



Министерство высшего и среднего
специального образования
Республики Узбекистан

Ташкентский автомобильно-дорожный
институт

Кафедра «Дорожно-строительные машины»

Авторы доц. Иброхимов С., доц. Абдуллаев А.А.

**«ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И РЕМОНТ
ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ,
СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНЫХ МАШИН
И ОБОРУДОВАНИЯ»**

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

Для бакалавров по направлению
5524100 – Эксплуатация и ремонт подъемно-транспортных,
строительно-дорожных машин»

Ташкент 2013

Конспект лекций по дисциплине «Технология производства и ремонт подъемно-транспортных, строительно-дорожных машин и оборудования» для бакалавров по специальности 5524100 – Эксплуатация и ремонт подъемно-транспортных, строительно-дорожных машин» рассмотрен и утвержден на заседании кафедры «Дорожно-строительные машины».

Протокол № _____ 2013 г.

Зав. кафедрой

доц. Алимов Б.Д.

Составители:

доц. Иброхимов С.И.

доц. Абдуллаев А.А.

Рецензент

доц. Ханкелов Т.К.

**Председатель научно-методического
“Автомобилсозлик” ТАДИ**

Совета факультета

Протокол № _____ от «___» _____ 2013 г.

Председатель

д.т.н. Хикматов Ш.

СОДЕРЖАНИЕ

№		Стр
1	ЛЕКЦИЯ № 1. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ	4
2	ЛЕКЦИЯ № 2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН	10
3	ЛЕКЦИЯ № 3. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС	15
4	ЛЕКЦИЯ № 4. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О РЕМОНТЕ ДОРОЖНЫХ МАШИН РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ РЕМОНТА. СИСТЕМА ППР	19
5	ЛЕКЦИЯ № 5. ИЗНОС – ОСНОВНОЙ ДЕФЕКТ МАШИН	24
6	ЛЕКЦИЯ № 6. ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ	28
7	ЛЕКЦИЯ № 7. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС РЕМОНТА МАШИН	31
8	ЛЕКЦИЯ № 8. КОНТРОЛЬ И СОРТИРОВКА ДЕТАЛЕЙ (ДЕФЕКТАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ)	35
9	ЛЕКЦИЯ № 9. О СПОСОБАХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ	41
10	ЛЕКЦИЯ № 10. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ СВАРКОЙ И НАПЛАВКОЙ	45
11	ЛЕКЦИЯ № 11. ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАПЛАВКОЙ	50
12	ЛЕКЦИЯ № 12. МЕТАЛИЗАЦИЯ НАПЫЛЕНИЕМ	53
13	ЛЕКЦИЯ № 13. ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ.	57
14	ЛЕКЦИЯ № 14. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОДШИПНИКОВ АНТИФРИКЦИОННЫМИ СПЛАВАМИ	61
15	ЛЕКЦИЯ № 15. РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДАМИ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ	64
16	ЛЕКЦИЯ № 16. МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РЕМОНТА ДЕТАЛЕЙ	71
17	ЛЕКЦИЯ № 17. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОБОСНОВАНИЯ СПОСОБА РЕМОНТА	73
18	ЛЕКЦИЯ № 18. ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ МАШИН	76
	ЛИТЕРАТУРА	81

ЛЕКЦИЯ № 1

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Ключевые слова: производство, процесс, технология, операция, позиция, норма времени.

План

1. Введение.
2. Производственные и технологические процессы.
3. Техническая норма времени.
4. Типы производства и методы работы.

Введение

Машиностроение – основа технического перевооружения всех отраслей народного хозяйства. Важное место в общем выпуске продукции машиностроения принадлежит строительным и дорожным машинам.

На современном этапе развития строительного и дорожного машиностроения весьма актуальными проблемами являются повышение надежности и долговечности изготавливаемых машин, рост эффективности их производства.

Параллельно с развитием технологии машиностроения совершенствовались технологи и организация ремонта машин. Внедрение этой системы обеспечило повышение производительности машин, улучшение их технического состояния, сократило простои машин в ремонте.

С целью улучшения качества ремонта и повышения технико-экономических показателей ремонтных предприятий следует стремиться к доведению технического уровня технологии и организации машиноремонтного производства до уровня машиностроительного.

Предметом учебной дисциплины «Технология производства и ремонт машин» является учение об изготовлении и ремонте машин заданного качества в установленной производственной программой количестве при минимальной себестоимости и высокой производительности.

Одной из главных задач этой дисциплины является изучение закономерностей, действующих в процессе изготовления и ремонта машин.

Знание этих закономерностей вооружает студентов для их самостоятельной творческой деятельности при разработке современных технологических процессов, а также при создании конструкций новых машин, обеспечивающих требованием технологии их изготовления и ремонта.

Производственные и технологические процессы

На машиностроительном (машиноремонтном) предприятии выполняют разнообразные процессы, связанные с изготовлением (ремонтом) изделий. Совокупность взаимосвязанных действий людей и орудий производства, необходимых на данном предприятии для изготовления (ремонта) изделия, называют производственным процессом.

Технологическим процессом называют часть производственного процесса, содержащую действия по изменению и последующему определению состояния предмета производства. Следовательно, при выполнении технологического процесса достигается изменение формы, размеров, свойств материала или полуфабриката в целях получения изделия в соответствии с заданными техническими требованиями. Различают технологические процессы механической обработки, термической обработки, сборки и др.

Законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте, называется технологической операцией.

* Полуфабрикатом называется изделие предприятия-поставщика, подлежащее дополнительной обработке или сборке.

** Рабочее место — часть производственной площади цеха, на которой размещены один или несколько исполнителей работы и обслуживаемая ими единица технологического оборудования или часть конвейера и (на ограниченное время) предметы производства.

Технологическая операция содержит следующие элементы.

Установ — часть операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемой заготовки * или собираемого узла ** (сборочной единицы).

Технологический переход - законченная часть технологической операции, характеризуемая постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой или соединяемых при сборке, и постоянством режима работы. Например, последовательное точение резцом сначала одной ступени вала, а затем другой будет состоять из двух технологических переходов; если же выполнять обточку этих ступеней одновременно двумя резцами (рис. 1.1), то это будет обтачивание в один переход. Обработка одной и той же поверхности заготовки на черновом, а затем чистовом режиме будет состоять из двух технологических переходов, так как изменяется режим резания.

Вспомогательный переход - законченная часть технологической операции, состоящая из действий человека и (или) оборудования, которые не сопровождаются изменением формы, размеров и шероховатости поверхностей, но необходимы для выполнения технологического перехода. Примерами вспомогательных переходов являются установка заготовки перед обработкой, поворот резцовой головки и др.

Заготовка - предмет производства, из которого изменением формы, размеров, качества поверхности и свойств материала изготавливают детали или неразъемную сборочную единицу.

** Термин «узел» употребляется в технической литературе в смысле «сборочная единица». Узел как техническое понятие - это сборочная единица, которая, может собираться отдельно от других сборочных единиц или изделия в целом и выполнять определенную функцию в изделии только совместно с его составными частями, например вал в сборе с зубчатыми колесами.

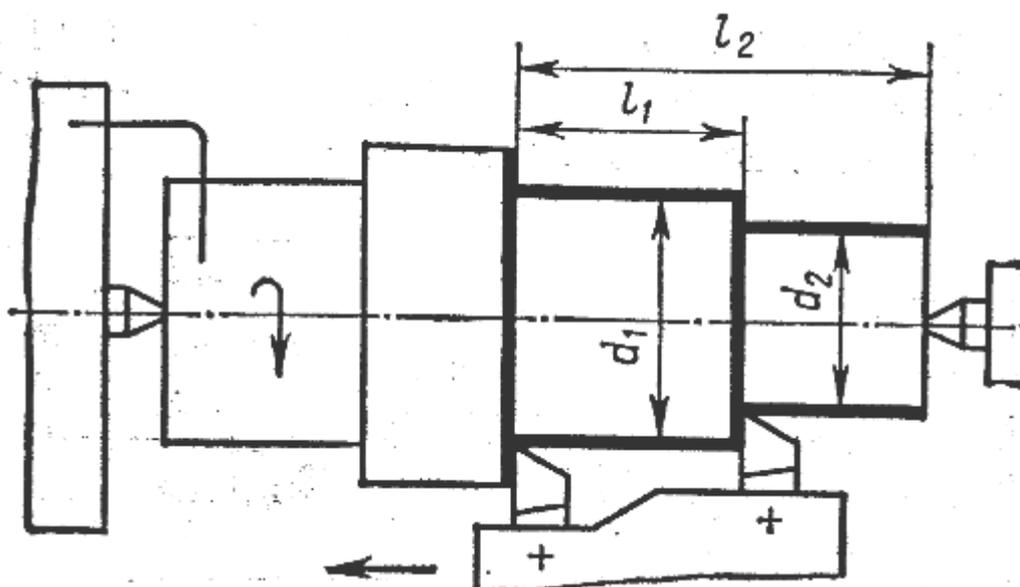


Рис. 1

Переход состоит из рабочих и вспомогательных ходов.

Рабочий ход - законченная часть технологического перехода в виде однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки. За каждый рабочий ход снимается один слой материала заданной толщины при неизменном режиме обработки.

Вспомогательный ход — законченная часть технологического перехода в виде однократного перемещения инструмента относительно заготовки, не сопровождаемого изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки, но необходимого для выполнения рабочего хода. Например, вспомогательным ходом является перемещение суппорта токарного станка в исходное положение после выполнения обточки.

Позиция - фиксированное положение, занимаемое закреплённой обрабатываемой заготовкой или собираемым узлом совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования для выполнения определенной части операции.

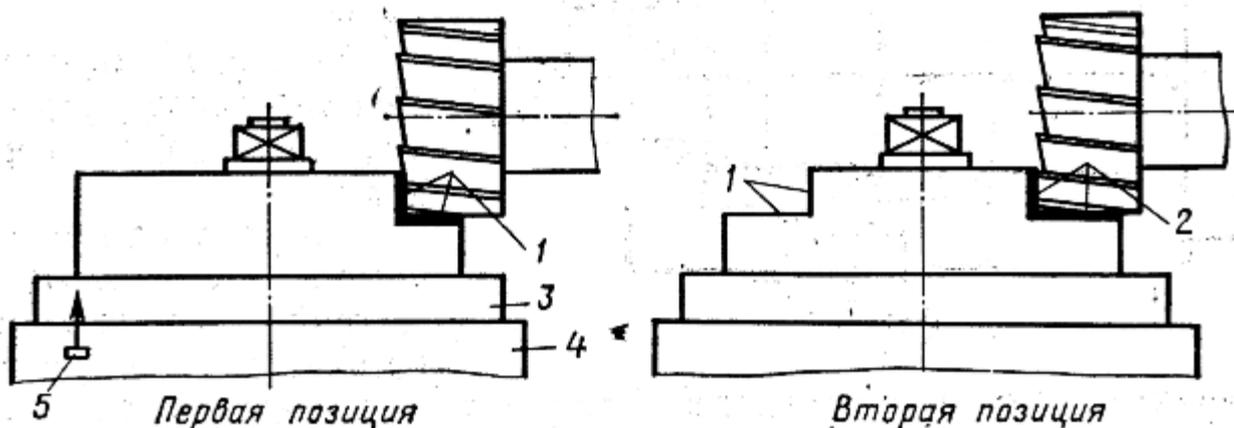


Рис. 2

Техническая норма времени

Трудоемкость и себестоимость выполнения технологических операций являются критериями эффективности спроектированного технологического процесса. Трудоемкости выполнения операций определяются расчетом на основе технических норм.

Нормой времени называют время, необходимое для выполнения работы (операции) в определенных организационно-технических условиях исходя из рационального использования производственных возможностей оборудования и рабочего места и с учетом передового производственного опыта. Норма времени выражается в часах или в минутах и устанавливается для каждой технологической операции.

Технической нормой выработки называют величину, обратную норме времени. Норма выработки выражает количество изделий (деталей), выпускаемых в единицу времени.

Различают три метода установления норм: 1) на основе изучения затрат рабочего времени наблюдением; 2) по нормативам; 3) сравнением и расчетом по типовым нормам.

Норма времени на выполнение операции по обработке одной заготовки или по сборке одной сборочной единицы называется штучным временем.

Штучное время $t_{ш}$ для неавтоматизированного производства состоит из нескольких элементов:

$$t_{ш} = t_o + t_g + t_m + t_{опз} + t_n \quad (1)$$

где t_o - основное (технологическое) время; t_g - вспомогательное время; t_m - время технического обслуживания рабочего места; $t_{опз}$ - время организационного обслуживания рабочего места; t_n - время перерывов.

Основное, время t_o - время, затрачиваемое на непосредственное изменение размеров, формы, физико-механических свойств или внешнего вида обрабатываемой заготовки (станочная, кузнечная, слесарная и другая обработка), или время, затрачиваемое на соединение деталей при сборочных работах. При обработке на станках основное время определяют расчетным методом по формуле

$$t_o = l_p i / S_m \quad (2)$$

где l_p - расчетная длина обработки, мм (длина хода инструмента в направлении подачи); i - число рабочих ходов инструмента; S_m - минутная подача инструмента, мм/мин.

При ручном подводе инструмента расчетная длина обработки представляет собой сумму собственно длины обработки l , размера врезания инструмента l_g и размера схода (сбега) инструмента l_{cx} :

$$l_p = l + l_g + l_{cx} \quad (3)$$

Вспомогательное время t_g время, затрачиваемое на различные действия, обеспечивающие выполнение элементов работы, относящихся к основному

времени, например на установку и снятие заготовки или собираемого узла, на пуск и останов станка или подъемника, на переключение режимов обработки в процессе выполнения операции, на промеры заготовок или контроль качества сборки узла и др.

Сумма основного времени t_o и вспомогательного не перекрываемого времени t'_e называется оперативным временем

$$t_{on} = t_o + t'_e \quad (4)$$

Оперативное время затрачивается на выполнение каждой операции и представляет собой основную часть технической нормы*.

Время технического обслуживания t_m затрачивается рабочим на смену инструмента, на правку инструмента (например, шлифовальных кругов), на регулировку и по наладку станка и другие действия, связанные с уходом за рабочим местом при выполнении заданной работы.

Время организационного обслуживания t_{opz} включает затраты времени рабочего на уход за рабочим местом в течение смены (смазка и чистка механизмов, раскладка и уборка инструмента в начале и в конце смены, уборка рабочего места).

Время технического и организационного обслуживания рабочего места устанавливаются на основании нормативов и во многих случаях определяют в процентах (до 4-8 %) к оперативному времени.

Время перерывов t_n на отдых, производственную гимнастику и личные надобности регламентируются законодательством и исчисляются в процентах к оперативному времени. Для механических цехов $t_n \approx 2,5\%$ от оперативного времени.

Штучное время рассчитывают по формуле

$$t_{ш} = t_{on}(1 + \alpha + \beta + \gamma) \quad (5)$$

где α, β, γ - коэффициенты, характеризующие соответственно время технического обслуживания, время организационного обслуживания и время на отдых и личные надобности.

В серийном производстве при расчете норм времени на партию необходимо учитывать подготовительно-заключительное время.

Подготовительно-заключительное время $t_{n.z}$ затрачивается рабочим перед началом обработки партии заготовок или партии сборочных единиц и после окончания задания. К подготовительной работе относится: получение задания, ознакомление с работой, наладка оборудования, в том числе установка специального приспособления; к заключительной работе относится: сдача выполненной работы, снятие специального приспособления и режущего инструмента, приведение в порядок оборудования и т. д. Подготовительно-заключительное время зависит от сложности задания, в частности от сложности наладки оборудования, и не зависит от размера партии.

В массовом производстве в силу повторяемости одной и той же операции необходимость в работах, выполняемых в подготовительно-заключительное время, отпадает.

В единичном производстве подготовительно-заключительное время включается в штучное время.

В серийном производстве норму времени на обработку партий заготовок или сборку партии сборочных единиц рассчитывают по формуле

$$T_n = t_{ш}n + t_{н.з} \quad (6)$$

где n - размер партии.

Штучное время и подготовительно-заключительное время на выполнение операции над одной деталью образуют норму штучно-калькуляционного времени

$$t_{ш.к} = t_{ш} + t_{н.з} / n \quad (7)$$

На основе норм времени определяют расценки выполняемых операций, рассчитывают необходимое количество оборудования для выполнения программы, осуществляют планирование производственного процесса.

Типы производства и методы работы

Под типом производства понимается организационно-технологическая характеристика производственного процесса. Различают три типа производства: массовое, серийное и единичное.

Массовое производство характеризуется узкой номенклатурой и большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых или ремонтируемых в течение продолжительного времени. В массовом производстве на каждом рабочем месте выполняется одна неизменно повторяющаяся операция. Масштаб производства в сочетании с трудоемкостью операции должен обеспечить полную загрузку рабочего места только одной операцией. Массовому производству свойственны следующие особенности: расположение оборудования в последовательности выполнения операций; применение высокопроизводительного оборудования, специальных приспособлений и инструмента; широкое использование транспортных устройств для передачи заготовок вдоль поточной линии; механизация и автоматизация технического контроля; короткие грузопотоки на линии обработки; наименьшая длительность производственного цикла, т.е. наименьший интервал календарного времени от начала до окончания процесса изготовления или ремонта изделия (части изделия).

Наиболее совершенной формой организации массового производства является прохождение заготовок по всем операциям без задержек, т.е. непрерывным потоком. Для организации непрерывно-поточного производства требуется одинаковая или кратная производительность на всех операциях. На линии непрерывно-поточного производства обработанные заготовки или собранные узлы выпускаются через строго определенный промежуток времени, называемый тактом выпуска. Такт выпуска (в мин/шт) определяется по формуле

$$\tau = 60\Phi_0 / N \quad (8)$$

где Φ_d - располагаемый (действительный) фонд времени в планируемом периоде (месяц, сутки, смена), ч; N - производственная программа на этот же период, шт.

Действительный фонд времени работы оборудования Φ_d меньше номинального или календарного Φ_n на размер потерь времени на ремонт оборудования, т. е.

$$\Phi_o = \Phi_n \eta \quad (9)$$

Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых или ремонтируемых периодически повторяющимися производственными партиями (сериями) при заданном объеме выпуска.

Производственной партией называют группу заготовок одного наименования и типоразмера, запускаемых в обработку одновременно или непрерывно в течение определенного интервала времени. Понятие «серия» относится к числу машин, запускаемых в производство одновременно. Число деталей в партии и число машин в серии могут быть различными.

Единичное производство характеризуется широкой номенклатурой изготавливаемых или ремонтируемых изделий и малым объемом их выпуска. Участку единичного производства свойственны следующие особенности: применение универсального оборудования, универсальных приспособлений и инструмента; размещение оборудования группами по видам станков (токарные, фрезерные и т. д.); наиболее длительный цикл изготовления деталей. По принципу единичного производства организованы цехи опытных производств.

Контрольные вопросы

1. Что такое производственный процесс?
2. Как называется технологический процесс?
3. Что такое технологический и вспомогательный переход?
4. Что такое рабочий и вспомогательный ход?
5. Техническая норма времени?
6. Что такое штучное время?
7. Типы производства и методы работы?

ЛЕКЦИЯ № 2

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН

Ключевые слова: вал, заготовка, резец, поверхность, резьба.

План

1. Технология производства валов и осей.
2. Изготовление ступенчатых валов.
3. Изготовление гладких валов.
4. Изготовление валов центральным отверстием.

Разновидности валов. В строительном и дорожном машиностроении встречаются валы разнообразных конструкций: гладкие и ступенчатые, сплошные и полые. Наибольшее распространение получили ступенчатые валы. Чаще всего применяют валы с диаметром наружных поверхностей 40-100 мм и общей длиной 500-1000 мм. Валы считаются жесткими, если отношение длины, к диаметру не превышает 15, и нежесткими, если это отношение более 15. Нежесткие валы приходится обрабатывать (точить, шлифовать) с применением люнетов.

Материалом для валов служит в основном сталь 40 или 45 и реже легированные стали 40Х, 18ХГТ. Валы из среднеуглеродистых сталей подвергают термообработке до твердости НВ 230--260; реже посадочные поверхности подвергают закалке токами высокой частоты до твердости HRC 45-50. Шейки валов из низкоуглеродистых сталей для повышения износостойкости подвергают цементации с последующей термообработкой до твердости HRC 50-60.

Сопрягаемые цилиндрические поверхности валов выполняют с отклонением, соответствующим 6-му или 8-му качеству точности и с шероховатостью поверхности соответственно $R_a=1,25\div 0,63$ мкм и $R_a=2,5\div 1,25$ мкм.

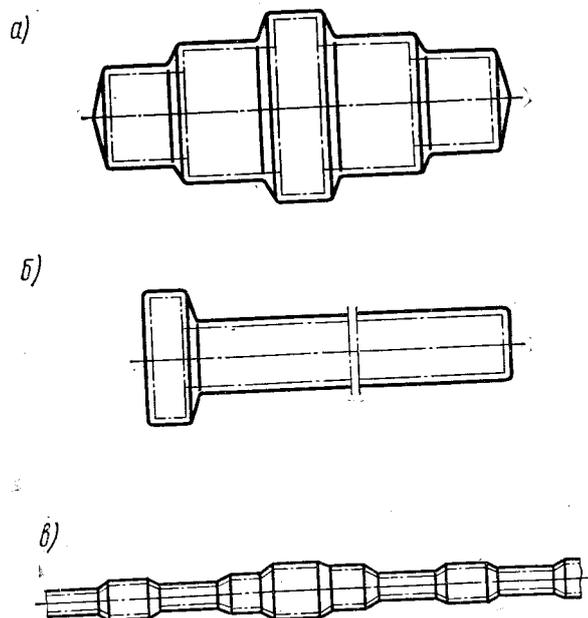


Рис. 1

Заготовки для валов. При изготовлении валов исходные заготовки получают либо путем пластического деформирования (ковка, штамповка, обжатие на ротационно-ковочных машинах, электровысадки, поперечно-винтовая прокатка), либо путем резки стандартного проката. На рис. 1 показаны заготовки, полученные различными способами: для изготовления ступенчатых валов - штамповкой в подкладных штампах (а); для валов с фланцами - штамповкой на горизонтально-ковочной машине (б); для ступенчатых валов в крупносерийном и массовом производстве - поперечно-винтовой прокаткой (в).

С увеличением масштаба выпуска деталей большое значение придается эффективности использования металла, которая характеризуется отношением

массы готовой детали G_d к расходу металла на исходную заготовку G_3 . Это отношение называют коэффициентом использования металла

$$K_m = G_d / G_3 \quad (1)$$

Для серийного и массового производства коэффициент K_m составляет более 0,75 и доходит до 0,95.

Изготовление ступенчатых валов. При выполнении основных операций обработки ступенчатых валов (точение, наружное шлифование) в качестве установочных баз принимают поверхности центровых отверстий заготовки. Если заготовку устанавливают на плавающий передний центр, то установочной базой будет также торец заготовки, примыкающий к торцу переднего центра.

Подрезка торцов и зацентровка. Первые технологические переходы при изготовлении ступенчатых валов - подготовка технологических баз, т.е. подрезка торцов и их зацентровка. В зависимости от масштаба выпуска валов эти переходы можно выполнять с применением различного оборудования.

Обтачивание валов в зависимости от масштаба выпуска деталей выполняют на различном оборудовании: на обычных токарных станках, на токарных станках, оснащенных программным управлением или гидрокопировальным суппортом, на копировальных токарных станках, а также на многорезцовых станках. Многорезцовое обтачивание обеспечивает повышение производительности по сравнению с обычной токарной обработкой благодаря совмещению переходов и автоматическому получению операционных размеров.

Если ступенчатый вал изготавливают из проката, то при точении ступеней с меньшим диаметром возможны недопустимо большие глубины резания. В этом случае применяют метод деления припуска. Одним из вариантов может быть удаление резцами 1, 2 и 3 (рис.2, в) частей припуска Z_1 , Z_2 и Z_3 . При этом вариант продольный суппорт перемещается на всю длину l обтачиваемых ступеней.

