамическая балансировочная машина БМ-4У модели 4274 позволяет в течение 10...15 мин после её пуска определить с высокой степенью точности величину и место положения дисбаланса в двух измерительных плоскостях. Устранение дисбаланса осуществляется с помощью сверлильного приспособления.

4 Указания по технике безопасности

- Настройку балансировочной машины и балансировку деталей разрешается производить только в присутствии преподавателя или учебного мастера.
- Установку и снятие коленчатого вала и контрольного ротора необходимо производить вдвоем.
- Балансировочная машина должна быть надежно заземлена.
- Категорически запрещается включение балансировочной машины при отсоединенном от приводного вала коленчатом вале, а также при выведенном его положении над вкладышами люлек из-за возможной аварии.

Коленчатый вал перед пуском машины должен быть предварительно соединен с приводным торсионным валом машины упругой муфтой, а опоры

механизма подъема коленчатого вала должны быть отведены в крайнее нижнее положение. При этом крайние коренные шейки вала должны полностью находиться на вкладышах люлек во избежание выхода коленчатого вала из опор при пуске машины.

- Перед пуском балансировочной машины следует убедиться в надежности закрепления технологических грузов на шатунных шейках коленчатого вала.

- Запрещается балансировать погнутые коленчатые валы и имеющие забоины на коренных шейках.

5 Задания

5.1 Балансировка коленчатого вала двигателя ЗИЛ-130 и коленчатого вала в сборе с маховиком и сцеплением

При динамической балансировке коленчатых валов двигателей ЗИЛ-130, ЗМЗ-53 и КамАЗ - 740 на каждую шатунную шейку устанавливается разъемный технологический груз, заменяющий массу шатунов и поршневых комплектов.

Балансировку коленчатого вала двигателя ЗИЛ-130 произвести в следующей последовательности:

- Определить ремонтные размеры коренных и шатунных шеек коленчатого вала и подобрать специальные вкладыши и дополнительные грузы.

- Закрепить в люльках сменные вкладыши, установить в них крайними коренными шейками коленчатый вал и одеть на шатунные шейки вала разъемные технологические грузы.

- Надеть на носок коленчатого вала приводную муфту и убедиться в плавности прокручивания вала. Противовесы коленчатого вала не должны задевать за опоры подъемного приспособления.

- Поочередно определить приведенные дисбалансы коленчатого вала в двух измерительных плоскостях.

- Уменьшить приведенные дисбалансы до допустимого значения.

Допустимый остаточный дисбаланс на левой и правой опорах не должен превышать 30 г·см. Дисбаланс следует устранять путём сверления радиальных отверстий диаметром 26 мм в крайних противовесах вала на глубину не более 39 мм.

При выполнении этой операции необходимо следить за тем, чтобы толщина стенок противовесов в местах расположения отверстий была не менее

16 мм. В случае необходимости в соседних противовесах также сверлят отверстия диаметром 14 мм на глубину не более 39 мм.

5.2 Балансировка коленчатого вала в сборе с маховиком После сборки определяется дисбаланс коленчатого вала в сборе с маховиком. Если начальный дисбаланс превышает 90 г·см, сборочную единицу разбирают и вновь собирают из других деталей.

Дисбаланс устраниют сверлением осевых отверстий диаметром 15мм в маховике на глубину не более 10 мм. Указанные отверстия сверлят на торцевой поверхности маховика со стороны прилегания ведомого диска сцепления. Место расположения этих отверстий должно соответствовать радиусу 184 мм.

Остаточный дисбаланс коленчатого вала в сборе с маховиком относительно задней коренной шейки должен быть не более 40 г·см.

5.3 Балансировка коленчатого вала в сборе с маховиком и сцеплением Перед установкой сцепления проверяют центровку ведомого диска сцепления относительно шарикового подшипника, установленного в отверстии фланца коленчатого вала. Если начальный дисбаланс узла превышает 180 г·см, его разбирают и собирают из других деталей.

Дисбаланс устраниют путём сверления осевых отверстий диаметром 13,8 мм на глубину не более 23 мм в бобышках нажимного диска сцепления, расположенных на радиусе 126 мм (рисунок 6).

Остаточный дисбаланс сборочной единицы относительно середины задней коренной шейки вала не должен превышать 70 г·см.

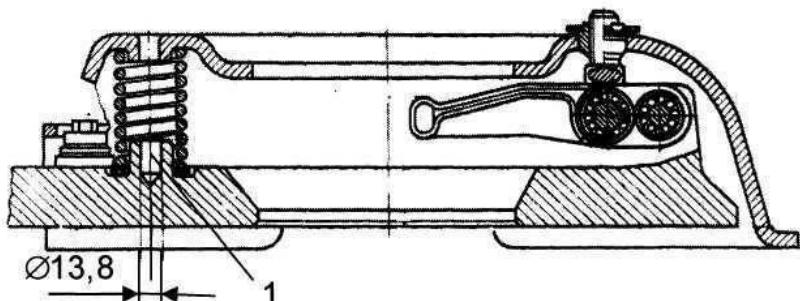


Рисунок 6 – Балансировка нажимного диска сцепления: 1 – балансировочное отверстие

5.4 Порядок выполнения работы:

- Изучить инструкцию по технике безопасности.
- Изучить общие сведения по статической и динамической балансировке деталей, методику статической балансировки роторов класса «диски».
- Изучить конструкцию и принцип действия балансировочной машины БМ-4У.
- Изучить технологию балансировки коленчатого вала в отдельности и в сборе с маховиком и сцеплением.
- Определить дисбалансы коленчатого вала двигателя ЗИЛ-130.в двух измерительных плоскостях.
- Выполнить технологический расчет по корректированию масс детали класса «диски».
- Выполнить технологический расчет по определению корректируочных масс и глубины сверления радиальных отверстий в противовесах коленчатого вала и составить отчёт о работе.

6 Содержание отчета

В конце работы составить отчёт по следующей форме:

Лабораторная работа 5

БАЛАНСИРОВКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ

1 Статическая балансировка детали класса «диски».

1.1 Схемы: а) статической неуравновешенности детали; б) устранения дисбаланса сверлением осевого отверстия.

Наименование детали _____

Начальный дисбаланс $D_{\text{нач}} = \underline{\hspace{2cm}}$ г мм. Допустимый диаметр отверстия $[d] = \underline{\hspace{2cm}}$ мм. Допустимая глубина сверления $[h] = \underline{\hspace{2cm}}$ мм.
Допустимый дисбаланс $[D] = \underline{\hspace{2cm}}$ г·мм.

1.2 Технологический расчет по корректированию масс

2 Динамическая балансировка детали класса «круглые стержни»

2.1 Схема динамической неуравновешенности детали.

Наименование детали _____

Начальный дисбаланс $D_{\text{нач}} = \underline{\hspace{2cm}}$ г·мм. Допустимый диаметр радиального отверстия $[d] = \underline{\hspace{2cm}}$ мм. Допустимая глубина сверления отверстия $[h] = \underline{\hspace{2cm}}$ мм. Радиус начала сверления $R = \underline{\hspace{2cm}}$ мм. Допустимый дисбаланс $[D] = \underline{\hspace{2cm}}$ г·мм.

2.2 Технологический расчет по корректированию масс.

Работу выполнил _____ Работу принял _____

7 Контрольные вопросы

1 Что называется статическим дисбалансом и главным моментом дисбалансов деталей, в чем они измеряются? Что называется балансировкой роторов, ее виды и область применения.

2 Виды неуравновешенности деталей, их характеристики и способы уменьшения неуравновешенности.

3 Методика определения и уменьшения статического дисбаланса ротора класса «диски» до допустимого значения.

4 Схема, принцип работы и устройство машины для динамической балансировки деталей и сборочных единиц.

5 Способы корректировки масс при динамической балансировке деталей.

6 Правила техники безопасности при работе на балансировочной машине БМ-У4.

7 Технология динамической балансировки коленчатого вала двигателя.

8 Определите величину дополнительной центробежной силы, действующей на крайний коренной подшипник коленчатого вала, вращающегося с частотой 3000 мин^{-1} , при установке неуравновешенного маховика с начальным дисбалансом $70 \text{ г}\cdot\text{см}$.

9 Технология динамической балансировки коленчатого вала в сборе с маховиком.

10 Технология динамической балансировки коленчатого вала в сборе с маховиком и сцеплением. Как осуществляется корректировка масс при балансировке сцепления?

При защите работы проверяются: знания теоретических основ по статической и динамической балансировке деталей, устройства и принципа работы универсальной машины для динамической балансировки; умение выполнять технологические расчеты по корректировке масс неуравновешенных деталей.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6

УСТАНОВКА КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА В БЛОК ЦИЛИНДРОВ АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

1 Цель и содержание работы

Цель работы: получить знания и практические навыки по составлению технологической карты и по установке коленчатого вала автомобильного двигателя в блок цилиндров.

Содержание работы: изучение основных сведений и правил по установке коленчатых валов в блоки цилиндров и по применению специальной технологической оснастки; составление технологической карты и получение практических навыков по выполнению заданных монтажных и контрольных операций.

Знания, приобретенные студентами в результате освоения темы:
понятия о технологической карте.

Умения, приобретенные студентами в результате освоения темы:
научиться составлять технологические карты.

Формируемые компетенции: ПК-7 Способен к освоению технологий и форм организации диагностики, технического обслуживания и ремонта транспортных и технологических машин и оборудования;

ПК-10 - Владеет умением изучать и способен анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы по совершенствованию технологических процессов эксплуатации, ремонта и сервисного обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин различного назначения, их агрегатов, систем и элементов;

ПК-20 - Способен использовать технологии текущего ремонта и технического обслуживания с использованием новых материалов и средств диагностики.

Актуальность темы:

В процессе обучения будущий инженер обязан знать не только основные сведения и правила по установке коленчатых валов в блоки цилиндров, но и получение практических навыков по выполнению заданных монтажных и контрольных операций.

2 Теоретическое обоснование

Установка коленчатого вала в блок цилиндров является ответственной операцией по общей сборке автомобильного двигателя. При сборке следует обеспечить требуемую посадку в коренных подшипниках и необходимый осевой зазор коленчатого вала.

Для обеспечения необходимой точности сборки необходимо производить входной контроль и комплектовку деталей, поступающих на сборку.

Точность сборки коренных подшипников при ремонте двигателя обеспечивается методом полной взаимозаменяемости при условии соответствия комплектующих деталей нормам точности механической обработки.

Тонкостенные вкладыши коренных и шатунных подшипников изготавливаются с высокой точностью по толщине. Допустимая разница в толщине вдоль оси вкладыша не должна превышать 0,003 мм. Кроме того, для обеспечения натяга вкладышей в сопряжении с гнездом, соответствующего примерно прессовой посадке, вкладыши должны иметь величину выступания над плоскостью стыка гнезда $\Delta h \approx 0,05...0,10$ мм.

Величина выступания вкладыша контролируется на специальном индикаторном приборе (рисунок 1) с усилием P , соответствующим усилию, возникающему при сборке коренного подшипника с тарированным моментом, указанном в заводском руководстве по ремонту автомобилей.

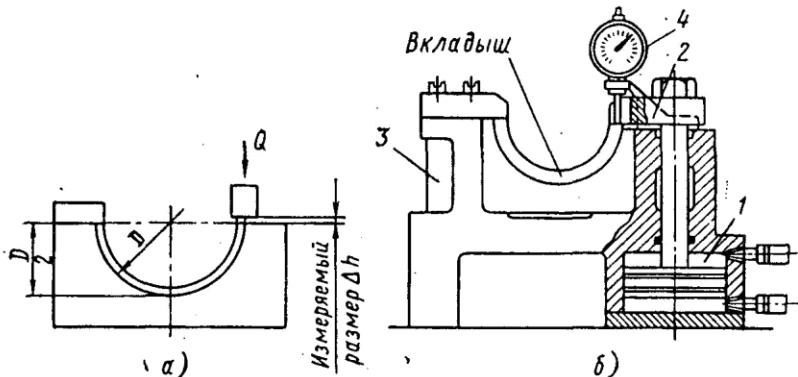


Рисунок 1 – Проверка высоты вкладышей: а – схема проверки; б – контрольное приспособление; Δh – высота выступающей части вкладыша; D – диаметр гнезда под вкладыш; 1 – пневмоцилиндр; 2 – упор; 3 – корпус приспособления; 4 – индикатор часового типа

Рабочая поверхность вкладышей должна быть зеркальной, наличие на ней рисок и забоин не допускается.

Слесарю-мотористу не разрешается для получения требуемого диаметрального зазора в подшипниках пришабривать вкладыши, спиливать их стыки, сошлифовывать стыки крышек, устанавливать между вкладышами и на постели под вкладыши какие-либо прокладки. Это может привести к искажению масляного зазора, ухудшению теплоотвода от вкладышей, к их усталостному разрушению, задиру и проворачиванию, а также к повреждению постелей коренных подшипников. Кроме того, нарушается взаимозаменяемость деталей при последующих ремонтах. При сборке не допускается попадание даже мельчайших посторонних частиц между вкладышами и гнездами подшипников.

Крышки коренных подшипников не взаимозаменямы, так как на автозаводе окончательно обрабатываются совместно с блоком цилиндров, должны иметь порядковый номер и устанавливаться на свои опоры. На рисунке 2 показан пример заводской маркировки крышек коренных подшипников двигателей ВАЗ-2106. На крышке пятого коренного подшипника нанесены две разнесенные по краям метки. Кроме того, на крышке нанесен условный номер принадлежности блоку цилиндров. Он

должен совпадать с номером, указанным на нижней плоскости блока цилиндров. Крышки коренных подшипников устанавливаются таким образом, чтобы метки на крышках находились с правой стороны двигателя.

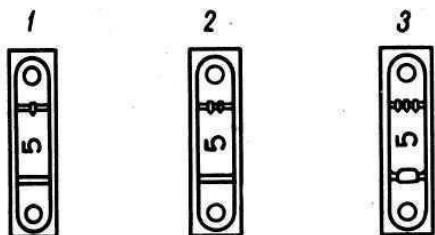
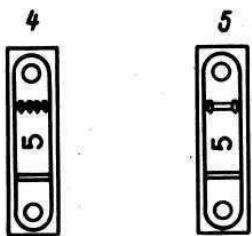


Рисунок 2 – Метки на крышках коренных подшипников (счет опор ведется от передней части двигателя) и условный номер блока цилиндров



Верхние и нижние вкладыши коренных подшипников не взаимозаменяемы. Верхние вкладыши имеют отверстия для смазки и канавки для

их распределения, поэтому необходимо контролировать, чтобы верхние вкладыши с отверстиями были установлены в постели коренных подшипников блока цилиндров, куда подводится смазка под давлением.

Усики вкладышей должны входить в соответствующие пазы крышек и постелей и располагаться с одной стороны, смятие усиков не допускается.

Характер посадки в подшипниках скольжения зависит от величины диаметрального зазора, который может быть определен следующими способами:

- последовательной установкой в масляный зазор коренного (шатунного) подшипника контрольных пластинок-щупов из медной или латунной фольги соответствующей толщины (обычно с интервалом по толщине 0,025 мм) и прокручиванием коленчатого вала вручную (рисунок 3);

- измерением ширины сплющенного пластмассового проволочного калибра, зажатого в масляном зазоре при контрольной сборке коренного или шатунного подшипника (рисунок 4);

- расчетом по результатам измерений действительных размеров деталей, входящих в размерную цепь подшипника скольжения.

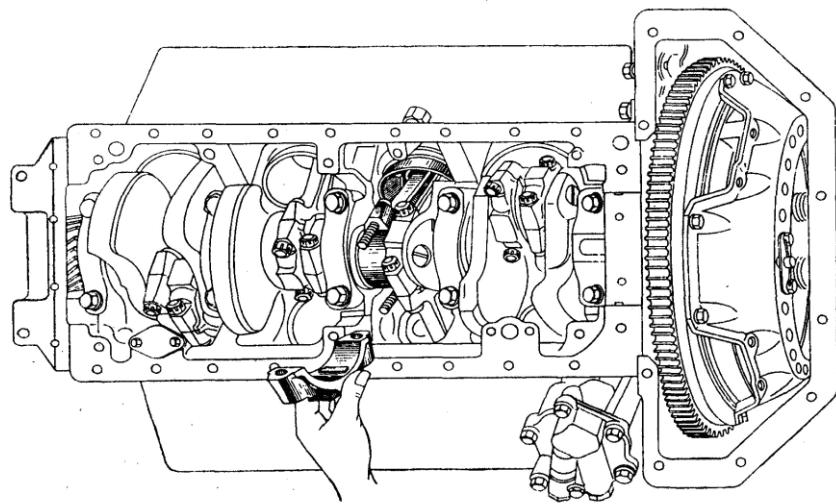


Рисунок 3 – Определение диаметрального зазора между шейкой коленчатого вала и вкладышами с помощью контрольных пластинок-щупов

Первые два способа определения величины диаметрального зазора в подшипниках применяются при текущем ремонте двигателей.

При капитальном ремонте двигателей перед установкой коленчатого вала в блок цилиндров выполняется входной контроль этих деталей и используется третий способ определения величины диаметрального зазора по разности диаметров гнезд коренных подшипников с установленными в них вкладышами и диаметров соответствующих коренных шеек коленчатого вала.

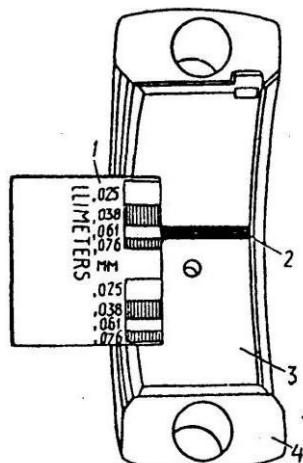


Рисунок 4 – Определение диаметрального зазора между шейкой коленчатого вала и вкладышами с помощью калиброванной пластмассовой проволоки: 1 –шкала для измерения зазора; 2 – сплющенная калиброванная пластмассовая проволока; 3 – вкладыш; 4 – крышка

Для измерения диаметров гнезд вкладышей коренных подшипников у всех опор блока, включая среднюю, следует применять Г-образный

индикаторный нутромер конструкции НИИАТ [4], изготавляемый на базе нутромера НИ ГОСТ 868-82 (рисунок 5 а).

