

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям

по дисциплине «Нормативно-техническая база по технологии обслуживания
и ремонта электромобилей и беспилотных транспортных средств»

для студентов направления подготовки

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
(Направленность (профиль) «Автомобили и автомобильное хозяйство»)

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1. Техническое нормирование станочных работ.....	5
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2. Техническое нормирование наплавочных работ.....	48
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3. Техническое нормирование гальванических работ	71
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 4. Выбор рационального способа восстановления автомобильных деталей	81
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	101
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	102

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, требуемое 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.

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:

$$T = T_o + T_e + T_{дон} + T_{н.з.} / n_d \quad (1.1)$$

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

T_e - вспомогательное время, в мин.;

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

$T_{н.з.}$ - 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 металлорежущих станках различают три вида подачи:

Подача минутная, т. е. величина перемещения режущего инструмента относительно обрабатываемой детали или обрабатываемой детали относительно 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 выгоды 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, выражающаяся формулой

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

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

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

где v_{T_1} - искомая скорость резания в м/мин,

T_1 - выбранная стойкость в минутах машинного времени; T - данная стойкость (стойкость по нормативам) в мин.; v_T - 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 материал;

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:

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

при сверлении

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

при фрезеровании

$$v = \frac{C_v \cdot D^x}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^p \cdot z^k} \cdot K, \text{ м/мин}, \quad (1.16)$$

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

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

при фрезеровании

$$P = \frac{C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B \cdot Z}{D^q} \cdot K, \text{ кг}, \quad (1.19)$$

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

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

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

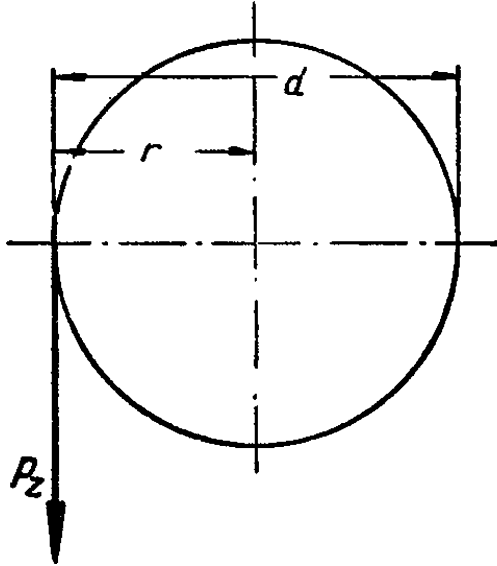


Рисунок 1.1 - Усилие резания на обрабатываемой детали

Если момент силы на шпинделе станка меньше момента резания ($M_c < M_{рез}$), 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:

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

или

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

где N_z, P_z, v - мощность, затрачиваемая на резание, в л. с. или в кВт;
усилие резания в кгс; 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. Аналитически это можно представить следующим образом:

$$\eta_m = \frac{t_m}{T_{um}} \cdot \frac{T_o}{T_{um}}, \quad (1.23)$$

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

где t_m - 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;

v - 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 металлорежущем 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 металлорежущих 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, устанавливаемых 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, характеризующаяся 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, требуемое 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 (твердость 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	> 5 – 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 $\frac{L}{d} < 6$ или в патроне при $\frac{L}{d} < 2$, меньшие значения подач берутся при обработке твердой стали и чугуна.

При обтачивании закаленных сталей рекомендуется использовать следующие значения подач.

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

Примечание. Значения подач, приведенные в таблице, предусматривают обработку стали с пределом прочности $\sigma_b = 70 \div 90$ кг / мм².

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

σ_b , кг / мм ²	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

$$v = \frac{C_v}{t^{x_v} \cdot S^{y_v}} \cdot K, \text{ м / мин}, \quad (1.26)$$

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:

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

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 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	C_v	x_v	y_v
Твердый сплав Т 15 К 6	Сталь углеродистая, стальное литье $\sigma_b = 75 \text{ кг / мм}^2$	Получистовая $S \leq 0,3, \text{ мм}$	170	0,18	0,20
		Грубая $S > 0,3, \text{ мм}$	141	0,18	0,35
Твердый сплав В К 8	Чугун серый $H_B = 190$	Получистовая $S \leq 0,4, \text{ мм}$	77	0,13	0,20
		Грубая $S > 0,4, \text{ мм}$	68	0,20	0,40