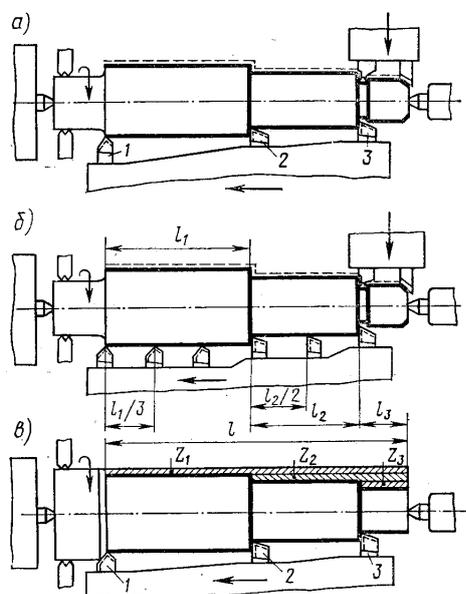


Рис. 2

Шлицевые поверхности на валах обычно получают обкаткой червячной фрезой на шлицефрезерных или зуборезных станках. При диаметре вала более

80 мм шлицы фрезеруют за два прохода. У закаливаемых валов, центрируемых по наружной поверхности, обработка шлицев включает следующие операции: предварительное шлифование наружной поверхности; фрезерование шлицев с припуском на шлифование боковых поверхностей; термическую обработку; чистовое наружное шлифование; чистовое шлифование боковых поверхностей шлицев, которое выполняется на шлицешлифовальном полуавтомате одновременно двумя кругами (рис. 3, а) с применением делительного механизма для поворота заготовки. У таких же незакаливаемых валов обработка шлицев состоит из двух операций: наружного шлифования цилиндрической поверхности и фрезерования шлицев.

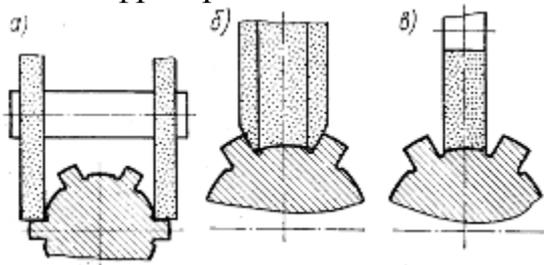


Рис. 3

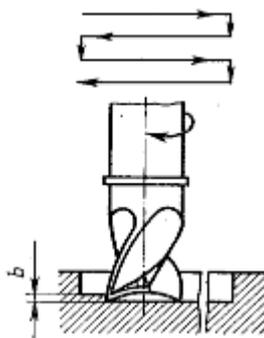


Рис. 4

Шпоночные пазы в зависимости от их конструкции обрабатывают либо дисковой фрезой, если паз сквозной, либо торцевой (пальцевой) фрезой, если паз глухой. Вал устанавливают в центрах или по наружной поверхности на призмы приспособления. При установке вала на призмы появляется погрешность базирования, влияющая на точность глубины паза.

Шпоночные пазы изготовляют на горизонтально и вертикально-фрезерных станках.

Изготовление резьбы. Резьбы на валах могут быть наружные и внутренние. Внутренние резьбы нарезают машинными метчиками на сверлильных, револьверных и резьбонарезных станках в зависимости от масштаба производства. Наружные резьбы нарезают резцами, гребенками, плашками, а также получают фрезерованием, вихревым методом, накатыванием. В мелкосерийном и единичном производстве наружные резьбы изготовляют на токарно-винторезных станках с применением резьбовых резцов или гребенок, обеспечивая 6-8-ю степени точности. Резьбы 4-й степени точности нарезают на прецизионных токарно-винторезных станках.

Нарезание резьбы плашками и резьбонарезными головками выполняют на револьверных, токарных и болторезных станках, а также на токарно-

револьверных автоматах. Нарезание резьбы плашками применяют в серийном и мелкосерийном производстве при требованиях точности резьбы не выше 7-й степени. В серийном и массовом производстве при изготовлении резьб используют резьбонарезные головки, обеспечивающие повышение производительности, в 2-4 раза по сравнению с нарезанием резьбы плашками и повышение точности резьбы до 6-й степени.

Шлифование валов выполняют на круглошлифовальных и бесцентровошлифовальных станках.

Изготовление гладких валов. Гладкие валы обычно имеют диаметральные размеры 20-50 мм, шероховатость поверхности $R_a=1,25\div 0,63$ мкм, глухой шпоночный паз, поперечное отверстие. Исходной заготовкой является калиброванный прокат. Последовательность изготовления вала следующая: 1) отрезание штучных заготовок и снятие фасок на токарно-отрезном станке или на отрезном автомате; 2) предварительное шлифование заготовок на бесцентровошлифовальном станке; 3) фрезерование шпоночных канавок на шпоночно-фрезерном полуавтомате; 4) обработка поперечного отверстия; 5) термическая обработка токами высокой частоты; 6) чистовое шлифование на бесцентровошлифовальном станке.

Изготовление валов с центральным отверстием. При использовании в качестве заготовки круглого проката последовательность операций такова: 1) резка штучных заготовок дисковой пилой; 2) фрезерование торцов и зацентровка; 3) черновое обтачивание с одной стороны; 4) черновое обтачивание с другой стороны; 5) проточка шейки под люнет; 6) сверление центрального отверстия и при необходимости последующая его обработка (установочными базами на этой операции являются центровое отверстие на торце и проточенная под люнет шейка); 7) чистовое точение с одной стороны; 8) чистовое точение с другой стороны (установочными базами являются центровое отверстие на одном торце и фаска на центральном отверстии); 9) наружное шлифование шеек с базированием на центрах.

В массовом и крупносерийном производстве валов применяют переналаживаемые или специальные автоматические линии. На таких линиях обрабатывают, например, первичный валик коробок передач автомобилей ЗИЛ и ГАЗ, вал генератора, шлицевые валы станков и др.

Контроль валов. Диаметральные размеры, длины ступеней, размеры резьбы, шлицев, шпоночных пазов проверяют с помощью предельных скоб, резьбовых и шлицевых колец. Шероховатость поверхности контролируют преимущественно сличением с эталонами.

Контрольные вопросы

1. Какие разновидности валов бывают?
2. Процесс изготовления ступенчатых валов?
3. Процесс изготовления гладких валов?
4. Процесс изготовления валов с центральным отверстием?

ЛЕКЦИЯ № 3

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

План

1. Виды изготавливаемых колес дорожным машиностроением.
2. Обработка заготовок до нарезания зубьев.
3. Обработка зубьев цилиндрических колес.
4. Обработка зубьев конических колес.
5. Обработка зубьев червячных колес.

В строительном и дорожном машиностроении изготавливают цилиндрические и конические зубчатые колеса и червячные колеса. Цилиндрические зубчатые колеса могут быть одновенцовые и многовенцовые. По конфигурации зубчатые колеса – это диски с центральным отверстием или с хвостовиками. Зубчатые и червячные колеса с центральным отверстием связаны с валом шлицевым или шпоночным соединением. У цилиндрических колес зубья выполняют прямыми и реже спиральными и шевронными, у конических колес - в основном прямыми.

Материал зубчатых колес - стали 45, 40Х и реже 20Х, 18ХГТ, 30ХГТ. Для изготовления цилиндрических колес диаметром свыше 600 мм применяют стальное литье 50Л, 55Л. Для неотчетственных червячных колес используют серый чугун, для более ответственных - бронзу. Иногда зубчатые колеса изготавливают из пластических масс.

Заготовки для стальных зубчатых колес диаметром до 70-80 мм, имеющих простую конфигурацию в виде диска, обычно получают из проката. Для более крупных зубчатых колес и для ответственных передач заготовки в единичном производстве изготавливают свободной ковкой, в серийном - штамповкой в открытых штампах, а в крупносерийном и массовом - штамповкой в закрытых штампах. При штамповке заготовок может быть выполнена прошивка отверстия, если его диаметр более 30 мм, а длина не более двух диаметров. Заготовки для зубчатых колес с хвостовиками, а также для многовенцовых колес целесообразно изготавливать на горизонтально-ковочных машинах.

Механическая обработка заготовок зубчатых колес в общем случае состоит из трех этапов: 1) обработки до зубонарезания; 2) нарезания зубьев; 3) отделочных операций. На первом этапе важно обеспечить перпендикулярность базового торца и концентричность наружной поверхности венца относительно оси детали, так как превышение этих отклонений повлияет на точность зубонарезания.

Обработка заготовок до нарезания зубьев. Технология обработки заготовок на первом этапе зависит от конфигурации и размеров колеса и программы выпуска.

Одновенцовые колеса диаметром до 50 мм в серийном производстве изготавливают из прутка на токарно-револьверных станках, а в крупносерийном и массовом производстве — на автоматах.

При изготовлении зубчатых колес диаметром 80-200 мм в условиях серийного производства возможно применение следующего маршрута: 1) предварительная токарная обработка с одной стороны на револьверном станке или патронном полуавтомате (рис. 1, а); 2) то же с другой стороны (рис. 1, б); 3) протягивание шлицевого отверстия комбинированной протяжкой; 4) зачистка заусенцев на торце отверстия; 5) чистовая обработка наружной поверхности венца и торцов на многорезцовом токарном полуавтомате (рис.1,е). Возможен также следующий вариант обработки: зенкерование прошеного отверстия и подрезка одного торца на вертикально-сверлильном станке и затем обтачивание заготовки на многорезцовом станке в две операции (предварительное и чистовое точение).

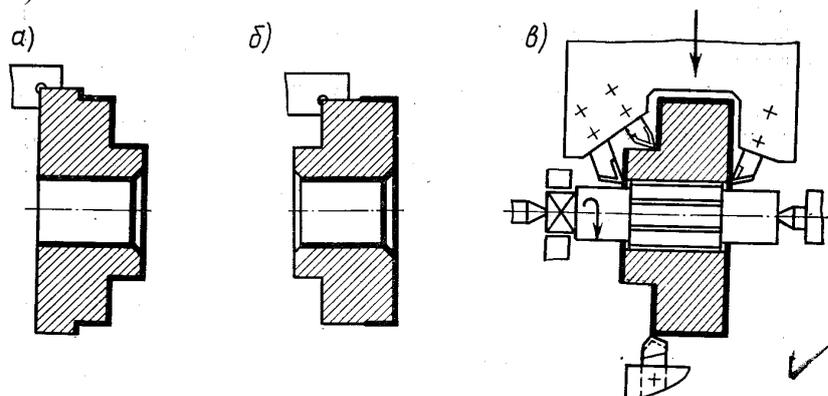


Рис. 1

В серийном и массовом производстве токарные работы можно выполнять на многошпиндельных токарных полуавтоматах.

Обработка зубьев цилиндрических колес. При нарезании зубьев цилиндрических колес наиболее распространены зубофрезерование и зубодолбление.

Нарезание зубьев червячными фрезами выполняют на зубофрезерных станках, обеспечивая 8-ю степень точности и шероховатость поверхности $R_a=20\div 10$ мкм. При обработке зубьев червячными фрезами с шлифованными зубьями и в два перехода (предварительное и чистовое фрезерование) можно получить 7-ю степень точности и шероховатость поверхности $R_a=2,5\div 0,63$ мкм.

Зубодолбление выполняют на специальных зубодолбежных станках дисковыми долбяками и применяют при обработке зубьев многовенцовых колес (когда между соседними венцами отсутствует место для выхода червячной фрезы), зубьев шевронных колес, зубьев внутреннего зацепления. Зубодолбление обеспечивает 7-ю степень точности. Его применяют при обработке колес модуля менее 3 мм. При изготовлении колес более крупного модуля зубодолбление уступает по производительности зубофрезерованию.

В качестве предварительной операции находит применение горячее накатывание зубьев с последующей чистовой обработкой зуборезным инструментом.

При выполнении, операций зубообработки получают распространение новые, более производительные методы: 1) одновременное строгание всех зубьев колеса фасонными резцами с радиальной подачей (рис. 2, в); 2)

протягивание зубьев. Зубчатые колеса модуля до 1,5 мм можно накатывать сразу. Используют также холодное накатывание зубьев модуля 3 мм после зубофрезерования, что обеспечивает 7-ю степень точности и повышение износостойкости зубьев.

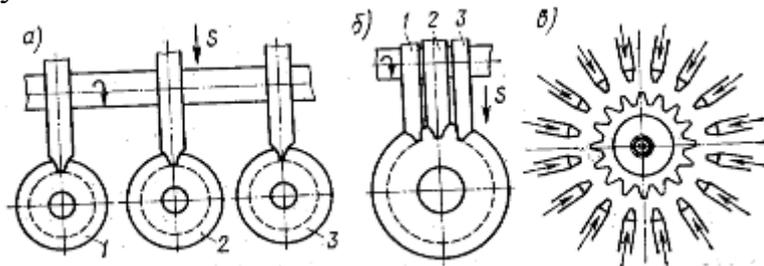


Рис. 2

Шевингование зубьев выполняют после чистового зубофрезерования для достижения 7-й степени точности.

Шлифование зубьев применяют в основном при изготовлении зубчатых колес 6-й и 5-й степеней точности.

При отделке зубьев получают распространение хонингование. Инструмент - хон 1 (рис. 3, г) изготовлен из пластмассы в виде зубчатого колеса с вкраплением на поверхности зубьев мелкозернистого абразива. При хонинговании обрабатываемое колесо 2 находится в зацеплении с хоном, причем инструмент или деталь притормаживают, а колесо совершает реверсивное вращение и возвратно-поступательное движение вдоль оси. Припуск на хонингование не должен превышать 0,02-0,05 мм. Хонингование выполняют на станках шевинговального типа, по без радиальной подачи. Перед хонингованием зубчатое колесо должно пройти операцию шевингования сырых зубьев.

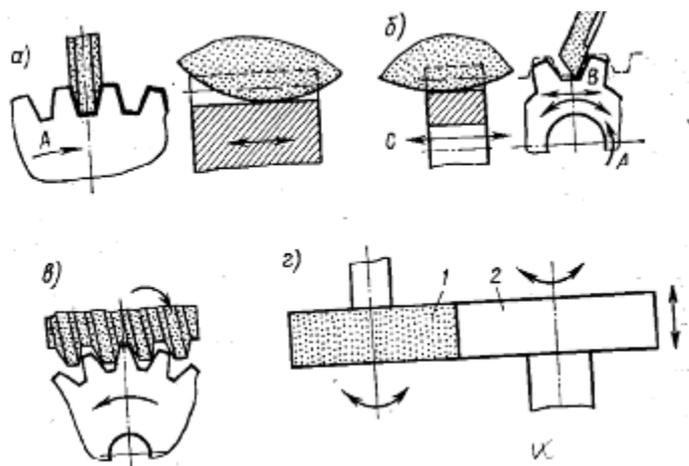


Рис. 3

Обработка зубьев конических колес. Конические колеса с прямыми зубьями нарезают на зубострогальных станках модели 526, работающих по принципу обкатывания одновременно двумя резцами. На рис. 4, а показана схема зубострогания на этом станке. Заготовка 1 и резцы 2 как бы воспроизводят зацепление в конической передаче, причем резцы являются зубом плоского колеса.

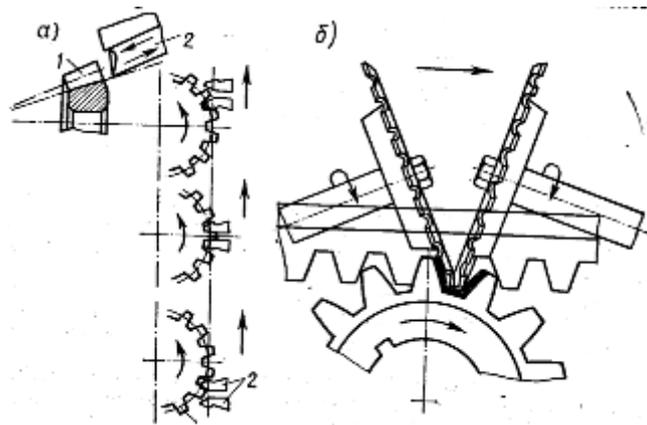


Рис. 4

В процессе строгания резцы имеют возвратно-поступательное движение, а резцовая головка и обрабатываемое колесо вращаются, обеспечивая процесс обкатывания. При зубострогании получают 8-ю степень точности. Если модуль зубьев превышает 3-4 мм, то применяют предварительную прорезку канавок дисковыми модульными фрезами. Зубострогание применяют для нарезания колес с прямыми и косыми зубьями в условиях единичного и серийного производства. В крупносерийном производстве целесообразно нарезать зубья обкатыванием двумя дисковыми фрезами с прямолинейными режущими кромками на станках моделей 5П23 и 5230 (рис. 4, б). Этот способ производительнее зубострогания. Получает также распространение весьма производительный способ обработки зубьев на протяжных станках круговой протяжкой, применяемый для изготовления прямозубых конических колес небольших габаритов.

Конические колеса с круговыми зубьями нарезают специальными многолезцовыми головками.

После термообработки зубья конических колес шлифуют обкатыванием.

Обработка зубьев червячных колес. Зубья червячных колес нарезают на зубофрезерных станках червячными фрезами с радиальной (рис. 5, а) или тангенциальной (рис. 5, б) подачей. При фрезеровании с тангенциальной подачей у червячной фрезы 3-4 первых витка должны быть срезаны на конус. Этот способ зубообработки дает большую точность, чем нарезание с радиальной подачей.

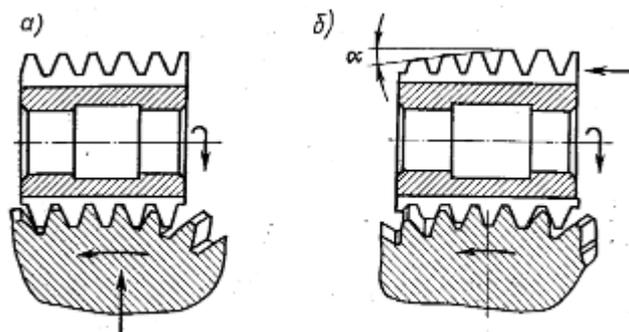


Рис. 5

В единичном производстве при отсутствии соответствующей червячной фрезы нарезку зубьев червячного колеса выполняют с помощью фасонного резца, закрепленного в оправке, применяя тангенциальную подачу.

Червячные колеса 6-7-й степеней точности подвергают дополнительной обработке шевингованием на зубофрезерном станке высокоточной червячной фрезой с мелкими и часто расположенными зубьями, применяя радиальную подачу.

Контроль зубчатых колес осуществляют после отдельных этапов обработки, т. е. до зубонарезания, после зубонарезания и после окончательной обработки. До зубонарезания у заготовки проверяют диаметральные и линейные размеры, а также биение базового торца и диаметральной поверхности венца. После зубонарезания контроль в цеховых условиях осуществляют с помощью прибора для комплексной проверки (рис. 6). В этом приборе проверяемое колесо 1 находится в беззазорном зацеплении с эталонным зубчатым колесом 2, которое посажено на палец подпружиненной подвижной каретки 3. Вращая плавно от руки проверяемое колесо, по показаниям индикатора 4 определяют отклонение межцентрового расстояния, вызванные эксцентричностью зубчатого венца, ошибками шага и профиля.

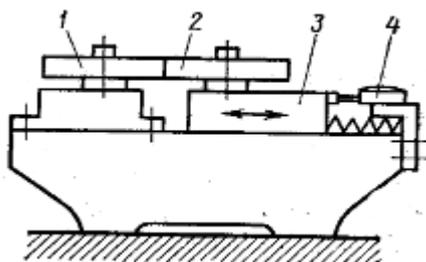


Рис. 6

Контрольные вопросы

1. Виды колес изготавливаемых дорожным машиностроением?
2. Технология обработки заготовок до нарезания зубьев?
3. Технология обработки зубьев цилиндрических колес?
4. Технология обработки зубьев конических колес?
5. Технология обработки зубьев червячных колес?

ЛЕКЦИЯ №4

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О РЕМОНТЕ ДОРОЖНЫХ МАШИН РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ РЕМОНТА. СИСТЕМА ППР

Ключевые слова: дефект, износ, ремонт, цикл наработка, надежность, долговечность.

План

1. Дефекты и их основные виды.
2. Система ППР и ремонт машин.
3. Надежность и долговечность.

Современные СДМ достаточно совершенные в конструктивном отношении, обладают высокими эксплуатационными качествами и надежны в работе. Вместе с тем в результате тяжелых условий работы и рода других причин в узлах и агрегатах СДМ возникают различные неисправности /дефекты/, которые весьма разнообразны, разнохарактерны и в зависимости от причин вызывающих их появление могут быть разделены на 5 групп:

- 1-возникающие в результате естественного износа деталей,
- 2-эксплуатационные,
- 3-аварийные,
- 4-производственные,
- 5-конструктивные.

Дефекты, возникающие в результате естественного износа, является следствием неизбежного изменение формы и размера деталей машины при их работе. Наибольшее количество дефектов, появляющихся при эксплуатации СДМ - результат естественного износа их деталей от действия внешних и внутренних сил трения. К внешним силам относятся силы сопротивления при резании грунта, сопротивления при движении лопасти в мешалке и т.п.

Внутренние силы – это силы трения в подшипниках качения и скольжения, в ползунах, зубьях и др. сопряжениях деталей.

Трение и износ – сложные явления физико-механического и химического характера. Различают в основном 2 рода трения: 1 -скольжения, 2 - качения. Наиболее интенсивный износ деталей вызывает трение скольжения.

Устранить естественный износ деталей нельзя, однако уменьшить его интенсивность и тем самым продлить срок службы машины до очередного ремонта задача выполнимая.

Эксплуатационные дефекты – следствие неправильной эксплуатации машин (плохой организации ТО, неправильная смазка, применение несоответствующих топлив и смазочных материалов, неправильная регулировка узлов и агрегатов).

Аварийные дефекты возникают главным образом в результате нарушения правил управления машиной, перегрузки ее, усталости металлов и т.д.

Производственные дефекты возникают в результате ошибок и отступлении от технологического процесса, допущенных при изготовлении или ремонте машины (допуски, нарушение условия обработки и т.д.).

Конструктивные дефекты – следствие конструктивного несовершенства отдельных узлов и деталей машины, неправильного выбора материала, допусков, посадки и способов термообработки и т.д. Появление в узлах и агрегатах машины различных дефектов приводит к снижению эксплуатационных качеств, а в ряде случаев к немедленному прекращению работы отдельного агрегата или машины в целом. Для приведения такой машины в технически исправное состояние и для восстановления эксплуатационных качеств, тем самым продление срока службы СДМ, необходимо ее отремонтировать.

Ремонт машины заключается в устранении обнаруженных дефектов путем замены или ремонта неисправных деталей, узлов и агрегатов.

Поддержание работоспособности машины достигается ее техническим обслуживанием и ремонтом. Эту систему называют планово-предупредительным ремонтом ППР. Система ППР основана на обязательном планировании, подготовке и проведении соответствующих видов ТО и ТР каждой машины, находящихся в эксплуатации, с заданной последовательностью и периодичностью. ТО должно обеспечить поддержание работоспособности машины в процессе эксплуатации путем проведения комплекса работ по предупреждению повышенного изнашивания деталей, отказов и повреждений машин.

В процессе эксплуатации машин проводятся:

1. Ежемесячное техническое обслуживание ЕО (перед началом или после рабочей смены).

2. Плановое техническое обслуживание ТО, выполняемое в плановом порядке через определенное, установленное заводами изготовителями время наработки, от последовательности его проведения присваивается порядковый номер ТО-1, ТО-2, ТО-3.

3. Сезонное техническое обслуживание СО, выполняемое два раза в год при подготовке машины к использованию в период летнего или зимнего сезона.

РЕМОНТ МАШИНЫ

В зависимости от назначения, сложности и объема выполняемых работ, ремонты подразделяются на текущий и капитальный.

Текущий (Т) называется такой вид ремонта, при котором выполняются отдельные работы по устранению незначительных неисправностей, возникающих в процессе эксплуатации машин и замене отдельных агрегатов и узлов, требующих капитального ремонта.