Для определения пригодности блока цилиндров к сборке двигателя предварительно контролируется диаметр гнезд без вкладышей коренных подшипников в соответствии со схемой измерений по ГОСТ 14846-81 (рисунок 5 б).

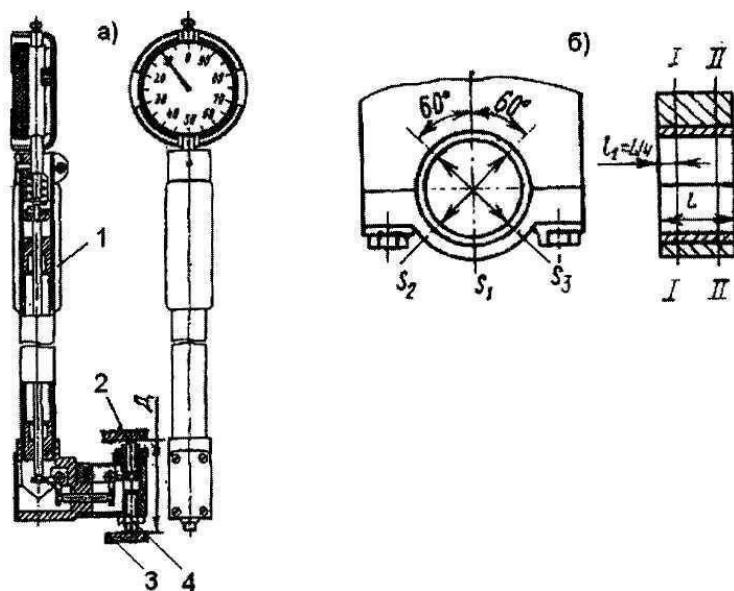


Рисунок 5 – Индикаторный нутромер Г-образной конструкции НИИАТ (а) и схема измерения диаметра D отверстия гнезда коренного подшипника (б): 1 – базовый нутромер типа НИ; 2, 4 – соответственно подвижный и неподвижный измерительный стержень; 3 – измеряемое гнездо коренного подшипника

Соосность отверстий гнезд проверяется при помощи индикаторного приспособления, либо специальной скалкой, имеющей диаметр меньше минимального диаметра отверстия гнезда (или подшипников) на двойную величину допуска соосности (рисунок 6 а).

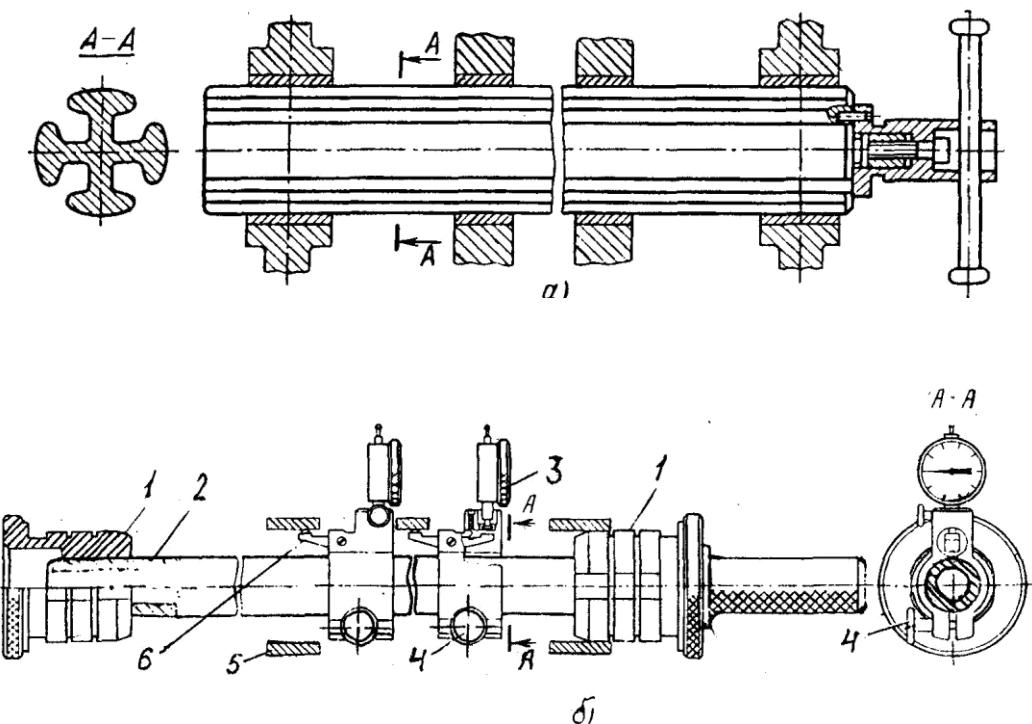


Рисунок 6 – Проверка соосности коренных подшипников коленчатого вала контрольной скаккой (а) и гнезд коренных подшипников блока цилиндров индикаторным приспособлением (б): 1 – втулка; 2 – скакка; 3 – измерительное индикаторное устройство; 4 – винт; 5 – гнездо вкладышей коренных подшипников; 6 – рычажок измерительного устройства

Контрольная скакка должна свободно входить во все отверстия гнезд коренных подшипников. Допуск соосности гнезд обычно составляет 0,01...0,03 мм, при смещении осей гнезд коренных подшипников в пределах 0,08...0,10 мм снижается усталостная прочность коленчатого вала на 55...60 %, что может привести к его разрушению.

Индикаторное приспособление (рисунок 6 б) позволяет измерить величину смещения осей коренных подшипников гнезд [4].

Для этого в заднюю опору блока цилиндров вводят с помощью рукоятки скакку 2. На конец скакки последовательно устанавливают рядом с гнездами 5 вкладышей коренных подшипников три индикаторных измерительных устройства 3 и центрирующую втулку 1, входящую в переднюю опору блока цилиндров. Измерительные устройства закрепляют винтами 4.

Шкалы всех индикаторов устанавливают на нуль. Отклонение стрелок при вращении скалки 2 показывает удвоенную неосоносность каждого гнезда.

Контроль диаметра и соосность гнезд блока цилиндров производится после затяжки болтов крепления крышек с требуемым моментом.

Блоки цилиндров с предельным износом, деформацией гнезд коренных подшипников или с отклонением от их соосности больше допустимого значения (приложение А) подлежат ремонту и не должны допускаться к сборке двигателя.

Блоки цилиндров, подаваемые на сборку, подвергаются гидравлическому испытанию на герметичность водяной рубашки под давлением 0,4...0,5 МПа и масляных каналов под давлением 1,2 МПа в течение трех мин. Перед этим масляные каналы системы смазки блока цилиндров и коленчатого вала тщательно очищаются и устанавливаются заглушки.

Коленчатые валы необходимо предварительно подвергнуть динамической балансировке. Входной контроль коленчатых валов следует производить по техническим требованиям, приведенным в приложении А.

Точность сборки упорного подшипника обеспечивается методом регулирования, то есть подбором регулировочных полуколец по толщине в зависимости от длины коренной шейки коленчатого вала, сопрягаемой с упорным подшипником, а также восстановлением исходной шероховатости рабочих торцов этой шейки шлифованием ($R_a=0,63...0,32$ мкм).

Перед сборкой двигателя производится комплектовка деталей. В приложениях 2... 5 приведены сведения по комплектовке коленчатых валов, блоков цилиндров и шатунов двигателей КамАЗ-740 и ВАЗ-2106 вкладышами и упорными полукольцами.

У двигателей ВАЗ-2106 (приложение Г) маркировка четырех ремонтных размеров коренных и шатунных шеек коленчатых валов с ремонтным интервалом 0,25 мм наносится на первой щеке коленчатого вала,

например, К 0,25; Ш 0,50. На тыльной стороне вкладыша указывается величина ремонтного уменьшения. Соответственно, вкладыши номинального размера маркировки не имеют.

Упорные полукольца установлены в выточки задней опоры коленчатого вала, переднее кольцо стальноеалюминиевое, а заднее (наиболее нагруженное) – металлокерамическое желтого цвета.

Полукольца изготавливаются нормальной (2,31...2,36 мм) и увеличенной (2,437...2,487 мм) толщины.

Более сложная комплектация у двигателей КамАЗ-740 (приложения Б и В).

Коренные и шатунные шейки коленчатых валов этих двигателей имеют шесть категорийных ремонтных размеров с ремонтным интервалом 0,50 мм и маркируются на первом противовесе коленчатого вала индексами К1, К2,..., К6 и Ш1, Ш2,..., Ш6.

Шлифование шеек коленчатых валов под третий и последующие ремонтные размеры предусмотрено выполнять на фирменных и специализированных ремонтных заводах, так как при перешлифовке шеек под эти ремонтные размеры обычно требуется повторная термообработка валов, иначе резко снижается их усталостная прочность и износостойкость шеек.

Для возможности ремонта коленчатого вала перешлифовкой, а также для выполнения индустриального ремонта блоков цилиндров и нижних головок шатунов растачиванием гнезд вкладышей с увеличением диаметра на 0,5 мм предусмотрено девять ремонтных размеров вкладышей и три ремонтных размера упорных полуколец П 1, П 2 и П 3.

3 Оборудование и материалы:

3.1 Оборудование, организационная и технологическая оснастка:
кран-балка с электротельфером 10 КН ГОСТ 7890-73; подставка под блок цилиндров для входного контроля и подсборки собственного изготовления;
стенд для разборки и сборки V-образных двигателей КамАЗ-740 модели

Р 776; стенд для ремонта двигателей ВАЗ модели А4. 22204; подвеска цеховая для транспортирования блоков цилиндров и двигателей; подвеска цеховая для транспортирования коленчатых валов; гайковерт ИП-3113; головка 7812-0496 ГОСТ 3324-75; ключ моментный мод. ПИМ-1754; ключ моментный К-140; головки сменные 17, 19, 24 ГОСТ 25604-83Е; нутромеры индикаторные 50...100 и 100...160; микрометры МК 75-1, МК 100-1 и МК 125-1 ГОСТ 6507-78; скалки для контроля соосности гнезд коренных подшипников двигателей ВАЗ и КамАЗ-740; штангенциркуль ШЦ-II-160-0,05 ГОСТ 166-80; ключ с присоединительным квадратом 6910-0328 ГОСТ 25601-83Е; удлинитель; съемник крышек коренных подшипников инерционный И 801.18.00; молоток 7850-0084 15Хр ГОСТ 2310-77; пистолет для обдува сжатым воздухом деталей модели С-417; кисть волосяная ГОСТ 10597-70; щуп-набор №2 ГОСТ 882-75 и штатив с индикатором часового типа ИЧ-10 ГОСТ 577-78; вороток или отвертка 2,5×16 ГОСТ 24437-80 (2); молоток с медным бойком.

3.2 Объекты сборки: блоки цилиндров, коленчатые валы и комплекты коренных вкладышей и упорных полуколец двигателей КамАЗ-740 и ВАЗ-2106.

3.3 Материалы: салфетка хлопчатобумажная; ванночки с моторным маслом М-10Г2к ГОСТ 8581-78 и SAE 15W – 40.

4 Указания по технике безопасности

• Рабочее место должно быть оснащено грузоподъемным оборудованием и подвесками для транспортирования коленчатых валов блоков цилиндров и двигателей, а обслуживающий персонал должен иметь допуск к работе с грузоподъемным оборудованием.

- Освещенность рабочего места должна быть не менее 300 лк.
- Перед работой необходимо изучить правильные приемы работы и получить разрешение у механика или преподавателя на выполнение сборочных операций.

- Перед работой проверить надежность закрепления блока цилиндров на специальном стенде для ремонта двигателей.

- Пользоваться только исправным инструментом. Слесарно-монтажный инструмент должен иметь исправные ручки и надежную посадку на них, ключи должны соответствовать стандартному размеру гаек, съемники не должны иметь на детали трещин и видимых деформаций.

- Нельзя удлинять гаечные ключи во избежание их поломки и получения травм.

- При пользовании топливо-смазочными материалами соблюдать правила противопожарной безопасности.

- Использованные обтирочные материалы следует хранить в металлическом ларе и своевременно выносить из помещения в отведенные места.

- Не принимать пищу на рабочем месте.
- После окончания работы убрать рабочее место и тщательно вымыть руки с мылом.

5 Задания

5.1 Порядок выполнения работы

- Изучить основные сведения по установке коленчатых валов в блоки цилиндров с применением специальной технологической оснастки.

- Изучить требования по технике безопасности и получить допуск к работе.
- Составить технологическую карту на установку коленчатого вала заданной модели двигателя.

- По ремонтным маркировкам коленчатого вала, блока цилиндров и шатунов двигателя КамАЗ-740 подобрать по приложениям Б и В комплекты вкладышей и упорных полуколец.

- Получить практические навыки по выполнению заданных монтажных и контрольных операций по установке коленчатого вала в блок цилиндров.

- Убрать рабочее место и сдать его учебному мастеру.

- Подготовить отчет о работе.

5.2 Методика выполнения работы Технологическая

последовательность выполнения операций [1, 3]:

- выполняют входной контроль блока цилиндров и коленчатого вала и их комплектовку вкладышами и упорными полукольцами;

- устанавливают блок цилиндров на подставке или на стенде для ремонта двигателя разъемной плоскостью картера вверх;

- отвертывают болты крепления и снимают крышки коренных подшипников специальным инерционным съемником (рисунок 7);

- протирают посадочные поверхности, продувают сжатым воздухом масляные каналы;

- устанавливают вкладыши в постели блока и в крышки, смазывают рабочую поверхность вкладышей моторным маслом и устанавливают в блок цилиндров коленчатый вал.

- смазывают рабочие поверхности и устанавливают полукольца упорного подшипника рабочими поверхностями к упорным торцам коренной шейки (рисунок 8);

- устанавливают крышки коренных подшипников с вкладышами, ввертывают и затягивают в два приема и в определенной последовательности болты крепления крышек;

- проверяют осевой зазор коленчатого вала;

- ввертывают и затягивают стяжные болты и проверяют легкость

- вращения коленчатого вала.

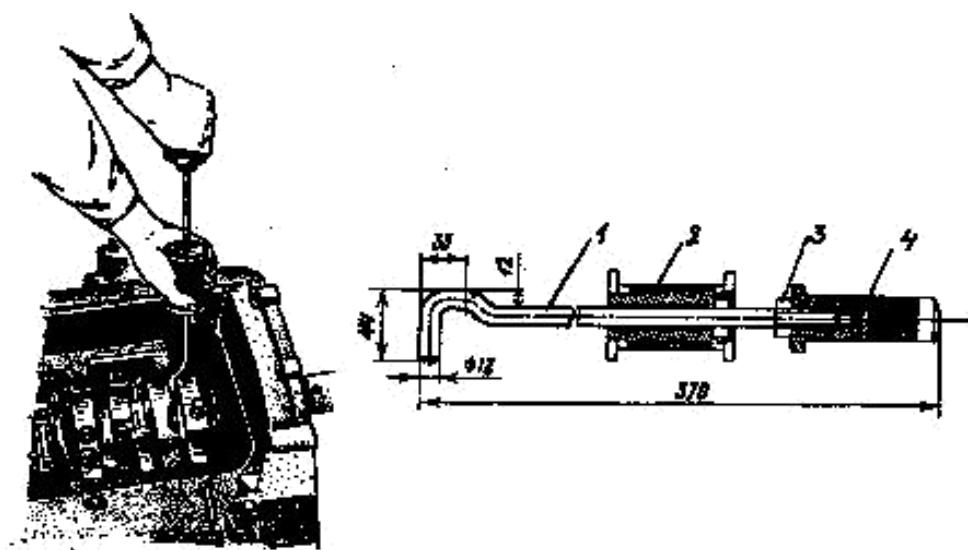


Рисунок 7 – Снятие коренных опор коленчатого вала съемником И-801.18.00 и его устройство: 1 – стержень; 2 – груз; 3 – контргайка; 4 – рукоятка

Коленчатый вал должен свободно проворачиваться от усилия руки, приложенного к установочным штифтам маховика. Осевой зазор в упорном подшипнике должен быть не менее 0,05 мм.

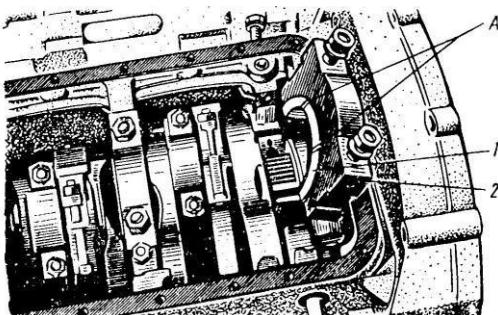


Рисунок 8 – Установка полуколец упорного подшипника коленчатого вала двигателя КамАЗ-740: 1 – нижнее полукольцо упорного подшипника; 2 – крышка задней коренной опоры; А – канавки на полукольце

Перед ввертыванием болтов крепления крышек коренных подшипников резьбу на них и в отверстиях необходимо очистить, смазать, а избыток масла удалить. У двигателей КамАЗ-740 затяжку крышек коренных подшипников ведут сначала со стороны правого, а затем и со стороны левого рядов цилиндров. Осевой зазор коленчатого вала, установленного в блок цилиндров, удобно измерять с помощью индикатора часового типа с магнитной подставкой (рисунок 89).

