

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЯ

СКИФ



**Кафедра «Техническая эксплуатация
летательных аппаратов и наземного
оборудования»**

Лекционный курс

Авторы

Годунова Л. Н.,

Решенкин А. С.

Ростов-на-Дону,
2018

Аннотация

Лекционный курс предназначен для студентов очной, очно-заочной форм обучения по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Автор

**Годунова Людмила Николаевна –к.т.н.,
доцент кафедры «ТЭЛАиНО»**

**Решенкин Андрей Станиславович – к.т.н.,
профессор кафедры «ТЭЛАиНО»**

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Лекция №1	5
Введение. Основные понятия и определения.....	5
Лекция №2	9
Базирование. Точность обработки деталей.....	9
Лекция №3	19
Основы технологического нормирования.....	19
Лекция №4	35
Проектирование технологических процессов механической обработки	35
Лекция №5	42
Ремонт автотранспортных средств. Основные понятия и определения.....	42
Лекция № 6	48
Технология дефектаций деталей. Контроль, сортировка и способы восстановления деталей.....	48
Лекция № 7	57
Восстановление деталей обработкой под ремонтный размер, дополнительных деталей давлением.....	57
Лекция №8	67
Восстановлением постановкой дополнительной ремонтной детали давлением.....	67
Лекция № 9	84
Основы разработки технологических процессов восстановления деталей.....	84
Лекция № 10	96
Сборочные процессы, балансировка деталей, испытания агрегатов автомобилей.....	96

ВВЕДЕНИЕ

Постоянная необеспеченность ремонтного производства запасными частями является серьезным фактором снижения технической готовности автомобильного парка. Расширение же производства новых запасных частей связано с увеличением материальных и трудовых затрат. Вместе с тем около 75% деталей, выбраковываемых при первом капитальном ремонте автомобилей, являются ремонтпригодными либо могут быть использованы вообще без восстановления. Поэтому целесообразной альтернативой расширению производства запасных частей является вторичное использование изношенных деталей, восстанавливаемых в процессе ремонта автомобилей и его агрегатов.

Из ремонтной практики известно, что большинство выбракованных по износу деталей теряют не более 1 — 2% исходной массы. При этом прочность деталей практически сохраняется. Например, 95% деталей двигателей внутреннего сгорания выбраковывают при износах, не превышающих 0,3 мм, и большинство из них могут быть вторично использованы после восстановления.

С позиции материалоемкости воспроизводства машин экономическая целесообразность ремонта обусловлена возможностью повторного использования большинства деталей как годных, так и предельно изношенных после восстановления. Это позволяет осуществлять ремонт в более короткие сроки с меньшими затратами металла и других материалов по сравнению с затратами при изготовлении новых машин.

Высокое качество отремонтированных автомобилей и агрегатов предъявляет повышенные требования к ресурсу восстановленных деталей. Известно, что в автомобилях и агрегатах после капитального ремонта детали работают, как правило, в значительно худших условиях, чем в новых, что связано с изменением базисных размеров, смещением осей в корпусных деталях, изменением условий подачи смазки и пр. В этой связи технологии восстановления деталей должны базироваться на таких способах нанесения покрытий и последующей обработки, которые позволили бы не только сохранить, но и увеличить ресурс отремонтированных деталей. Например, при восстановлении деталей хромированием, плазменным и детонационным напылением, индукционной и лазерной наплавкой, контактной приваркой металлического слоя износостойкость их значительно выше, чем новых.

Восстановление автомобильных деталей стало одним из важнейших показателей хозяйственной деятельности крупных ремонтных, специализированных малых предприятий и кооперативов. Создана фактически новая отрасль производства — восстановление изношенных деталей. По ряду наименований важнейших наиболее металлоемких и дорогостоящих деталей вторичное потребление восстановленных деталей значительно больше, чем потребление новых запасных частей. Так, например, восстановленных блоков двигателей используется в 2,5 раза больше, чем получаемых новых, коленчатых валов — в 1,9 раза, картеров коробок передач — в 2,1 раза больше, чем новых. Себестоимость восстановления для большинства восстанавливаемых деталей не превышает 75% стоимости новых, а расход материалов в 15 — 20 раз ниже, чем на их изготовление. Высокая экономическая эффективность предприятий,

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

специализирующихся на восстановлении автомобильных деталей, обеспечивает им конкурентоспособность в условиях рыночного производства.