Капитальный (К) называется такой вид ремонта, при котором ремонтируют все агрегаты и узлы, полностью разбирают и машину, заменяют все негодные или требующие ремонта детали, узлы и агрегаты на отремонтированные или новые, а также восстанавливают базовые детали.

ТР выполняется как в стационарных так и в полевых условиях. КР выполняется РММ, специальных и универсальных заводах. Объем ТО, ТР и КР определяется по нормативам Т0 и Р СДМ, которые приводятся в материалах: "Рекомендации по организации ТО и Р строительных машин". Периодичность проведения ТО и ТР определяется ее величиной межремонтного цикла и их структурой.

Межремонтный цикл – время работы машины в часах от начала ее эксплуатации до первого капитального ремонта или между двумя очередными капитальными ремонтами.

Структура межремонтного цикла для различных типов машин различная и устанавливается нормативными материалами на ТО и Р машин. Например, периодичность экскаватора с объемом ковша 0,4 м³ приведена в таблице:

Виды ТО и Р	Периодичность выполнения ТО и Р	Число ТО и Р в одном межремонтном цикле
ЕО	Ежемесячно	72
ТО-1	60	18
ТО-2	240	
СО	2 раза в год	
Т	960	5
К	5760	1

Для таких экскаваторов структуру межремонтного цикла можно представить в виде графика:

Организации на балансе которых находятся строительные машины разрабатывают годовой план ТО и Р, определяют число плановых ТО и Р по каждой машине.

Расчет числа ТО и Р ($K_{тор}$) для каждой машины на планируемый год рассчитывается, по формуле:

$$K_{тор} = \frac{H_{\phi} + H_{пл}}{T_n} - K_n$$

H_{ϕ} - фактическая наработка машины на начало планируемого года со времени проведения последнего аналогичного расчетному виду ТО, Р или с начала эксплуатации, час;

T_n - периодичность выполнения соответствующего вида ТО или Р, час;

$H_{пл}$ - планируемая наработка на расчетный год, час;

K_n - число всех видов ТО и Р с периодичностью большей периодичности того вида, по которому ведется расчет (при капремонте $K_n=0$).

Расчеты по приведенной формуле должны производиться в следующей последовательности: капремонт, текущий ремонт, ТО-3, ТО-2, ТО-1.

Месяц года, в котором должен производиться капремонт машины, определяется по формуле:

$$K_m = \frac{12(T_{к.р} - H_{\phi.к})}{H_{пл}}$$

$T_{к.р}$ - периодичность выполнения капремонта машины, час;

$H_{\phi.к}$ - наработка машины от предыдущего капремонта или с начала эксплуатации до начала планируемого года, час.

НАДЕЖНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

Важнейшим направлением улучшения качества машин является повышение их надежности. Согласно ГОСТа 13377-75 вводятся основные понятия и определения. К ним относятся:

Наработка – это продолжительность или объем работы изделия (машины), измеряемые в часах, км пробега, кубометрах и т.д.

Срок службы – это календарная продолжительность эксплуатации машины до момента возникновения предельного состояния.

Ресурс – суммарная наработка изделия (машины) до предельного состояния. Срок службы и ресурс имеют много общего. Например, два двигателя с ресурсом 12000 мото-часов, каждый эксплуатируется с интенсивностью 3000 и 6000 мото-часов. Тогда срок службы первого двигателя 4 года, второго двигателя 2 года.

Надежность – это свойство изделия выполнять заданные функции сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течении требуемой наработки. Надежность изделия обуславливается его безотказностью, долговечностью, ремонтпригодностью.

Долговечность – свойство изделий сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами для ТО и Р.

Безотказность – свойство машин сохранять работоспособность в течении некоторой наработки без вынужденных перерывов.

Отказ – это событие при котором происходит полная или частичная утрата работоспособности изделия (машины).

Ремонтпригодность это приспособленность изделия к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и неисправностей путем проведения ТО и Р. РП – важнейшее эксплуатационно-техническое свойство.

Размеры затрат на выполнение мероприятий ППР, а так же ущерб в связи с простоем машин в неработоспособном состоянии будут определяться в первую очередь приспособленностью конструкций машин к проведению работ по поддержанию и восстановлению их работоспособности в процессе эксплуатации, т.к. их ремонтпригодность.

В ряде случаев расходы на ТО и Р машин в связи с низкой РП в несколько раз превосходит их первоначальную стоимость.

Например, для автомашины ЗИЛ-130 трудоемкость его изготовления составляет 136, 7 чел./час, а трудоемкость ТО – 660 чел/час, ТР – 1800 чел/час.

Таким образом затраты труда на ТО и Р составляют 2820 чел/час, т.е. превышают затраты на его изготовление в 21,3 раза. В связи с этим возникает проблема создания таких конструкций машин и такой системы ТО и Р, которые обеспечили бы минимальные затраты труда и средств на поддержание машин в технически исправном состоянии.

Классификация показателей РП машин

Показатели РП		
Показатели для оценки приспособленности машин	Объединенные показатели для оценки РП	Показатели технологичности машин при ТО, ТР, КР

Контрольные вопросы

1. Виды дефектов
2. Групп возникающие неисправности
3. Система ППР
4. На какие виды подразделяется ремонты машин
5. Понятие о надежности и долговечности
6. Классификация покрытий РП машин

ЛЕКЦИЯ № 5 ИЗНОС – ОСНОВНОЙ ДЕФЕКТ МАШИН

Ключевые слова: трение, износ, молекулярное, механическое, коррозионное, износостойкость.

План

1. Трение и износ
2. Факторы влияющие на процесс изнашивания
3. Предельный и допустимый износы

Трение и износ.

Изнашивание – это процесс постепенного изменения размеров и форм тела при трении, проявляющихся в отделении с поверхности трения материала и в его остаточной деформации. Изнашивание деталей одна из основных причин снижения срока службы машин. Изнашивание зависит от ряда факторов, в частности от условий трения.

Трение – это явление сопротивления относительно перемещению, возникающее между двумя телами в зонах соприкосновения поверхностей. В зависимости от наличия между трущимися телами смазки различают трения: сухое, граничное и жидкостное. Сухое трение – это трение движений двух твердых тел без смазки на соприкасающихся поверхностях. Граничное трение – это трение движений двух твердых тел, имеющих на своих поверхностях незначительный слой смазочного материала (порядка 0,1 мкм) обладающего свойствами, отличающихся от объемных свойств жидкостей при жидком трении. Жидкое трение – это явление сопротивления относительно перемещению, возникающее между двумя трущимися телами, разделенными слоем смазочного материала, в котором проявляются его объемные свойства.

Изнашивание подразделяется на три основные группы: механическое, молекулярно-механическое и коррозионно-механическое.

Механическое изнашивание наблюдается при механическом взаимодействии материалов изделия.

Молекулярно-механическое изнашивание происходит в результате механического взаимодействия материалов и одновременно воздействию молекулярных и автомарных сил.

Коррозионно-механическое изнашивание происходит при трении материала вступившее в химическое взаимодействие со средой. Механическое изнашивание в свою очередь подразделяют на: абразивное, гидроабразивное, газоабразивное, усталостное, эрозионное, кавитационное. Абразивное изнашивание – это процесс. При котором трущиеся поверхности разрушаются в результате царапающего или режущего действия твердых тел или частиц. Скорость абразивного изнашивания составляет от 0,5 до 50 мкм/час. При гидро и газоабразивном изнашивании износ происходит в результате воздействия на материал твердых частиц, увлекаемых соответственно потоком жидкости или газа. Гидроабразивному изнашиванию подвержены плунжеры и втулки

топливных насосов, дизелей, цилиндры гидросистем и др. Газоабразивному – детали воздухоочистителя двигателя, компрессоры и др. Кавитационное изнашивание поверхности при относительном движении твердого тела в жидкости в условиях кавитации т.е. при нарушении сплошности потока жидкости с образованием кавитационных пузырей. Это приводит к гидравлическому удару жидкости о поверхность детали с образованием разрушений в виде каверы диаметром от 0,2 до 1,2 мм. Усталостное изнашивание поверхности трения ли отдельных ее участком является следствием многократного деформирования микрообъемом материала, приводящего к возникновению трещин и отделению с поверхностного слоя частиц материала (он зависит от удельного давления в сопряжении свойств материала, частоты циклов нагрузки).

Молекулярно-механическое изнашивание проявляется в результате одновременного воздействия на материал механической и молекулярной сил при трении. Это изнашивание при заедании, возникающее в результате схватывания поверхностей, глубинного вырывания материала, перенос его с одной поверхности на другую и воздействий возникших неровностей на сопряженных поверхностях (например, металлополимерных пар, пар сталь-бронза и др. Межмолекулярная связь в полимерах и бронзах меньше чем в стальных и чугунных деталях).

Коррозионно-механическое изнашивание подразделяется на окислительное и изнашивание при фреттинг-коррозии.

Окислительное изнашивание возникает при наличии на поверхностях трения защитных пленок, образовавшихся в результате взаимодействия материала детали с кислородом воздуха и смазки. Окислительное изнашивание – это установившийся стационарный процесс динамического равновесия разрушения и восстановления оксидных пленок. Следует отметить, что возникновение оксидных или сульфидных пленок не исключает, а ускоряет усталостное разрушение материала, так как в результате взаимодействия кислорода или серы с металлом образуется слой с повышенной хрупкостью, ускоряющий разрушение материала.

Скорость окислительного изнашивания – 0,5-1,0 мм/ч.

Изнашивание вследствие фреттинг-коррозии соприкасающихся тел при малых колебательных перемещениях деталей, при которых на поверхностях возникают окислы металла, играющие в последствии роль абразивных частиц при относительном перемещении деталей (поверхности наружных колец шарикоподшипников, роликоподшипников и др.).

Влияние некоторых факторов на процесс изнашивания.

Среди факторов влияющих на процесс изнашивания деталей являются: конструктивные характеристики сопряжения (трения, качения, скольжения или сложные трения), расчетные нагрузки, скорость относительного перемещения, характер движения, расчетные зазоры, качество обработки поверхностей, износостойкость материалов, окружающая среда, качество смазки.

Для абразивного изнашивания: скорость изнашивания прямо пропорциональна удельному давлению и скорости относительного движения

$$U = KP^V$$

С возрастанием твердости износостойкость материала повышается.

Шероховатость поверхности

Структура металла детали значительно влияет на ее износостойкость. Установлено, что с повышением содержания углерода износостойкость стали возрастает. Если углерод находится в группе в виде цемента FeC , т.е. в связанном состоянии, то такой чугун более устойчив к износу, чем ферритный, в котором углерод находится в свободном состоянии в виде графита. Легирование сталей Cr, Ni, Ti и др. карбидообразующими элементами повышает ее износостойкость.

Применяя термическую и химико-термическую обработку металлов можно увеличить их износостойкость в 2-4 раза. Окружающая среда: запыленность воздуха, температура окружающей среды, влажность и перепад температур также играет большую роль в интенсивности изнашивания (например, в условиях запыленного воздуха интенсивность изнашивания тракторного двигателя примерно в 3,5 раза выше, чем при работе в нормальных условиях).

Изнашивание детали во времени обычно протекает неравномерно.

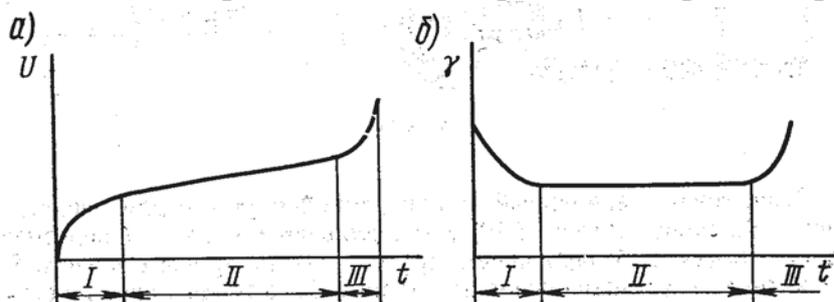


Рис. 1.

где 1 – период приработки

износ в периоде приработки

2 – период нормального изнашивания

Износ в периоде нормального изнашивания

3 – период аварийного изнашивания

U_n – начальный зазор в детали.

Первоначальная поверхность сопряжения составляет около 15% площадей из-за микрошероховатостей и волнистостей этих поверхностей, за счет чего происходит интенсивный износ деталей (период 1). Для установившегося износа линейный износ равен $U = \gamma \cdot t$ (период 2). Для износа с учетом периода приработки $U = U_n + \gamma \cdot t$. В период 3 наступает форсированное изнашивание из-за нарушения жидкостного трения и появления вибрации из-за больших зазоров в соединении, которые не допускаются в эксплуатации.

Предельные и допустимые износы

Износ детали называют предельным, если дальнейшее ее использование в машине становится не допустимым из-за нарушения нормальной работы узла и возможности внезапного появления отказа в работе (аварии, период 3).

Износ детали называют допустимым, если она может быть установлена в машину без ремонта и будет удовлетворительно работать в течении предстоящего межремонтного цикла.

$$U_g = U_{np} - \gamma \cdot T_{mn}$$

T_{mn} - межремонтный период.

Определение предельных износов является задачей технически сложной. Есть аналитический метод определения зазора для сопряжения вал – подшипник.

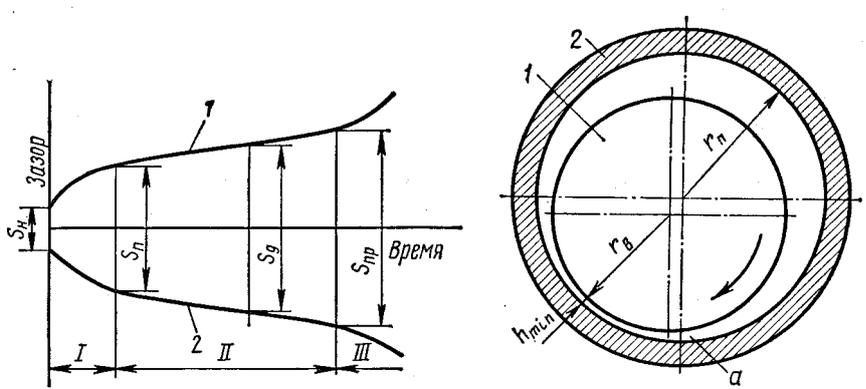


Рис.2.

На основании гидродинамической теории трения Петровым предложена следующая формула для определения толщины слоя в наиболее узком месте масляного клина

$$h_{\min} = \frac{\eta \cdot n \cdot d^2 \cdot c}{18,36 \cdot S \cdot p}$$

$$C = \frac{l}{(d+l)}$$

η - абсолютная вязкость масла, Па·с;

n - частота вращения вала, об/с;

c – коэффициент длины подшипника;

l - длина подшипника, м;

d - диаметр вала, м.

$$S = \tau_n - \tau_e$$

S - зазор начальный (разность диаметров подшипники и вала 2 чп – 2 чв, м).

p – удельная нагрузка на вал, Па.

Согласно исследованиям начальный (оптимальный) зазор S_{on} для сопряжения вал-подшипник должен быть в 4 раза больше минимальной толщины масляного слоя т.е.

$$S_{on} = 4 \cdot h_{\min}$$

Тогда после представленной в формуле можно определить максимальный зазор

$$S_{\max} = S_{on}^2 / (4\delta)$$

где δ - величина (коэффициент) зависящая от шероховатостей вала и подшипника и размера абразивных частей находящихся между ними.

На практике максимальный зазор устанавливается в пределах:

$$S_{\max} = (2,5 \div 5)S_{on}$$

Контрольные вопросы

1. Что такое износ и трение?
2. Виды изнашивания?
3. Факторы влияющие на изнашивание?
4. Что такое предельный и допустимый износы?

ЛЕКЦИЯ № 6 ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Ключевые слова: диагностика, наработка, неисправность, отказ, прогноз, статистика, акустические средства.

План

1. Диагностика и его виды.
2. Методы технической диагностики.
3. Средства технической диагностики.

Эффективность использования машин и оборудования во многом зависит от их технического состояния. Техническое состояние тех или других машин даже при работе в одинаковых условиях не определяется однозначной величиной наработки.

Поэтому необходимо контроль состояния отдельных агрегатов или машины в целом, позволяющей при помощи специальных средств без разборки заблаговременно выявить скрытые неисправности и определить перечень профилактических и ремонтных работ. Диагностика от греческого слова диагностикос – способный распознавать. Диагностика – направление в технике которая ставит своей целью определение, регистрацию и анализ информации, позволяющей оценить техническое состояние машины ли ее элементов без разборки, а также прогнозирование времени возникновения отказов.

Существуют три основных метода прогнозирования отказов:

- статистический;
- индивидуальных измерений с помощью диагностической аппаратуры;
- граничных испытаний.

1) Сущность статистического метода прогнозирования отказов состоит в том, что на основании статистической информации об интенсивности отказов машин строят кривую распределения и определяют время наработки, после которого необходимы профилактика или ремонт.

Точность статистического метода невысока.

2) Сущность метода индивидуальных измерений состоит в том, что с помощью диагностической аппаратуры без предварительной разборки машины непосредственно определяется значение диагностических симптомов (сигналов) и по ним дается заключение о техническом состоянии машины или ее элементов.

3) Метод граничных испытаний основан на том, что прогнозирующие параметры машины или ее элементов определяются при работе в условиях утяжеленных режимов. Это позволяет ускорить обнаружение слабых элементов и скрытых дефектов, которые в процессе эксплуатации могут привести к внезапным отказам.

Техническое диагностирование состоит из следующих основных элементов.

1. Присоединение датчиков к элементам машины.
2. Задание и стабилизация необходимых режимов работы машины.
3. Регистрация параметров выходных сигналов.
4. Измерение зарегистрированных сигналов с необходимой точностью.
5. сравнение сигналов с эталонными значениями.
6. Принятие диагностического решения и выдача результатов диагноза.

Методы технической диагностики

В зависимости от того, какие параметры выходных процессов используются в качестве диагностических сигналов, различают следующие основные методы диагностики технического состояния машин и оборудования:

- акустический, виброметрический, световой;
- функциональный;
- комбинированный.

Сущность акустического метода состоит в том, что различные по величине зазоры сопряжений создают неодинаковые по частоте и силе звуковые сигналы, сравнение которых с эталонными значениями позволяют получить абсолютную величину зазора в сопряжении. Этот метод универсален и дает достаточную информацию о состоянии всех деталей и кинематических пар.

Сущность виброметрического метода заключается в том, что энергия удара в подвижных сопряжениях и амплитуда вибрации пропорциональны величине зазора. Зная величину ускорений вибрации для любого сопряжения и сравнивая ее с эталонными значениями, можно оценить состояние механизма без его разборки (разновидность этого метода является виброакустический метод).

Сущность светового метода диагностики заключается в том, что по интенсивности искрообразования на контактах разрядника или прерывателя судят о техническом состоянии некоторых элементов аккумуляторной батареи, катушки зажигания и других электрических приборов.

Сущность метода функциональной диагностики состоит в том, что с помощью специальных установок (стендов) имитирующих работу машины или ее элемента, примеряют косвенные параметры, характеризующие уровень функционирования элемента или машины в целом.

Поэтому методу диагностируются тормозные системы, состояние рулевого момента, величину свободного хода, износ цилиндропоршневой группы (по изменению железа в масле), топливной аппаратуры (измеряя состав ОГ и температуры их).

Комбинированный метод сочетает в себе различные вышеперечисленные методы.

Средства технической диагностики

В настоящее время существует система средств технической диагностики и прогнозирования состояния машин и оборудования, которая представляет собой совокупность измерительных и вспомогательных приборов и устройств, обеспечивающих полную оценку технологического состояния машины и оборудования без предварительной разборки при оптимальной точности измерений. В ее задачу входит следующее.

К наиболее важным диагностическим средствам машин и оборудования относятся приборы (датчики) для определения: мощности и экономических качеств, состояния топливной системы двигателя, состояния цилиндропоршневой группы, состояние уплотнительных устройств силовой передачи, состояние зубчатых передач и подшипников качения.

Для диагностики технического состояния тракторов и СДМ используются передвижная установка КИ-4270 ГОСНИТИ на базе УАЗ-452. В этой установке имеется ряд приборов: ППГ-1 для определения количества газов прерывающихся в картер двигателя. КИ-4988 ГОСНИТИ – для определения часового расхода топлива. КИ-4887-1 ГОСНИТИ – для определения износа цилиндропоршневой группы двигателя. КИ-4870 ГОСНИТИ – для проверки герметичности воздушного тракта двигателя внутреннего сгорания.

На зонах ТО и ТР устанавливается стенд КИ-4856 ГОСНИТИ для проверки тяговых качеств автомобилей по величине мощности на ведущих колесах, в режиме полного открытия дросселя (скорость от 40 до 80 км/час). Для проверки тормозных систем используется стенд КИ-4998, где измеряется величины тормозной силы при контакте колеса с роликом стенда. Для проверки системы зажигания и электрооборудования автомобилей имеется установка - мотор тестер КИ 4897 ГОСНИТИ. Кроме этих стендов широко применяется ряд переносных приборов для проверки технического состояния отдельных узлов и агрегатов машин.

Э-205 – для проверки электро оборудования.

Э-102 – угла опережения зажигания.

Э-204 – контрольно-измерительных приборов.

Э-206 – системы зажигания.

Э-216 - для пр.прерывателя распределения и многие др.

Контрольные вопросы

1. Что такое диагностика?
2. Основные методы прогнозирования отказов?
3. Из каких элементов состоит техническая диагностика?
4. Методы технической диагностики?
5. Виды средств технической диагностики?

ЛЕКЦИЯ № 7

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС РЕМОНТА МАШИН

Ключевые слова: машина, ремонт, агрегат, узел, очистка, разборка, сборка, испытание, окраска.

План

1. Прием заводом СДМ и оборудования машин на капитальный ремонт.
2. Организация капитального ремонта.
3. Методы ремонта.

Прием заводом СДМ и оборудования в капитальный ремонт производится в соответствии с правилами утвержденными Госстандартом. Общая схема производственного процесса ремонта машин состоит из следующих основных операций:

- приема машины в ремонт;
- наружной мойки машины;
- разборки машины на агрегаты и узлы;
- очистки и мойки агрегатов и узлов;
- разборки агрегатов на детали;
- дефектации деталей;
- ремонта деталей;
- комплектовка деталей;
- сборки агрегатов и узлов;
- испытание их;
- окраска их;
- общей сборки;
- обкатки, испытаний;
- окраски;
- сдача на ремфонд.

Разборочные работы при ремонте

Доставка машины или агрегата на ремонтное предприятие может осуществляться самоходом, на буксире, на трайлере или в кузове автомобиля, по железной дороге и т.д. Если расстояние до ремонтного завода составляет – 15-20 км то транспортируется собственным ходом или буксиром. Если до 200 км то машина транспортируется на трейлерах (прицепах) или на буксирах. Если свыше 200 км пользуется железнодорожным транспортом.

Общая схема производственного ремонта машины

Приемка машины, техпаспорт машины, сопроводительный лист и опись снятых с машины мелких узлов и деталей. При сдаче машины в ремонтное предприятие представитель хозяйства оформляет два экземпляра приемно-сдаточного акта. В акте указывается число отработанных машиной моточасов с начала эксплуатации или после последнего ремонта, техническое состояние

узлов и агрегатов комплектность машины. Для сдачи в ремонт установлено две комплектности.

1 – это полнокомплектные машины, со всеми агрегатами, приборами и аппаратурой.

2 – характеризуется отсутствием платформы, фургона и деталей крепления их к раме.

Строительно-дорожные машины и тракторы сдаются в ремонт полнокомплектными. Для доставки машины с места хранения (из ремфонда) в разборочные отделы, в наружную мойку применяют лебедку, специальное приспособление или ходовой трактор с тросом, либо буксирной штангой. Перед наружной мойкой с машины снимают электрооборудование, оборудования системы питания с воздухоочистителем, контрольные приборы, сиденья, спинку и опорожняют картера и емкости машины. Для наружной мойки машины на гусеничном ходу на ремонтных предприятиях применяют специальные моечные машины ОМ-8036 струйно-камерного типа с поворотным кругом, а для мойки машины на колесном ходу применяют ОМ-5535 с напольным конвейером или с подвижными гидратами.