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. В зависимости от стойкости резца T											
Обрабатываемый материал	Стойкость резца T , мин.										
	20	30	45	60	75	90	120	150	180	240	360
	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
II. В зависимости от обрабатываемого материала											
Наименование обрабатываемого материала	Механические свойства						Поправочные коэффициенты на скорость резания				
Углеродистые, легированные стали и стальное литье	116 – 146			40 – 50			2,15				
	146 – 174			> 50 – 60			1,60				
	174 – 203			> 60 – 70			1,25				
	203 – 230			> 70 – 80			1,00				
	230 – 260			> 80 – 90			0,84				
	260 – 288			> 90 – 100			0,73				
	288 – 317			> 100 – 110			0,62				
Серый чугун и медные сплавы	140 – 160			-			1,50				
	> 160 – 180			-			1,20				
	> 180 – 200			-			1,00				
	> 200 – 220			-			0,85				
	> 220 – 240			-			0,72				
	> 240 – 260			-			0,63				
Алюминий и силумин	-			7 – 16			6,00				
	-			17 – 28			5,00				
Дуралюмин	-			< 35			5,00				
	-			> 35			4,00				
III. В зависимости от марки твердого сплава											
Марка твердого сплава	Т 5 К 10		Т 15 К 6		Т 30 К 4		В К 8		В К 6		В К 3
Поправочный коэффициент на скорость резания	0,65		1,0		1,5		1,0		1,2		1,5
VI. В зависимости от главного угла в плане резца φ°											
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:

$$P_z = C_p \cdot t^{x_p} \cdot S^{y_p} \cdot K, \text{ кг}, \quad (1.28)$$

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					
		$\sigma_b = 75 \text{ кг / мм}^2$			$H_B = 190$		
		C_p	x_p	y_p	C_p	x_p	y_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. В зависимости от состояния и группы материала									
Состояние и группа материала					Значение коэффициента			K_{cpz}	
Холоднотянутые стали..... Горячекатаные, отожженные нормализованные и термообработанные стали..... Алюминий и силумин..... Дуралюминий.....					—			0,80	
					—			1,00	
					—			0,20	
					$\sigma_b = 25$			0,30	
					кг / мм ²			0,40	
					$\sigma_b = 35$			0,50	
					кг / мм ²				
					$\sigma_b = 35$				
					кг / мм ²				
Поправочные коэффициенты для алюминиевых и магниевых сплавов отнесены к горячекатаной стали $\sigma_b = 70 \div 80$ кг / мм ² .									
II. В зависимости от механических свойств обрабатываемого материала									
Сталь и стальное литье									
Прочность стали σ_b , кг / мм ²	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		160 – 180
Поправочный коэффициент	0,67		0,74		0,81		0,88		0,94
Твердость H_B	180 – 200		200 – 220		220 – 240		240 – 260		260 – 280
Поправочный коэффициент	1,00		1,06		1,12		1,17		1,22
III. В зависимости от главного угла в плане φ°									
Обрабатываемый материал	Главный угол в плане φ° в град.								Поправочный коэффициент на усилие резания K_φ
	10	20	30	45	60	70	90		
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:

$$N_9 = \frac{P_z \cdot v}{4500} \text{ л. с. или } N_9 = \frac{P_z \cdot v}{6120} \text{ кВт.} \quad (1.29)$$

Основное (машинное) время. При равномерном и прямолинейном перемещении (в данном случае режущей грани резца) время 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:

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

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_e , мин:

$$T_e = T_{e.y} + T_{e.n} + T_{e.u}, \quad (1.35)$$

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

Вспомогательное время просуммировать на, операцию.

Рассчитать дополнительное время на операцию T_d , мин:

$$T_d = T_{on} \frac{X}{100}, \quad (1.36)$$

где T_{on} – оперативное время, мин;

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

Оперативное время определяется по формуле:

$$T_{on} = T_o + T_e.$$

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

$$T_{ш} = T_{оп} + T_{д}. \quad (1.37)$$

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

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

$$T_{ш.к.} = T_{ш} + \frac{T_{п.з.}}{n_{д}}, \quad (1.38)$$

где $n_{д}$ – 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 $\sigma_s = 70$ кгс/мм², резьба М24×1,5-4h. 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 М24×1,5-4h.