Лекция №1

Введение. Основные понятия и определения

Постоянная необеспеченность ремонтного производства запасными частями является серьезным фактором снижения технической готовности автомобильного парка. Расширение же производства новых запасных частей связано с увеличением материальных и трудовых затрат. Вместе с тем около 75% деталей, выбраковываемых при первом капитальном ремонте автомобилей, являются ремонтпригодными либо могут быть использованы вообще без восстановления. Поэтому целесообразной альтернативой расширению производства запасных частей является вторичное использование изношенных деталей, восстанавливаемых в процессе ремонта автомобилей и его агрегатов.

Из ремонтной практики известно, что большинство выбракованных по износу деталей теряют не более 1 — 2% исходной массы. При этом прочность деталей практически сохраняется. Например, 95% деталей двигателей внутреннего сгорания выбраковывают при износах, не превышающих 0,3 мм, и большинство из них могут быть вторично использованы после восстановления.

С позиции материалоемкости воспроизводства машин экономическая целесообразность ремонта обусловлена возможностью повторного использования большинства деталей как годных, так и предельно изношенных после восстановления. Это позволяет осуществлять ремонт в более короткие сроки с меньшими затратами металла и других материалов по сравнению с затратами при изготовлении новых машин.

Высокое качество отремонтированных автомобилей и агрегатов предъявляет повышенные требования к ресурсу восстановленных деталей. Известно, что в автомобилях и агрегатах после капитального ремонта детали работают, как правило, в значительно худших условиях, чем в новых, что связано с изменением базисных размеров, смещением осей в корпусных деталях, изменением условий подачи смазки и пр. В этой связи технологии восстановления деталей должны базироваться на таких способах нанесения покрытий и последующей обработки, которые позволили бы не только сохранить, но и увеличить ресурс отремонтированных деталей. Например, при восстановлении деталей хромированием, плазменным и детонационным напылением, индукционной и лазерной наплавкой, контактной приваркой металлического слоя износостойкость их значительно выше, чем новых.

Восстановление автомобильных деталей стало одним из важнейших показателей хозяйственной деятельности крупных ремонтных, специализированных малых предприятий и кооперативов. Создана фактически новая отрасль производства — восстановление изношенных деталей. По ряду наименований важнейших наиболее металлоемких и дорогостоящих деталей вторичное потребление восстановленных деталей значительно больше, чем потребление новых запасных частей. Так, например, восстановленных блоков двигателей используется в 2,5 раза больше, чем получаемых новых, коленчатых

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

валов — в 1,9 раза, картеров коробок передач — в 2,1 раза больше, чем новых. Себестоимость восстановления для большинства восстанавливаемых деталей не превышает 75% стоимости новых, а расход материалов в 15 — 20 раз ниже, чем на их изготовление. Высокая экономическая эффективность предприятий, специализирующихся на восстановлении автомобильных деталей, обеспечивает им конкурентоспособность в условиях рыночного производства.

Изделие характеризуется большим разнообразием свойств: конструктивных, технологических и эксплуатационных.

Для оценки качества изделий машиностроения используют восемь видов показателей качества: показатели назначения, надежности, уровня стандартизации и унификации, технологичности, эстетические, эргономические, патентно-правовые и экономические.

Совокупность показателей можно разделить на две категории:

- показатели технического характера, отражающие степень пригодности изделия к использованию его по прямому назначению (надежность, эргономика и т.д.);

- показатели экономического характера, показывающие непосредственно или косвенно уровень материальных, трудовых и финансовых затрат на достижение и реализацию показателей первой категории, во всех возможных сферах проявления (создания, производства и эксплуатации) качества изделия; показатели второй категории включают в основном показатели технологичности.

Как объект проектирования изделие проходит ряд стадий по ГОСТ 2.103-68.

Как объект производства изделие рассматривается с позиций технологической подготовки производства, методов получения заготовок, обработки, сборки, испытания и контроля.

Как объект эксплуатации изделие анализируется по соответствию эксплуатационных параметров техническому заданию; удобству и сокращению трудоемкости подготовки изделия к функционированию и контролю его работоспособности, удобству и сокращению трудоемкости профилактических и ремонтных работ, требуемых для повышения срока службы и восстановления работоспособности изделия, по сохранению технических параметров изделия в период длительного хранения.

Изделие состоит из деталей и узлов. Детали и узлы могут соединяться в группы. Различают изделия основного производства и изделия вспомогательного производства.

Деталь – элементарная часть машины, изготовленная без применения сборочных приспособлений.

Узел (сборочная единица) – разъемное или неразъемное соединение деталей.

Группа – соединение узлов и деталей, являющихся одной из основных составных частей машин, а также совокупность узлов и деталей, объединенных общностью выполняемых функций.