Разработаны и другие марки моечных машин типа 1100 ГАРО с насосами высокого давления (1-1,5 МПа).

Для выварки и мойки отдельных деталей используются следующие препараты:

Компоненты растворов	Состав раствора г/л воды	
	для чугуна и стали	для детали из алюминия
Кальцентрированная сода	31	20
Каустическая сода	25	-
Жидкое стекло	10	8
Хромпик	5	5
Натрий фосфат	5	-
Мыло хозяйственное	8	10

Температура 80-90⁰С.

При нагаре и накипи выдерживается до 2-3 часов.

Оборудование для мойки

1. Детали ОМ-1438 непрерывного действия для агрегатов; температура 70-80⁰С; Р=0,6-0,8 МПа; t=20-25 м.

2. Детали ОМ-837 – однокамерной моечной машины, периодического действия: Р=0,4-0,6 МПа; Т-90 С; производительность 15-20 машин и агрегатов в смену.

3. ОМ-3181 – однокамерная моечная машина периодического действия; очищаются детали механическим способом.

ОМ-4265 однокамерная моечная машина периодического действия; очистка производится химико-термическим способом Т-380-420 С (для очистки накипи и нагара).

Удаление старой краски

Существует два метода удаления краски:

- механическим способом, при этом способе применяется пескоструйная передвижная установка с последующей очисткой стальными щетками;

- химический способ, для удаления краски часто принимают обработку деталей путем погружения их в ванну с раствором каустической соды концентрации 80-90 г/л при температуре 80⁰С, продолжительность 60 мин. После этого деталь промывают водой, затем пассивируют поверхность детали. Второй способ обрабатывают поверхность специальной смывкой марки АФТ-1, СД которые наносят пульверизатором, через 15-20 мин старая краска вспучивается и легко удаляется металлическими щетками. После чего деталь или машину промывают горячей водой.

Организационные формы капитального ремонта:

- универсальные ремзаводы;
- специализированные ремзаводы.

В специализированных ремзаводах ремонтируют однотипные машины в большом объеме, где возможно организовать поточные линии и тем самым повысить производительность труда, снизить себестоимость ремонта и улучшить качество ремонта.

На универсальных заводах ремонт производится индивидуально и агрегатно узловым методом.

Кроме ремзаводов капремонт СД машин производится на опытно-механических заводах. Капремонт несложных машин выполняют РММ базы механизации ДСУ, ДРСУ, МСУ. Кроме РЗ, РММ капремонт выполняют на ЦРМ.

Технология мойки:

В качестве моющего средства используется слабый раствор каустической соды – 10-20 г/л и чистой воды. Все чаще применяют синтетические моющие средства марки МЛ-51, «Лабомид», МС. Эти препараты добавляются в воду в концентрации 20-35 г/л моющего раствора подогревать до 70-85⁰С.

Давление струи моющего раствора от 0,3 до 0,5 МПа. Продолжительность мойки машины 25-30 мин. Одновременно с наружной мойкой машины промывают ее картеры. После наружной мойки машины поступают на разборные посты.

Разборку машины выполняют в последовательности, предусмотренной технологическим процессом. Процесс разборки условно можно разделить на три этапа.

В первую очередь снимаются те агрегаты и узлы: рабочие органы машины, кабины, капот, оградительные кожухи, тросы, топливный бак и другое.

На втором этапе снимаются внешние узлы и агрегаты двигателя, топливную аппаратуру, радиаторы, механизмы управления, КПП, РК, лебедку и т.д.

На последнем этапе разбирают агрегаты ходовой части машин (задний мост, передняя подвеска механизма рулевого управления).

Некоторые агрегаты и узлы отправляют в специальные цеха для разборки и ремонта двигателя, топливной аппаратуры, электрооборудования, радиаторы, контрольные приборы, сидения, кабины.

Мойка и очистка детали:

Минеральные масла и продукты их разложения плохо смачиваются водой, поэтому в состав моющих растворов вводят щелочи и другие поверхностно-активные вещества.

Известны несколько способов очистки и мойки детали:

1. Химический способ.

2. Механический способ (капроновой крышкой $d=0,5-0,8$ мм).

Препараты для очистки и мойки следующие:

Для стальных и чугунных деталей содержит 50-80 г/л каустической соды и 8-10 г/л хозяйственного мыла. Температура жидкости 80-90⁰С. После мойки необходима промывка деталей водой подогретой до 50-60⁰С.

Синтетические моющие препараты «Лабомид 101», «Л-203», МЛ-51, МЛ-52, МС5-8, где в состав входят: кальцинированная сода, трипофосфат натрия, метасиликат натрия и эмульгаторы 10-15 г/л или 25 г/л. Температура жидкости 75-85⁰С. Продолжительность 10-15 мин.

3. Ультразвуковая очистка деталей – генератор тока образует ударные волны на поверхности детали и ускоряет отрыв загрязнений от детали.

4. Электрохимический (щелочным раствором). При температуре 80⁰С плотность до 1,15 А/м.

5. Химико-термическим способом, от накипи применяют раствор: 65% едкого натрия, 30% азотнокислого натрия, 5% хлористого натрия при температуре 380-420 на установке ОМ-4265 продолжительность 15 мин.

Методы ремонта

В настоящее время наибольшее распространение получили два метода ремонта.

1. Индивидуальный метод.

2. Обезличенный метод

- агрегатный метод;

- агрегатно-узловой метод;

- поточный метод.

Для индивидуального метода характерна установка отремонтированных деталей и узлов на ту же машину с которой они были сняты.

Сущность обезличенного метода заключается в том, что в процессе разборки и деффектации детали машин одной марки обезличиваются, т.е. теряет принадлежность к определенной машине, а отремонтированные детали комплектуются для сборки обезличенных элементов.

Агрегатно-узловой метод ремонта сокращает время пребывания машин в ремонте на 50-60% и в следствии повышается пропускная способность ремонтного завода.

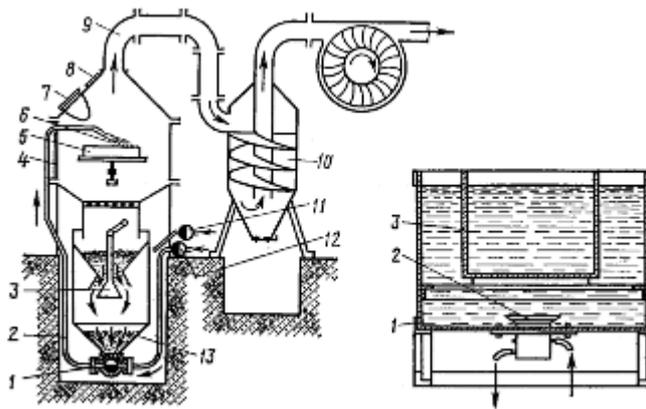


Рис. 1.

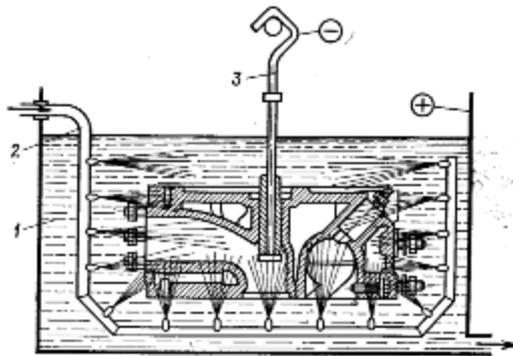


Рис. 2.

Контрольные вопросы

1. Из каких операций состоит прием на капитальный ремонт дорожных машин?
2. Как организуется капитальный ремонт?
3. Какие методы ремонта знаете?

ЛЕКЦИЯ № 8 КОНТРОЛЬ И СОРТИРОВКА ДЕТАЛЕЙ (ДЕФЕКТАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ)

Ключевые слова: дефект, магнитный метод, температура, лучевой метод, деталь, генератор, индикатор, зазор, обкатка, испытание.

План

1. Дефектация деталей.
2. Методы выявления дефектов.
3. Технология обкатки и испытания агрегатов и машин.

Дефектация деталей имеет целью оценить техническое состояние продукции и определить ее пригодность к дальнейшей эксплуатации.

При дефектации выявляют:

- износы рабочих поверхностей детали в виде изменений размеров и геометрических форм деталей, наличие царапин;
- остаточные деформации деталей в виде изгиба, скручивания;
- трещины, обломы, пробоины;
- изменение физико-механических свойств поверхностного слоя детали в результате действия высоких температур, химического воздействия среды и др. факторов.

Дефектация деталей выполняют после их очистки, обезжиривания и мойки. Крупные детали (рамы, блоки) дефектуют в разборочном отделении. Остальные детали дефектуют в специальном отделении, оснащенном соответствующими инструментами, приборами и стендами. При дефектации деталей должны строго соблюдаться технические требования на их контроль и сортировку. Все детали сортируют на три группы: 1. годные; 2. требующие ремонта; 3. негодные. После сортировки детали маркируют (окрашивают) тем или иным цветом: годные – белым, подлежащие ремонту – зеленым, негодные – красным. Годные детали поступают в комплектовочные отделения; требующие ремонта – в склад ДОР (детали ожидающие ремонта); негодные – в металлолом.

Результаты дефектации деталей заносят в ведомость дефектов на основании которой определяют потребность в новых деталях и объем работ по ремонту неисправных деталей.

Способы выявления дефектов

Дефекты выявляют с помощью различных приборов, шкальными инструментами, стендами, а также внешним осмотром. После внешнего осмотра посадочное место замеряют измерительными инструментами для того, чтобы определить износ и деформацию детали. Для замеров применяют микрометры, штангенциркули, индексы часового типа, индикаторные нутрометры, нормальные калибры (скобы, пробки) зубомеры и различные шаблоны.

Магнитный метод контроля

Деталь обильно смочить магнитной суспензией, тогда частицы магнитного порошка будут осаждаться в зоне поля рассеивания, указывая место расположения дефекта. Если в детали имеется дефект то при прохождении магнитного потока через деталь, около дефекта происходит рассеивание магнитных силовых линий с образованием местного магнитного поля.

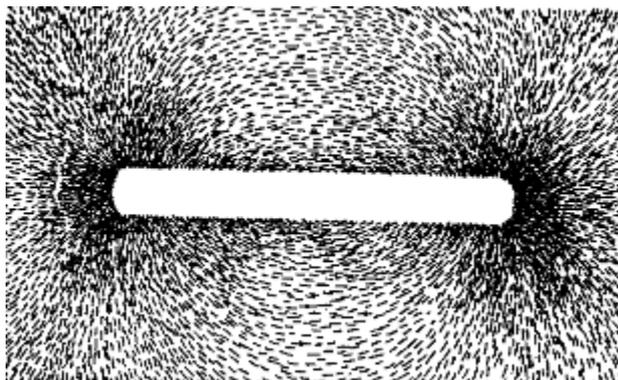


Рис. 1.

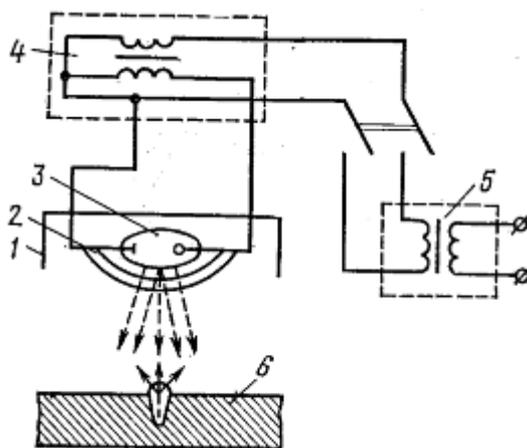


Рис. 2.

Магнитную суспензию готовят из смеси керосина и трансформаторного масла в соотношении 2:1 и 50 г. порошка оксида железа на 1 л.

Этот метод позволяет выявить трещину шириной около 5 мкм. Магнитные дефектоскопы УМД-9000, М-217, ЗИЛ, ЦНВ-3 и типа МК (магнитный карандаш).

Ультразвуковой метод контроля

Основан на свойстве ультразвуковых волн отражаться от границы двух сред (толщи металла и пустоты в виде трещин), в следствии резкого изменения плотности среды и акустического сопротивления, которых регистрируется на экране установки или гальванометре и показывает место дефекта и его размеры. На ремонтных заводах используется ультразвуковой дефектоскоп типа УЗД-7И, ДСК-1.

Лучевой метод контроля (рентгеновскими лучами и гамма-лучами)

Который в ремонтном производстве не нашел практического применения.

1. Ультразвуковой генератор
2. Пьезоэлектрический излучатель
3. Деталь
4. Дефект
5. Индикатор
6. Усилитель
7. Приемник
8. Ультразвуковые лучи

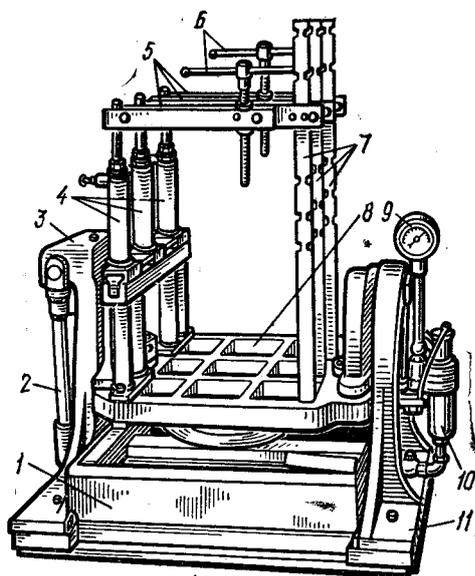


Рис. 3.

Люминесцентный метод контроля применяется для выявления дефектов детали выполненных в основном из немагнитных материалов. Смачивающие жидкостью люминофоры наносят на поверхность деталей. Люминофоры готовят из смеси керосина, бензина и трансформаторного масла в соотношении 50%-25%-25% соответственно. После некоторой выдержки (15-20 мин) люминафор проникает в трещины, а с поверхности детали его удаляют, протирая деревянными опилками и щетками. Очищенную поверхность обдувают воздухом и наносят на нее проявляющее вещество – силкачень, тальк, углекислый магний. После этого деталь осматривают на установках. Под действием ультрафиолетовых лучей люминафоры начинают светиться показывая таким образом место расположения трещины. В промышленности выпущены люминиционные установки марки ЛЮМ-1 – переносной, ЛД-4 – стационарный.

Сборка при ремонте. Комплектование деталей

Комплектование деталей заключается в подборе и пригонке полного комплекта деталей, входящих в состав сборочной единицы или агрегата. Некоторые сопряжения нельзя раскомплектовать, в том случае если они мало изношены и будут использованы в работе. Например: блок с крышками и гайками крепления коренных подшипников, шатуны с крышками, болтами и гайками, вкладыши подшипников и коленчатый вал, цилиндрические и конические шестеренки трансмиссии, корпус заднего моста стаканами и подшипниками и др. сопряжения не раскомплектовывают.

На ремонтных предприятиях приняты два способа подбора сопряженных деталей: штучный и групповой.

Штучный подбор заключается в том, что к одной детали имеющий какой-то действительный размер, подбирают вторую деталь данного сопряжения исходя из величины допускаемого при их сборе зазора или натяга. Например, гильзы и поршни двигателя обрабатываются с широким полем допусков, а зазор между ними может быть в пределах 0,30-0,34 мм. Гильза и поршень подбираются по зазору при помощи двух щупов: толщина одного равна 0,30

мм, а другого 0,34 мм. Если поршень с тонким щупом (0,30) проходит по всей длине гильзы свободно, а со щупом 0,34 мм не проходит, такие поршень и гильзу считают скомплектованными. Метод трудоемкий, затрачивается много времени на подбор деталей.

Групповой подбор характеризуется тем, что сопряженные детали после их обработки и контроля предварительно сортируют по размерам на определенные группы:

- детали с максимально допустимыми диаметрами отверстий, собирают с группой валов, диаметры которых выполнены с наибольшими размерами;
- детали с диаметрами отверстий близкими к нижнему пределу собирают с валами минимальных размеров.

Отсортированные детали клеймят цифрами или буквами. Например, А,Б,В,Г или 1,2,3,4.

Количество групп зависит от конструктивного допуска и монтажного зазора в сопряжении.



Рис. 4.

$$d_g = 20^{-0,08}$$

$$d_g = 20^{+0,04}$$

$$\delta_g = 0,08$$

$\Delta_{\text{зазор}}$ - монтажный зазор (минимальный) = 0,20 ÷ 0,05

$$\text{тогда } i = \frac{\delta_g}{\Delta_z} = \frac{0,080}{0,020} = 4 \text{ группы}$$

размеры:

$$1 \text{ группа } d_g = 20^{-0,08} \quad d_0 = 20^{-0,03}$$

$$2 \text{ группа } d_g = 20^{-0,04} \quad d_0 = 20^{-0,01}$$

$$\text{и т.д. } 3 \text{ гр. } d_g = 20^{-0,02} \quad d_0 = 20^{-0,0}$$

Групповой метод нашел в ремонтном производстве широкое применение. При комплектовке, детали подбирают также по весу: для двигателей – поршни в одном комплекте должны отличаться друг от друга по весу не более чем на 15 гр. Комплектование деталей значительно ускоряет и упрощает сборочные работы.

Кроме предварительной сортировке и подбора деталей при сборке необходимая точность достигается путем применения компенсаторов или подгоночной детали по месту. При сборке и применением компенсаторов необходимую точность соединения получают благодаря изменению размера одного из элементов, входящих в сборочную единицу, т.е. позволяет регулировать сопряжение в пределах заданной точности.

Пример компенсаторов служат регулировочные прокладки, установочные и промежуточные кольца, шайбы, втулки с конргайками, стопорные винты, подвижные клипы, регулируемые резьбовые детали и т.д.

При сборке с подгонной деталью по месту, требуемый характер сопряжения достигается снятием с поверхности одной из деталей дополнительного слоя металла. Наиболее часто применяют следующие виды пригоночных работ: опиловку и зачистку, пришибивание, притирку, полирование, развертывание и др.

Технология обкатки и испытание агрегатов машин

Обкатка имеет целью обеспечить приработку поверхностей подвижных соединений и выявить дефекты, возникающие в результате ремонта и сборки (чрезмерный нагрев узлов трения, течь жидкости, повышенный шум, вибрации и др. неисправности).

Приработка деталей имеет большое значение для дальнейшей нормальной эксплуатации машин. При ремонте СДМ обкатке подвергают главные редукторы, КПП, двигатели, задние мосты и др. агрегаты, а также машины в целом. После обкатки агрегаты и машины подвергают испытаниям.

Процесс обкатки состоит из трех этапов:

- холодная обкатка;
- горячая обкатка в холостую;
- горячая обкатка под нагрузкой.

Техпроцесс холодной обкатки

а. без компрессии $n=500-600$ об/мин

продолжительность – 20 мин

б. с компрессии $n=700-800$ об/мин

продолжительность – 30 мин

t охлаждения жидкости – не более 85 С

t масла в картере – не более 85 С

P масла в магистрали – 0,12 МПа

Техпроцесс горячей обкатки в холостую

При $n=800-900$ об/мин

Продолжительность – 15 мин,

затем при $n=900-1000$ об/мин

продолжительность – 15 мин

t охлаждения – 85С

t масла в картере – 95С

$P=0,22$ МПа при нормальной частоте вращения.

Стенд для обкатки двигателя – К-2139П; КИ-4237 и т.д.

Горячая обкатка под нагрузкой производят с постепенным наращиванием мощности двигателя до номинального в течении 1,5 часа

t масла не более 95С

t охлаждения 85С.

По окончании горячей обкатки не останавливая машины, двигателя или агрегата производят испытания. Испытания – это экспериментальное определение значений параметров и показателей качества продукции в

процессе функционирования. Например, двигатель испытывают на развиваемую мощность определяя часовой расход и удельный расход топлива.

Определение N ограничивается до 5 мин так как еще приработаны не полностью

$$N_e = P \cdot n / (k \cdot \eta)$$

P – показания вексового мо-ма тормоза, Н;

n – частота вращения вала, об/с;

- КПД редуктора стенда (0,98);

K – переводной коэффициент в КВт.

Часовой расход $G=3,6g/t$ кг/час

g - масса топлива во время испытания, г;

t – время испытаний, с.

$$g_e = 1000G/N_e$$

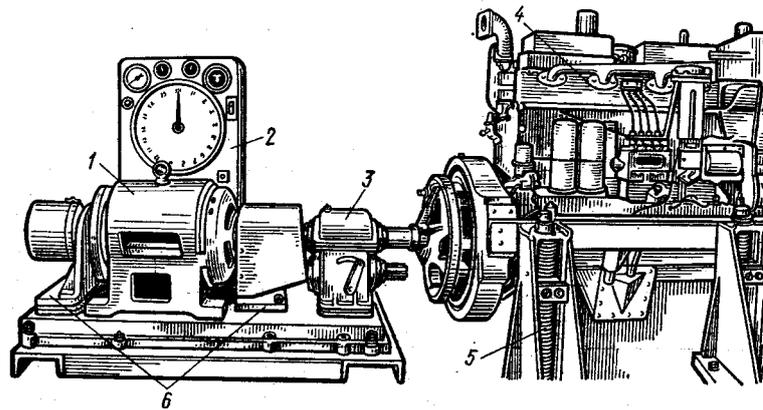


Рис. 5.

Контрольные вопросы

1. Как выявляется дефектация деталей
2. Какие бывают методы контроля дефектов
3. Какую цель имеет обкатка
4. Виды стендов для обкатки двигателей

ЛЕКЦИЯ № 9 О СПОСОБАХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

Ключевые слова: дефект, сварка, наплавка, напыление, паяние, ремонт, диаметр, размер.

План

1. Пути восстановления деталей.
2. Ремонт деталей методами механической обработки.
3. методика определения ремонтных размеров.

Дефекты деталей могут проявляться в виде износов, механических повреждений (трещины, отколы) поверхностей и в виде деформации самих деталей (коробление, скручивание и изгиб), а также в некоторых случаях изменяются физико-химические свойства металла, из которого изготовлена деталь. Износ деталей связан с изменением их геометрической формы и номинальных размеров, что вызывает изменение первоначальной посадки сопряжения. Таким образом, ремонт сводится к восстановлению работоспособности деталей и обеспечению первоначальной посадки сопряжения, установленной техническими условиями. Это может быть достигнуто двумя принципиально разными путями:

- изменением первоначального номинального размера изношенной детали с получением правильной геометрической формы;
- получение правильной геометрической формы детали с восстановлением первоначального номинального размера.

Каждый из этих путей может быть осуществлен различными технологическими методами, которые можно разделить на следующие группы:

1. Методы механической обработки.
2. Сварка и наплавка.
3. Металлизация напылением.
4. Электролитические и химические покрытия.
5. Применение при ремонте полимерных материалов.
6. Методы пластического деформирования.
7. Паяние.
8. Электрофизические и электрохимические методы обработки.

Ремонт детали методами механической обработки

Механическую обработку применяют в качестве подготовительных и заключительных операций при восстановлении деталей наплавкой, сваркой, электролитическими покрытиями, металлизацией, напылением и др. методами, а также в качестве самостоятельного метода ремонта, к которому относятся обработка деталей под ремонтные размеры, восстановление их, постановкой дополнительных деталей и заменой элемента детали.

Если при механической обработке изношенной поверхности детали изменяется ее первоначальный размер (номинальный) то новый размер будет называться ремонтным. Механическая обработка деталей под ремонтный размер восстанавливает правильную геометрическую форму, необходимую частоту поверхности и обеспечивает требуемый зазор или натяг. Ремонтные размеры могут быть трех видов: стандартный, регламентированный, свободный.

Рассмотрим методику определения ремонтных размеров на примере сопряжения вал-втулки. Необходимо отметить, что у более дорогостоящей детали сопряжения неравномерный износ устраняют механической обработкой под ремонтный размер, а менее дорогостоящую деталь заменяют новой, имеющей ремонтный размер.