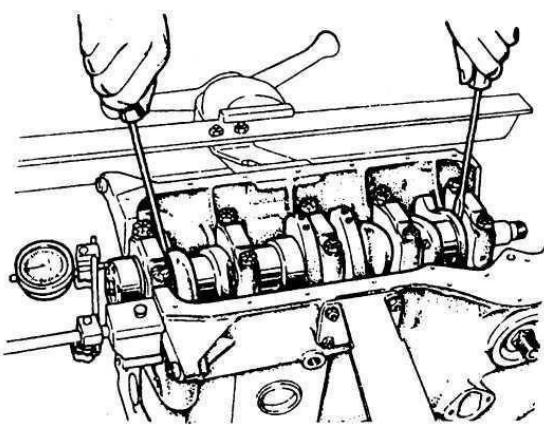


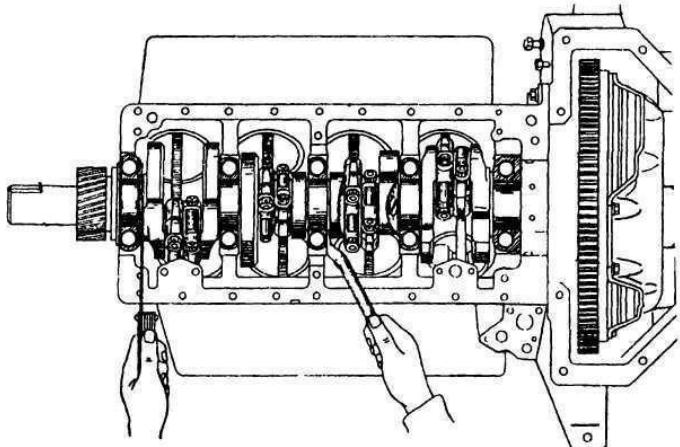
Рисунок 9 – Проверка осевого зазора коленчатого вала двигателя ВАЗ с помощью индикатора часового типа

направлении вперед и назад до упора.

Можно определить осевой зазор коленчатого вала и при помощи щупа, вводя его непосредственно в зазор при его наибольшей величине между упорным торцом коленчатого вала и упорной шайбой, как показано на рисунке 10.

При этом коленчатый вал воротком или двумя отвертками перемещается в осевом

Рисунок 10 – Проверка



осевого зазора коленчатого вала двигателя ЗИЛ с помощью щупа.

При установке коленчатого вала двигателя ВАЗ-2106 необходимо: смазать вкладыши маслом для двигателя; уложить в гнездо среднего коренного подшипника и в его крышку вкладыши без выточки на внутренней поверхности, а затем вкладыши с выточкой на внутренней поверхности в гнезда остальных коренных подшипников и их крышек; уложить в коренные подшипники коленчатый вал в сборе с подшипником ведущего вала коробки передач, установить в гнезда задней опоры два упорных полукольца, направив их выемками к упорным поверхностям коленчатого вала; установить крышки коренных подшипников в соответствии с метками так, чтобы метки на крышках находились с правой стороны двигателя; затянуть болты крышек с моментом 68,31...84,38 Н·м (6,97...8,61 кгс·м) и проверить осевой зазор между упорными полукольцами в задней опоре и упорными поверхностями коленчатого вала. Если зазор превышает 0,35 мм, то необходимо заменить упорные полукольца другими, увеличенными на 0,127 мм.

Установленный коленчатый вал должен свободно вращаться в коренных подшипниках.

При установке держателя заднего сальника коленчатого вала двигателя ВАЗ необходимо: смазать сальник маслом для двигателя и запрессовать его в держатель (рисунок 11).

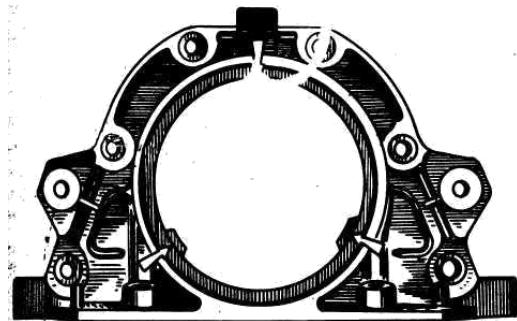


Рисунок 11 – Держатель заднего сальника коленчатого вала. Стрелками указаны выступы для центрирования держателя относительно фланца коленчатого вала

После этого следует надеть на фланец коленчатого вала прокладку держателя сальника; установить в гнезда держателя два болта крепления передней крышки картера сцепления, надеть держатель с сальником на оправку и, передвинув их с оправки на фланец коленчатого вала, прикрепить к блоку болтами с пружинными шайбами.

У двигателей КамАЗ-740 уплотнение хвостовика коленчатого вала осуществляется самоподжимной резиновой манжетой, устанавливаемой в картер маховика.

6 Содержание отчета

В конце работы составить отчет в виде технологической карты на установку коленчатого вала в блок цилиндров для заданной модели двигателя по ниже указанной форме.

Лабораторная работа 6
УСТАНОВКА КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА В БЛОК ЦИЛИНДРОВ
АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

1 Технологическая карта на установку коленчатого вала в блок цилиндров двигателя КамАЗ-740

| | |
|--|-------------------------------|
| Номер, наименование и содержание операций по переходам, технические требования | Оборудование, приспособления, |
| 1 | 2 |

Работу выполнил_____ Работу принял_____

7 Контрольные вопросы

1 Назовите требования к качеству вкладышей коренных подшипников, поступающих на сборку двигателей.

2 Способы определения величины масляного зазора в коренных подшипниках коленчатого вала.

3 Как определяется отклонение от соосности гнезд коренных подшипников в блоке цилиндров и пригодность блока к сборке двигателя?

4 Как измеряется диаметр гнезд коренных подшипников коленчатого вала?

5 Способы определения и регулирования осевого зазора коленчатого вала.

6 Приведите пример комплектования блока цилиндров двигателя КамАЗ-740 и коленчатого вала вкладышами и полукольцами упорного подшипника перед установкой коленчатого вала в блок цилиндров.

7 Требования по технике безопасности при установке коленчатого вала в блок цилиндров.

8 Как осуществляется установка коленчатого вала в блок цилиндров двигателя КамАЗ-740?

9 Как осуществляется установка коленчатого вала в блок цилиндров двигателя ВАЗ-2106?

10 Как осуществляется контроль качества установки коленчатого вала в блок цилиндров ?

11 Как осуществляется установка заднего сальника коленчатого вала двигателя ВАЗ – 2106?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7

РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ ПОЛИМЕРАМИ

1. Цель и содержание работы

Цель работы: научиться выбирать рациональные клеевые композиции для ремонта деталей в зависимости от их конструктивно - технологических особенностей и условий эксплуатации и получить практические навыки по разработке и выполнению технологического процесса ремонта детали kleевыми композициями.

Содержание работы: изучение назначения и технологии приготовления эпоксидных клеевых композиций; изучение технологии, составление технологической карты и получение практических навыков по заделке трещины или пробоины в корпусной детали эпоксидным составом или ремонтным композиционным материалом.

Знания, приобретенные студентами в результате освоения темы:
понятия о клеевых композициях для ремонта деталей в зависимости от их конструктивно - технологических особенностей и условий эксплуатации.

Умения, приобретенные студентами в результате освоения темы:
научиться разработке и выполнению технологического процесса ремонта
детали kleевых композициями.

Формируемые компетенции: ПК-7 Способен к освоению технологий и форм организации диагностики, технического обслуживания и ремонта транспортных и технологических машин и оборудования;

ПК-10 - Владеет умением изучать и способен анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы по совершенствованию технологических процессов эксплуатации, ремонта и сервисного обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин различного назначения, их агрегатов, систем и элементов;

ПК-20 - Способен использовать технологии текущего ремонта и технического обслуживания с использованием новых материалов и средств диагностики.

Актуальность темы:

В процессе обучения будущий инженер обязан знать не только назначения и технологии приготовления эпоксидных kleевых композиций, но и научиться составлять технологические карты по заделке трещины или пробоины в корпусной детали эпоксидным составом или ремонтным композиционным материалом.

2. Теоретическое обоснование

2.1 Эпоксидные kleевые композиции, составы и свойства Блоки цилиндров, головки блоков цилиндров автомобильных двигателей и другие корпусные детали, имеющие трещины и пробоины, можно отремонтировать с применением полимерных kleев, в частности, с помощью составов на основе эпоксидной смолы.

В эти составы входят следующие компоненты: связующие, пластификаторы, наполнители и отвердители.

СВЯЗУЮЩИЕ – диановые эпоксидные смолы ЭД-16 или ЭД-20 по

ГОСТ I0587-84, представляют собой вязкую жидкость. Неотверженные эпоксидные смолы легко растворяются в ацетоне и не растворяются в воде и бензине, плохо растворимы в спиртах. Эпоксидные смолы обладают хорошей адгезией к металлам, пластмассам и древесине. Затвердевшие под действием отвердителей эпоксидные смолы устойчивы против действия воды, щелочи, кислот, бензина, масла. Они обладают высокой механической прочностью и хорошими диэлектрическими свойствами.

Эпоксидные смолы можно применять для ремонта деталей, работающих при температуре от -70 до $+120^{\circ}\text{C}$. Клеевой шов не дает усадки, поэтому для склеивания достаточно совместить склеиваемые поверхности деталей.

ПЛАСТИФИКАТОРЫ повышают эластичность и ударную прочность отверженного состава. В качестве пластификатора используют дибутилфталат (ГОСТ 8728-77) – желтую маслянистую жидкость.

НАПОЛНИТЕЛИ – чугунный, железный или алюминиевый порошок, asbestos, цемент марки «500», графит, слюда и другие материалы.

ОТВЕРДИТЕЛИ – полиэтиленполиамин по ТУ 6-02-594-85, малеиновый или фталевый ангидрид и др.

Рецептура составов приведена в массовых частях в таблице 1.

Таблица 1- Составы эпоксидных композиций (по массе)

| Компоненты | Горячее отверж- дение | Холодное отверждение | | | |
|------------------------|-----------------------------|----------------------|-----|-----|-----|
| | | Составы | | | |
| | | A | B | V | G |
| Эпоксидная смола ЭД-16 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Малеиновый ангидрид | 30...35 | – | – | – | – |
| Полиэтиленполиамин | – | 8 | 7 | 7 | 7 |
| Дибутилфталат | 10...20 | 10...15 | 15 | 15 | 15 |
| Железный порошок | – | – | 160 | – | – |
| Алюминиевый порошок | – | – | – | – | 25 |
| Цемент | – | – | – | 120 | – |

Полное отверждение малеиновым или фталевым ангидридом

происходит при температуре 120 °С за 16...24 ч.

Составы А–Г, отверждаемые полиэтиленполиамином, необходимо выдерживать при температуре 18...20 °С не менее 72 ч перед использованием детали в эксплуатации. При температуре ниже 14...16 °С составы отверждать не следует. Для получения более высокой прочности требуется дополнительная термообработка после предварительной выдержки при температуре

18...20 °С в течение 2...3 ч. Время отверждения этих составов при повышенной температуре может быть сокращено: при 60 °С до 4...5 ч., при 80 °С до 2...3 ч., при 100 °С до 1...2 ч. Предел прочности kleевых соединений при сдвиге для стальных деталей достигает 30 МПа и выше.

2.2 Приготовление составов на основе эпоксидной смолы

Сначала подготавливают исходные компоненты. Железный или алюминиевый порошок, а также цемент просушивают при температуре 100...120 °С в течение 2...3 ч в вакуум-сушильном шкафу ВШ-0,035М. В этом же шкафу выпаривают для удаления влаги и летучих веществ полиэтиленполиамин при температуре 110 °С в течение 3 ч.

Эпоксидную смолу вместе с тарой помещают в бак с горячей водой и нагревают до температуры 60...80 °С в течение 15 мин до жидкого состояния. Затем отбирают необходимое количество смолы и охлаждают до 30...40 °С.

В отобранную смолу по массе добавляют небольшими порциями дибутилфталат. Тщательно перемешивают состав в течение 8...10 мин. Затем небольшими порциями вводят наполнитель и смесь тщательно перемешивают в течение 8...10 мин. Приготовленную тройную смесь можно длительно хранить в герметичной посуде, лучше в вытяжном шкафу.

Непосредственно перед применением в смесь добавляют небольшими

порциями отвердитель – полиэтиленполиамин и тщательно перемешивают в течение 5 мин. Температура смеси не должна быть выше 40 °C, поэтому приготовлять состав следует порциями, не более 100 г, в плоской посуде. Толщина слоя не должна превышать 10 мм. Кроме того, дозировку компонентов следует выполнять в соответствии с рецептурой состава. Длительность использования состава после введения отвердителя – 20...25 мин.

2.3 Обезжиривание деталей

Перед нанесением эпоксидного состава детали обезжирают ацетоном или бензином Б70 при помощи волосяной кисти или тампона с последующей выдержкой в течение 5 мин до полного удаления растворителя. Деталь должна быть обезжирена так, чтобы капля воды растекалась и смачивала ее поверхность. Попадание масла и грязи на обезжиренную поверхность не допускается.

3. Оборудование и материалы

Оборудование, организационная и технологическая оснастка: вытяжной шкаф типа ОП-2078; верстак ОРГ-1468-01-060А ; шкаф сушильный электрический СНОЛ-3,5.3,5.3,5/3; весы настольные циферблочные ВНЦ-2; машина шлифовальная ИЭ-2004А; круг шлифовальный ПП150Х25Х32 14А80- НСТЗБУ 40м/сР ГОСТ 23182-78; кернер 7843-0039 ГОСТ 7213-72 ; молоток 7850-О118Ц15 Хр ГОСТ 2310-77; напильник 2820-0023 ГОСТ 1465-80; крейцмейсель 28I4-0023 7ХФН12Х1 ГОСТ 7212-74; машина сверлильная ИЭ1025А; сверло 2300-7515 ГОСТ 10902-77; штангенциркуль ШЦ-1-125-01 ГОСТ 166-80; ролик ПИМ-1468-Г7-520; лампы инфракрасного излучения ЭС3 (2); химическая посуда; набор клеевых материалов; шпатель (2); кисть волосяная; стеклоткань, полоса 100 x 2000 мм; пипетка для введения отвердителя в эпоксидный состав; ванночка для смешивания эпоксидного состава (3); ножницы 150 мм; щетка металлическая; очки защитные; перчатки резиновые.

Материалы: эпоксидная смола ЭД-16; клей «Спрут»; ремонтный композиционный материал «Холодная сварка» и др.; бутылка с ацетоном 0,4 л; ветошь обтирочная; шкурка шлифовальная на тканевой основе Э5М1А Мб.

Объекты ремонта: блоки цилиндров двигателей ВАЗ-21011 и ЗМЗ-24.

4. Указания по технике безопасности

Помещение, в котором выполняется работа, должно быть оборудовано вытяжной вентиляцией.

Работы по приготовлению эпоксидного состава, нанесению на деталь и термической обработке шва выполнять при включенной вентиляции.

Работать с полимерами следует в халате, в защитных очках и в резиновых перчатках.

Соблюдать требования безопасной работы со сверлильной и шлифовальной машинами.

Запрещается в лаборатории принимать пищу и курить.

По окончании работы необходимо очистить посуду и инструмент и убрать рабочее место.

При попадании композиции на незащищенную кожу ее необходимо протереть тампоном, смоченным ацетоном, и промыть теплой водой с мылом.

5. Методика и порядок выполнения работы

5.1 Порядок выполнения работы Изучить указания по технике безопасности.

Изучить общие сведения по применению клеевых композиций и разработать технологическую карту на ремонт детали.

Выполнить операции по подготовке и заделке трещины (пробоины) эпоксидным составом.

Составить отчет о работе.

5.2 Методика выполнения работы

5.2.1 Заделка трещины длиной до 150 мм на наружных стенках водяной рубашки блока цилиндров [5]

1. Определить границы трещины с помощью лупы 8-кратного увеличения, накернить и просверлить на ее концах отверстия диаметром 3 мм сверлильной машиной ИЭ-1025А (рисунок 1а).
2. Расфасовать трещину под углом 50...60⁰ по всей ее длине на глубину 2...3 мм (рисунок 1б).
3. Зачистить до металлического блеска поверхность блока цилиндров на расстоянии 25...35 мм по обе стороны трещины и сделать на ней насечки. Для этого пользуются обдирочно-шлифовальным станком 3А382 с гибким валом или шлифовальной машиной ИЭ-2004А.
4. Обезжирить ацетоном поверхность трещины и зачищенного участка и просушить в течение 5 мин при температуре 20 °С.
5. Обезжирить вторично поверхность трещины и зачищенного участка.
6. Нанести приготовленный эпоксидный состав (таблица 1) на поверхность трещины и на зачищенный участок (рисунок 1в) и хорошо уплотнить его шпателем. Поверхность блока цилиндров с трещиной при этом должна находиться в горизонтальном положении.
7. Наложить накладку из стеклоткани так, чтобы она перекрывала трещину на 15...20 мм и прикатать ее роликом (рисунок 1г). Накладку предварительно обезжирить, прокипятив в воде в течение 2...3 ч. При длине трещины до 20 мм накладки не применяют.