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

$$t = \frac{d_1 - d}{2} = \frac{28 - 24}{2} = 2 \text{ мм.}$$

2 Подача (S):

при обработке сталей $\sigma_s = 700 \text{ Н/мм}^2$, 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 пластинки 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

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

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

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

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

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

6 Определяем частоту вращения шпинделя

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 66}{3,14 \cdot 28} = 750 \text{ об / мин.}$$

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

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

$$P_z = P_{\text{табл.}} \cdot K_1 \cdot K_2,$$

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

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 – от скорости резания и геометрии резца.

$P_{\text{табл.}} = 2700 \text{ Н; } K_1 = 0,95; K_2 = 1,0$ [3, карта Т-5];

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

9 Определяем мощность, затрачиваемую на резание,

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

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

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

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

4 Нормы времени

а) основное (машинное) время

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

$L = l + l_1 + l_2$, где l – длина обрабатываемой поверхности, мм ($l = 20$ мм); l_1 – величина врезания резца, мм ($l_1 = 2$ мм [3, стр. 300]); l_2 – длина подвода и перебега резца, мм ($l_2 = 2$ 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 $T_{e,y} = 0,32$ мин [2, табл. 47];

на переход $T_{e,n} = 0,26$ мин [2, табл. 48, 49];

на измерение $T_{e,u} = 0,10$ мин [2, табл. 53];

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

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, $H = 0,65 \cdot 1,5 = 0,97$ мм.

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 $V_{\text{черн.}} = 36$ м / мин; для чистовых $V_{\text{чист.}} = 64$ м / мин .

Частота вращения шпинделя:

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

$$n_{p.чист.} = \frac{1000 \cdot 64}{3,14 \cdot 24} = 850 \text{ об / мин. Принято } n_{\phi} = 765 \text{ об / мин.}$$

Основное (машинное) время

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

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

$$T_{o.черн.} = \frac{2 \cdot (17 + 3 + 3)}{480 \cdot 1,5} \cdot 4 = 0,29 \text{ мин.};$$

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

$$T_{o.общ.} = 0,38 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$\text{на переход } T_{e.n} = 0,61;$$

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

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

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

дополнительное время (на обслуживание рабочего места и отдых рабочего)

$$T_{\partial} = (T_o + T_e) \cdot \frac{X}{100}, \text{ где } X - \text{процент дополнительного времени по}$$

нормативу; $X = 7,5\%$;

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

штучное время

$$T_{ш} = T_o + T_e + T_{\partial} = 0,47 + 2,51 + 0,22 = 3,20 \text{ мин.};$$

подготовительно-заключительное время $t_{н.з.} = 21$ мин [2, табл. 51];

нормируемое время

$$T_n = T_{ин} + \frac{T_{н.з.}}{n_{\partial}}, \text{ где } n_{\partial} - \text{число деталей в партии, шт.};$$

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

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 1 м от станка устанавливаются тумбочки, стойки или стеллажи для складывания деталей и тумбочки для чертежей и инструмента; для крупных деталей устанавливаются стеллажи или рольтанги 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, предназначенном 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 одно- переходных 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 однопереходных) работ с постоянными режимами резания в одной операции (станки многолезцовые, 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 встречаемые 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 односторонних 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 $T_{ш}$?
8. Дайте определение оперативному времени.
9. Как определяется расчетная длина обработки?
10. Как следует поступить, если припуск на обработку снять за один проход невозможно?

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

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.

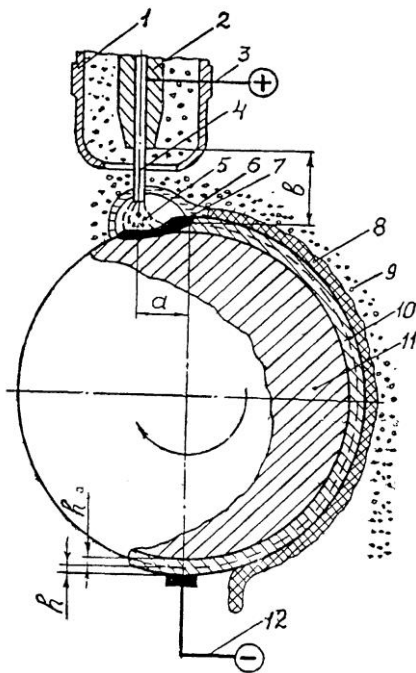


Рисунок 2.1 – Схема процесса автоматической наплавки цилиндрической детали под слоем флюса:
 1 – флюсоподводящий патрубок;
 2 – мундштук; 3, 12 – токоподводящие провода; 4 – электродная проволока;
 5 – электрическая дуга; 6 – оболочка из расплавленного флюса; 7 – ванна расплавленного металла; 8 – шлаковая корка; 9 – сварочный флюс;
 10 – наплавленный металл; 11 – наплавляемая деталь; а – смещение электрода с зенита; в – 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 вращающейся 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 разбрызгиванию наплавляемого металла.