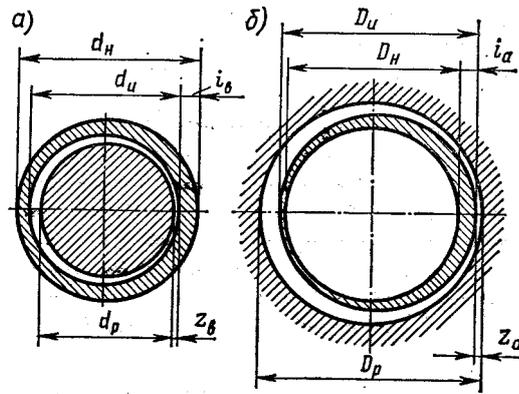


Рис. 1.

$$d_p = d_n - 2(i_\sigma + z_{\min})$$

$$d_p = d_n - \omega$$

где: d_n - диаметр нового вала; d_u - диаметр изношенного вала; i_σ - односторонний износ наибольший; z_{\min} - минимальный припуск на мех. обработку.

величина износа определяется измерительными инструментами, замер производят нескольких деталей и определяют среднюю величину износа i_{cp} .

Величина припуска на механическую обработку назначается с учетом характера обработки, типа оборудования, размера, материала детали. Минимальный припуск на одну сторону при обработке вала определяют:

$$z_{\min} = R_z + T + \rho + E_i$$

R_z - микронеровности поверхности изношенного вала;

T - толщина дефектного слоя поверхности вала перед ремонтом;

ρ - прогиб вала;

E_i - неточность базирования вала на станке.

Ориентировочно припуск на сторону при чистовой обточке и расточке составляет – 0,05-0,1 мм, при шлифовании – 0,03-0,05 мм.

Значение 1 – ремонтного размера для рассматриваемого случая определяется по формуле

$$d_{p1} = d_n + 2(i_\sigma + z_{\min})$$

Для отверстия

$$D_{p1} = D_n + 2(i_\sigma + z_{\min})$$

Обозначив $2(i_\sigma + z_{\min})$ через ω

ω - ремонтный интервал

Получим

$$d_{p1} = d_n + \omega$$

$$d_{p2} = d_n + 2\omega$$

$$d_{pn} = d_n + n\omega$$

где n – число ремонтных размеров, которое определяется по формуле.

$$n_6 = \frac{d_n - d_{\min}}{\omega}$$

$$n_{отв} = \frac{D_{\max} - D_n}{\omega}$$

d_{\min} - минимально допустимый диаметр вала.

D_{\max} - предельно допустимый диаметр отверстия.

Эти предельно допустимые размеры вала и отверстия, до которого можно обрабатывать деталь под ремонтный размер. Они определяются прочностью детали и глубиной поверхностного слоя.

Ремонтные размеры применяются для таких деталей, как поршень, поршневые кольца, пальцы вкладыши, коленчатый вал, цилиндр и др. При свободных ремонтных размерах в зависимости от характера и величины износа детали могут получать различные размеры (шестеренка валика, катки и др.).

Способ ремонтных размеров поучил значительное распространение, так как общедоступен и относительно дешев. Есть и недостатки этого метода. Нарушение взаимозаменяемости деталей, усложнение дефектации и механической обработки деталей, усложнение процесса комплектования деталей перед сборкой и др.

Восстановление деталей постановкой дополнительных ремонтных деталей применяют для восстановления посадочных отверстий в корпусах под подшипники качения, запрессовкой ремонтных втулок, резьбовых отверстий в корпусных деталях, постановкой резьбовых ввёртышей, компенсации износа в сопряжении установкой шайб.

Техпроцесс состоит из следующих операций:

1. Механическая обработка изношенного отверстия под увеличенный размер.
2. Запрессовка ремонтной втулки.
3. Фиксация ремонтной детали.
4. Механическая обработка отверстия втулки до требуемого размера.

Ремонт с заменой элемента детали. Этим способом ремонтируют дорогостоящие детали, если ее элемент вышел из строя. Например, многовенцовое зубчатое колесо КПП, где зубчатый венец оказался выкрошенным. Этот венец срезают и напрессовывают новый, который стопорят сваркой и нарезают новые зубья, затем зубья венца палят ТВЧ.

Контрольные вопросы

1. Как появляются дефекты деталей
2. Пути восстановления деталей
3. Как ремонтируются детали методами механической обработки
4. Как определяется ремонтный размер вала
5. Как определяется n -число ремонтных размеров

ЛЕКЦИЯ № 10

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ СВАРКОЙ И НАПЛАВКОЙ

Ключевые слова: сварка, наплавка, напряжение, стан, ток, трансформатор, электрод, газовая сварка.

План

1. Восстановление деталей сваркой и наплавкой
2. Особенности сварки групповых деталей
3. Восстановление наплавкой
4. Электроды для дуговой сварки
5. Сварка деталей из алюминия и его сплавов

На ремонтных предприятиях сваркой и наплавкой восстанавливают свыше 50% деталей СДМ. Сварку применяют для заделки трещин, пробоин, отколов и устранения других механических повреждений деталей. Наплавку – для восстановления размеров изношенных поверхностей деталей и увеличения их износостойкости.

Широкое распространение при ремонте СДМ сварки и наплавки объясняется быстротой выполнения операции, относительной несложностью технического оборудования и экономичностью процессов. Однако сварка и наплавка имеют ряд недостатков: изменение структура основного металла в зоне термического влияния и появление местных напряжений, приводящее к короблению деталей, снижению усталостной прочности и даже появлению трещин, затруднения при сварке деталей из легированных сталей и деталей изготовленных из чугуна. При ремонте СДМ наибольшее распространение получили дуговая и газовая сварки и наплавка деталей. Для дуговой сварки и наплавки используют источники переменного или постоянного тока. Источник переменного тока – сварочные трансформаторы: ТС-300, ТД-300, ТД-5, ОСТА-350 и др. в индексации моделей трансформаторов числа 300, 350, 500 означают номинальную силу сварочного тока, в Амперах.

Источники постоянного тока делятся на сварочные выпрямители (ВДГ-301, ВДГ-350 и др.) и сварочные преобразователи ПСО-300, ПС-500 и др., состоящие из электродвигателя переменного тока и генератора постоянного тока. На качество сварки наплавки деталей большое влияние оказывает правильный выбор электрода и режим работы.

При сварке постоянным током электрическая дуга горит более устойчиво, причем на положительном полюсе выделяется тепла больше чем на отрицательном (температура соответственно 4200 и 3500С). В связи с этим детали, из высокоуглеродистых и низколегированных сталей, во избежание образования в результате перегрева закалочных трещин, сваривают при подключении детали к отрицательному полюсу т.е. при обратной полярности. Таким способом варят детали небольшой толщины, что позволяет избежать прожога.

Для сварки конструкционных низкоуглеродистых и низколегированных сталей (15x20) применяют электроды Э-34, Э-38, Э-42, Э-46, Э-42А (где цифры означают предел прочности шва при растяжении).

Для наплавки поверхностей электроды ЭН-18Г4-35 ЭН-20Г4-40 и др. (18,20% содержание углерода. Г4 содержание легирующего элемента, 40 твердость шва по Роквелли, HRC). Эти все электроды обмазаны тонким покрытием (обмазкой). Покрытие состоит из смеси 80-85% мела и 20-15% стекла.

Электроды с толстым покрытием обозначаются УОНИ 13/45, УОНИ 13/55. Для легированных сталей используются электроды марок ЛЗН-300, ОЗН-350, ОЗН-400 (где 400 – твердость по Бриггс).

Хорошая износостойкость деталей, рабочих органов СДМ (бульдозеров, скреперов, грейдеров, плиты камнедробилок, зубья ковшей экскаваторов) обеспечивается наплавкой электродом Т-590, Т-620 и др.

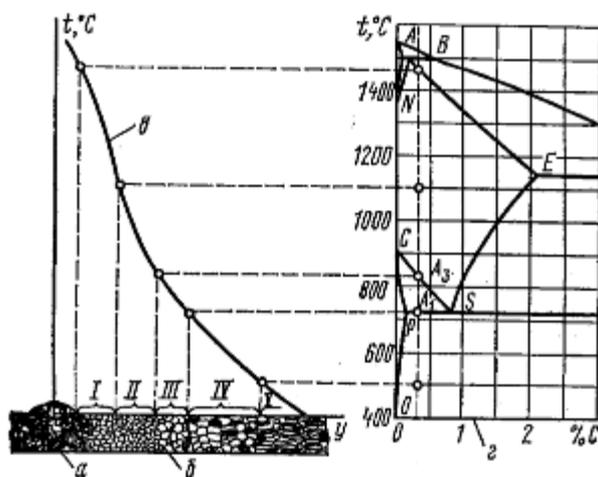


Рис. 1.

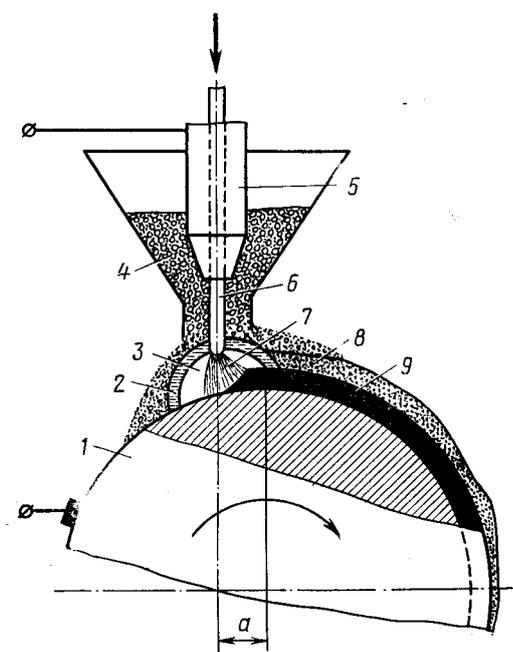


Рис. 2.

Особенности сварки чугунных деталей

Горячая и холодная сварка в основном производится газовой горелкой. При горячей сварки деталь нагревают до 600-650С. В качестве электрода используются чугунные прутки типа А и Б (для холодной сварки). Можно использовать поршневые кольца из серого чугуна. В качестве флюса используется техническая бура или смесь состоящая из 50% буры, 47% двууглекислого натрия, 3% окиси кремния.

Неответственные детали варят другой сваркой, при этом используют электроды ОМ4-1 представляющие собой прутки Б с покрытием (мел, графит, ферромарганец, жидкое стекло).

Холодную сварку чугунных деталей можно производить на электродах марки ЦЧ-4, АПЧ-1 (состав никель с содержанием титана) и электродов на основе медных сплавов марки ОЗЧ-1, МПЧ-1, которые изготавливают из медной проволоки с покрытием содержащий железный порошок. Сварку выполняют постоянным током обратной полярности, т.к. температура электрода выше (на 500-700 С), чем на детали. Необходимая сила сварочного тока может быть определена по формуле

$$J = (\beta + \alpha d_s) d_s, \text{ ампер}$$

β, α - опытные коэффициенты.

$\alpha=6; \beta=20$ для ручной сварки.

Наплавка

$$J = 110d_s + 10d_s^2$$

Восстановление наплавкой

Наплавкой восстанавливают размеры деталей и получают на их рабочих поверхностях износостойкие покрытия. Для наплавки малоуглеродистой стали электродами служит ОММ-5 типа Э-42 и УОПИ 13/45 типа Э-42А.

При наплавке деталей из среднеуглеродистых и легированных сталей (марок 30, 45, 35, 3-х, 40х, 45х) применяются электроды ОЗН-250, ОЗН-300, ОЗН-350 и др. Наиболее универсальным способом, получившим большое распространение в практике является автоматическая наплавка под слоем флюса, оборудование - токарный станок, источник питания ПСО-500, ПСЧ-500, ПСД-500, ТСД-1000. В состав флюса входят: хром, марганец, серебристый графит, ферросилиция.

Прогрессивным методом наплавки в настоящее время стал вибродуговая наплавка.

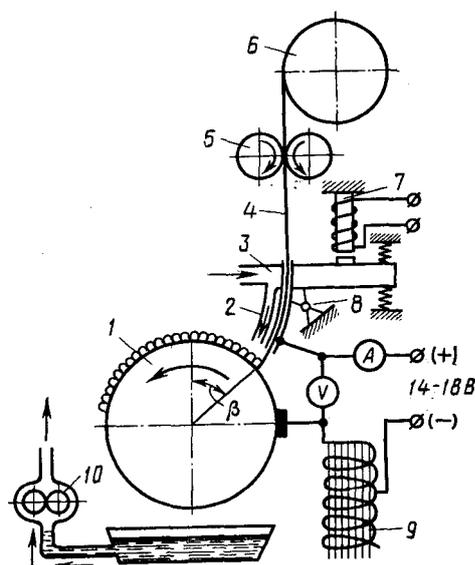


Рис. 3.

В ремонтной практике используют наплавочные головки с электромагнитным вибратором типа УАНЖ-5, ВДГ-5 и головки с магнитным вибратором типа ОКС-1252А, КУМА-5М.

Присадочные материалы

Присадочные материалы служат для компенсации угара металла и заполнения зазора или канавки между соединяемыми частями. Они должны подбираться так, чтобы сплав, образовавшийся, при сварке обеспечивал высокое качество шва. При выборе присадочной проволоки следует учитывать следующие рекомендации:

1. Увеличить количество элементов, интенсивно выгорающих при сварке.
2. Ввести элементы, более активно соединяющие с кислородом по сравнению с основной и легирующими компонентами сплава.
3. Уменьшить количество элементов оказывающих вредное воздействие на шов.

Присадочные материалы приведены в ГОС 2246-70. В нем указано 77 марок присадочных материалов диаметром от 0,3 до 12 мм. Пример: СВ-ОВ, СВ-08Г2С для конструкционных мало и среднеуглеродистых сталей; СВ-18ХГСА, СВ-30ХГСА для легированных сталей. Для наплавки деталей НП-50, НП-30ХГСА, НП-60, НП-60Г.

Электроды для дуговой сварки

Электрод представляет собой металлический стержень покрытый специальной обмазкой. Стержень электрода изготавливается из присадочного материала. Обмазка или покрытие электродов стабилизируют дугу и улучшают качество шва. Покрытия наносимые на электроды делятся на две основные группы:

- тонкие или стабилизирующие;
- толстые или качественные.

Тонкие покрытия электродов служат только для стабильного горения дуги. Толщина слоя такого покрытия от 0,1-0,25 мм, а его масса составляет около 2% от массы присадочного материала (стержня электрода).

Неустойчивое горение дуги при сварке тонким электродом обеспечивается недостаточной ионизацией дугового промежутка, вследствие чего затруднен перенос электронов от катода к аноду (от электрода к свариваемому металлу).

Для увеличения электропроводности дугового промежутка и следовательно повышение устойчивости горения дуги в состав обмазки добавляют такие компоненты, как природные минералы калия, натрия или кальция, бихромат калия, поташ, калиевая селитра, полевои шпат и др. На практике в основном применяется мел с добавкой к нему 25% жидкого стекла для связи. Электроды марки Э-34 до Э-42, Э-145.

Толстые (качественные) обмазки в отличие от стабилизирующих не только повышают устойчивость горения дуги, но и улучшают качество сварного шва, благодаря тому, что расплавленный металл во время сварки защищен от вредного воздействия атмосферы, шлаком и газами, а так же легированием шва, за счет легирующие компонентов, которые входят в состав покрытия. Такое покрытие имеет толщину до 2 мм на стороне и составляет 20-40% от массы металлического стержня. В состав толстых покрытий входят компоненты:

1. ионизирующие (мел, мрамор и т.д.).
2. газообразующие (органические соли).
3. шлакообразующие (полевои шпат, песок).
4. связующие (жидкое стекло, денетрин).
5. легирующие (ферромарганец, ферросилицит и др.).

На основе этих компонентов готовят следующие электроды УОНИ 13/45, УОНИ 13/55, для сварки низколегированных сталей. ОЗН-300, ОЗН-350, ОЗН-400 для сварки высоколегированных сталей.

Обозначение:

1. св.электрода ЦМ-7-Э-42-5, О-Т ГОСТ 9467-60 d=0,5 мм
Т – состав покрытия рутилова марка электрода ЦМ-7 тип Э-42, где 42 – пр. прочности на разрыв.
2. Наплавочного электрода ОЗН-300-ЭН-15ГЗ-25-5,0
ОЗН – марка электрода
300 – твердость шва по НВ
Тип – ЭН
15 – 0,15%С
ГЗ- 3% марганец
25 – твердость по Роквелла
5,0 – диаметр электрода

Сварка деталей из алюминия и его сплавов

Сварка деталей из алюминия и его сплавов затруднена по следующим причинам:

1. При сварке образуются тугоплавкие пленки оксидов температурой плавления 2050С, а температура плавления – 660С.
2. Алюминий и его сплавы в расплаве весьма жидкотекучие, а при остывании имеют большой коэффициент усадки.
3. При температуре 400-500С А1 и сплавы приобретают повышенную хрупкость, что способствует образованию при сварке трещин.

4. А1 сплавы обладают значительной растворимостью в расплавленном металле водорода и др. газов, что способствует образованию пористого шва.

Детали из алюминиевых сплавов соединяют газовой или дуговой сваркой. При всех способах соединения деталь перед сваркой необходимо подвергнуть нагреву до температуры 200-250С, что предотвратит коробление и трещины. После сварки подвергают термообработке до 300-350С и охлаждают вместе с печью. При газовой сварке применяют флюс марки АФ-4А. При дуговой сварке электрод марки ОЗА-1, ОЗА-2.

Контрольные вопросы

1. Применение сварки и наплавки при восстановлении деталей?
2. Какие особенности сварки чугуновых деталей?
3. Как восстанавливаются детали наплавкой?
4. Какие электроды применяются для дуговой сварки?
5. Как производится сварка деталей из алюминия и его сплавов?

ЛЕКЦИЯ № 11 ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАПЛАВКОЙ

Ключевые слова: электрод, наплавка, сварка, шлак, сормайт, хром, бор, титан, ферросплав, карбид, флюс.

План

1. Восстановление деталей наплавкой и типы электродов.
2. Способы наплавки.
3. Флюсы, применяемые при наплавки.

Наплавкой восстанавливают размеры деталей и получают на их рабочих поверхностях износостойкие покрытия, наплавка производится специальными электродами, а также электродами, применяемыми при сварке.

При восстановлении изношенных деталей электродуговой наплавкой выбор электродов зависит от марки стали наплавляемой детали, необходимой твердости покрытия и износостойкости наплавленного слоя. Наплавку изношенных поверхностей деталей, изготовленных из малоуглеродистой стали и не подвергавшихся термической или химико-термической обработке можно проводить сварочными электродами ОММ-5 типа Э-4 и УОНИ-13/45П типа Э-42А. При восстановлении деталей из среднеуглеродистой, термически не обработанной или нормализованной стали применяют электроды УОНИ-13/55 типа Э-50А.

При наплавке деталей из среднеуглеродистых и легированных сталей (например, сталей марок 30,35,45,30Х,40Х), закаленных сталей, а также малоуглеродистой стали с цементированной поверхностью должны применяться специальные наплавочные электроды ОЗН-250, ОЗН-300, ОЗН-

350, У-340. Металл, наплавленный этими электродами, имеет малую склонность к короблению и образованию трещин.

Кроме того, электроды ОЗН обеспечивают легкое отделение шлаков от наплавленного металла, хорошее формирование и высокую плотность шва, который легко обрабатывается режущими инструментами.

Цифры, стоящие после индекса ОЗН, указывают на среднюю твердость наплавленного слоя металла по Бринеллю.

Стержни наплавочных электродов изготавливаются как из углеродистой так и из легированной сварочной проволоки. Легирующие элементы вводят в наплаваемый слой как из материалов покрытия и стержня, так и только из материала покрытий.

Стержень электродов Т-590 изготовлен из проволоки Св-08, а электродов Т-620 - из проволоки Св208А. Покрытие электродов Т-590 легировано хромом и бором, а электродов Т-620, кроме того, титаном.

В последние годы для получения наплавленных слоев высокой твердости применяют порошковые электроды - трубчатые стержни диаметром 2-8 мм из малоуглеродистой стали с наполнителем. В качестве наполнителя используют твердые сплавы, чаще всего сормайт, ферросплавы, карбид вольфрама. Выпускаются трубчатые наплавочные электроды ЭТГ-1, ЭТГ-2, ЭТН-3, ЭТН-4.

В последние годы на ремонт предприятиях для восстановления изношенных деталей применяются различные способы автоматической и полуавтоматической наплавки: наплавка под слоем флюса, вибродуговая наплавка, наплавка в среде защитных газов, электроконтактная наплавка и др.

Наиболее универсальным способом, потучившим большое распространение в практике, является автоматическая наплавка под слоем флюса. Этот способ применяют главным образом для восстановления деталей больших габаритов, и сечений, имеющих значительный износ; деталей ходовой части тракторов и экскаваторов, осей и валов большого диаметра, зубьев ковшей экскаваторов, ножей отвалов бульдозеров, щек камнедробилок, лопастей смесительных машин и т.д.

Электрическая дуга горит между концов электродной проволоки и деталью. Проволока подается в зону наплавки при помощи механизма подачи. Из бункера в зону горения дуги поступает флюс, где часть его плавится, образуя эластичную оболочку, которая защищает расплавленный металл от взаимодействия с кислородом и азотом воздуха. Не использованный флюс возвращается в бункер. Под давлением газов, выделяющихся при наплавке, эта оболочка оттесняется, образуя газовый пузырь, в котором и горит дуга.

После перемещения дуги расплавленный флюс затвердевает, превращаясь, в шлаковую корку, которая затем отделяется легкими ударами. Шлак может быть повторно использован в смеси со свежим флюсом. Слой флюса в сыпучем состоянии покрывает зону горения дуги и создает давление на расплавленный металл, благодаря чему происходит хорошее формирование слоя наплавленного металла.

В состав оборудования для автоматической наплавки входит сварочная головка, источник питания, токарный или специальный станок и аппаратный ящик.

Наибольшее распространение получили сварочные головки: А-580М, типа АБС, АДС-1000-3, А-874Н и др. Для полуавтоматической наплавки применяют шланговые полуавтоматы ПШ-5, ПШ-54, ПДШМ-500. В качестве источников питания используют сварочные преобразователи ПСО-500, ПСУ-500, сварочные трансформаторы типа ТСД-500 и ТСД-1000, сварочные выпрямители ВСС-400, ВКСМ-500, ВКСМ-100 и др. Наплавка на постоянном токе ведется на обратной полярности при напряжении 26-36 В, плотность тока значительно больше, чем при ручной сварке. Скорость наплавки т.е. скорость перемещения электрода относительно детали или детали относительно электрода, бывает обычно в пределах от 12 до 45 м/ч, а скорость подачи проволоки - 80-120 м/ч (допускается до 300 м/ч). Толщину наплавляемого слоя регулируют, изменяя диаметр и скорость подаем электрода или шаг наплавки. Обычно шаг наплавки принимается равным 3-12 мм, каждый валик должен перекрывать предыдущий на 1/3 -1/2 его ширины.

Флюсы, применяемые при наплавке, подразделяются по способу своего приготовления и на два основных вида: плавленые и керамические.

Плавленые флюсы получают сплавлением компонентов. В своем составе они имеют в основном стабилизирующие, шлако и газообразующие элементы, но не содержат легирующих элементов и следовательно, не могут придать высокую твердость наплавленному слою. Наибольшее распространение получили флюсы марок АН-348А, ОСЦ-45 и АН-60, применяемые для наплавки углеродистыми и низколегированными проволоками или лентами как сплошными, так и порошковыми.

Керамические флюсы, кроме компонентов плавленых флюсов, содержат легирующие, добавки, обычно в виде ферросплавов (феррохром, ферромарганец и др.) для получения наплавленного слоя с нужными свойствами. Наплавку под сдоем керамического флюса ведут низкоуглеродистыми проволоками без последующей термообработки наплавленного слоя. В настоящее время широкое применение нашли флюсы АНК-18 и АНК-19, в состав которых входит хром и марганец. При отсутствии нужных керамических флюсов можно изготовить собственными силами заменяющие их смеси, например, добавляя в плавленный флюс АН-348А чугунную стружку либо серебристый графит (4-6) или ферросплавы (например, феррохром 2%).