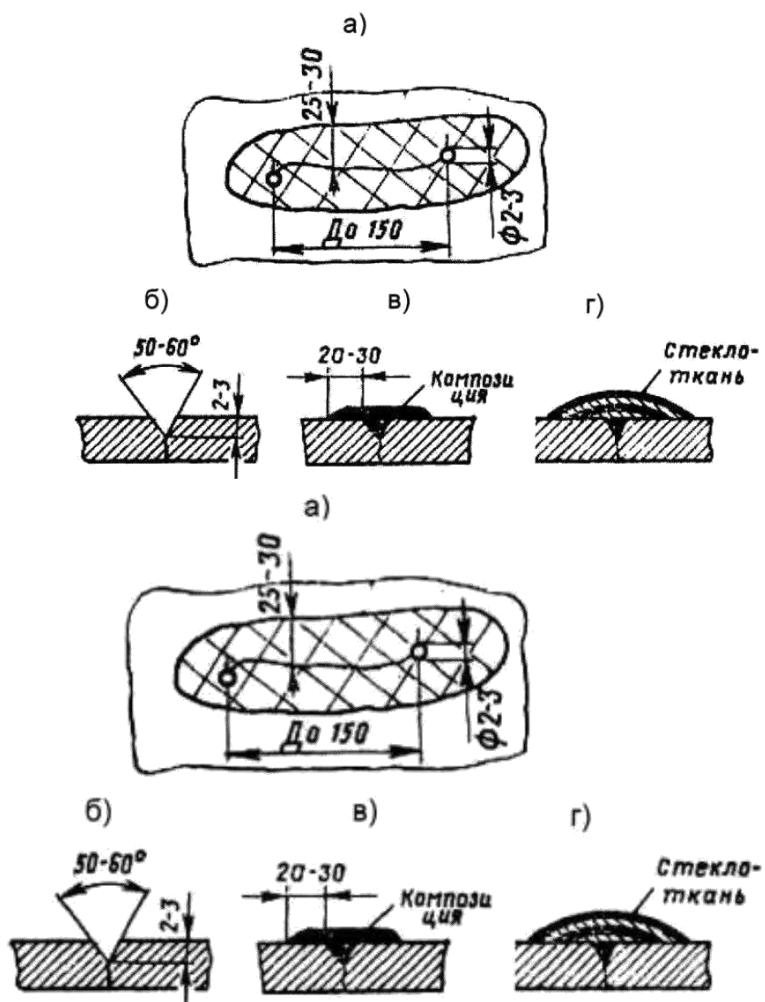


Рисунок 1 – Схема заделки трещины длиной до 150 мм в корпусной детали с установкой накладок из стеклоткани: а – сверление отверстий по концам трещины и зачистка участка; б) – расфасовка трещины; в) – нанесение эпоксидного состава; г) – установка накладок из стеклоткани и нанесение эпоксидного состава

8. Равномерно нанести на накладку и зачищенную поверхность блока тонкий слой состава.
9. Наложить вторую накладку из стеклоткани так, чтобы она перекрывала первую на 10...15 мм и прикатать ее роликом (рисунок 1г).
10. Нанести на вторую накладку и на зачищенную поверхность блока
11. Произвести отверждение клеевой композиции, выдержав деталь при температуре 20⁰С в течение 3 ч, а затем 1...2 ч при температуре 100⁰С. Нагрев можно осуществлять в сушильном шкафу или лампами инфракрасного излучения ЭСЗ.

12. Зачистить потеки и наплывы состава.
13. Проверить качество заделки трещины с помощью лупы 8-кратного увеличения. Отставание накладок от поверхности блока не допускается.
14. Испытать блок цилиндров на гидравлическом стенде. Подтекание воды через трещину под давлением 0,3... 0,4 МПа в течение 3 мин не допускается.

5.2.2 Заделка трещины длиной более 150 мм на стенках водяной рубашки блока цилиндров

Чтобы при вибрации детали кромки трещины не могли смещаться друг относительно друга, на них по всей длине накладывают прерывистый шов валиками длиной 5...6 мм с шагом 30...40 мм специальными электродами для холодной сварки чугуна ОЗЧ-2 диаметром 4 мм (рисунок 2). Затем сварочный шов зачищают до металлического блеска.

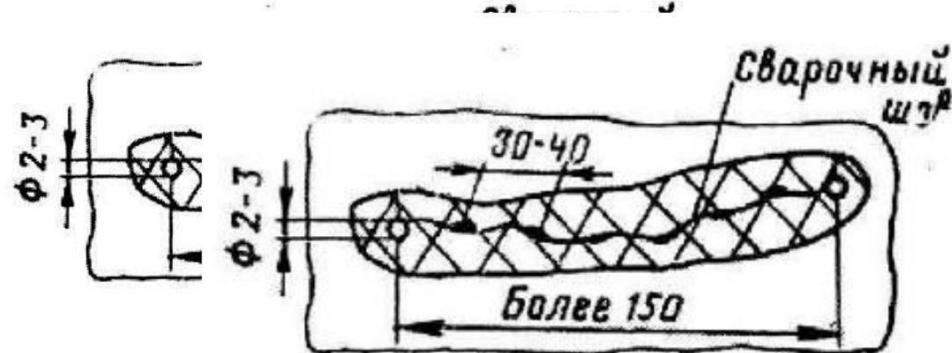


Рисунок 2 – Схема подготовки к заделке трещины длиной более 150 мм в корпусной детали прихваткой кромок трещины прерывистым сварочным швом

Операции по нанесению состава, наложению накладок из стеклоткани, отверждению состава и его зачистке, а также по проверке и испытанию качества работы проводят также, как и в случае ремонта детали с трещиной длиной до 150 мм. Для фиксации кромок трещины применяется еще способ

установки ввертышей из стали Ст.3. Для этого по всей длине трещины сверлят отверстия с шагом 10 мм между центрами отверстий и нарезают резьбу M8x1, затем в них устанавливают ввертыши с нанесенным на них эпоксидным составом (рисунок 3а). Сверху дополнительно наносится слой эпоксидного состава (рисунок 3б).

Указанный способ подготовки более трудоемок, однако деформация точно обработанных поверхностей значительно меньше, чем при сварке.

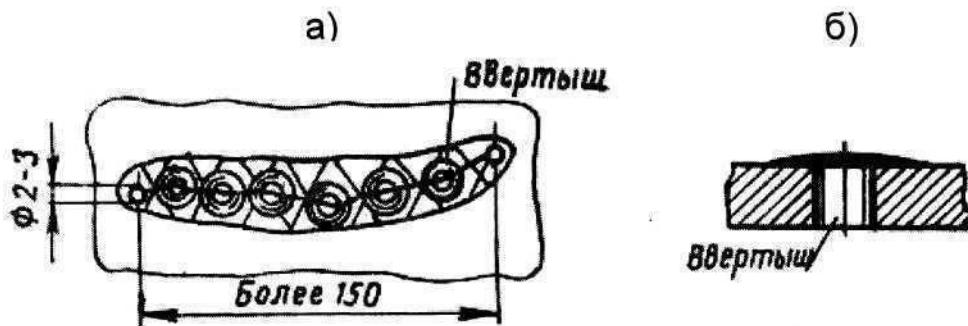


Рисунок 3 –Схема заделки трещины длиной более 150 мм в корпусной детали с установкой ввертышей: а) – сверление отверстий, зачистка участка и установка ввертышей; б) – нанесение эпоксидного состава

5.2.3 Заделка пробоины Блоки цилиндров, имеющие пробоины или сетку трещин,

получившихся вследствие удара или размораживания, ремонтируют постановкой металлической заплаты, закрепляемой винтами M8x1 или прерывистым сварным швом специальными электродами ЦЧ-4 для приварки стальных пластин к чугуну или для холодной сварки чугуна 034-2.

Острые кромки пробоины скругляют шлифовальной машиной или напильником. Накладка изготавливается из листовой стали толщиной 0,5...0,8 мм, ее края должны перекрывать пробоину на 12...15 мм. Накернивают центры и сверлят отверстия диаметром 6,8 мм в накладке и в корпусной детали, после этого в детали нарезают резьбу M8x1 под винты, а отверстия в накладке рассверливают до диаметра 8,5 мм. Склейваемые поверхности

накладки и детали зачищают до металлического блеска и обезжираивают, затем наносят эпоксидный состав на поверхность вокруг пробоины или на всю поврежденную поверхность по контуру заплаты и заполняют также просверленные для крепления отверстия.

Заплату прикрепляют к детали винтами, осаживают ее края молотком и наносят еще один слой состава шириной 20...25 мм и высотой 2...3 мм как показано на рисунке 4.

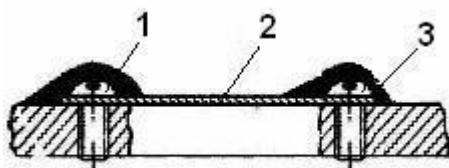


Рисунок 4 – Схема заделки пробоины в корпусной детали: 1 – винт; 2 – металлическая пластина; 3 – эпоксидный состав

Пробоину в детали из листового материала (рисунок 5) заделывают установкой на эпоксидном клее заплаты из металлической или стеклотканевой накладки, которая должна перекрывать пробоину со всех сторон на 20...25 мм. Для обеспечения большей прочности применяют комбинированные заплаты (рисунок 5).

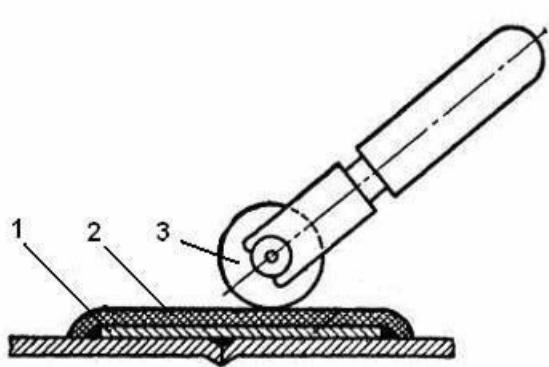


Рисунок 5. – Наложение заплаты на пробоину в листовом материале: 1 — металлическая накладка; 2 — стекло-тканевая накладка; 3 — полиэтиленовый ролик

Для вытеснения воздуха и увеличения плотности шва заплаты прикатывают роликом.

5.2.4 Применение для ремонта автомобильных деталей ремонтных композиционных материалов

Существенным недостатком клеевых композиций на основе эпоксидных смол, рассмотренных в предыдущем разделе, является их низкая

технологичность: большая длительность приготовления эпоксидной композиции, сложность дозировки и большая продолжительность затвердевания при комнатной температуре. Для ускорения затвердевания необходимо иметь нагревательное оборудование.

За рубежом для быстрого ремонта автомобилей в пути и в гаражных условиях выпускается широкая номенклатура клеевых композиций в виде паст, шпатлевок, жидкотекучих составов, обладающих высокой технологичностью и обеспечивающих быстрое и качественное восстановление герметичности деталей.

Из США в Россию поставляется упрочненный сталью эпоксидный клей «Быстрая сталь» в виде ремонтных карандашей. Полимерная бинарная композиция размещена в одной упаковке и имеет консистенцию пластилина. Требуемое количество композиции отрезают ножом и разминают до однородности, после чего шпателем наносят на ремонтируемую поверхность. Схватывается состав за 5 минут, затвердевает за 15 минут. После отверждения композиционный материал обладает свойствами металла: можно сверлить, нарезать резьбу, обтачивать, шкурить и красить. Можно восстановить расколотую деталь, вылепив утерянные элементы.

«Быстрая сталь» применяется для восстановления герметичности блоков цилиндров, головок блоков автомобильных двигателей, коллекторов, бензобаков, радиаторов, деталей выхлопных систем. Позволяет восстановить резьбу, приклеить пластмассовые детали. Можно работать под водой, герметизировать трещины в трубах, находящихся под давлением.

Кроме этого, в США для склеивания деталей из различных металлов выпускаются специальные ремонтные наборы: «Холодная сварка для стали», «Холодная сварка алюминия», «Универсальная холодная сварка». Здесь слово «сварка» применяется в рекламных целях, как альтернативный способ текущего ремонта взамен опасной в ряде случаев в пожарном отношении сварки. Специалисты МАМИ [4] разработали и

наладили выпуск отечественного ремонтного композиционного материала «Реком-Б», имеющего степень адгезии выше в два раза, чем у зарубежных аналогов, и меньшую цену.

6 Содержание отчета и его форма

Отчет о работе выполняется в форме технологической карты с эскизами на заделку трещины или пробоины в корпусной детали.

Лабораторная работа

Форма отчета

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРОВ ПРИ РЕМОНТЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

1. Технологическая карта на заделку трещины длиной _____ мм в водяной рубашке блока цилиндра двигателя _____ эпоксидным составом.

| № операции | Наименование операций и содержание переходов, технические требования | Оборудование, приспособления | Инструмент, ремонтные материалы |
|------------|--|------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |

2. Эскизы по заделке трещины или пробоины.

Работу выполнил Работу принял

7. Контрольные вопросы

1. Назначение эпоксидных клеевых композиций, какие компоненты входят в эпоксидный состав?
2. Как выбирается материал наполнителя и приготавляется эпоксидный состав?
3. Требования по технике безопасности при ремонте деталей эпоксидными клеевыми составами и ремонтными композиционными материалами.
4. Способы отверждения эпоксидного клеевого состава.
5. Технология заделки трещины длиной до 150 мм в корпусной детали с применением полимеров.
- 6 Технология заделки с применением полимеров. трещины длиной более 150 мм в корпусной детали.
7. Технология заделки пробоины в корпусной детали с применением полимеров.
8. Технологические особенности применения ремонтных композиционных материалов «Быстрая сталь», «Холодная сварка алюминия», «Реком-Б» и т.п.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8

РЕМОНТ И ИСПЫТАНИЕ ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

1. Цель работы

Целью выполнения лабораторной работы является изучение следующих вопросов:

- 1) Изучить устройство и принцип работы стенда КИ-921М;

Получить практические навыки по испытанию на стенде агрегатов дизельной топливной аппаратуры.

Знания, приобретенные студентами в результате освоения темы:
устройство и принцип работы стенда КИ-921М.

Умения, приобретенные студентами в результате освоения темы:
навыки по испытанию на стенде агрегатов дизельной топливной аппаратуры

Формируемые компетенции: ПК-5 - Владеет знаниями об особенностях обслуживания и ремонта технического и технологического оборудования и транспортных коммуникаций

Актуальность темы: С целью повышения качества диагностических работ используется стенд КИ-921М, предназначенный для испытания топливных насосов. Инженер обязан знать конструкцию, принцип работы стенда. Поэтому актуальной является задача изучения устройства и принципа работы стенда для испытания топливных насосов.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

2.1 Общие сведения по устройству стенда КИ-921М и методики испытания агрегатов дизельной топливной аппаратуры

Стенд КИ-921М предназначен для испытания топливных насосов с числом секций до 8.

Стенд (рисунок 1) состоит из следующих основных частей: корпуса, привода с механическим вариатором, системы топливоподачи низкого давления, системы топливоподачи высокого давления со стендовым насосом, счетного устройства и электрооборудования.

Корпус стенда представляет собой сваренную из уголковой стали раму 25, обшитую стальными штампованными листами 1. С правой стороны корпуса имеется двухстворчатая дверца 19. На раме установлен стол 5 в виде чугунной плиты, на направляющие которой устанавливается кронштейн с испытываемым топливным насосом. К плите привернута передняя панель 6, на которой смонтированы контрольно-измерительные приборы: манометр 7 с пределами измерения $0 \dots 6 \text{ кгс}/\text{см}^2$, электрический дистанционный тахометр 9 типа ТЭ-204, диски 8 стробоскопического устройства и счетчик-автомат, рукоятка 27 которого выведена наружу.

Электротахометр предназначен для измерения частоты вращения вала 26 привода стенда во всем рабочем диапазоне, манометр — для измерения давления в системе низкого давления топливоподачи стенда, счетчик-автомат — для отсчета количества оборотов вала привода стенда (количества циклов подачи топлива секцией топливного насоса). Требуемое число оборотов вала привода устанавливают рукояткой 27 по круговой шкале 17. Количество впрыснутого топлива замеряют мензурками 10, закрепленными зажимами на поворотном мосту и установленными в передний бак стенда. Передний бак смонтирован между двумя боковинами 11 и 15, на которых сверху установлены панель 12 с восемью датчиками, панель управления 13 и кронштейн 14 с трубками. На правой боковине установлены кнопки 16 автоматического выключателя для подачи напряжения к электрооборудованию стенда и отключения его от электрической сети (при перегрузках — автоматически).

Стробоскопическое устройство для определения угла начала впрыска топлива через форсунки состоит из прозрачного подвижного диска,

неподвижного диска с окном и визиром, датчиков, стробоскопа с импульсной лампой и командоаппарата.

На переднем листе смонтированы кнопочные станции: трехэлементная 4 для управления электродвигателем 20 вала привода стенда и двухэлементная 3 для управления электродвигателем стенового насоса высокого давления. Маховичок 2 служит для изменения частоты вращения вала привода стенда.

На передней панели имеются штуцеры 18 для присоединения топливопроводов при испытании топливных насосов, подкачивающих насосов и топливных фильтров. На правой панели установлены рукоятка 32 управления краном распределителя и рычаг 28 включения счетчика-автомата.

Для измерения давления в системе высокого давления топливоподачи стенда служит манометр 29. Количество подаваемого в головку насоса топлива и, соответственно, давление в головке изменяют рукояткой 30 дросселя.

Топливо в систему топливоподачи стенда подается из топливного бака 22, который оборудован указателем 21 уровня топлива и термометром 33 для контроля температуры во время испытаний. Рядом с баком установлен стеновой насос 23 высокого давления с электродвигателем и предохранительным клапаном 24.

Шкаф электрооборудования смонтирован между боковинами за передним баком.

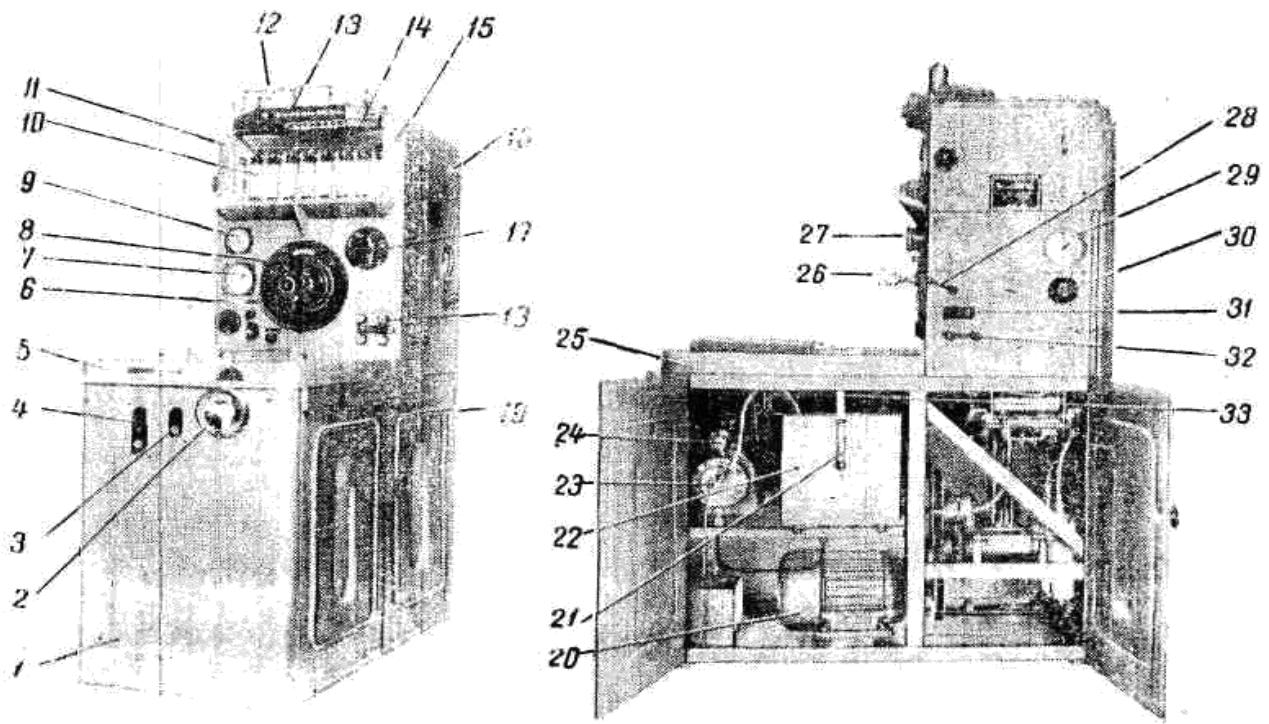


Рисунок 1 – Стенд КИ – 921М

Кинематическая схема стенда приведена на рисунке 8.2. Вращение от электродвигателя 1 через клиноременную передачу передается промежуточному валу, на который насажен шкив 4 и через вариатор валу привода 15, на котором укреплена муфта 42 для присоединения испытываемого топливного насоса 39.