Слой флюса создает давление на расплавленный металл и обеспечивает хорошее формирование шва при высокой плотности тока, достигающей $150...200 \text{ А / мм}^2$, вместо $15...20 \text{ А / мм}^2$ 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 одnodуговой наплавки;
- потери электродного материала на угар и разбрызгивание в 10 раз меньше (не более $2...3 \%$);
- расход электроэнергии на наплавку 1 кг металла составляет $3 \text{ к Вт}\cdot\text{ч}$, 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...350 м / 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.

Плавленные 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-18 и др.), содержащие до 30...50 % легирующих элементов в виде ферросплавов. Керамические флюсы изготовляют 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 плавленные флюсы, которые приготавливают 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 чугуновых 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.

Толщина наплавляемого слоя металла, h , мм, определяется по формуле

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

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 проволоки, 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... 0,40	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 $Hn-30$, $Hn-40$, $Hn-50$, $Hn-30XГСА$. Наплавку деталей из сталей 30х, 35х, 40х и других низколегированных сталей производят проволокой $Hn-30XГСА$ или других марок.

Таблица 2.2 – Режимы наплавки порошковой проволокой

Диаметр детали D , мм	Марка проволоки	Скорость наплавки, V_n , м / мин	Подача S , мм/об
50... 65	ПП-АН 124	0,58... 0,67	4,0... 5,0
	ПП-3Х5Г2М	0,58... 0,67	
	ПП-3Х13	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	
	ПП-3Х5Г2М	0,42... 0,50	
	ПП-3Х13-0	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_n , 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_n , 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 чугуновых 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_{ϕ} (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 ⁻¹	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

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

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

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

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

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

где l – длина наплавляемой поверхности, мм.

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

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

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

V_Π – 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

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

где V_n – 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, $T_{\epsilon 1}$ мин, определяется по формуле

$$T_{\epsilon 1} = t_{\epsilon 1} \cdot L, \quad (2.9)$$

где $t_{\epsilon 1}$ – 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, $t_{\epsilon 1}$, мин
1 Сбор флюса и засыпка в бункер	0,3
2 Проверка правильности установки наплавочной головки по центру впадины шлица 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:

$$T_{шк} = (T_o + T_{\epsilon 1} + T_{\epsilon 2}) \cdot \left[1 + \frac{a_{абс} + a_{отл}}{100} \right] + \frac{T_{пз}}{n_{п}}, \quad (2.12)$$

где $T_{\epsilon 2}$ – вспомогательное время на установку и снятие детали, мин (таблица 2.9);

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

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, мин (таблица 2.11);

$n_{п}$ – 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_{62} , 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_{61} , 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 времени 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 наплавки шлицевой поверхности определяется по формуле:

$$T_{\text{шк}} = (T_o + T_{\text{с1}} + T_{\text{с2}} + 0,46 \cdot Z) \cdot \left[1 + \frac{a_{\text{абс}} + a_{\text{отл}}}{100} \right] + \frac{T_{\text{пз}}}{n_{\text{п}}}, \quad (2.13)$$

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 ХНМ.

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 – Нп-3ОХГСА

1 Определение режимов наплавки

Определяем толщину наплавочного слоя:

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

наплавляемой поверхности

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

Число слоев наплавляемого металла:

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

$$i = 1,5 / 1,5 = 1$$

Определяем подачу:

где $S = 3,5$ мм / об (см. таблицу 2.1: для $D = 60...70$ мм рекомендуется $S = 3,5...4,0$ мм / об).