К другим способам автоматической наплавки, широко применяющимися при восстановлении деталей типа валов, относится наплавка вибрирующим, электродом, получившая название вибродуговой наплавки. Вибродуговая наплавка отличается от наплавки под слоем флюса, тем что при этом способе наплавки конец электрода совершает колебательные движения в плоскости, перпендикулярной к наплавляемой поверхности, а также тем, что наплавленный слой охлаждается.

Наплавочная головка устанавливается на суппорт токарного станка и перемещается с ним вдоль детали, а наплавляемая деталь устанавливается в центре станка и приводится во вращение.

Стальная электродная проволока диаметром 1,6-2,2 мм (иногда применяют проволоку диаметром 1,2-3 мм) изготовленная из углеродистой или легированной стали, с помощью подающего механизма вводится в соприкосновение с поверхностью наплавляемой детали.

Восстановление изношенных деталей вибродуговой наплавкой имеет ряд преимуществ перед другими способами восстановления. Низкое напряжение, при котором идет процесс, и его прерывистый характер позволяют вести наплавку при малой глубине прогрева детали, практически без ее деформации. Этому же способствует интенсивное охлаждение. Совмещается процесс наплавки и закалки слоя, поэтому можно получать слой малой толщины от 0,5 до 2,5 мм. Все это делает данный способ особенно удобным при восстановлении деталей малого диаметра.

Контрольные вопросы

1. Какие типы электродов применяется при электродуговой наплавке
2. Из чего изготавливается стержень электродов
3. Способы для наплавки деталей
4. Какие флюсы применяются при наплавке
5. Как производится наплавка автоматическим способом

ЛЕКЦИЯ № 12 МЕТАЛЛИЗАЦИЯ НАПЫЛЕНИЕМ

Ключевые слова: металлизация, воздух, газ, индуктор, кислород, порошок, катод, анод.

План

1. Физическая сущность процесса металлизации
2. Газопламенная металлизация
3. Дуговая и высокочастотная металлизация
4. Плазменная металлизация
5. Технологический процесс металлизации

Процесс металлизации заключается в нанесении на поверхность детали расплавленного металла струей сжатого воздуха. Толщина покрытия в зависимости от его назначения может быть от 0,03 до 10 мм и более. При ремонте машин металлизация напылением имеет пока ограниченное применение: наращивание изношенных поверхностей валов, цапф, устройства различных дефектов в корпусах, декоративные и антикоррозионные покрытия.

ФИЗИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ ПРОЦЕССА металлизации заключается в следующем: напыляемый металл расплавляется каким-либо источником тепла

и с помощью сжатого воздуха или инертного газа распыляется на мелкие частицы диаметром от 3 до 300 мкм. Расплавленные частицы металла, пролетая расстояние от зоны плавления до поверхности детали, успевают несколько остыть и из жидкого состояния переходят в твердое. В момент удара эти частицы, обладая достаточно большой кинетической энергией, контактируют с микрорельефом поверхности детали и между собой, образуя на поверхности детали покрытие. В зависимости от источника расплавленного металла различают следующие виды металлизации: газопламенную, дуговую, высокочастотную, плазменную.

ГАЗОПЛАМЕННАЯ МЕТАЛЛИЗАЦИЯ. На рис. 8 показана схема распыления металла газовым металлизатором: присадочная проволока 3 расплавляется пламенем горючего газа с кислородом. Эта смесь подается по кольцевому каналу 1, а по кольцевому каналу 2 подается сжатый воздух или инертный газ, который распыляет жидкий металл. Расплавление металла производится в восстановительном пламени 4, что позволяет уменьшить выгорание легирующих элементов (углерода, марганца и др.) и тем самым повысить качество напыляемого металла. Преимущество газопламенной металлизации является сравнительно небольшое окисление металла. Недостаток способа сложность установки и невысокая производительность процесса (2-4 кг напл. мет. в 1 ч).

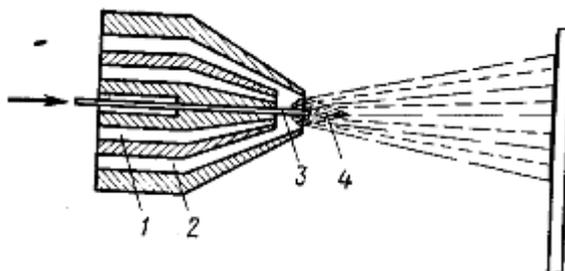


Рис. 1.

ДУГОВАЯ МЕТАЛЛИЗАЦИЯ заключается в том, что электрическая дуга возбуждается между 2-мя присадочными проволоками 1 (рис. 9), которые изолированы одна от другой и непрерывно подаются роликовым механизмом 2 со скоростью 0,6-1,5 м/мин через наконечник 3. Одновременно через сопло 4 в зону дуги поступает воздух или инертный газ под давлением 0,4-0,6 МПа. Расплавленный металл выдувается сжатым воздухом на поверхность детали 5.

Для дуговой металлизации применяют станочные аппараты ЭМ-6, МЭС-1, ЭМ-12; ручные аппараты ЭМ-3, ЭМ-9 и проволоку типа Нп-40, Нп-30ХГСА, Нп-3Х13 и др. Преимущество дуговой металлизации относительно высокая производительность (3-14 кг в 1 ч) и достаточно простое оборудование. К недостаткам - значительное выгорание легированных элементов и повышенное окисление металла.

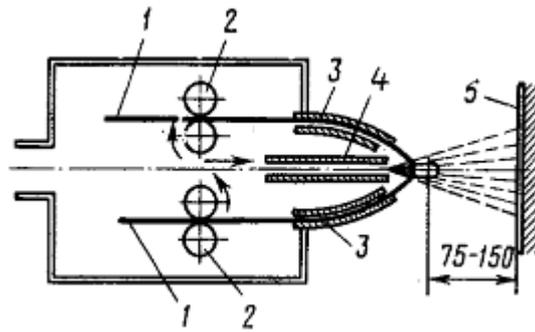


Рис. 2.

ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ МЕТАЛЛИЗАЦИЯ основана на расплавлении присадочной проволоки с помощью индуктора, который питается током высокой частоты (200-300 Гц) от лампового генератора. Высокочастотная металлизация по сравнению с дуговой имеет ряд преимуществ: уменьшается прочность покрытия и выгорания легированных элементов проволоки в 3-6 раз, увеличивается производительность процесса, т.к. применяется проволока большего диаметра (3-6 мм); уменьшается примерно в 2 раза удельный расход электроэнергии. Недостаток - более сложное оборудование.

ПЛАЗМЕННАЯ МЕТАЛЛИЗАЦИЯ весьма перспективный способ напыления металлов, т.к. позволяет получать покрытия из тугоплавких и износостойких материалов, в том числе из твердых сплавов.

При плазменной металлизации плазма образуется пропусканием плазмообразовательного газа через дуговой разряд. На рис. 10 показана принципиальная схема установки для плазменной металлизации. Установка состоит из плазмотрона и устройства для подачи напыляемого порошка.

Плазмотрон состоит из катода 3 и анода (сопла) 7, охлаждаемых потоком воды 2. Катод изготовлен из вольфрама, анод из меди. Катод изолирован от анода прокладкой 5. Для получения плазменной струи между катодом и анодом возбуждают электрическую дугу 6. Плазмообразующий газ, введенными в зону горения дуги по каналу 1, ионизируется и выходит из сопла 7 в виде струи небольшого сечения.

В качестве плазмообразующего газа используют аргон или азот. Температура плазменной струи достигает 1000-30000°C. В качестве напыляемого материала применяют гранулированный порошок 4. Подача порошка в плазменную струю осуществляется по каналу 8 транспортным газом (азотом). Напыляемый порошок расплавляется плазменной струей 9 и наносится на поверхность 10 детали.

Наиболее ценными свойствами обладают порошковые сплавы на основе никеля (ПГ-ХН80СР2, ПГ-ХН80СР3, ПГ-ХН80СР4). Для плазменной металлизации применяют универсальные плазменные установки УПУ-3 и УПУ-4.

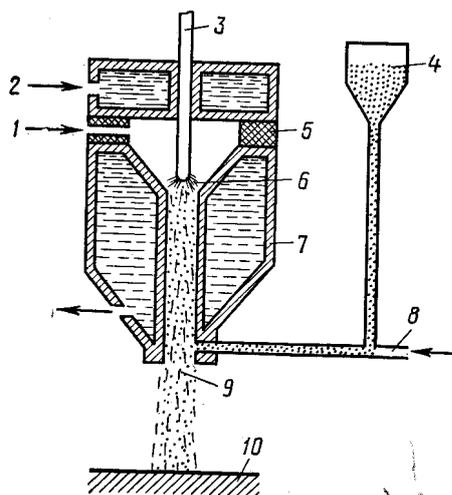


Рис. 3.

Свойства плазменного покрытия могут быть значительно повышены, если после нанесения покрытия оплавить его плазменной струей, ацетилено-кислородным пламенем или токами высокой частоты. Износостойкость таких покрытий при напылении сплавом ПГ-ХН80СРЗ превышает стойкость стали 45, закаленной до твердости HRC-54-58, в 2-3 раза. Прочность сцепления покрытия, нанесенного на сталь, после оплавления повышается в 8-10 раз и равна 400-450 МПа. Плазменная металлизация с оплавлением покрытия может быть применена для восстановления деталей, работающей со знакопеременными нагрузками.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС МЕТАЛЛИЗАЦИИ

Подготовке детали к металлизации включает операции очистки, обезжиривания и механической обработки детали для придания напыляемой поверхности правильной геометрической формы и создания на поверхности детали шероховатой поверхности с целью улучшения сцепления покрытия с основным металлом.

Нанесение металла. При металлизации тел вращения деталь закрепляют в центрах токарного станка, а металлизатор устанавливают на суппорте. При металлизации плоских поверхностей напыления осуществляют при помощи металлизатора в ручную.

Механическая обработка напыленных покрытий имеет ряд особенностей, связанных с их повышенной хрупкостью и твердостью. В зависимости от припуска на обработку, выполняют токарную обработку или шлифование.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается физическая сущность металлизации?
2. Как производится газопламенная металлизация?
3. В чем заключается дуговая и высокочастотная металлизация?
4. В чем заключается плазменная металлизация?
5. Что включает технологический процесс металлизации?

ЛЕКЦИЯ № 13

ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ

Ключевые слова: износ, коррозия, растворитель, бензин, анод, электролит, катализатор, хромирование, интенсификация.

План

1. Восстановление деталей гальваническим методом.
2. Хромирование.
3. Пористое хромирование.
4. Химическое осаждение металлов.

Электролитические и химические покрытия

Восстановление деталей гальваническим методом. При ремонте СДМ процесс электролитического осаждения применяют для восстановления деталей, имеющие сравнительно малые износы, для защиты деталей от коррозии, а также для декоративного покрытия. В ремонтной практике наиболее распространены хромирование и осталивание. Отличительной чертой этого процесса в том, что при гальванических процессах не изменяется структура и свойства основного материала детали, т.к. нагрев детали не превышает 80-90С, твердость может быть получена от 70 до 1200 НВ.

Хромирование применяют при восстановлении деталей с небольшим износом, измеряемым десятками или сотыми долями миллиметра. Малая толщина хромового покрытия редко превышающая 0,3 мм объясняется крупностью осадков хрома. Хромирование применяют в тех случаях, когда от покрытия требуется высокая твердость. Такие покрытия обладают низким коэффициентом трения и большой износостойкостью деталей, а также высокой кислотостойкостью и теплостойкостью.

Осталивание в отличие от хромирования позволяет наносить слой металла значительно большей толщины (до 3 мм), имеющие мелкокристаллическую структуру и механические свойства. Скорость осталивания выше в 10-30 раз, а потребность в электроэнергии меньше в 5-6 раз по сравнению с хромированием. Поэтому осталивание – более дешевый способ восстановления деталей, чем хромирование. Износостойкость и прочность покрытия, полученные осталиванием, может быть повышена последующей цементацией и хромированием.

Хромирование

Хромирование складывается из трех стадий: подготовительных операций, процесс хромирования, заключительных операций.

Подготовительные операции имеют такую последовательность:

1. Предварительная механическая обработка (чистовая расточка, шлифование или полирование) изношенной поверхности детали с целью придания этой поверхности правильной геометрической формы и доведение ее до нужных размеров с учетом припуска на хромовое покрытие.

2. Очистка деталей и предварительное обезжиривание их промывкой в растворителях – дихлорэтане, уайт – спирте, бензине и др.

3. Установка деталей в подвесках и соединение с контактами тока.

4. Изоляция мест не подлежащих хромированию: для это цели используется лак в смеси с нитроэмалью в соотношении 1:2, либо хлорвиниловой пластикой. Либо применением клея БФ толщиной 0,3-0,5 мм.

5. Окончательная очистка детали путем электрохимического обезжиривания в качестве электролита используется щелочной раствор (эмульгатор ОП-7-5 г на литр воды) в следующем режиме Т-70-80 С, плотность тока – 5-10М/дм, длительность 2 мин.

6. Анодная обработка (травление) выполняется с целью удаления с поверхности детали тончайших пленок окислов, деталь погружается в ванну для хромирования, анодом служит деталь при плотности тока 30-35 А/дм и время обработки – 45 сек.

После этого подготовительные операции заканчиваются и не вынимая из ванны детали начинается процесс хромирования.

Принципиальная схема

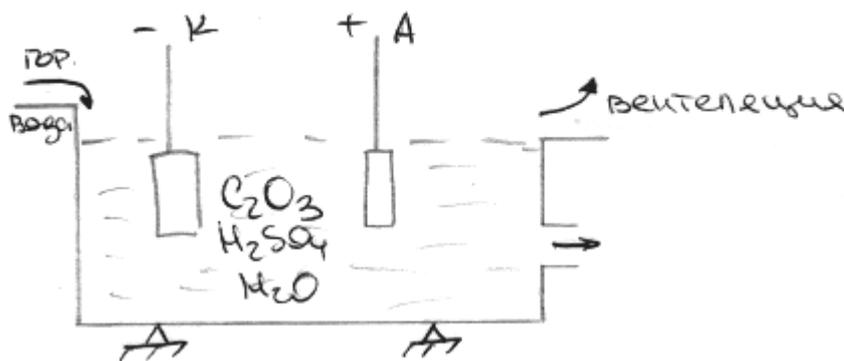


Рис. 1.

Ванна для хромирования облицована с внутренней стороны свинцовой пластинкой. Необходимая температура электролита поддерживается водой циркулирующей между двойными стенками ванны. В качестве источников питания постоянного тока используют генераторы АНД 500/250; АНД 1000/500 (в числителе указывается сила тока при напряжении 6В, в знаменателе при напряжении 12В). При хромировании в качестве электролита используют водный раствор хромового ангидрида (C_2O_3) и серной кислоты (H_2SO_4). От назначения покрытия концентрация используется в широком диапазоне – 150-350 г/л воды, а – 1,5-3,5 г/л. Высокая производительность процесса обеспечивается при соотношении в пределах 100. В качестве анода используется пластинка из свинца.

Процесс хромирования протекает следующим образом: при прохождении постоянного тока через электролит дислоцируется (расщепляется) на положительный ион и отрицательный ион, где положительные ионы металла движутся к катоду, и осаждаются на поверхности детали, а отрицательные ионы к аноду, где теряют свой заряд и в виде нейтральных атомов выбрасываются на атмосферу.

В зависимости от назначения покрытия и условия работы детали получают покрытия трех видов, которые регулируются путем изменения температуры электролита и плотности тока.

1. Молочно-мягкие, эластичные, обладающие высокой износостойкостью (режим процесса, плотность тока 20-30 А дм², температуры электролита – 60-65).

2. Блестящие – значительной твердости и хрупкости с мелкой сеткой трещин (плотность тока – 30-50 А/дм, температура электролита – 45-60С).

3. Серые – высокой твердости, повышенной хрупкости и пониженной износостойкости. В ремонтной практике это покрытие не применяется (плотность тока 40-100 А/дм, температура 35-40С).

Для ориентировочного расчета – скорость осаждения хрома принимают около 20-30 мкм/час.

Заключительные операции после хромирования.

1. Промывка деталей в ванне дисцилированной водой;

2. Погружение в ванну с 5% раствором кальцетрированной соды для нейтрализации остатков электролита и промывка в теплой воде.

3. Термообработка детали с целью снятия внутреннего напряжения в хромированном слое. Деталь подвергается термообработке в специальном шкафу при температуре 130С или в масляной ванне при температуре 150-220С, время выдержки 1,5-2 часа.

4. Механическая обработка (шлифование для детали работающих в сопряжениях, полировка детали с декоративной целью).

Хромирование является сложным и дорогостоящим процессом, которое связано с большим расходом электроэнергии и требует много времени, т.е. КПД ванны составляет 13-18%, а скорость осаждения хрома 0,02-0,025 мм/час.

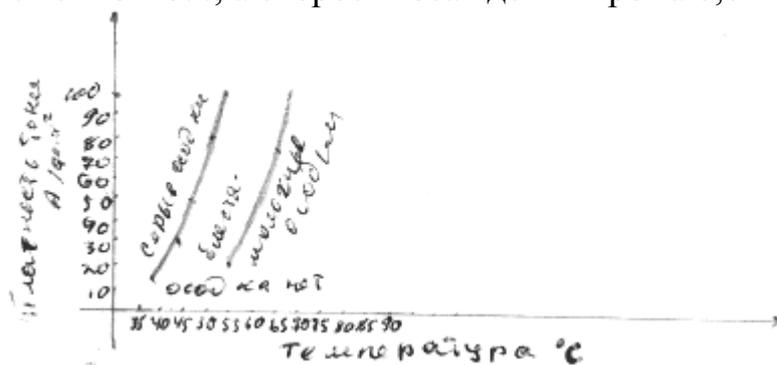


Рис. 2.

Схема расположения зон хромовых осадков для гальванических ванн.

Пористое хромирование

Рассмотренный выше процесс обеспечивает получение так называемого гладкого хрома. Однако этот хром обладает плохой смачивающей способностью по отношению к маслу и плохой обрабатываемостью. Для устранения этого недостатка применяют пористое хромирование. Пористое хромирование получают путем анодного травления покрытия в электролите. Анодное травление деталей проводят в той же гальванической ванне, в которой

их хромировали, путем переключения полярности тока. Продолжительность травления 5-10 мин, $i=45-55$ А/дм, $T=50-60$ С. В это время происходит растворение хрома, протекающее более активно по границам первичных микротрещин и образуют поры капельчатого или точечного типа (поршневые кольца, поверхности цилиндра).

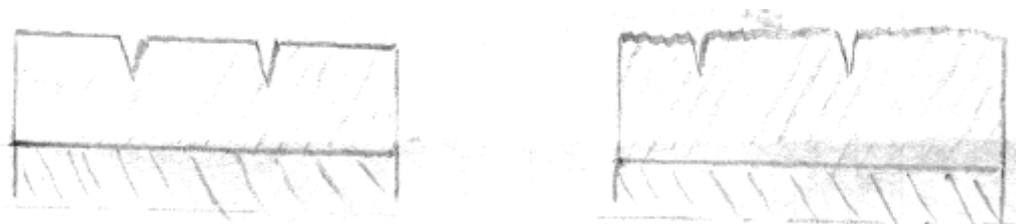


Рис.3.

Осталивание

Осталивание намного производительнее и экономичнее хромирования, т.к. скорость осаждения металл составляет 0,3-0,5 мм/час, а выход по току достигает 85-90%, чем при обычном хромировании. Сцепляемость железного покрытия с поверхностью стальной детали достаточно высокая (400-450 МПа). К недостаткам процесса относится снижение усталостной прочности деталей за счет наличия растягивающего внутреннего напряжения в покрытии, большая вредность паров электролита в цехах.

Осталивание применяют для наращивания поверхностей деталей под неподвижные посадки, для восстановления деталей с большим износом (до 2-3 мм), а так же с целью получения подслоя в 1-3 мм для тонкого хромирования покрытия (0,02-0,03 мм).

Процесс осталивания обычно протекает в хлорстых электролитах, основным комплектом которых является хлористое железо, концентрация которого колеблется в пределах от 2000 до 700 г/л воды, соляная кислота от 0,5-2 г/л, хлористый марганец МПСС около 10 г/л, он является катализатором который повышает сцепляемости покрытия. При осталивании деталь является катодом. В качестве анода низкоуглеродистую сталь марки 08 или 10. подготовительные операции перед осталиванием аналогичны работам выполняемыми перед хромированием. Сам процесс осталивания мало отличается от хромирования.

Качество покрытия (твердость, износостойкость) зависит от состава и температуры электролита, плотности тока. Мелкозернистые и износостойкие покрытия получаются при малой плотности тока, снижении температуры электролита и уменьшении концентрации твердости покрытия возрастает (плотность тока 10-15 А/дм, температура 80-100 С).

После осталивания детали промывают в горячей воде и растворе соды, а затем подвергают термической обработке (старению) путем нагрева до 200-250С и выдержка при этой температуре в течении 1,5-2 часа. Этой обработкой уменьшается хрупкость слоя и снимаются внутренние напряжения.

Химическое осаждение металлов

Этот процесс заключается в том, что при определенных условиях металл осаждается из раствора на поверхности детали самопроизвольно без воздействия электрического тока. В ремонте находят применение химическое никелирование поверхности деталей. Химическая ванна состоит из хлористого никеля и соли – восстановителя гитто фосфат натрия, калия, кальция в качестве катализатора. t – процесса 92-94С. Скорость осаждения – 0,01-0,02 мм/гн.

Поэтому этот процесс целесообразно применять для деталей имеющих износ не более 0,05-0,1 мм. Подготовительные и заключительные операции аналогичны операциям хромирования. Химическое никелирование применяют для восстановления точных деталей топливных аппаратур двигателя и гидравлических приводов машин.

Интенсификация процесса осаждения металла в настоящее время развивается по двум направлениям:

1. Совершенствование существующих и изыскание новых электролитов (в настоящее время найден катализатор, который добавляют в электролит и он ускоряет осаждение металла на поверхности детали).

2. Разработка новых технологических приемов осаждения покрытия с использованием нестационарных условий электролиза (периодических токов и усиленного перемещения раствора, применение местной ванны с проточным электролитом и др.).

Для ремонтного производства более перспективным является способ механического перемещения раствора и осаждения металлов в проточном растворе. При этих мероприятиях скорость осаждения металла увеличивается в 2-3 раза.

Контрольные вопросы

1. Восстановление деталей гальваническим методом?
2. Хромирование?
3. Пористое хромирование?
4. Химическое осаждение металлов?

ЛЕКЦИЯ № 14 ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОДШИПНИКОВ АНТИФРИКЦИОННЫМИ СПЛАВАМИ

Ключевые слова: подшипник, трещина, баббит, бронза, шихта, вкладыш, антифрикционный сплав, клей.

План

1. Способы восстановления подшипников
2. Восстановление подшипников антифрикционными сплавами
3. Восстановление деталей методом склеивания

Основными дефектами подшипников скольжения являются износ и искажение формы рабочих поверхностей, отслоение и выкрашивание слоя баббита или частичное его выплавление, трещины, задиры и другие повреждения поверхностей трения.

Необходимость ремонта подшипника определяется измерением величины зазора в соединении и внешним осмотром его рабочих поверхностей и масло подводящих устройств.

В зависимости от типа, размеров подшипников, его материалов и характера дефекта ремонт подшипников скольжения производят одним из следующих способов: 1) запрессовкой ремонтной втулки; 2) методом пластических деформаций; 3) перезаливкой баббита или бронзы; 4) металлизацией. В тех случаях, когда условия ремонтной мастерской не позволяют осуществить ремонт подшипников одним из указанных выше способов или когда их восстановление нецелесообразно, втулки и вкладыши заменяются запасными.

Указанные дефекты подшипника выявляют внешним осмотром, по звуку при простукивании, а также погружением вкладыша на 10-15 мин в керосин. После этого его вытирают насухо и покрывают тонким слоем мела, разведенного в воде. Имеющиеся трещины будут четко вырисовываться на поверхности, окрашенной мелом, благодаря керосину, задерживающемуся в трещинах. Обнаруженные дефекты устраняют перезаливкой баббита.