Изменение скорости вращения вала привода осуществляется с помощью маховика 46. При вращении маховика коническая шестерня 9 через шестерню 8 вращает винт 47. При этом перемещается гайка 48 и поднимает (или опускает) свободный конец рамки 7.

Если рамка 7 поднимается вверх, шкив 12 (вид Б), свободно сидящий на валу 10, перемещается влево. Диаметр ручья, образуемый правым неподвижным 1 и подвижным 12 шкивами, уменьшается, а диаметр ручья,

образуемый левым неподвижным 50 и подвижным 12 шкивами, увеличивается. Скорость вращения вала 15 привода возрастает.

При опускании рамки вниз шкив 12 перемещается вправо, и диаметр правого ручья увеличивается, а левого уменьшается. Скорость вращения вала 15 привода при этом уменьшается.

На валу 15 привода насажена звездочка 19 цепной передачи, посредством которой приводится во вращение кулачковый вал 14. Кулачок вала приводит в движение испытываемый подкачивающий насос 13 поршневого типа.

На валу 15 укреплена звездочка цепной передачи 18, через которую движение передается валу 35. Через вал 35 приводится в движение счетчик-автомат для отсчета заданного числа оборотов вала привода стенда. Движение от вала 35 передается через два червячных колеса 34 и 32 валу 30.

На валу 30 (рисунок 2) насыжено три диска: ведущий 27, укрепленный жестко на валу, храповой 26 и делительный 45, сидящие на валу свободно.

Ведущий диск имеет фрикционную накладку со стороны храпового диска.

Храповой диск прижимается к ведущему пружиной 25. На наружной поверхности храпового диска имеется пятьдесят равномерно расположенных пазов С. Против каждого паза имеется отверстие D. В одно из отверстий входит фиксатор 28 делительного диска.

В процессе работы стенда вал 30 непрерывно вращается. Вместе с ним вращается диск 27. Диски 26 и 45 остаются неподвижными, т.к. диск 26 удерживается запором 37.

Для того, чтобы установить счетчик-автомат для отсчета заданного техническими условиями числа оборотов, отводят на себя до отказа рукоятку 24 с диском 45 и поворачивают ее до тех пор, пока стрелка-указатель рукоятки не совпадает с делением круговой шкалы, соответствующим требуемому числу оборотов вала привода. При этом фиксатор 28 выходит из

паза С. Затем досылают рукоятку от себя так, чтобы фиксатор 28 вошел в отверстие диска 26.

После того, как диск установлен в требуемое положение, оператор на ходу стенда нажимает до отказа на рычаг включения счетчика, задерживает его в нажатом положении несколько секунд и отпускает.

В результате нажатия на рычаг включения счетчика, связанный с рычагом 41, запор 37 выходит из паза в диске 26, и диски 26 и 45, ничем не удерживаемые, начинают вращаться с такой же скоростью, как и диск 27, а заслонка 22 перемещается вправо, открывая доступ топливу из датчиков в мензурки.

После того, как вал привода стенда сделает заданное число оборотов, паз С на диске 45 подойдет к фиксатору. Фиксатор войдет в паз, а запор 37 под действием пружины 29 войдет в паз диска 26.

Диски 26 и 45 останавливаются. А заслонка 22 переместится влево, и поступление топлива в мензурки прекратится. Чтобы вылить топливо из мензурок, необходимо мост мензурок повернуть с помощью специальной рукоятки по часовой стрелке вокруг оси 21. Стендовый насос 51 высокого давления соединен с электродвигателем 31 через муфту 52.

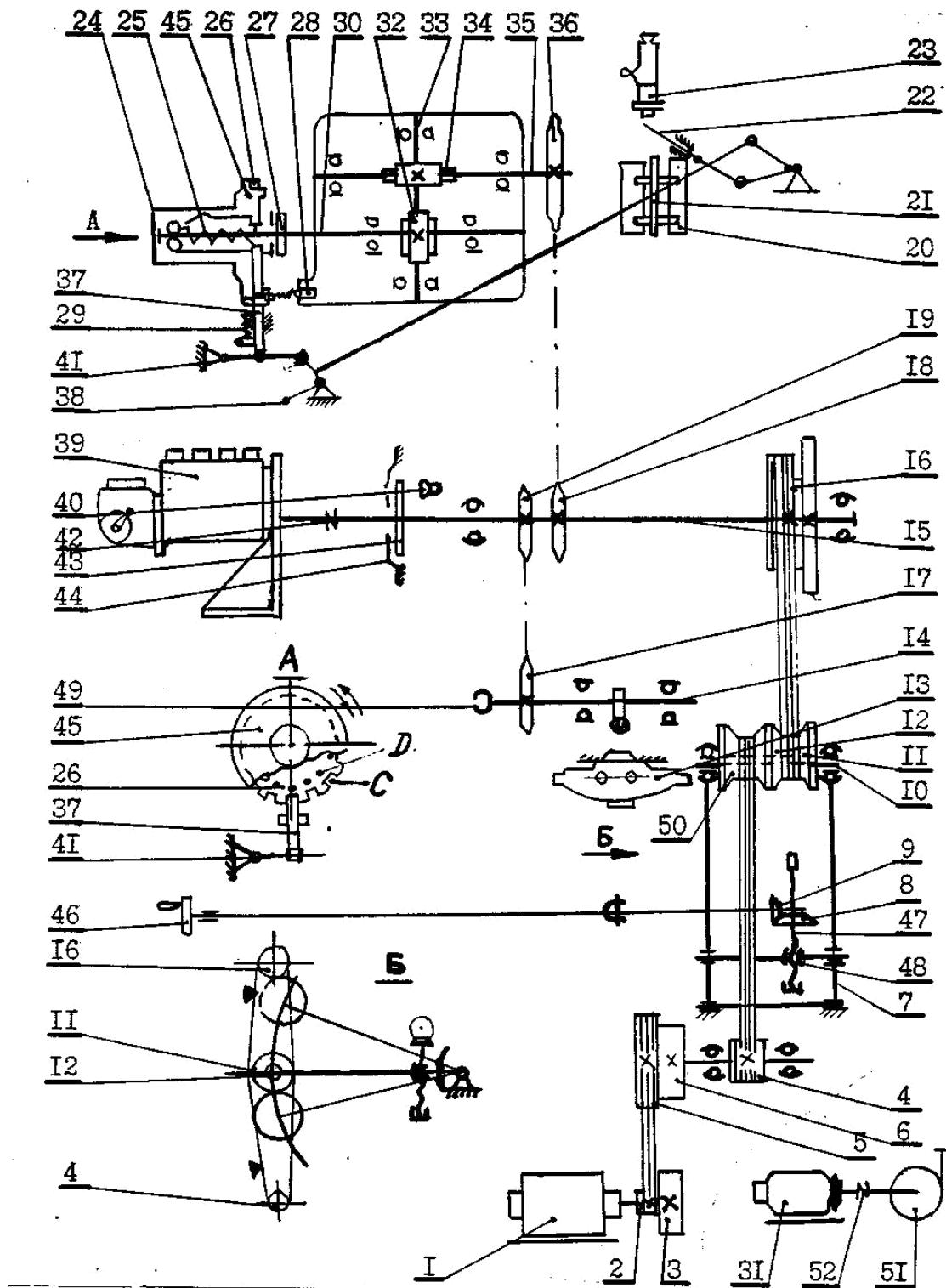


Рисунок 2 – Кинематическая схема стенда.

1, 31 – электродвигатели; 2, 3, 4, 5, 6 – шкивы; 7 – рамка; 8, 9 – шестерни; 10, 14, 15, 30, 33, 35 – валы; 11, 12, 16, 50 – шкивы; 13 – подкачивающий насос; 17, 18, 19, 36 – звездочки; 20 – мензурка; 21 – ось; 22 – заслонка; 23 – стакан датчика; 24 – рукоятка счетчика-автомата; 25, 29 – пружины; 26 – диск храповой; 27 – диск ведущий; 28 – фиксатор; 32, 34 – червячные колеса; 37 – запор; 38, 41 – рычаги; 39 – топливный насос; 40 – импульсная лампа; 42 - соединительная муфта; 43 – диск подвижной; 44 – диск

неподвижной; 45 – делительный диск; 46 – маховичок; 47 – винт; 48 – гайка; 49 – муфта привода шестеренчатого подкачивающего насоса; 51 – стендовый насос; 52 – муфта; «С» - паз.

Система топливоподачи Для различных испытаний топливной аппаратуры предусмотрены системы низкого и высокого давления подачи топлива.

Система низкого давления (рисунок 3) включает в себя топливный бак 8, фильтр 10, манометр 14, распределительный кран 13, мерные мензурки 16, мерный цилиндр 2, передний бак 15, бачок 6 для слива загрязненного топлива и топливопроводы.

Топливный фильтр расположен на рамке вариатора в нижней части стенда. В корпусе фильтра находятся два элемента фильтра грубой очистки и два тонкой очистки.

Манометр 14 низкого давления рассчитан на максимальное давление 0,6МПа (6 кгс/см²).

Производительность испытываемого топливного насоса определяется с помощью мензурок, которые расположены в два ряда. Рабочий объем каждой мензурки равен 100см³. Цена одного деления мензурки составляет 1см³.

Производительность испытываемых подкачивающих насосов и фильтров определяется с помощью мерного цилиндра 2, который устанавливается в отверстие на столе стенда. Рабочий объем мерного цилиндра 2500см³. Цена одного деления составляет 50см³.

Топливопроводы низкого давления изготовлены из поливинилхлоридной маслобензостойкой трубы, что облегчает присоединение их и позволяет своевременно обнаружить наличие воздуха в системе низкого давления.

Системы высокого давления включает в себя стендовый насос 5 высокого давления Г12-31А, предохранительный клапан 4, дроссель 11, фильтр 9 тонкой очистки, манометр 12, кран 13 и топливопроводы высокого давления.

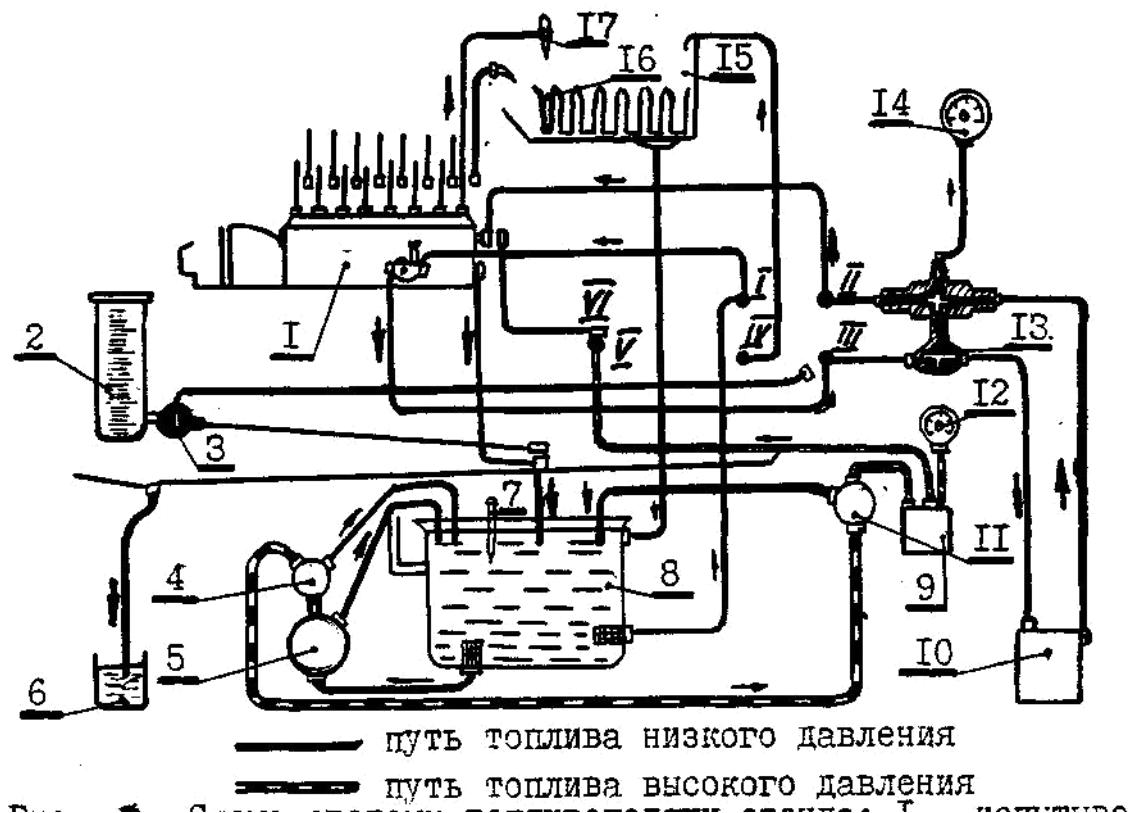


Рисунок 3 – Схема системы топливоподачи стенда

1 – испытываемый насос; 2 – мерный цилиндр; 3 – кран мерного цилиндра; 4 – клапан предохранительный; 5 – лопастной насос; 6 – бачок для грязного топлива; 7 – термометр; 8 – топливный бак; 9 – фильтр тонкой очистки; 10 – фильтр тонкой и грубой очистки; 11 – дроссель; 12 – манометр; 13 - распределитель; 14 – манометр; 15 – передний бак; 16 – мензурка; 17 – форсунка.

Стендовый насос производительностью 8 л/мин развивает давление до 5 МПа (50 кгс/см²) и расположен под столом стенда в передней части.

Предохранительный клапан 4 отрегулирован на давление 2,5МПа (25 кгс/см²). Клапан содержит для перепуска топлива из системы высокого давления в бак при давлении в системе выше 2,5МПа (25 кгс/см²).

Дроссель 11 позволяет плавно изменять количество подаваемого в головку насоса топлива. путь топлива низкого давления

Манометр 12 высокого давления рассчитан на давление от 0 до 4 МПа (40 кгс/см²). Манометр показывает давление топлива в головке испытываемого насоса.

Стендовый топливный насос используют для определения давления открытия нагнетательных клапанов и для создания определенного напора топлива при испытании агрегатов топливной аппаратуры.

Электрооборудование Электрооборудование стенда включает в себя трехфазный электродвигатель АОЛ2-32-4 мощностью 3 квт при 1430 мин для привода главного вала, электродвигатель АОЛ2-11-4 (мощностью 0,6 квт при 1350 мин для привода стендового насоса высокого давления); автоматический выключатель (АП-50-ЗМТ) для включения стенда в сеть, кнопочную станцию и реверсивный пускатель для пуска, остановки и изменения направления вращения вала привода; кнопочную станцию и пускатель для пуска электродвигателя стендового насоса; стробоскопическое устройство для определения угла начала впрыска топлива форсунками; тумблеры для включения и выключения датчиков, смонтированные на панели управления; электрический дистанционный тахометр.

Схема испытания топливного насоса на стенде с использованием стробоскопического устройства показана на рисунке 4.

Испытуемый топливный насос 1 высокого давления устанавливают на кронштейн 15 стенда и соединяют кулачковый вал насоса муфтой 14 с валом 10 привода стенда насос крепится г-образным прихватом. Каждую секцию соединяют со стендовой форсункой 3 стендовым эталонированным топливопроводом высокого давления. Топливоподкачивающий насос 16 и головку насоса высокого давления присоединяют к магистрали топливоподачи стенда. Устанавливают заданные техническими условиями на испытание насоса частоту вращения вала привода стенда по тахометру и число циклов по счетчику 8. нажимают на рукоятку 9. при этом

одновременно включается счетчик для отсчета числа циклов и отодвигается шторка 6, пропуская подаваемое насосом через топливопровод и форсунку топливо в измерительную мензурку 7. Отсчитав заданное число циклов, счетчик возвращает заслонку в исходное положение, перекрывая подачу топлива в мензурку.