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

Определяем частоту вращения детали:

$$n = \frac{1000 \cdot V_n}{\pi \cdot D}$$

где $V_n = 0,34$ м / мин (см. таблицу 2.1; для $D = 60...70$ мм рекомендуется $V_n = 0,34...0,40$ м / мин)

$$n = \frac{1000 \cdot 0,34}{3,14 \cdot 62} = 1,75 \text{ мин}^{-1}.$$

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:

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

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

Основное время на операцию равно:

$$T_o = t_o = 3,27, \text{ мин.}$$

3 Определение вспомогательного времени, связанного с переходом

$$T_{e1} = t_{e1} \cdot L, \text{ где } t_{e1} = 0,3 + 0,1 + 0,2 + 0,3 = 0,9 \text{ мин (см. таблицу 3.8:}$$

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

$$L = \frac{\pi \cdot D \cdot l}{1000 \cdot S_\phi}, L = \frac{3,14 \cdot 62 \cdot 20}{1000 \cdot 3,5} = 1,112 \text{ м, } T_{e1} = 0,9 \cdot 1,112 = 1,0 \text{ мин.}$$

Определение штучно-калькуляционного времени

$$T_{шк} = (T_o + T_{e1} + T_{e2}) \cdot \left[1 + \frac{a_{abc} + a_{отл}}{100} \right] + \frac{T_{пз}}{n_{п}}$$

где $T_{\epsilon 2} = 0,32$ мин (см. таблицу 2.9: при установке в центрах с надеванием хомутика детали массой не более 3 кг.);

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

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

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

$$T_{ук} = (3,27 + 1,0 + 0,32) \cdot \left[1 + \frac{13}{100} \right] + \frac{17,5}{30} = 5,77 \text{ мин.}$$

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 хомут, центр упорный, центр вращающийся.

Электродная проволока $Hn=30XГСЛ$

1 Определение режимов наплавки

Рекомендуется скорость продольной наплавки равна:

$$V_n = 250 \text{ мм / мин.}$$

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

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

2 Определение основного времени

Определяем основное время на переход: $t_o = \frac{l \cdot i}{V_n}$, где $l = 75$ мм.

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

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

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

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

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

4 Определение штучно-калькуляционного времени

$$T_{\text{шк}} = (T_o + T_{\epsilon 1} + T_{\epsilon 2} + 0,46 \cdot Z) \cdot \left[1 + \frac{a_{\text{абс}} + a_{\text{отл}}}{100} \right] + \frac{T_{\text{пз}}}{n_{\text{п}}},$$

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

$$(a_{\text{абс}} + a_{\text{отл}}) = 13 \% \text{ (см. таблицу 3.10);}$$

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

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

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

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 остоливанием 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 остоливания или хонингования.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В авторемонте 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 осталиванием).

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

$$g = C I T, \quad (3.1)$$

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

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

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 навешивают 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 навешивают в ванну на анод и выдерживают 1...2 мин для прогрева детали, затем ведут анодную обработку при плотности тока 25...35 А/дм² в течение 30...45 с. После этого, не вынимая детали из ванны, переключают деталь на катод и хромируют её.'

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 ($\eta = 13...18\%$);
- 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 45...60 °С, 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:

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

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).

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
холодное	0,3 – 0,5	7,8	1,042	10 – 18	45 – 80

Штучно-калькуляционное время на операцию определяется по формуле:

$$T_{шк} = \frac{T_o + T_{всп}^H + T_{опн}^H}{n_o \cdot K_u} \cdot \left(1 + \frac{a}{100}\right), \quad (3.4)$$

где $T_{всп}^H$ – 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) ;

a – время на обслуживание рабочего места, отдых, личные надобности и подготовительно-заключительное время в процентах от оперативного времени (таблица 3.4);

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

K_u – коэффициент использования ванны (таблица 3.6).

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

	Масса детали или подвески с деталями, кг							
Время, мин	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 K_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 $C_rO_3 + H_2SO_4$; 393301.XXX – штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1.

1. Определение основного времени

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

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).

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

2. Определение штучно-калькуляционного времени

$$T_{\text{штк}} = \frac{T_o + T_{\text{всп}}^H + T_{\text{опн}}^H}{n_o \cdot \kappa_u} \cdot \left(1 + \frac{a}{100} \right),$$

где $T_{\text{всп}}^H$ – вспомогательное неперекрываемое время на загрузку и выгрузку деталей из основной ванны, мин (таблица 2);

$T_{опн}^н = 5,65$, 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);

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

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

$$T_{шк} = \frac{425,9 + 0,20 + 5,65}{20 \cdot 0,80} \cdot \left(1 + \frac{16}{100} \right) = 31,3, \text{ мин.}$$

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 под флюсом приведена на рисунке 4.1.