Старый баббит выплавляют, подогревая подшипник или погружая его в ванну с расплавленным баббитом, нагретым до 380-440⁰С. Обезжиривают подшипники, погружая их в 10%-ный раствор каустической соды, нагретый до 70-80⁰С и промывая затем в горячей воде. Процесс лужения состоит в том, что на тщательно покрытую флюсом поверхность наносят тонкий слой полуды, предохраняющий поверхность подшипника от окисления и обеспечивающий надежное соединение баббита с телом подшипника. Лудят подшипники в зависимости от марки применяемого баббита чистым оловом (для баббита В83) или сплавом ПСС-30, называемым третником, погружая их в расплавленную полуду.

Заливка подшипника должна производиться немедленно после лужения (не более чем через 10-20 с).

Шихту для плавки баббитов БН БТ составляют из свежего баббита (40-50%) и отходов, полученных при обработке залитых подшипников. Смешивать марки баббитов при плавке запрещается.

Заливку подшипников чаще всего производят, окуная в расплавленную свинцовистую бронзу, шихта которой состоит из красной меди (64-65,5%), свинца (30-34,5%) и фосфористой меди (1,5%). Шихту плавят в тиглях под слоем флюса. Вначале расплавляют красную медь при температуре 1150⁰С, а затем вводят порцию фосфористой меди и после понижения температуры сплава до 1050-1070⁰С – расплавленный свинец.

Для отливки втулок из цинковых сплавов (ЦАМ10-5, ЦАМ-1,5) его расплавляют в тигле под слоем древесного угля, нагревают на 50-60⁰С выше температуры плавления и разливают в металлические изложницы, подогретые до 80-100⁰С. Для получения мелкозернистой структуры сплавов необходимо

быстро охлаждать. Это достигается применением изложниц с толстыми стенками (10-20 мм). Отверстия во втулках получают с помощью конусных металлических стержней, вставляемых в изложницы перед заливкой сплава. Для легкого извлечения стержня и втулки поверхность стержня тщательно полируют, а изложницы делают разъемными.

Восстановление подшипников антифрикционными сплавами

В СДМ и механизмах большое применение имеют разъемные подшипники с вкладышами из антифрикционных материалов. В целях экономии цветного металла втулки и вкладыши большого размера изготавливают биметаллическими с заливкой рабочей поверхности баббитом или бронзой. Основными дефектами этих подшипников являются износ, искажение формы, отслоение и выкрашивание слоя баббита, трещины, задиры и другие повреждения поверхностей трения.

Процесс ремонта подшипников включает подготовительные работы, процесс заливки, механическую обработку и пригоночные работы.

В процессе подготовки подшипников к заливке их очищают от грязи и масла, промывая 10% раствором каустической соды, освобождают от старого баббита, обезжиривают и подвергают лужению.

Лудят подшипники чистым оловом или сплавом ПОС-30. после лужения немедленно производят заливку баббита. Шихту для плавки составляют из свежего 50% баббита и 50% отходов марки БН и БТ.

Шифта составляется из красной меди – 65%, свинца – 30-34%, фосфористая медь – около 1,5%.

Восстановление деталей методом склеивания

Способ склеивания состоит из подготовке деталей, их соединения, сжатия, выдержки при заданной температуре и последующей механической обработки.

Клей используют при восстановлении кузовов, заделке трещин, приклеивание накладок на пробоины, наклейка фрикционных накладок на тормозные колодки и др. Для ремонта применяют клеи марки БФ-2, БФ-4, ВС-10Т и др. Клеями марки БФ соединяют металла пластмассы.

После склеивания детали выдерживают под давлением 0,05 МПа продолжительностью 30-60 мин. Клей БФ используют для деталей работающих при температурах от 60С до +100С. Соединенные клеем ВС-10Т детали устойчивы к воздействию влаги, нефтепродуктов и не вызывают коррозии металлов.

В ремонтной практике при восстановлении деталей все более широко применяют различные синтетические материалы, эпоксидные составы. Их используют для устранения механических повреждений на деталях (трещины, пробоины, отколы), для компенсации износа рабочих поверхностей деталей, а также соединение деталей склеиванием. Широкое распространение этого способа происходит благодаря простоте технологического процесса и применяемого оборудования, невысокой трудоемкостью и достаточно высоким физико-механическим свойствам эпоксидного материала, низкой их стоимостью.

Контрольные вопросы

1. Какие способы знаете восстановления подшипников?
2. Как восстанавливаются подшипники с баббитами?
3. Как восстанавливаются подшипники с антифрикционным сплавом?
4. Как восстанавливаются подшипники с методом склеивания?

ЛЕКЦИЯ № 15 РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДАМИ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

Ключевые слова: давление, деформация, раздача, обжатие, осадка, вдавливание, вытяжка, растяжка, накатка, ковка.

План

1. Обработка деталей пластическим деформированием
2. Раздача, обжатие
3. Осадка, вдавливание
4. Вытяжка, растяжка и накатка
5. Правка

Обработка пластическим деформированием (давлением) основана на способности металла изменять свою форму, размеры и механические свойства без разрушения под действием внешних сил за счет его пластических (остаточных) деформаций. При ремонте машин выполняют следующие основные операции: восстановление размеров изношенных участков путем перераспределения массы деталей (раздача, обжатие, осадка, вдавливание, вытяжка, растяжка, накатка); устранение дефектов формы деталей путем правки; повышение эксплуатационных свойств деталей в результате поверхностного пластического деформирования металла.

Ремонтные операции проводят без предварительного нагрева деталей и с предварительным их нагревом.

При обработке деталей в холодном состоянии пластическая деформация происходит вследствие сдвигов частиц, внутри кристаллов металла (внутрикристаллическая деформация), что сопровождается изменением физико-механических свойств металла (увеличением предела текучести, снижением вязкости, повышением твердости). При обработке давлением в горячем состоянии пластическая деформация происходит вследствие сдвигов целых зерен металла (межкристаллическая деформация).

Раздача. Эту операцию применяют для увеличения по наружному диаметру изношенных полых деталей за счет изменения внутреннего диаметра (поршневые пальцы, втулки, пустотелые валы, чашки дифференциала и др.). При раздаче направление давления p от внешних сил совпадает с направлением деформаций δ (рис. 1, а).

Поршневые пальцы, например, раздают в приспособлении, схема которого показана на рис.1, б. Палец 2 с зазором устанавливают в матрицу 4, которая базируется в основании 1 штампа. Внутрь пальца вводят пуансон 3 и, действуя усилием P от гидравлического пресса, увеличивают (раздают) наружный диаметр пальца до требуемого размера. Перед раздачей производят высокий отпуск пальцев при температуре 650-680°C, что позволяет повысить пластичность металла. После раздачи пальцы закаливают с поверхности токами высокой частоты, подвергают предварительному и чистовому бесцентровому шлифованию, суперфинишированию и полированию.

Давление p (в МПа) при раздаче рассчитывают по формуле

$$p = 1,15\sigma_m \ln \frac{R}{r}$$

где σ_m - предел текучести металла детали, МПа; R и r - наружный и внутренний радиусы детали, мм.

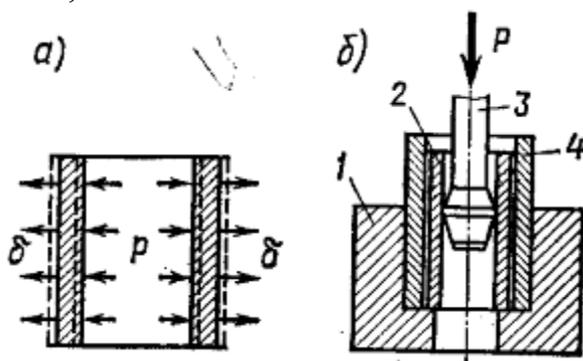


Рис. 1

Осадка. Осадкой увеличивают наружный диаметр сплошных деталей, а также уменьшают внутренний и увеличивают наружный диаметр полых деталей за счет уменьшения их длины. При осадке направление деформации δ (рис. 2, а) перпендикулярно направлению действия внешней силы P . На рис. 2, б показана схема осадки втулки 2 шатуна 3 с помощью оправок 1 и 4, опирающихся на торцы втулки и имеющих зазоры в отверстии. Втулку осаживают без распрессовки, т. е. вместе с шатуном. За счет изменения длины втулки диаметр отверстия может быть уменьшен на 0,15-0,25 мм. После осадки отверстие развертывают под номинальный размер.

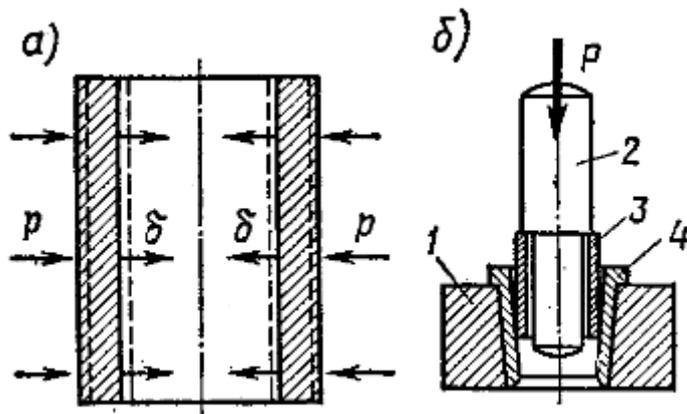


Рис. 2

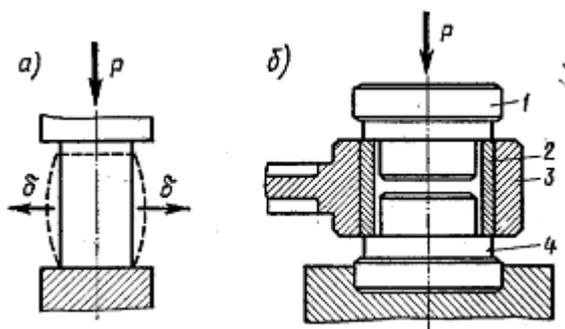


Рис. 3

Осадкой восстанавливают также толкатели клапанов двигателей. Давление p (в МПа) при осадке рассчитывают по формуле

$$p = \sigma_m \left(1 + \frac{1}{6} \frac{D}{l} \right)$$

где D - наружный диаметр втулки после осадки, мм; l - длина втулки, мм.

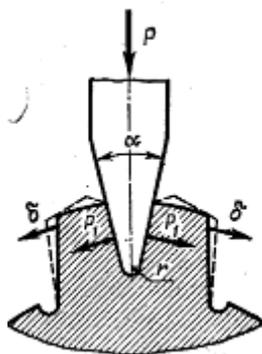


Рис. 4

Вдавливание (рис. 4) применяют для увеличения размеров изношенных частей детали посредством перераспределения металла с ее нерабочих поверхностей. Вдавливание объединяет операции раздачи и осадки, так как сила P_1 направлена под некоторым углом к направлению требуемой деформации δ . Вдавливание применяют при восстановлении изношенных боковых поверхностей шлицев, зубьев некоторых шестерен, шаровых пальцев и др.

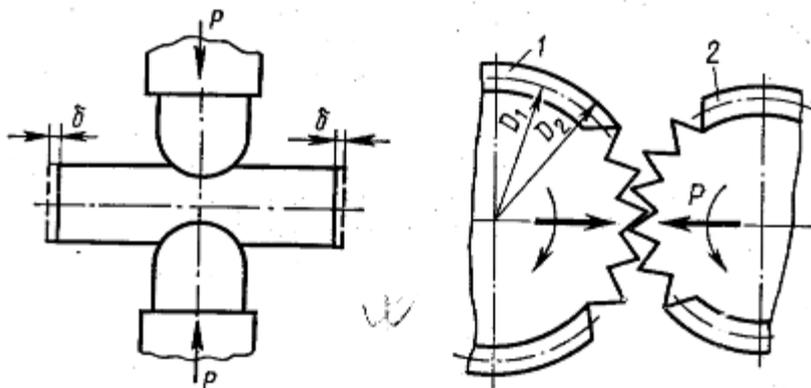


Рис. 5.

Вытяжка и растяжка. При вытяжке (рис. 5) увеличивают длину деталей (рычагов, тяг, стержней) за счет местного сужения их поперечного сечения на небольшом участке. Вытяжку выполняют в горячем состоянии с местным

нагревом детали до 800-850 °С. При вытяжке направление деформации δ перпендикулярно направлению действия силы P .

Растяжкой также достигают увеличения длины детали, но в отличие от вытяжки направление деформации совпадает с направлением действующей силы.

Накатка деталей, применяемая при восстановлении неподвижных посадок, основана на пластическом деформировании поверхностного слоя изношенной части детали рабочим инструментом — зубчатым роликом. На рис. 5 показана схема накатки шейки вала 1 роликом 2. D_1 - диаметр вала до накатки; D_2 - диаметр вала после накатки. При накатке зубцы ролика под действием силы P вдавливаются в тело детали, увеличивая ее диаметр на 0,2-0,4 мм. Ролики изготовляют из стали У12А или ШХ15 с углом заострения 60-70° и твердостью HRC 55-58. Накатка осуществляется на токарном станке с установкой ролика в суппорте на специальной державке. Детали, имеющие твердость HRC < 30, восстанавливают в холодном состоянии при обильном охлаждении машинным маслом. После накатки деталь шлифуют под заданный размер. Накатку применяют при восстановлении деталей, воспринимающих давление не более 7 МПа.

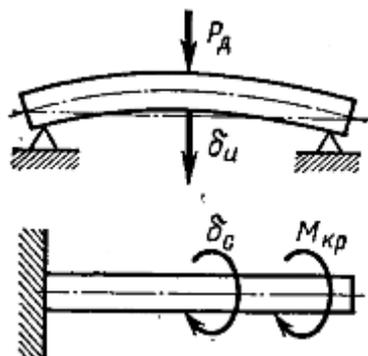


Рис. 6

Правка. Правкой устраняют изгибы, скручивания и коробления деталей. Этим способом восстанавливают валы, шатуны, тяги, кронштейны, балки, кузова и др. При правке направления действия внешней силы P_d или крутящего момента $M_{кр}$ (рис. 6) совпадают с направлением желаемого изменения формы детали (соответственно изгиба δ_u и скрученности δ_s).

Правку выполняют с использованием прессов, домкратов, специальных приспособлений. При холодной правке в деталях возникают значительные остаточные напряжения, которые с течением времени приводят к деформациям. Чтобы выровнять внутренние напряжения, деталь после правки целесообразно подвергнуть стабилизирующему нагреву.

В том случае, когда при холодной правке все сечение детали охвачено пластической деформацией, изгибающий момент определяют по формуле

$$M_{\max} = S_m \sigma_m$$

где S_m - статический момент площади поперечного сечения детали; σ_m - предел текучести материала детали.

Детали со значительными деформациями, например вал с прогибом свыше 8 мм на 1 м его длины, восстанавливают горячей правкой, применяя нагрев

детали до температуры 600-800 °С. После такой правки деталь подвергают термической обработке до получения необходимой структуры и механических свойств металла.

Правка местным нагревом основана на использовании внутренних напряжений, возникающих при местном нагреве детали. Если деталь значительной массы подвергнуть нагреву до температуры 800-900 °С в месте наибольшего прогиба с выпуклой стороны, то при охлаждении нагретого участка объем металла уменьшится, возникнут напряжения растяжения, способствующие выпрямлению детали. Этим способом правят крупные валы и толстый листовый материал.

Правка местным наклепом основана на действии остаточных внутренних напряжений сжатия, возникающих при наклепе. Для правки этим способом вогнутый участок поверхности детали (рис. 7, а) наклепывают пневматическим молотком с шаровидной головкой.

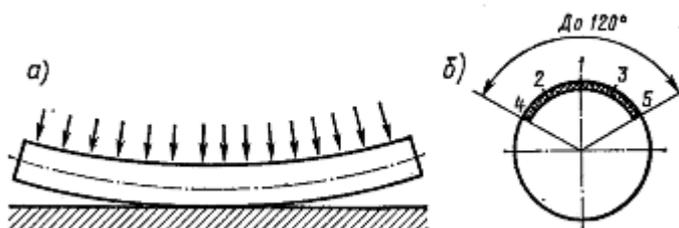


Рис. 7

Упрочнение деталей в процессе их ремонта

Одним из путей повышения долговечности деталей является применение методов поверхностного пластического деформирования металла. К этим методам относятся дробеструйная обработка, обкатка наружных поверхностей, раскатка и дорнирование отверстий, чеканка.

Применив один из методов наклепа наплавленного слоя, можно значительно повысить усталостную прочность и износостойкость деталей.

Обкатка шеек коленчатых валов повышает их усталостную прочность на 50-100 %.

При ремонте шатунов раскатывание отверстий втулок верхней головки повышает твердость поверхностного слоя бронзы на 20 %, а износостойкость втулок в 2 раза. В качестве упрочняюще-калибрующего инструмента используют многороликовую регулируемую раскатку.

Перспективным является алмазное выглаживание, сущность которого заключается в пластическом деформировании поверхностных слоев алмазным наконечником, который крепится в резцедержателе суппорта токарного станка. Скорость выглаживания принимают 40-100 м/мин, подачу 0,02-0,06 мм/об, усилие прижима наконечника 120-300 Н. В результате алмазного выглаживания износостойкость детали повышается на 35-65 %, усталостная прочность на 30-60 % при одновременном улучшении качества поверхности по сравнению с шлифованием.

Электромеханическая обработка

Электромеханическая обработка состоит в механическом воздействии инструмента на поверхность детали, сопровождающемся местным нагревом металла в зоне контакта с помощью электрического тока значительной силы (360-1000 А) и малого напряжения (2-6 В). В связи с малой площадью контакта металл детали мгновенно нагревается до температуры 800-900 °С и под действием инструмента деформируется в желаемом направлении. Сочетание теплового и силового факторов изменяет механические свойства и структуру поверхностного слоя, повышая его твердость и износостойкость.

Схема восстановления размеров деталей показана на рис. 8. Процесс состоит из двух этапов: 1) высадки поверхностного слоя с помощью пластины 2 с начального диаметра D_2 до диаметра D_1 и 2) сглаживания поверхности пластиной 3 до диаметра D_0 . При высадке деталей из нетермообработанных сталей усилие инструмента $P=700\div 800$ Н, при высадке деталей из закаленных сталей $P=900\div 1200$ Н. Окружная скорость в зависимости от твердости детали 2-8 м/мин; подача 1-2 мм/об; число проходов 2-3. При сглаживании усилие инструмента $P_1=300\div 400$ Н; скорость 5-8 м/мин; подача 0,4-1,5 мм/об; число проходов 1-2. В результате электромеханической обработки поверхностный слой имеет неравномерную структуру с зоной повышенной твердости на глубину до 0,1-0,15 мм.

При электромеханическом упрочнении наплавленного слоя твердость покрытия может быть повышена в 1,5-2,5 раза, усталостная прочность детали - до 75 %. Уменьшается также шероховатость поверхности.

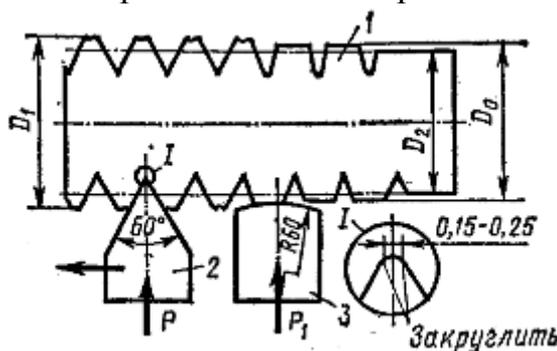


Рис. 8.

Сущность электроискровой обработки заключается в способности электрических искровых разрядов разрушать поверхности электродов. Обработка выполняется на установках, собранных по различным схемам. При выполнении операций, связанных со снятием определенного слоя металла, наиболее распространена конденсаторная установка, показанная на рис. 9. Эта установка питается постоянным током напряжением 110-220 В от двигателя генератора 7 мощностью 5 кВт. Обрабатываемая заготовка 2 подключается к аноду, а инструмент 4 - к катоду. Переменное сопротивление 8 и регулируемая емкость конденсатора 6 служат для назначения определенного режима обработки.

Обрабатываемая деталь может быть изготовлена из любого металла или сплава; материалом для инструмента могут служить латунь, медь, чугун,

алюминий и его сплавы и др. Разрушение материала происходит в результате многочисленных искровых разрядов между инструментом и заготовкой, сосредоточенных на небольших участках. В процессе искрового разряда металл анода переходит в жидкое и газообразное состояния. В результате мгновенного расширения паров металла происходят микровзрывы и расплавленный металл сбрасывается с поверхности анода. Чтобы в процессе работы установки не было переноса металла с анода на катод (инструмент), обработка ведется в диэлектрической жидкости 3 (керосин, минеральное масло и пр.), поэтому частицы металла оседают на дно ванны 1. Инструмент вдоль оси подается автоматически от следящей системы 5, включенной в цепь генератора и подающей инструмент короткими импульсами.

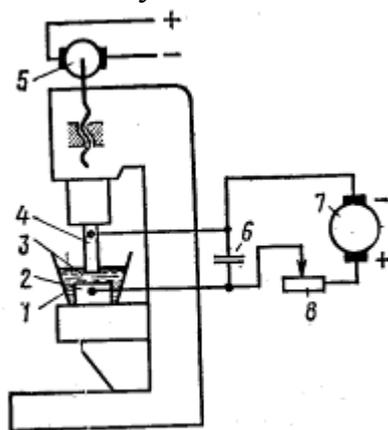


Рис.9.

При выполнении обдирочно-шлифовальных работ и резке особо твердых металлов применяют установки бесконденсаторного типа (рис. 10): 1 - деталь; 2 - щеткодержатель; 3 - контактное кольцо; 4 - электрод-инструмент. Эти установки работают при напряжении 6-36 В и силе тока до 200 А.

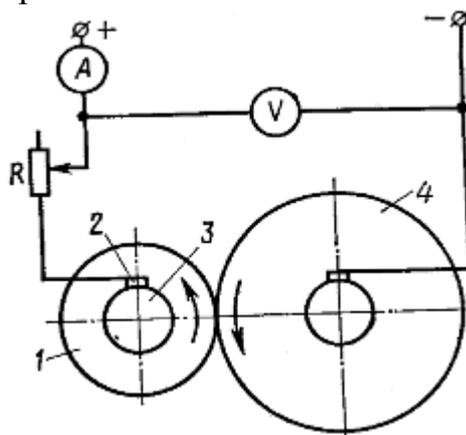


Рис. 10

Электроискровой метод используют также для наращивания и упрочнения поверхностей деталей. На рис. 11 показана схема электроискрового нанесения металла: 1 - вибратор, 2 - присадочный электрод (анод); 3 - деталь; 4 - конденсатор. Электрод 2, получающий от вибратора возвратно-поступательное движение, периодически замыкает и размыкает вторичную цепь, касаясь детали. В процессе разряда составляющие электрода переносятся на деталь, диффундируют, образуя слой определенной толщины с необходимыми физико-

механическими свойствами. Электроискровым наращиванием можно получить слой до 0,5 мм из стали, твердого сплава, алюминия и др.

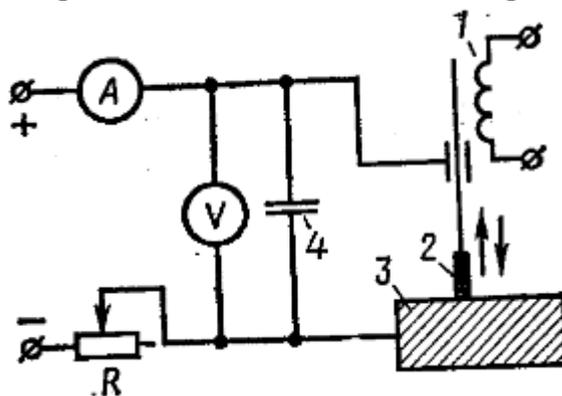


Рис. 11.

Электроискровое наращивание и упрочнение применяют при восстановлении размеров шеек валов под подшипники качения и скольжения, для наращивания отверстий в корпусных деталях, для повышения износостойкости штампов, режущей части инструментов и др. Для электроискровой обработки промышленностью выпускаются установки типа ЭФИ-25, УПР-3М и другие с ручным вибратором.