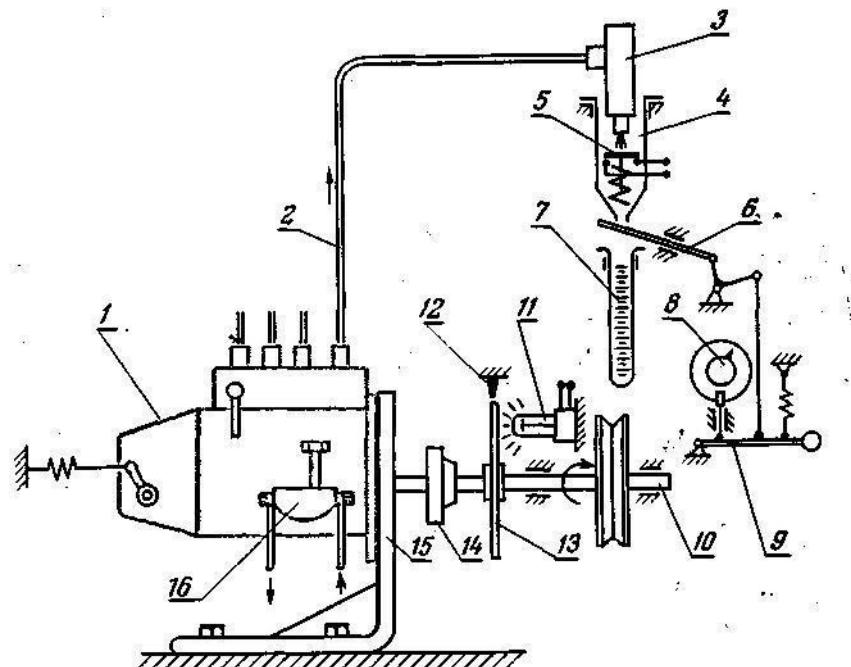


Рисунок 4 – Схема испытания топливного насоса на стенде КИ-921М

1 – испытуемый топливный насос; 2 – топливопровод высокого давления; 3 – форсунка; 4 – пеногаситель; 5 – электроконтактный датчик начала впрыска топлива; 6 – шторка; 7 – мензурка; 8 – счетчик числа циклов; 9 – рукоятка для управления шторой и счетчиком числа циклов; 10 – вал привода стенда; 11 – импульсная лампа стробоскопа; 12 – указатель градуированного диска; 13 – прозрачный градуированный диск; 14 – соединительная муфта; 15 – кронштейн для крепления испытуемого насоса на стенде; 16 – топливоподкачивающий насос.

В самом начале подачи струя топлива, выходящая из форсунки 3, нажмет на контакт датчика 5, который, опускаясь под давлением струи сожмет пружину и замкнет электрическую цепь импульсной лампы 11 стробоскопа. При каждой топливоподаче лампа на мгновение вспыхнет и осветит деление шкалы диска, соответствующее углу начала подачи топлива.

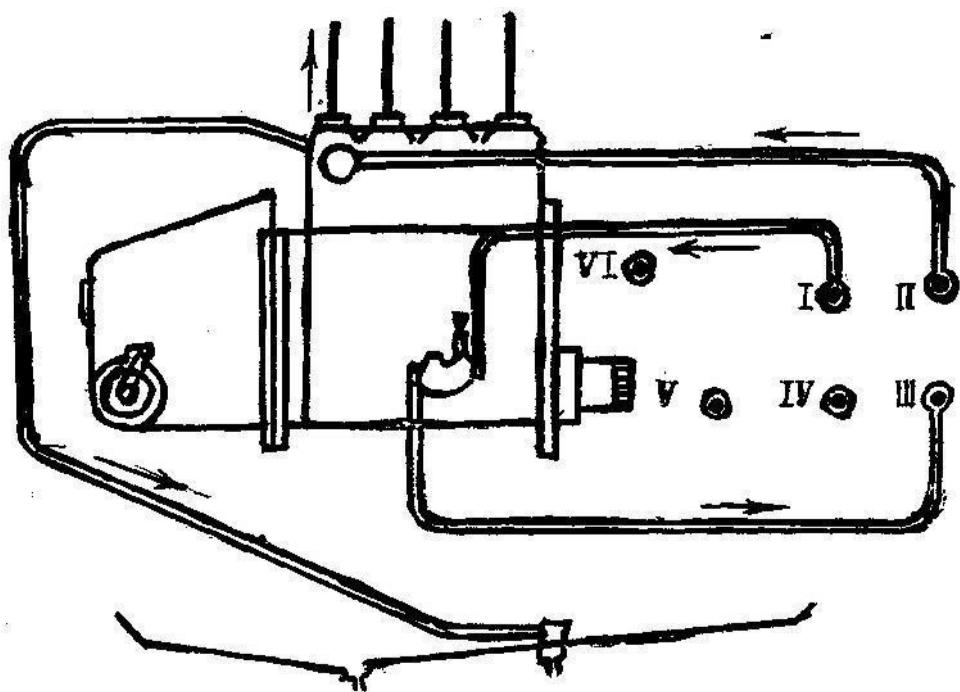
2.2 Обкатка ТНВД и настройка регулятора Для обкатки
ТНВД устанавливается на стенд. Топливопроводы
подсоединяются в соответствии со схемой 8.5. включается стенд и
устанавливается по тахометру необходимая частота вращения вала привода
стенда.

После обкатки в течение 15...20 мин настроить регулятор на начало
действия и полное прекращение подачи топлива.

2.3 Определение величины и равномерности цикловой подачи топлива секциями ТНВД

После установки насоса на стенд и соединения его вала с валом привода
стенда присоединить к насосу топливопроводы низкого давления.

Схема присоединения топливопроводов для насосов типа ЯЗТА-238
показана на рисунке 5.



**Рисунок 5 – Схема соединения топливопроводов при испытании
топливного насоса типа ЯЗТА-238 на цикловую подачу и угол начала подачи
топлива секциями: I – от бака; II – от фильтра; III – к фильтру.**

Форсунки, очищенные, промытые, отрегулированные на соответствующую величину давления начала впрыска и подобранные по пропускной способности, установить в стаканы датчиков при помощи переходников.

Топливопроводами высокого давления соединить форсунки с соответствующими секциями насоса. Длина топливопровода для насосов двигателей ЯМЗ-238 – 700 мм.

Рукоятку крана распределителя при испытании топливного насоса ЯЗТА-238 установить в положение «через фильтр».

Включить электродвигатель вала привода стенда и по тахометру установить номинальное число оборотов в минуту кулачкового вала.

Специальным вентилем, установленным при присоединении топливопровода к головке насоса, выпустить воздух из системы. В топливопроводах низкого давления не должно оставаться пузырьков воздуха. Температура воздуха в момент контрольных замеров должны быть около 25°C .

Установить рычаг регулятора на максимальную подачу топлива при помощи тяги, стойки и специальной гайки.

Установить рукоятку счетчика-автомата на заданное число оборотов по шкале. Нажатием на рычаг включения счетчика-автомата пустить его в работу. При этом шторка, преграждающая доступ топлива в мензурки, отодвигается, и топливо из форсунок подается в мензурки. После того, как кулачковый вал насоса совершил заданное число оборотов, шторка возвращается в исходное положение, и топливо направляется в сборный резервуар, а оттуда – в бак.

Уровень топлива в мензурках определяют по нижней части мениска, а объем – по шкале, нанесенной на мензурке. Для опорожнения мензурок необходимо повернуть рукоятку моста мензурок по часовой стрелке.

Производительность насосного элемента насоса $105\ldots107 \text{ мл}^3/\text{цикл}$.

Величину неравномерности подачи K определяют по формуле:

$$K = \frac{2(q_{\max} - q_{\min})}{q_{\max} + q_{\min}}, \quad (8.1)$$

где q_{\max} - количество топлива, собранное за время опыта насосным элементом, имеющим наибольшую подачу;

q_{\min} - количество топлива, собранное за время опыта насосным элементом, имеющим наименьшую подачу.

2.4 Определение угла подачи топлива Начало подачи топлива определяется в процессе работы насоса. При этом необходимо установить частоту вращения кулачкового вала насоса, соответствующую скорости вращения его при работе двигателя на номинальном режиме, и включить полностью подачу топлива. Воздух из системы топливоподачи удалить. Диск (неподвижный) стробоскопического устройства установить на «0».

Перед началом испытаний дать поработать топливному насосу 5-7 минут, затем включают первый и второй тумблеры на панели управления. Спустя 1,5-2 мин включить тумблер той секции, которую требуется испытать. Через 0,5-1 мин после включения окно неподвижного диска осветится. Деление на шкале подвижного диска, которое находится против визира неподвижного диска, укажет величину угла начала впрыска топлива. Эта величина должна соответствовать техническим условиям.

Допускается на непродолжительное время (1-2 мин) одновременное включение всех рабочих датчиков. Это позволяет наблюдать правильность регулировки угла начала впрыска при одновременной работе всех секций насоса. Риски, нанесенные на шкале подвижного диска, должны занимать не более 1^0 .

После проверки начала впрыска немедленно выключить все тумблеры на панели управления, откинуть пружины крепления форсунок и приподнять форсунки вверх, чтобы освободить от работы пружины подвижных контактов датчиков.

2.5 Испытание подкачивающих насосов Подкачивающие помпы поршневого типа крепят с левой стороны стенда при помощи винтового прижима. Схема соединений трубопроводов приведена на рисунок 6.

Рукоятку крана распределителя ставят в положение «минуя фильтр». Мерный цилиндр для сбора топлива, подаваемого подкачивающим насосом, установить на стол стенда. Под подкачивающий насос на стенке стенда установить удлинитель.

После подготовки включить стенд и по тахометру установить частоту вращения вала 30 стенда (рисунок 8.1) – 1050 мин^{-1} , при этом трехходовой кран мерного цилиндра установить в положение, обеспечивающее свободный слив топлива в бак стенда.

Затем установить рукоятку счетчика-автомата в положение, показывающее требуемое число ходов штока подкачивающего насоса. Далее одной рукой нажать на рукоятку счетчика-автомата, включив тем самым автомат, и одновременно другой рукой установить кран мерного цилиндра в положение, обеспечивающее подачу топлива в мерный цилиндр.

После того, как будет достигнуто заданное число ходов штока (на это укажет резкое перемещение рукоятки счетчика-автомата вверх), рукоятку крана распределителя поставить в положение «закрыт».

В этом положении измерить наибольшее развиваемое подкачивающим насосом давление при помощи манометра, а по количеству топлива, собранного в мерном цилиндре, определить производительность подкачивающего насоса. Для исправного подкачивающего насоса ЯЗТА эти

показатели равны соответственно (не менее) 0,4 МПа ($4 \text{ кгс}/\text{см}^2$) и 2,2 л/мин с противодавлением 0,13...0,15 МПа ($1,3...1,5 \text{ кгс}/\text{см}^2$). Противодавление создается поворотом рукоятки крана распределителя 53 и определяется по манометру стенда.

После испытания топливо из мерного цилиндра слить в бак стенда.

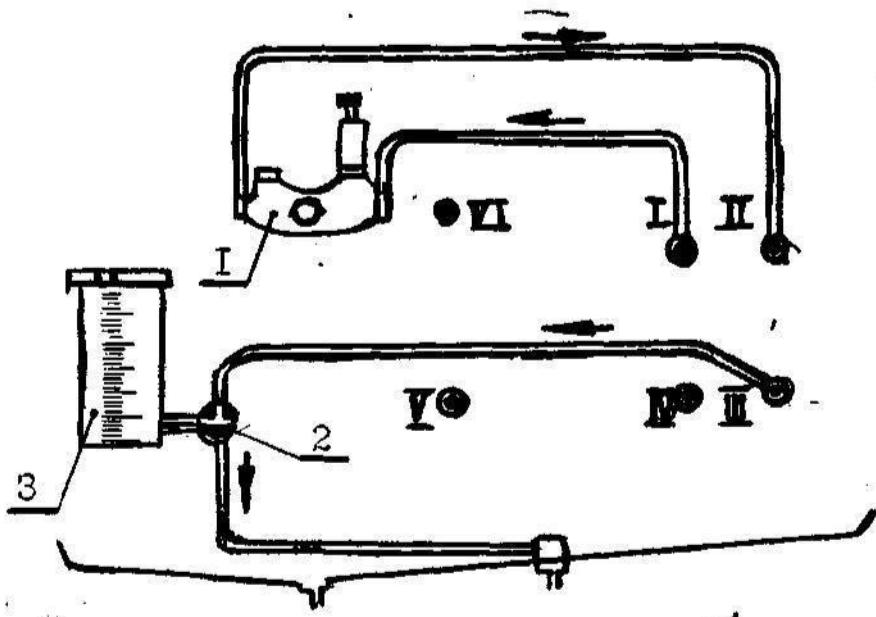


Рисунок 6 – Схема соединения топливопроводов при испытании топливоподкачивающих насосов поршневого типа: 1 – испытуемый подкачивающий насос; 2 – кран мерного цилиндра; 3 – мерный цилиндр; I – от бака; II – от фильтра; III- к фильтру.

2.6 Испытание топливных фильтров

Топливные фильтры грубой очистки испытываются на герметичность. Фильтры тонкой очистки испытываются на герметичность и пропускную способность фильтрующих элементов.

Топливные фильтры устанавливать на левой стороне стенда на специальном кронштейне. Фильтры двигателей ЯМЗ устанавливать при помощи специальных переходников.

Схема соединений топливопроводов при испытании фильтров показана на рисунок 7. Рукоятку крана распределителя установить в положение «минуя фильтр».

Испытывать фильтры можно любым исправным подкачивающим насосом.

При испытании фильтра на герметичность включить стенд и прокачать топливо через фильтр, открыв вентиль выпуска воздуха непосредственно на самом фильтре до полного удаления воздуха из системы (определяется по отсутствию пузырьков воздуха в топливопроводах). Затем, плавно перекрывая кран распределителя, установить давление в системе 0,2 МПа (2 кгс/см²) по показанию манометра стендса. Подтекание топлива при указанном давлении в течение 2 мин в местах соединения фильтра не допускается.

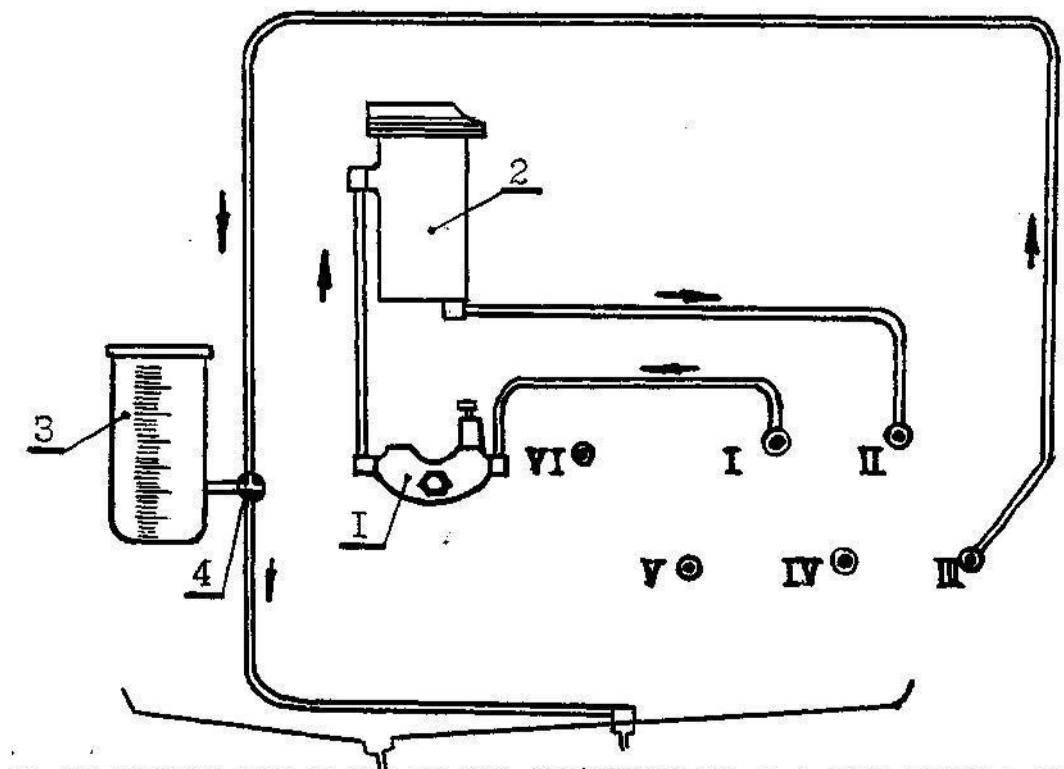


Рисунок 7 – Схема соединения топливопроводов при испытании фильтров:
1 - подкачивающий насос; 2 – испытуемый фильтр; 3 – мерный цилиндр; 4 – кран мерного цилиндра; I – от бака; II – от фильтра; III- к фильтру.

Пропускную способность фильтрующих элементов тонкой очистки определить по степени снижения производительности подкачивающего насоса в процентах при прохождении топлива через фильтр по сравнению со свободным вытеканием его из технически исправного подкачивающего насоса.

Допускается снижение производительности подкачивающего насоса до 60 %, вызванное гидравлическим сопротивлением фильтра при испытании на номинальном скоростном режиме.

3 ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Для выполнения лабораторной работы требуется следующее материальное обеспечение:

1. Стенд КИ-921М для испытания агрегатов дизельной топливной аппаратуры (ДТА).
2. Агрегаты ДТА: топливный насос высокого давления типа ЯЗТА-238, подкачивающий насос, топливный фильтр.
3. Комплект инструмента слесаря по ремонту дизельной топливной аппаратуры.

4 УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

1. К обслуживанию стенда допускаются лица, изучившие данные указания и получившие инструктаж по технике безопасности.
2. Запрещается включать в работу стенд без присутствия учебного мастера или преподавателя.
3. Стенд должен быть заземлен и подсоединен к сети гибким медным кабелем через трехфазное штепсельное соединение.

4. Устранение неисправностей и техническое обслуживание можно производить только на отключенном от электрической сети стенде.

5. Перед включением стенда необходимо убедиться в надежности закрепления испытуемого агрегата на стенде и в правильности подсоединения топливопроводов.

6. Курение в помещении по ремонту и испытанию агрегатов ДТА категорически запрещается.

5 ЗАДАНИЯ

Лабораторную работу рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

1. Изучить общее устройство стенда КИ-921М и правила по технике безопасности при работе на нем..

2. Изучить методику и произвести испытания на стенде топливного насоса высокого давления типа ЯЗТА-238, подкачивающего насоса и топливных фильтров (по заданию преподавателя).

3. Убрать рабочее место и сдать его учебному мастеру.

4. Оформить и защитить отчет о работе.