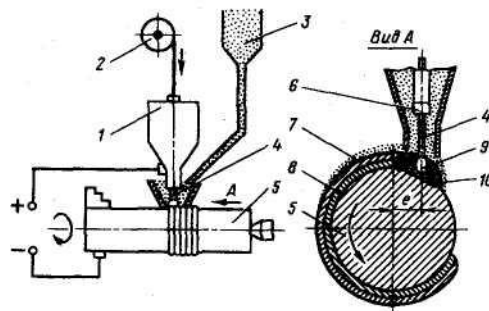


Рисунок 4.1. Схема электродуговой наплавки детали под флюсом:

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 Нл-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, Нл-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 микротрещины, 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)

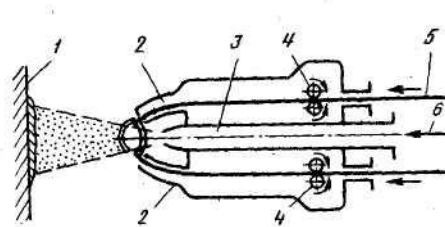


Рисунок 4.2 Схема электродугового напыления: 1 – напыляемая поверхность; 2 – направляющие наконечники; 3 – воздушное сопло; 4 – механизм подачи проволоки; 5 – проволока; 6 – сжатый воздух

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 °С), 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.

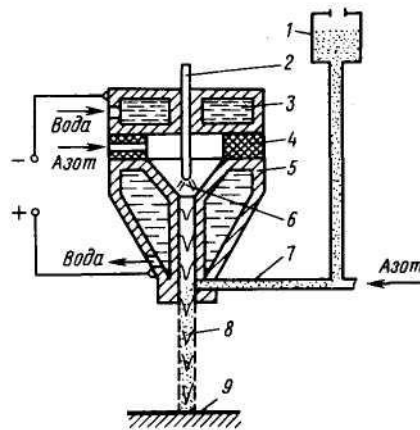


Рисунок 4.3 – Схема плазмотрона для напыления:

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 энтальпией (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 энтальпия 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 расплавляется 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 °С), твердостью HRC₃37...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 HRC₃57...64, высокую износостойкость, недефицитны, но более тугоплавки (температура плавления 1250... 1300 °С) 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 °С), 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 хромирования 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, простой 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;

$\sum_{i=1}^m T_i$ – сумма технологических особенностей способа, определяющих область его рационального применения.

Критерий применимости может принимать два значения: «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:

$$K_{\partial} = f_2(K_u, K_{\epsilon}, K_{cy}), \quad (4.2)$$

где K_u – коэффициент износостойкости;

K_{ϵ} – коэффициент выносливости;

K_{cy} – 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:

$$K_{m\epsilon} = f_3(K_n, \mathcal{E}), \quad (4.3)$$

где K_n – коэффициент производительности способа;

$\mathcal{E}$ – показатель экономичности способа.

Технико-экономический критерий должен иметь численной выражение; по этому критерию из всех отобранных при помощи двух предыдущих критериев способов восстановления, пригодных 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_{ϵ} МПа, и прочности сцепления материала покрытия с основным металлом восстанавливаемой детали – $\tau_{сц}$ 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_{ϵ} , $\tau_{сц}$, 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, осталивания, 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				
	$D_{\min}$, мм	$I_{\max}$, мм	$\sigma_e^{\max}$, МПа	$HRC^{\max}$	$\tau_{сц}^{\max}$, МПа
Хромирование	—	0,3	180	св. 60	5
Осталивание	—	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 – Техничко-экономические параметры способов восстановления

Способы восстановления	Параметры			
	n_c , руб/м ²	K_o	n_z , кВт·ч/м ²	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_s – необходимый для нормальной работы детали предел прочности поверхности слоя, МПа;

τ_{cy} – 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 σ_δ , $\tau_{сц}$, HRC ; если не выполняются равенства

$$\sigma_\delta^\delta \leq \sigma_\delta^{\max}; \quad (4.4)$$

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

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

то способ исключается из рассмотрения.

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

$$F_\delta = \pi DL, \text{ мм}^2 \quad (4.7)$$

где D – диаметр восстанавливаемой детали, мм;

L – длина восстанавливаемого участка, мм.

Себестоимость восстановления

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

где n_c – норматив себестоимости, руб. / м².

Удельная себестоимость

$$CU = CC / K_\delta, \quad (4.9)$$

где K_δ – коэффициент долговечности.

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

5 Для выбранного рационального способа рассчитывается расход электроэнергии по формуле

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

где n_{γ} – норматив расхода электроэнергии, кВт·ч / м².