Контрольные вопросы

1. Виды пластических деформаций
2. Для чего применяют операцию раздача
3. Для чего применяют операцию обкатка
4. Для чего применяют операцию вдавливание
5. Для чего применяют операцию вытяжка и растяжка
6. Для чего применяют операцию накатка
7. Для чего применяют операцию правка

ЛЕКЦИЯ № 16 МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ ТЕХПРОЦЕССОВ РЕМОНТА ДЕТАЛЕЙ

Ключевые слова: чертеж, каталог, припуск, дефект, износ, шеек, карта.

План

1. Технологических процесс ремонта деталей?
2. Поддефектная технология ремонта деталей?
3. Маршрутная технология ремонта деталей?
4. Групповая технология ремонта деталей?

Исходными данными для разработки технологического процесса ремонта деталей являются:

- ремонтный чертеж детали, выполненный в соответствии с требованиями ГОСТа на ремонтную документацию;
- сведения о возможных дефектах изношенной детали и о количестве деталей с определенными сочетаниями дефектов;
- справочный материал о технологических методах устранения отдельных дефектов и об уровне восстановления служебных свойств в детали различными методами;
- программа выпуска ремонтируемых деталей, от которой зависит степень детализации при разработке процесса ремонта;
- чертеж сборочной единицы, в которую входит деталь, как основа анализа условий работы детали;
- технологический процесс изготовления детали на заводе для технологической преемственности между изготовлением и ремонтом;
- различные справочные и нормативные материалы (каталоги технологического оборудования, оснастки, припуски на обработку, режимы обработки, технические нормы и др.).

Ремонт деталей может выполняться по технологическим процессам, разработанным на каждый дефект (поддефектная технология), на комплекс дефектов, возникающих у деталей данного наименования (маршрутная технология) и на группу деталей определенного класса (групповая технология).

В зависимости от организации технологического процесса выполнение ремонта подразделяется:

- поддефектная технология;
- маршрутная технология;
- групповая технология.

Детали поступающие в ремонт имеют как правило несколько дефектов одновременно.

При поддефектной технологии указывают перечень операций по устранению одного кого-либо дефекта, т.е. сколько в детали дефектов – столько и самостоятельных технологических карт. Эта технология сохранилась по участкам с единичным типом производства.

При маршрутной технологии разрабатывают технологические процессы не на каждый дефект в отдельности, а на комплекс дефектов. Из практики известно, что дефекты на одноименных деталях повторяются в определенных сочетаниях. Например, при дефектации коленчатого вала наиболее часто наблюдаются следующие дефекты:

- износ коренных шеек;
- износ шатунных шеек;
- изгиб вала;
- износ гнезда под подшипник;
- износ отверстий под болты крепления маховика.

На основе статистических данных выявляют сочетание дефектов и их повторяемость по отношению к общему количеству деталей.

Сочетание дефектов	Количество деталей с этим дефектом, %
1,2	31%
1,2,3	42%
1,2,4	16%
1,2,5	5%
1,2,4,5	2,5%
1,2,3,5	3,5%

Из приведенных данных видно, что целесообразно разработать три маршрута:

Номер маршрута	Сочетание дефектов
1	1,2
2	1,2,3
3	1,2,4

Для каждого номера маршрута разрабатывается маршрутно-технологическая карта. Следует учесть, что число маршрутов должно быть минимальным. МТ создает условия непрерывности выполнения тех.процесса, что повышает производительность труда, снижает себестоимость и благоприятствует повышению качества ремонта.

В групповой технологии технологические процессы разрабатывают для групп деталей имеющие конструктивно-технологические сходства устранения дефектов, которые производятся одними и теми же способами с последующей механической обработкой выполняемой на однотипном оборудовании и без существенной переналадки. Применение групповой технологии способствует организации поточного метода ремонта деталей и узлов.

Контрольные вопросы

1. Исходные данные для разработки технологического процесса
2. Что такое поддефектная технология
3. Что такое маршрутная технология
4. Что такое групповая технология
- 5.

ЛЕКЦИЯ № 17 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОБОСНОВАНИЯ СПОСОБА РЕМОНТА

Ключевые слова: затраты, себестоимость, норма, энерговооруженность, трудоемкость, материалоемкость, надежность, долговечность, капиталовложение, окупаемость.

План

1. Техничко-экономический принцип разработки технологических процессов
2. Техничко-экономическое обоснование способа ремонта
3. Расчет затрат на восстановление деталей
4. Срок окупаемости капиталовложений

За основу при разработке технологических процессов берут технико-экономический принцип, сущность которого заключается в обеспечении стабильного качества выполнения процесса при наименьших затратах, т.е. выбор метода восстановления деталей должен быть обоснован экономическими расчетами себестоимости ремонта детали.

Проектирование технологических процессов ремонта деталей имеет такую последовательность:

- анализ технологического процесса изготовления новой детали;
- анализ данных о характере дефектов;
- выбор возможных способов устранения отдельных дефектов;
- наметки последовательности выполнения технологических операций с выбором технологических баз, технического оборудования и оснастки;
- установление режимов работы с обоснованием операционных припусков и допусков на обработку;
- обоснование экономической эффективности принятого варианта.

Одну и ту же деталь можно восстановить различными способами однако не все они будут в равной мере рациональны и приемлемы. Рассматривая конкретную деталь следует определить возможные способы восстановления изношенной поверхности. Например, при восстановлении поверхности валов с малыми величинами износа до 0,3 мм, явно не целесообразно применять различные способы наплавки, а следует использовать механической обработки (под ремонтные размеры), электролитические наращивания (хромирование или осталивание) или методы электроискровое наращивание, а для восстановления обода опорного катка тракторов, где величина износа составляет более 5 мм, целесообразно применять различные способы наплавки.

При выборе наиболее рационального способа ремонта необходимо учитывать конструктивные особенности детали, условия ее работы, величину и характер износа, материал и термическую обработку, размеры восстанавливаемой поверхности, технологические возможности ремонтного предприятия, надежность работы детали после восстановления, затраты на восстановление, т.е. технико-экономические показатели способа ремонта.

Технико-экономическое обоснование способа ремонта должно базироваться на комплексном анализе технической, организационной, социальной целесообразности и экономической эффективности применения возможных вариантов технологии.

При технологическом анализе выявляют возможный вариант ремонта деталей в соответствии с технологическими требованиями на ремонт. При организационном анализе выявляют возможности ремонта деталей в заданном объеме и в установленные сроки с учетом производственных возможностей ремонтного предприятия. В социальном анализе выявляется ряд показателей: уровень механизации и автоматизации производства, соблюдение норм охраны труда, энерговооруженность труда, охрана окружающей среды. В последнем анализе сравнивается экономическая эффективность различных вариантов ремонта деталей.

При сравнении экономической эффективности вариантов технологии ремонта выявляют сначала частные показатели, к которым относят трудоемкость ремонта детали, материалоемкость, затраты на восстановление детали и др.

Трудоемкость процесса складывается из суммы штучного варианта на выполнение каждой операции:

$$T_{шт} = (t_o + t_a + t_{опг} + t_m + t_n) \cdot n$$

$T_{шт}$ - штучное время, затрачиваемое на выполнение всех операций восстановления детали, шт.;

n - число операций в процессе

t - штучное время на выполнение каждой операции, мин.

Затраты на восстановление детали рассчитываются по формуле

$$C = M + P_{зан} + z_y + z_z$$

M - остаточная стоимость восстанавливаемой детали;

$P_{зан}$ - зарплата с начислениями;

z_y - затраты на ремонтные материалы;

z_z - накладные расходы (для серийного производства общего машиностроения накладные расходы составляют 200-250%).

Наивыгоднейшим способом ремонта следует считать такой, при котором обеспечивается максимальный межремонтный срок службы детали при минимальной стоимости ее ремонта. Наиболее экономичный вариант выбирают при помощи следующего выражения:

$$C_i = (M_i + P_{зани} + z_z) K_d$$

C_i - затраты на восстановление детали, руб;

M_i - цена новой детали, руб;

K_d - коэффициент долговечности восстановленной детали.

$$K_d = \frac{D_p}{D_n}$$

D_p - долговечность восстановленной детали, час;

D_n - долговечность новой детали, час.

Коэффициент долговечности детали приводится в справочной литературе. Необходимо отметить, что он в основном зависит от метода восстановления. Например, хромированные, электро исправные детали имеют 1, а остальные методы 1.

Если сравниваются несколько вариантов технологического ремонта детали, то оптимальный вариант выбирают из следующего соотношения

$$\begin{aligned} C_n &= \\ C_{p1} &= \\ C_{p2} &= \end{aligned}$$

- стоимость новой детали;

- стоимость ремонта детали с применением базовой технологии, т.е. тот вариант с которым проводят сравнение;

- стоимость ремонта детали по i -му варианту технологии;

- коэффициенты долговечности отремонтированной детали согласно базовой и i-ой технологии;
- срок службы новой детали;
- приведенные затраты на ремонт одной детали при базовой и i-ой технологии;
- годовой объем ремонта деталей в расчетном году в натуральных единицах.

Приведенные затраты подсчитывают

$$E = 0,15 \cdot K_{\delta} + C_{\kappa}$$

K_{δ} – нормативный показатель эффективности капитальных вложений ($K_{\delta}=0,15$);

C_{κ} – капитальные вложения в производственные фонды (при $\Delta > 0$ новая технология эффективнее базовой).

Выбор оптимального варианта путем сопоставления себестоимости ремонта в ряде случаев может оказаться недостаточным, т.е. необходимо учитывать срок окупаемости капиталовложений согласно принятому варианту.

$$T_{ок} = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2}$$

K_1, K_2 - капиталовложения соответственно i-му и 2-му варианту;

C_1, C_2 – по 1-му и 2-му варианту себестоимость годового выпуска.

Срок окупаемости для машиностроения не должен превышать 5 лет.

Контрольные вопросы

1. Сущность технико-экономического (ТЭ) принципа технологического процесса?
2. Что такое ТЭ обоснованного способа ремонта?
3. Расчет затраты на восстановление деталей?
4. Как определяется срок окупаемости капиталовложений?

ЛЕКЦИЯ № 18 ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ МАШИН

Ключевые слова: агрегат, узел, деталь, гайковерт, шпильковерты, болт, гайка, винт, шуфт.

План

1. Технологическое оборудование и инструмент
2. Сборка резьбовых соединений
3. Сборка узлов с подшипниками качения и сборки опор с подшипниками скольжения
4. Сборка зубчатых, конических и червячных передач

Технологическое оборудование и инструмент

При выполнении сборочных работ применяют те же подъемно-транспортные средства, что и при разработке машин. Для сборки узлов и агрегатов широко используют универсальные и специальные сборочные стенды. Конструкции специальных сборочных стендов зависят от размеров, формы и массы собираемых узлов или агрегатов.

В сборочных цехах широко используют гайковерты, шпильковерты, оборудование для балансировки деталей и узлов, стенды для обкатки и испытаний узлов, агрегатов и машин в целом и другое оборудование. Потребность в технологическом оборудовании определяется проектом технологического процесса сборки.

Сборка резьбовых соединений

Осуществляется постановкой болтов, гаек, винтов шпилек. Простейшим ручным инструментом для сборки резьбовых соединений является гаечные и накидные ключи.

Сила затяжки резьбовых соединений зависит от условий их работы. Если на соединение действует сила Q , сдвигающая деталь по стыку, и болт (винт) не работает на срез, то силу затяжки определяют по формуле.

$$P = k \cdot Q / f$$

где k - коэффициент запаса;

f - коэффициент трения в стыке.

Максимальный момент, создаваемый ключом, не должен превышать

$$M_{\max} \leq 0,1 \cdot d^3 \cdot G$$

Момент затяжки определяет по формуле: $M \approx 0,22 \cdot d \cdot Q$

У многоболтовых соединений гайки затягивают постепенно, в 2-3 приема. Степень полной затяжки зависит от внешних нагрузок, действующих на соединение. Для ответственных соединений в тех условиях указывают предельные моменты затяжки. У многоболтовых болтовых соединений гайки следует затягивать в определенной последовательности, что предупредит деформацию детали: если сопрягаемые детали прямоугольной формы, то затяжку нужно начинать со средних гаек (рис. I). При расположении гаек по окружности их следует затягивать крест накрест (рис I).

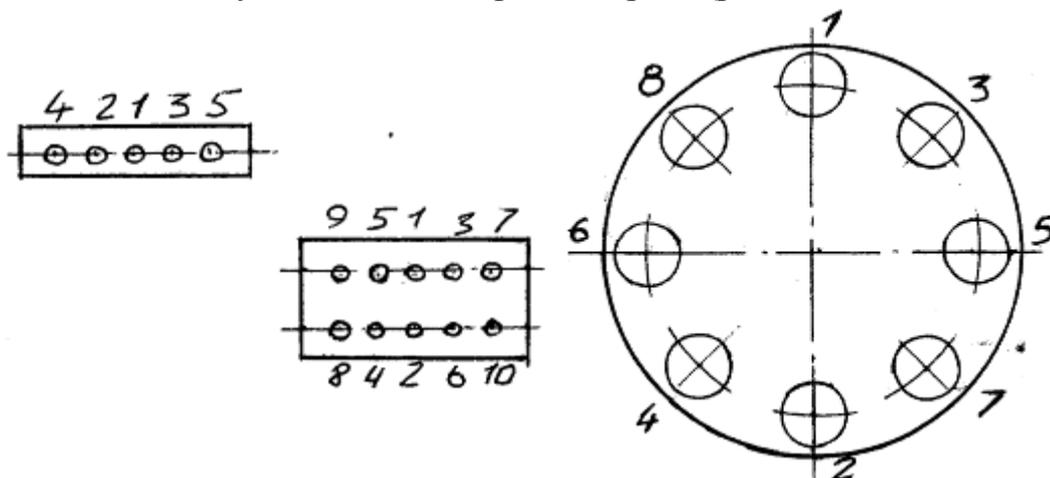


Рис. 1.

При сборке резьбовых соединений применяют механизированный инструмент с электро или пневмоприводом. По принципу передачи крутящего момента мех. инструмент делят на три типа:

1. Инструмент с ограничением крутящего момента кулачковой муфтой.
2. Инструмент ударно импульсного действия.
3. Пневматический инструмент без ограничивающих муфт.

Схема механического инструмента II типа показана на рис. 2. При нажатии куркомона стержень 7 и через него на клапан 8, сжатый воздух поступает в полость рукоятки и далее в полость роторного пневматического двигателя 5. от вала двигателя вращения передается рабочему наконечнику I через ударно-импульсную муфту, состоящую из обоймы 4 и роликов 3. При вращении обоймы ролики многократно ударяют о выступы, а шпинделя обеспечивая затяжку соединения. Полная затяжка гайки происходит за 6-9 с. Гайковерты с ударно-импульсным механизмом выпускаются для сборки резьбовых пар диаметром резьбы от 12 до 42 мм с макс. моментами затяжки от 40 до 1500 Н м.

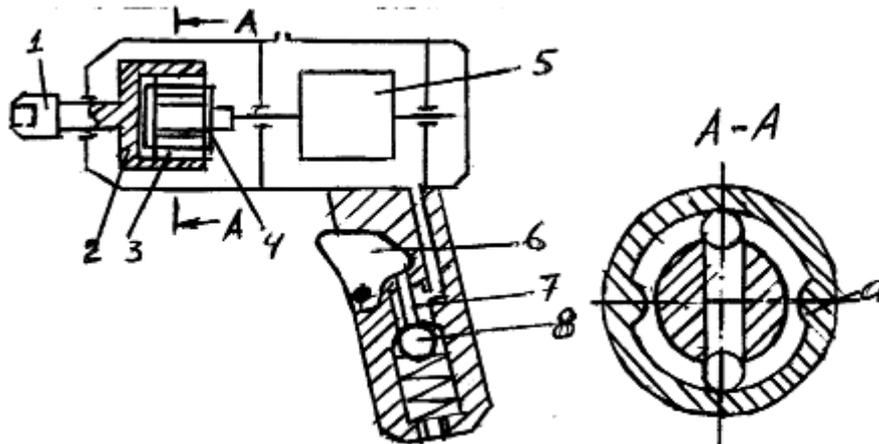


Рис. 2.

Сборка узлов с подшипниками качения

Перед монтажом подшипники промывают в 8-10% растворе машинного масла в бензине, а посадочные места вала и корпуса протирают чистой ветошью и смазывают машинным маслом.

Монтаж шариковых подшипников выполняет равномерным приложением усилия по периметру насаживаемого кольца, причем нельзя прилагать силу к свободному кольцу или сепаратору. На рис. 3 показан способ монтажа шариковых подшипников с использованием монтажной трубы.

Для обеспечения напрессовки подшипника на вал целесообразно подшипник нагреть в течении 10-15 мин в машинном масле, имеющем температуру 80-100°C. При монтаже конических роликов подшипников ведут отдельную сборку внутреннего кольца (с роликами и сепаратором) с шейкой вала и наружного кольца с корпусом.

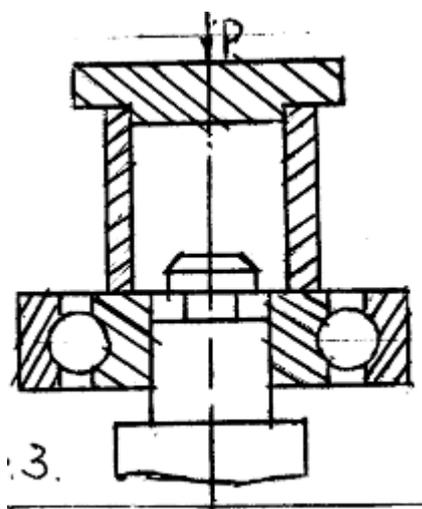


Рис. 3.

Сборка опор с подшипниками скольжения

Подшипники скольжения различают цельные и разъемные. Цельные подшипники запрессовывают в корпус с посадками H7/p6, H7/R6 или H7/m6. Сопрягаемые поверхности смазывают машинным маслом.

При сборке узлов с разъемными подшипниками необходимо добиться равномерного прилегания вкладышей к поверхностям гнезд и крышкам корпусов и к поверхностям шеек вала.

Сборка зубчатых червячных передач

Сборка цилиндрических зубчатых передач состоит из следующих основных операций: установки колес на валу; установки валов с колесами в корпусе; проверки и регулировки зубчатого зацепления. Колеса насаживают на валы под прессом с применением приспособлений.

Радиальное и торцевое биение колеса проверяют с помощью индикаторного приспособления (рис. 4). Вал I вместе с напрессованным зубчатым колесом 2 устанавливают в центрах приспособления. Поворачивая от руки вал и переключая контр, валик 3 по впадинам зубьев с помощью индикатора 4 определяют радиальное биение зубчатого венца. Конт. валик имеет диаметр $1,68 m$ (m - модуль), что обеспечивает касание валика по наг. окружности колеса. Обычно ряд. биение для колес 7-й степени точности допускается 0,03-0,08 мм. Торцевое биение контролируют индикатором 5. Оно обычно допускается 0,04-0,08 мм на 100 мм диаметра колеса.

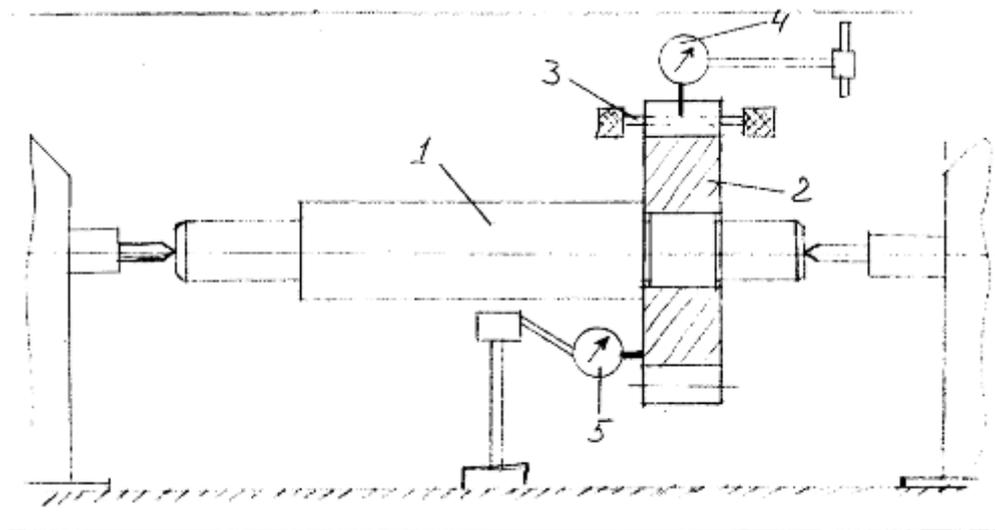


Рис. 4.

В результате неточного соблюдения межцентрового расстояния и наличия непараллельности и перекоса осей в зубчатой передаче появляется неправильный контакт зубьев, что выявляет по расположению пятен контакта на поверхностях зубьев (рис. 5).

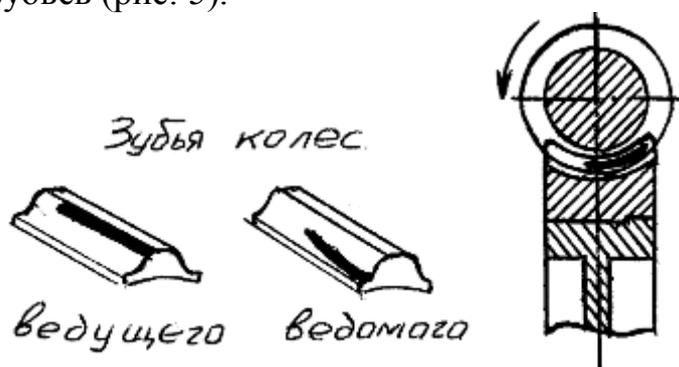


Рис. 6

Рис. 5

Сборка конических передач

Поверхность контакта зубьев в конической передаче меньше, чем в цилиндрической. При проверке зацепления кон. передач на краску возможное расположение пятен контакта показано на рис. 6. Необходимый боковой зазор достигается перемещением одного или обоих колес вдоль оси.

Сборка червячных передач

При сборке червячных передач требуется обеспечить правильный контакт зубьев и необходимый боковой зазор в зацеплении. При правильном зацеплении ось червячка должна находиться в средней плоскости колеса и пятно контакта зубьев располагается как показано на рис. 7.

Контрольные вопросы

1. Какие технологические оборудования и инструменты знаете?
2. Технология сборки резьбовых соединений?
3. Как производится сборка узлов с подшипниками качения?
4. Как производится сборка опор подшипниками скольжения?
5. Как производится сборка зубчатых, конических и червячных передач?

ЛИТЕРАТУРА

1. Каримов И.А. Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана. Ташкент «Узбекистан». 2009 г. стр. 47.
2. Воробьев Л. Н. Технология машиностроения и ремонт машин. М.: Высшая школа, 1981.
3. Справочник технолога-машиностроителя. Ташкент Академия, 2005 г.
4. Лабораторный практикум по курсу «Технология машиностроения и ремонт машин»./под редакцией проф. Дехтеринского Л. В./, МАДИ, 1983.
5. Зеленков Г. И. и др. Ремонт дорожных машин и основы проектирования ремонтных предприятий. Научно-техническое издательство Министерства автомобильного транспорта и шоссейных дорог. М.: РСФСР, 1981.
6. Черкун В. Е. Ремонт и долговечность тракторных гидравлических систем. М.: Колос, 1992.
7. Кузнецов А. И. Ремонт дорожно-строительных машин. М.: Транспорт, 1986.
8. Зеленко Г. И. и др. Технология ремонта дорожных машин и основы проектирования ремонтных предприятий. М.: Высшая школа, 1981.
9. Воробьев Р. П., Калянин П. В. Совершенствование ремонта строительной техники. Ташкент. Узбекистан, 1975.
10. Разыграев А. М., Корганов И. Я. М.: Стройиздат, 1986.
11. Интернет сайты.