6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующее:

- наименование и цель работы;
- техническую характеристику, описание стенда КИ 921М;
- результаты лабораторной работы представляются в следующей табличной форме:

Результаты испытаний агрегатов ДТА на стенде КИ-921М

| Наименование агрегата и проверяемый параметр | Результаты испытания | Технические условия | Заключение |
|---|--|--|------------|
| 1.1 Топливный насос высокого давления типа ЯЗТА-238 | | | |
| Цикловая подача топлива насосом ($n=1050 \text{ мин}^{-1}$), мм $^3/\text{цикл}$ | 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – | 105...107 | |
| Неравномерность подачи топлива по секциям, % | | 4 | |
| Углы начала нагнетания топлива по секциям (1-3-6-2-4-5-7-8), град (допуск $\pm 30'$) | 1 – 3 – 6 – 2 – 4 – 5 – 7 – 8 – | 0 – 45 – 90 – 135 – 180 – 225 – 270 – 315 | |
| 1.2 Подкачивающий насос | | | |
| Производительность ($n=1030 \pm 10 \text{ мин}^{-1}$ л/мин), | | не менее 4,0 | |
| Развиваемое давление, МПа (кгс/см 2) | | не менее 0,22 МПа (2,2 кгс/см 2) | |
| 1.3 Топливный фильтр | | | |
| Герметичность при $P=0,2 \text{ МПа}$ | | отсутствие течи в течение 2 мин. | |
| Снижение пропускной способности: производительность подкачивающего насоса, л/мин: - с фильтром - без фильтра | | не более 60% | |

Отчет оформляется в тетради для лабораторных работ по дисциплине «Техническая эксплуатация автомобилей» или в виде отдельного документа, выполненного на листах формата А4.

7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Для оценки уровня усвоения материала лабораторной работы рекомендуется следующий перечень контрольных вопросов и заданий:

1. Каковы основные элементы конструкции стенда КИ – 921М;
2. Из чего состоит система подачи топлива стенда КИ – 921М для испытаний топливной аппаратуры;
3. Как осуществляется испытание топливного насоса на стенде КИ – 921М;
4. Как определяется величина и равномерность цикловой подачи топлива секциями ТНВД;
5. Как определяется угол подачи топлива на стенде КИ – 921М;
6. Каким образом осуществляется испытание подкачивающих насосов;
7. Как испытываются топливные фильтры грубой и тонкой очистки;
8. По каким показателям испытываются агрегаты дизельной топливной аппаратуры на стенде КИ – 921М.

Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально каждым студентом при представлении ведущему преподавателю отчета о лабораторной работе, оформленного в соответствии с требованиями, изложенными в настоящих методических указаниях.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС РЕМОНТА МЕСТНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН И КАМЕР

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью настоящей работы является закрепление знаний по организации технологического процесса ремонта местных повреждений автомобильных шин и камер, а также приобретение практических навыков данного вида работ.

Знания, приобретенные студентами в результате освоения темы:
понятия технологического процесса ремонта местных повреждений автомобильных шин и камер.

Умения, приобретенные студентами в результате освоения темы:
научиться рассчитывать технологический процесс ремонта местных повреждений автомобильных шин и камер.

Формируемые компетенции: ПК-7 Способен к освоению технологий и форм организации диагностики, технического обслуживания и ремонта транспортных и технологических машин и оборудования;

ПК-10 - Владеет умением изучать и способен анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы по совершенствованию технологических процессов эксплуатации, ремонта и сервисного обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин различного назначения, их агрегатов, систем и элементов;

ПК-20 - Способен использовать технологии текущего ремонта и технического обслуживания с использованием новых материалов и средств диагностики.

Актуальность темы:

В процессе обучения будущий инженер обязан знать не только организацию технологического процесса ремонта местных повреждений автомобильных шин и камер, а также приобрести практические навыки данного вида работ.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Долговечность шины в эксплуатации определяется полным износом протектора или наличием местных разрушений.

Эффективное использование шины и определение срока их службы во многом зависит от своевременного ремонта местных повреждений шин.

В условиях автотранспортных предприятий проводится профилактический (местный ремонт) покрышек, предусматривающий устранение мелких (неглубоких порезов, царапин и проколов), которые могут стать причиной интенсивного разрушения шин в процессе их дальнейшего эксплуатации.

Ремонт местных повреждений автомобильных шин может производиться методом наложения или методом вставок. Метод положения состоит в том, что вырезанный участок покрышки в зоне каркаса заполняют последовательно накладываемыми слоями вулканизированной прослоечной резины толщиной 2 мм, а в области покровной резины протектора и боковины слоями протекторной резины. Предварительно всю поверхность вырезки обкладывают более тонкой прослоененной резиной толщиной 0,9 мм, чтобы обеспечить прочную связь починочных материалов с покрышкой. С внутренней стороны покрышки накладывают пластырь или манжету с числом слоев корда, равным числу поврежденных слоев каркаса. Несквозные повреждения до двух слоев каркаса, вырезанные наружным конусом, заделывают без пластиря.

Метод вставок применяют при вырезке в рамку. В этом случае вместо последовательно ступенчатого удаленных поврежденных слоев корда в

обратной последовательности, соблюдая направление нитей в слоях каркаса, вырезку заполняют отрезками невулканизированного корда. Предварительно, как и в случае метода положения, ступенчатую поверхность выстилают простоечной резиной толщиной 0,9мм. На заделанное повреждение накладывают еще один слой карда, края которого перекрывают границы выреза на 45 мм с каждой стороны, и сверху его кладут ленту прослоечной резины толщиной 0,9 мм и шириной 30 мм так, чтобы с наружной кромкой наложенного корда.

Технологический процесс местного ремонта шин включает в себя несколько операций.

Типовой технологический процесс местного ремонта шин в АТП представлен на рисунке 1.

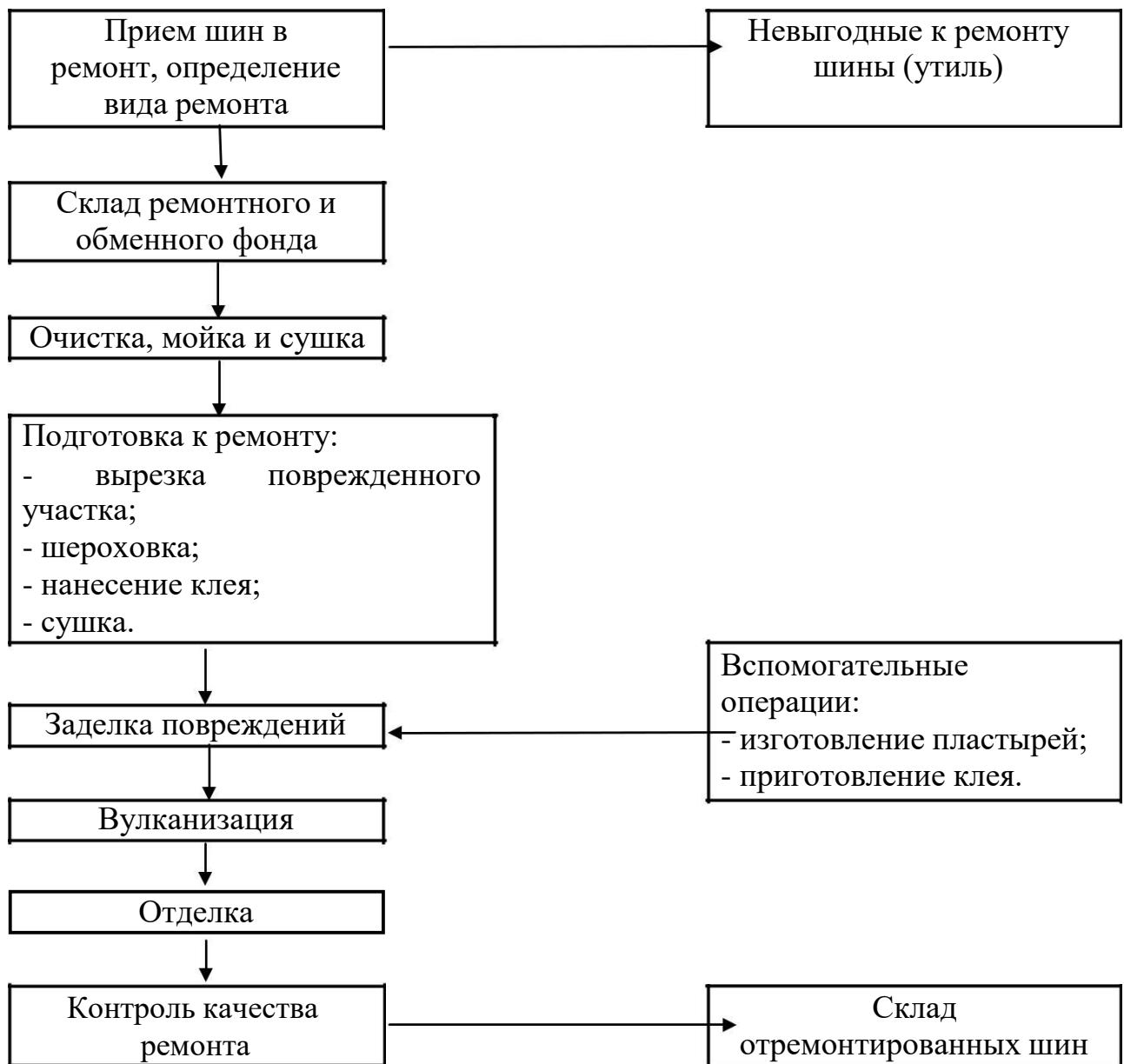


Рисунок 1 – Типовой технологический процесс местного ремонта шин в АТП

При заделке повреждений отдельные слои починочных материалов тщательно прикатываются роликом, а образовавшиеся вздутия прокалывают шилом.

После заделки повреждений покрышки, ремонтируемые участки вулканизируют. Качество вулканизации зависит от режима процесса - давления опрессовки вулканизируемого участка, температуры и времени вулканизации. Давление опрессовки, необходимые для уплотнения

починочного материала и улучшения сцепления его с ремонтируемой поверхностью покрышки, при вулканизации местных повреждений должно быть 0,6-0,8 МПа (6-8 кгс/см²), а время вулканизации в зависимости от вида повреждения, размера покрышки и способы прогрева (односторонний, двухсторонний) при температуре 143°C составляет 30-140 мин.

При определении пригодности для ремонта ранее ремонтировавшихся покрышек учитывают все повреждения (в том числе и ранее отремонтированные).

К ремонту местных повреждений не пригодны покрышки:

- с расслоением брекера и каркаса;
- покрышки радиальной конструкции, имеющие повреждения кромок одного слоя металлокорда брекера;
- подлежащие восстановительному ремонту с износом рисунка более 80 %;
- с отслоением бортовых лент, с вытянутыми (деформированными) бортами, с изломом или разрушением металлического кольца борта;
- с повреждениями каркаса, расположенными вблизи борта и требующими его вскрытия при ремонте, а именно ближе 40 мм от пятки борта покрышек для легковых автомобилей, ближе 75 мм от пятки борта покрышек диагональной конструкции и ближе 100 мм от пятки борта покрышек радиальной конструкции для грузовых автомобилей;
- с кольцевым разрушением или изломом внутренних слоев каркаса;
- с явными признаками старения покровных резин (затвердование и растрескивание в виде сетки мелких трещин или редких трещин глубиной более 1 мм), покрышки для легковых автомобилей со сроком хранения и эксплуатации более 7 лет,
- подвергшихся длительному воздействию нефтепродуктов (масло, керосина, нефти) или других веществ, вызывающих набухание резины, загрязненные материалами, не поддающимися очистке (например,

цементом). С целью сокращения непроизводительных затрат времени на выполнение операции ремонта местных повреждений автомобильных шин разрабатываются технологические карты (форма I), определяющие рациональные перечень и последовательность выполнения операции.

3 ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

1. Шиноремонтная аптечка АРШ по ГОСТ 5170-73
2. Электро-вулканизационный аппарат
3. Шиноремонтные материалы, предусмотренные ГОСТ 2631-79

4 УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

- 1) Накачку шин следует вести в два этапа: вначале до давления 0,05 МПа ($0,5 \text{ кгс}/\text{см}^2$) с проверкой положения замочного кольца, а затем до давления, предписанного соответствующей инструкцией.
- 2) В случае обнаружения неправильного положения замочного кольца необходимо выпустить воздух из накачиваемой шины, исправить положение кольца.
- 3) Подкачку шин без демонтажа следует производить, если давление воздуха в них снизилось не более чем на 40% от нормы и есть уверенность, что правильность монтажа не нарушена.
- 4) Запрещается при накачивании шины воздухом исправлять ее положение на диске постукиванием.

5 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

Данная работа выполняется группой (бригадой) состоящей из 3-4 студентов, в следующей последовательности.

1. Для покрышек, принятых в ремонт, устанавливать размеры повреждений и объем ремонта в условных ремонтных единицах, определяющих совокупность всех затрат на проведение ремонта.

2. После мойки и сушки покрышек, вырезать поврежденный участок в виде конуса под углом 30-40° к оси конуса.

3. Для обеспечения прочности соединения починочных материалов с покрышкой произвести шероховку ремонтируемого участка. После шероховки срезать разлохмаченные нити корда и удалить пыль.

4. На зашерхованные поверхности при помощи кисти или методом пульверизации нанести клей. Кистью клей наносится в два слоя: первая промазка kleem концентрации 1:8 и вторая - kleem концентрации 1:5. При пульверизационном методе применяют klei концентрации 1:10 (на одну весовую часть kleевой резины 10 частей бензина).

5. После заделки повреждения методом наложения или методом вставок, отремонтированные участки покрышки вулканизируют.

Форма 1

Технологическая карта на выполнение операций
ремонта местных повреждений шин

| № | Наименование операций и переходов | Оборудование, приспособления, инструмент | Норма времени | Технические условия и указания |
|---|-----------------------------------|--|---------------|--------------------------------|
| | | | | |

6 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА И ЕГО ФОРМА

Отчет по работе выполнения каждым студентом самостоятельно и должен включать в себя следующее.

1. Наименование и цель работы
2. Порядок выполнения работы
3. Описание характера повреждения ремонтируемой шины.
4. Технологическую карту на выполнение ремонтных операций по форме.
5. Выводы и предложения по улучшению технологического процесса ремонта местных повреждений автомобильных шин.

7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАЩИТА РАБОТЫ

Для оценки уровня усвоения материала лабораторной работы
рекомендуется следующий перечень контрольных вопросов и заданий

Приложение А
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ
(справочное)
Основная литература

1. Ремонт автомобилей и двигателей: выпускная квалификационная работа: учебное пособие / К.А. Давдиев, А.З. Омаров. — Москва: ИНФРА -М, 2022. — 358 с. — (Среднее профессиональное образование).
2. Стуканов В. А. Сервисное обслуживание автомобильного транспорта: учеб. пособие / В.А. Стуканов. — М: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2020 — 207 с. — (Среднее профессиональное образование)
3. Ремонт автомобилей. Курсовое проектирование: учебное пособие / С.А. Скепьян. — Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2021. — 235 с.: ил. — (Среднее профессиональное образование).

Дополнительная литература.

1. Авдеев М. В., Воловик Е. Л., Ульман И. С. Технология ремонтамашин и оборудования. — М.: Агопромиздат, 2021.247 с.
2. Ремонт автомобилей: Учебник для вузов / Л. В. Дехтеринский, К. Х.Акмаев, В. П. Апсин и др.; под ред. Л. В. Дехтеринского. – М.: Транспорт, 2019. – 295с.