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:

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

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,

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

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

D_k – катодная плотность тока, для железа $D_k = 40$ А / дм² ,
для хрома $D_k = 50$ А / дм².

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

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

где L – длина восстанавливаемой поверхности находится из выражения

$$L = L_{дет} + L_{дон}, \quad (4.14)$$

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

$L_{дон}$ – 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 $s = h + 1$;

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

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

Для вибродуговой наплавки

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

Для наплавки в среде углекислого газа

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

Для термического напыления

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

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:

$$T_n = \frac{T_o + T'_e}{N_o \cdot K_u}, \quad (4.19)$$

где T'_e – неперекрываемое вспомогательное время, $T'_e \approx 1,2T_o$;

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

N_o – количество деталей в партии, принимаем $N_o = 50$ деталей.

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

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

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_s , 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 [1-4, 11-22].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате изучения дисциплины «Основы технологии производства и ремонта ТиТМО» студенты должны иметь представление:

- о новейших достижениях и перспективах развития в области авторемонтного производства;
- об опыте ремонта подвижного состава автомобильного; транспорта в стране и за рубежом;
- о содержании основных документов, определяющих порядок ремонта автомобилей и двигателей;
- о формах и методах организации ремонта автомобилей и двигателей;
- о технологии ремонта автомобилей и двигателей;
- о способах и технологиях восстановления деталей различных классов, а также основное технологическое оборудование, техническое нормирование труда, основы проектирования цехов и производственных участков авторемонтных предприятий, основы конструирования технологической оснастки, требования техники безопасности при ремонте автомобилей и двигателей;

Уметь определять техническое состояние агрегатов и деталей в соответствии с требованиями «Технических условий на капитальный ремонт автомобилей».

Осуществлять контроль за соблюдением технологической дисциплины; обеспечивать безопасность работ по ремонту автомобилей и двигателей; проектировать производственные участки авторемонтных предприятий; составлять и оформлять техническую и отчетную документацию о работе производственного участка.

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 обслуживания 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, калиброванный, 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								
№ позиции	Способ установки детали		Способ подвода пиноли задней бабки	Вручную							Подъемником	
				Вес детали с оправкой в кг								
				1	3	5	8	12	20	30	30	50
				Время в мин								
1	На центровой гладкой или шлицевой оправке	При свободном одевании детали	Вращением маховичка	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 маховичка	0,40	0,50	0,60	0,70	0,85	1,0	1,25	2,5	2,8
4			Пневматическим устройством или отводной 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 маховичка	0,40	0,50	0,5	0,65	0,80	0,95	1,20	2,5	2,7
7			Пневматическим устройством или отводной 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 маховичка	0,5	0,65	0,75	0,85	1,0	1,25	1,5	2,8	3,0
10			Пневматическим устройством или отводной 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 маховичка	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 маховичка	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 маховичка	0,16	0,20	0,24	0,29	0,34	0,40	0,47	1,8	2,0
17			Пневматическим устройством или отводной 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 детали свыше одной			0,10	0,12	—	—	—	—	—	—	—

Пр 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.

Вспомогательное время на установку и снятие детали							Установка на концевой оправке					
							КАРТА 2					
№ позиции	Способ установки детали		Вручную								Подъемником	
			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	На концевой оправке с креплением	Гайкой и быстросъемной шайбой	0,20	0,27	0,34	0,42	0,50	0,60	0,70	1,0	2,7	
3		Гайкой и простой шайбой	0,30	0,38	0,50	0,60	0,70	0,80	1,0	1,3	3,0	
4		Гайкой и быстросъемной шайбой с центром задней бабки	—	0,35	0,42	0,50	0,60	0,70	0,80	1,1	2,8	
5		Гайкой и простой шайбой с центром задней бабки	—	0,46	0,60	0,70	0,80	0,90	1,1	1,4	3,1	
6		Роликовым замком	0,15	0,20	0,26	0,31	0,38	—	—	—	—	
7	На концевой разжимной оправке с креплением	Пневматическим зажимом	0,15	0,19	0,25	0,31	0,37	0,42	0,55	0,65	—	
8		Гайкой	0,22	0,29	0,37	0,46	0,55	0,65	0,80	1,1	—	
9		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

Вспомогательное время на установку и снятие детали										Установка в тисках		
										КАРТА 3		
№ позиции	Способ установки и детали	Состояние установочной поверхности	Характер выверки	Количество одновременно устанавливаемых деталей	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 зажимом	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 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