Таблица А.1 – Технические требования по установке коленчатого вала в блок цилиндров автомобильного двигателя

| Наименование детали (узла) и контролируемого параметра | Приложение А (справочное) | |
|--|--------------------------------------|-------------------------|
| | Значение параметра для двигателей | |
| | КамАЗ-740 | ВАЗ-2106 |
| 1. Блок цилиндров в сборе с крышками коренных подшипников. | | |
| 1.1 Момент затяжки болтов крепления крышек коренных подшипников, Н·м: | | |
| – предварительная затяжка | 96...120 | 70...85 |
| – окончательная затяжка. | 210...235 | |
| 1.2 Момент затяжки стяжных болтов блока, Н·м. | 100...110 | |
| 1.3 Диаметр отверстия гнездакоренного подшипника, мм, по рабочему чертежу, | 100 ^{+0,021} | 54,0 ^{+0,02} |
| – ремонтного размера | 100,5 ^{+0,021} | 54,02 |
| – допустимый без ремонта. | 100,03 и 100,53 | |
| 1.4 Шероховатость поверхности отверстия гнезда коренного подшипника R_a , мкм. | 0,63 | 0,63 |
| 1.5 Допуск соосности гнезд коренных подшипников, мм | | |
| – по рабочему чертежу | 0,03 | 0,01 |
| – допустимый без ремонта. | 0,03 | 0,015 |
| 2. Вал коленчатый. | | |
| 2.1 Диаметр коренных шеек по рабочему чертежу, мм. | 95 _{-0,015} | 50,795 _{-0,02} |
| 2.2 Допуск цилиндричности коренных шеек, мм: | | |
| – по рабочему чертежу | 0,005 | 0,007 |
| – допустимый без ремонта. | – | 0,03 |
| 2.3 Шероховатость поверхности коренных и шатунных шеек, R_a , мкм, не более | 0,016 | 0,020 |
| 2.4 Биение средней коренной шейки относительно крайних, мм: | | |
| – по рабочему чертежу | 0,03 | 0,01 |
| – допустимое без ремонта. | 0,03 | 0,02 |
| 2.5. Диаметральный зазор в коренных подшипниках, мм: | | |
| – по рабочему чертежу | 0,096...0,156 | 0,050...0,095 |
| – допустимый без ремонта. | 0,22 | 0,15 |
| 2.7. Осевой зазор коленчатого вала в упорном подшипнике, мм: | | |
| – по рабочему чертежу | 0,05...0,195 | 0,06...0,26 |
| – допустимый без ремонта. | 0,25 | 0,35 |
| 2.8. Допустимый остаточный дисбаланс, г·см. | 80 | 15 |

Приложение Б (справочное)

Таблица Б.1 – Данные по комплектации блока цилиндров и коленчатого вала двигателя КамАЗ – 740 вкладышами коренных подшипников

| Маркировка блока цилиндров | Диаметр отверстия под вкладыши в блоке цилиндров, мм | Маркировка коленчатого вала по коренным шейкам | Диаметр коренных шеек коленчатого вала, мм | Маркировка вкладышей коренных подшипников |
|----------------------------|--|--|--|---|
| | $100^{+0,021}$ | – | $95^{-0,015}$ | 740. 1005170 740. 1005171 100; 95,0 |
| | $100^{+0,021}$ | K1 | $94,5^{-0,015}$ | 740. 1005170 P1 740. 1005171 P1 100; 94,5 |
| | $100^{+0,021}$ | K2 | $94^{-0,015}$ | 740. 1005170 P2 740. 1005171 P2 100; 94,0 |
| P | $100,5^{+0,021}$ | – | $95^{-0,015}$ | 740. 1005170 P3 740. 1005171 P3 100,5; 95,0 |
| P | $100,5^{+0,021}$ | K1 | $94,5^{-0,015}$ | 740. 1005170 P4 740. 1005171 P4 100,5; 94,5 |
| P | $100,5^{+0,021}$ | K2 | $94^{-0,015}$ | 740. 1005170 P5 740. 1005171 P5 100,5; 94,0 |
| | $100^{+0,021}$ | K3 | $93,5^{-0,015}$ | 740. 1005170 P6 740. 1005171 P6 100; 93,5 |
| | $100^{+0,021}$ | K4 | $93,0^{-0,015}$ | 740. 1005170 P7 740. 1005171 P7 100; 93,0 |
| | $100^{+0,021}$ | K5 | $92,5^{-0,015}$ | 740. 1005170 P9 740. 1005171 P9 100; 92,5 |
| | $100^{+0,021}$ | K6 | $92^{-0,015}$ | 740. 1005170 P10 740. 1005171 P10 100; 92 |

Приложение В
(справочное)

Таблица В.1 – Номинальные и ремонтные размеры упорных полуколец и длина пятой коренной шейки коленчатого вала двигателя КамАЗ-740

| Маркировка полукольца | Толщина полукольца, мм | Длина пятой коренной шейки к/вала и его маркировка, мм | Длина пятой опоры блока цилиндров, его маркировка, мм |
|----------------------------------|------------------------|--|---|
| 740.1005183 740.1005184 | 4,05 – 0,04 | 36,2 740.1005008 | 28,0 740.1002010 |
| 740.1005183 Р1 740.1005184 Р1 | 4,20 – 0,04 | 36,5 740.1005008 Р «П1» | 28,0 740.1002010 |
| 740.1005183 Р2 740.1005184 Р2 | 4,35 – 0,04 | 36,2 740.1005008 | 27,4 740.1002010 Р |
| 740.1005183 Р3 740.1005184 Р3 | 4,50 – 0,04 | 36,5 740.1005008 Р «П1» | 27,4 740.1002010 Р |

Примечание: Передние и задние упорные полукольца заменяются одновременно.

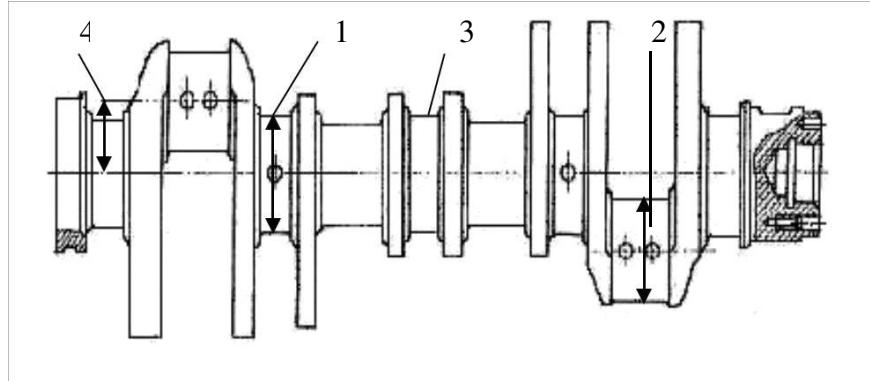
Приложение Г
(справочное)

Таблица Г.1 – Номинальные и ремонтные размеры коренных и шатунных шеек коленчатых валов и вкладышей двигателей ВАЗ-2106

| Размеры | Диаметр коренных шеек, мм | Диаметр шатунных шеек, мм |
|---------------------|---------------------------|---------------------------|
| по рабочему чертежу | 50,775...50,795 | 47,814...47,834 |
| ремонтные – 0,25 | 50,525...50,545 | 47,564...47,584 |
| – 0,50 | 50,275...50,295 | 47,314...47,334 |
| – 0,75 | 50,025...50,045 | 47,064...47,084 |
| – 1,00 | 49,775...49,795 | 46,814...46,834 |

.

Карта дефектации



Деталь (сборочная единица):
Вал коленчатый

№ детали (сб. единицы):
740 – 1005020

Материал:
Сталь 42 ХМФА (по ТУ
завода – изготовителя)

Твердость: 48,4... 63,9 HRC₃ валов, за-
каленных ТВЧ; ≥ HV600 азотированных валов

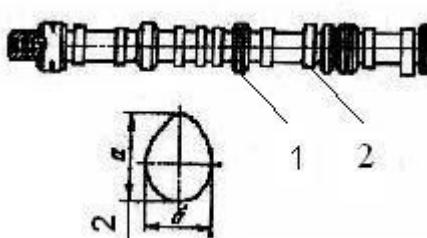
| № позиции на эскизе | Возможный дефект | Способ установления дефекта и средства контроля | Размер, мм | | Заключение |
|---------------------|--|---|---------------------|------------------------|--|
| | | | По рабочему чертежу | Допустимый без ремонта | |
| 1 | Риски, задиры, прижоги или износ коренных шеек | Осмотр, Скоба СИ 100 ГОСТ 11098-75 | | | Обработать до ремонтного размера. Браковать при размере менее 92,99 мм |
| | размер по рабочему чертежу | | 95-0,015 | - | |
| | I-й ремонтный размер | | 94,5-0,015 | - | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Продолжение карты

| № позиции на эскизе | Возможный дефект | Способ установления дефекта и средства контроля | Размер, мм | | Заключение |
|---------------------|--|---|---------------------|------------------------|---|
| | | | По рабочему чертежу | Допустимый без ремонта | |
| | 2-й ремонтный размер | | 94 -0,015 | - | |
| | | | | | |
| | 3-й ремонтный размер | | 93,5-0,015 | - | |
| | | | | | |
| | 4-й ремонтный размер | | 93 -0,015 | - | |
| | | | | | |
| 2 | Риски, задиры, прижоги или износ шатунных шеек | Осмотр. Скоба СИ-100 ГОСТ 11098-75 | | | Обработать до ремонтного размера; браковать при размере менее 77,99мм |
| | размера по рабочему чертежу | | 80 - 0,015 | - | |
| | 1-й ремонтный размер | | 79,5-0,015 | - | |
| | 2-й ремонтный размер | | 79 - 0,015 | - | |
| | 3-й ремонтный размер | | 78,5-0,015 | - | |
| | 4-й ремонтный размер | | 78- 0,015 | - | |
| | размер | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| Продолжение карты | | | | | |
|---|-----------------------------|--|---|------------------------|---|
| № позиции на эскизе | Возможный дефект | Способ установления дефекта и средства контроля | Размер, мм | | Заключение |
| | | | По рабочему чертежу | Допустимый без ремонта | |
| 3 | Погнутость вала | | Допуск радиального биения средней коренной шейки относительно крайних | | Обработать коренные шейки до ближайшего ремонтного размера. Править с последующей термостабилизацией при биении более 0,1 мм. Браковать при биении более 1,5 мм |
| | | | | 0,03 | |
| 4 | Изменение радиуса кривошипа | Плита поверочная 1-1000-630 ГОСТ 10905-86; призма П2-2-1 ГОСТ 5641-82 (2шт.); штатив ШМ-11Н-8 ГОСТ 10197-70; индикатор ИЧ10 ГОСТ 577-68; штангенрейсмас ШР-400 ГОСТ 164-80 | 60 ^{-0,05} | | Обработать шатунные шейки до ремонтного размера, выдерживая требуемый радиус кривошипа |
| Дополнительные указания: | | | | | |
| 1. Коренные и шатунные шейки коленчатых валов, подвергнутых азотированию, после обработки до любого ремонтного размера должны быть повторно термообработаны | | | | | |

Карта дефектации



Деталь (сборочная единица):
вал распределительный №
детали: 24-1006015-02
Материал: сталь 45 ГОСТ 1050-80
Твёрдость: носик кулачка – HRC 56;

| № позиции на эскизме | Возможный дефект | Способ установления дефекта и средства контроля | Размер, мм | | Заключение |
|----------------------|------------------|---|--|-------------------------|---|
| | | | По рабочему чертежу | Допустимый без ремонта | |
| 1 | Погнутость вала | Прибор с центрами ПБ-500; индикатор ИЧ10 ГОСТ 577-68; штатив ШМ-11Н-8 | Биение промежуточных опорных шеек | | Править. Браковать при погнутости, |
| | | | 0,025 | 0,03 | |
| 3. | Износ кулачков | Осмотр. Микрометр МК25 ГОСТ 6507-78 | Диаметр цилиндрической части кулачка «б» | | Обработать кулачки до устранения дефекта. Браковать при размере цилиндрической части менее 32,00мм |
| | | | 34,002±0,025 | ≥ 32,00 а-б=6,6±0,05 | |

Технические требования.

1 Шероховатость поверхности кулачков – не более R_a 0.63 ГОСТ 2789-73.

Ремонтные размеры коренных и шатунных шеек коленчатого вала двигателя ЗИЛ-508.10

(дет. № 130-10 05 020)

| Параметры, мм | Наименование размера шейки | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | номинальный | 1-й ремонтный | 2-й ремонтный | 3-й ремонтный | 4-й ремонтный | 5-й ремонтный | 6-й ремонтный |
| Уменьшение диаметра | – | 0,05 | 0,25 | 0,50 | 0,75 | 1,00 | 1,50 |
| Диаметр ко- ренных шеек | 74,50 _{-0,02} | 74,45 _{-0,02} | 74,25 _{-0,02} | 74,00 _{-0,02} | 73,75 _{-0,02} | 73,50 _{-0,02} | 73,00 _{-0,02} |
| Диаметр ша- тунных шеек | 65,50 _{-0,02} | 65,45 _{-0,02} | 65,25 _{-0,02} | 65,00 _{-0,02} | 64,75 _{-0,02} | 64,50 _{-0,02} | 64,00 _{-0,02} |

Технические требования.

1. Величина биения средней коренной шейки относительно крайних по рабочему чертежу не более 0,03 мм;
допустимая величина биения без ремонта не более 0,05 мм.
2. Допуск цилиндричности изношенных шатунных шеек коленчатого вала – 0,05 мм и коренных шеек – 0,07 мм.
При большем износе коренные и шатунные шейки необходимо перешлифовать под ремонтный размер с допуском
цилиндричности – 0,005 мм.
3. Допуск параллельности шатунных и коренных шеек 0,01 мм.
4. Радиус кривошипа $47,5 \pm 0,08$ мм.

Техническая характеристика расточного станка модели 2407

| | |
|--|---|
| 1. Тип станка | Переносный, одношпиндельный |
| 2. Диаметр растачивания цилиндров, мм | 65...110 |
| 3. Максимальная глубина растачивания | 300 |
| 4. Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹ | |
| 1 – я ступень | 175 |
| 2 – я ступень | 312 |
| 3 – я ступень | 410 |
| 5. Подача механическая, мм/об | 0,06 |
| 6. Возврат шпинделя в исходное положение | Вручную |
| 7. Привод | От электродвигателя АОЛ 22-0,4кВт, 380 В |
| 8 Режущий инструмент | Резец расточной ВК6 |
| 9. Габариты станка, мм: (длина x ширина x высота) | 275x380x865 |
| 10.Масса станка с приспособлением, кг | 55 |
| | |

Приложение 3

Основные неисправности расточного станка модели 2407 и способы их устранения

| Неисправность | Причина неисправности | Способ устранения |
|--|---|---|
| 1.При включении электродвигатель не работает. | Сгорели в сети предохранители или оборван провод | Поставить новые предохранители, устраниТЬ обрыв провода |
| 2.В шпинделе создается вибрация. | Ослабли вибропоглощающие пробки в передней нижней части направляющей станины | Подтянуть винты для гашения вибрации |
| 3.При растачивании цилиндра образуется завышенная конусообразность | Корпус шпинделя в направляющей станины имеет люфт | Ослабить два отжимных болта, расположенные вдоль прорези станины, затянуть стяжные болты, а затем вновь законтрить отжимными болтами. |
| 4.При растачивании цилиндра образуется завышенная овальность. | Станок неустойчиво закреплен на блоке цилиндров. Неправильно отцентрирован шпиндель по цилинду. | Закрепить станок, при необходимости снять, вновь отцентрировать и закрепить. |
| 5.Греется распределительная коробка или редуктор. | Загрязнена смазка или совсем отсутствует. | Отсоединить верхнюю крышку распределительной коробки или редуктора и заполнить солидолом. |
| 6.Нет перпендикулярности оси цилиндра верхней плоскости блока цилиндров. | Наличие неровностей на блоке и основании станины. Возникло коробление станины при чрезмерно сильном креплении станка к блоку цилиндров. | Снять станок, удалить неровности. Проверить и прошабрить основание станка по поверочной плите. |

Приложение К

Ремонтные размеры цилиндров и поршней двигателей ВАЗ-21011,-2105 и-2106

| Наимено- вание раз- мера и его величи- на, мм | Увеличе- ние диа- метра, мм | Класс ци- линдра и поршня | Диаметр цилин- дра после хо- нингования, мм | Диаметр поршня, мм |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|--|-----------------------|
| Номиналь- ный | - | A | 79,00 ...79,01 | 78,93 ...78,94 |
| | | B | 79,01 ...79,02 | 78,95 ...78,96 |
| | | C | 79,02 ...79,03 | 78,95 ...78,96 |
| | | D | 79,03 ...79,04 | 78,97 ...78,98 |
| | | E | 79,04 ...79,05 | 78,97 ...78,98 |
| 1 – й ре- монтный 79,40 | + 0,40 | A | 79,40 ...79,41 | 79,33 ...79,34 |
| | | B | 79,41 ...79,42 | 79,35 ...79,36 |
| | | C | 79,42 ...79,43 | 79,35 ...79,36 |
| | | D | 79,43 ...79,44 | 79,37 ...79,38 |
| | | E | 79,44 ...79,45 | 79,37 ...79,38 |
| 2 – й ре- монтный 79,80 | + 0,80 | A | 79,80 ...79,81 | 79,73 ...79,74 |
| | | B | 79,81 ...79,82 | 79,75 ...79,76 |
| | | C | 79,82 ...79,83 | 79,75 ...79,76 |
| | | D | 79,83 ...79,84 | 79,77 ...79,78 |
| | | E | 79,84 ...79,85 | 79,77 ...79,78 |

Технические требования к цилиндрам двигателей ВАЗ.

1. Допуск профиля продольного сечения А-А (см. схему микрометража цилиндров) в пределах поля допуска группового размера 0,01 мм, а допуск профиля продольного сечения В-В 0,015 мм.

2. Шероховатость поверхности цилиндра после растачивания $R_a = 0,63$ мкм и после хонингования. $R_a = 0,32$ мкм.

Приложение Л

Техническая характеристика шлифовальной машинки прибора ЦКБ – 2447

| | |
|--|--|
| 1. Тип прибора | переносный, электро- механический |
| 2. Диаметр шлифуемых клапанных седел, мм | от 25 до 50. |
| 3. Привод | электродвигатель ИЭ-1017. |
| 4. Мощность электродвигателя, кВт | 0,6 |
| 5 .Напряжение потребляемого переменного трехфазного тока, В | 36 |
| 6. Частота потребляемого тока, Гц | 200 |
| 7. Частота вращения шлифовального круга, мин^{-1} | 7140 |
| 8. Частота планетарного вращения шлифовальной головки, мин^{-1} | 13 |
| 9. Габаритные размеры ящика, мм | 450x280x242 |
| 10. Масса, шлифовальной машинки прибора с оснасткой и ящиком, кг | 6,6 22,6 |
| Изготовитель | Чистопольский завод «Автоспецоборудование» |

Возможные неисправности прибора ЦКБ – 2447и методы их устранения

| Неисправность | Причина неисправности | Способ устранения |
|---|---|---|
| При включении электродвигатель не работает. | Неисправны или сняты предохранители. Нет контакта в выключателе или в штепсельном соединении. | Поставить новые предо-хранители. Исправить выключатель или штеп-сельное соединение. |
| При включении электродвигатель гудит, шпиндель не вращается. | Нет напряжения в одной фазе. | Проверить исправность сети и переключатель. |
| Греется корпус электродвигателя. | Двигатель перегружен. Продолжительная непрерывная работа. Отсырела обмотка двигателя. | Уменьшить нагрузку на шлифовальный круг. Выключить двигатель до полного остывания. Просушить обмотку в сушильном шкафу. |
| Греется корпус редуктора. | Недостаточно смазки в редукторе. Смазка загрязнена или не соответствует сорт смазки. | Довести количество смазки до нормы. Заменить смазку |
| Повышенный шум в редукторе и неравномерное вращение шлифовальной головки. | Повышенный износ зубьев шестерен. | Разобрать редуктор, заменить шестерни. |
| Плохая чистота шлифованной поверхности седла клапана, дробление. | Засалился шлифовальный круг. Большой осевой люфт шпинделя цилиндрической части шлифовального круга. | Произвести правку круга. Выбрать осевой люфт регулировочной гайкой. Произвести правку круга. |
| Неправильная форма шлифованного седла клапана. | Плохо закреплен пилот в направляющей втулке клапана. | Надежно закрепить пилот в направляющей втулке клапана. |