Под изделиями понимаются машины, узлы машин, детали, приборы, электроаппараты, их узлы и детали.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Производственным процессом называется совокупность всех действий людей и орудий производства, необходимых на данном предприятии для изготовления или ремонта выпускаемых изделий.

Технологический процесс (ГОСТ 3.1109-82) – часть производственного процесса, содержащая действия по изменению и последующему определению состояния предмета производства.

Технологическая операция – законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте.

Рабочее место – участок производственной площади, оборудованный применительно к выполняемой операции или выполняемой работе.

Установ – часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок или собираемой сборочной единицы.

Позиция – фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной обрабатываемой заготовкой или собираемой сборочной единицей совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования для выполнения определенной части операции.

Технологический переход – законченная часть технологической операции, характеризующаяся постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой или соединяемых при сборке.

Вспомогательный переход – законченная часть технологической операции, состоящая из действий человека и (или) оборудования, которые не сопровождаются изменением формы, размеров и чистоты поверхности, но необходимы для выполнения технологического перехода, например, установка заготовки, смена инструмента.

Рабочий ход – законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, чистоты поверхности или свойств заготовки.

Вспомогательный ход – законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, не сопровождаемого изменением формы, размеров, чистоты поверхности или свойств заготовки, но необходимого для выполнения рабочего хода.

Технологический процесс может быть выполнен в виде типового, маршрутного и операционного.

Типовой технологический процесс характеризуется единством содержания и последовательности большинства технологических операций и переходов для группы изделий с общими конструктивными признаками.

Маршрутный технологический процесс выполняется по документации, в которой содержание операции излагается без указания переходов и режимов обработки.

Операционный технологический процесс выполняется по документации, в которой содержание операции излагается с указанием переходов и режимов обработки.

Задачи, решаемые при разработке технологического процесса

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Основной задачей разработки технологических процессов является обеспечение при заданной программе выпуска деталей высокого качества при минимальной себестоимости. При этом производится:

- выбор способа изготовления и заготовки;
- выбор оборудования с учетом имеющегося на предприятии;
- разработка операций обработки;
- разработка приспособлений для обработки и контроля;
- выбор режущего инструмента.

Технологический процесс оформляется в соответствии с Единой системой технологической документации (ЕСТД) – ГОСТ 3.1102-81

Виды машиностроительных производств.

В машиностроении различают три типа производств: единичное, серийное и массовое.

Единичное производство характеризуется изготовлением небольших количеств изделий разнообразных по конструкции, применением универсального оборудования, высокой квалификацией рабочих и более высокой себестоимостью продукции по сравнению с другими типами производства. К единичному производству на автозаводах относятся изготовление опытных образцов автомобилей в экспериментальном цехе, в тяжелом машиностроении – производство крупных гидротурбин, прокатных станков и т.п.

В серийном производстве изготовление деталей осуществляется партиями, изделий сериями, повторяющимися через определенные промежутки времени. После изготовления данной партии деталей производится переналадка станков на выполнение операций той же или другой партии. Серийное производство характеризуется применением как универсального, так и специального оборудования и приспособлений, расстановкой оборудования как по типам станков, так и по технологическому процессу.

В зависимости от величины партии заготовок или изделий в серии различают мелкосерийное, средне- и крупносерийное производства. К серийному производству относятся станкостроение, производство стационарных двигателей внутреннего сгорания, компрессоров.

Массовым производством называется производство, при котором изготовление однотипных деталей и изделий ведется непрерывно и в большом количестве в течении длительного времени (несколько лет). Массовое производство характеризуется специализацией рабочих на выполнение отдельных операций, применением высокопроизводительного оборудования, специальных приспособлений и инструмента, расположением оборудования в последовательности, соответствующей выполнению операции, т.е. по потоку, высокой степенью механизации и автоматизации технологических процессов. В технико-экономическом отношении массовое производство является наиболее эффективным. К массовому производству относятся автомобилестроение и тракторостроение.

Приведенное деление машиностроительного производства по типам является в известной мере условным. Провести резкую грань между массовым и крупносерийным производствами или между единичным и мелкосерийным затруднительно, поскольку принцип поточно-массового производства в той или

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

иной мере осуществляется в крупносерийном и даже в среднесерийном производстве, а характерные особенности единичного производства свойственны мелкосерийному производству.

Унификация и стандартизация изделий машиностроения способствует специализации производства, сокращению номенклатуры изделий и увеличению объемов их выпуска, а это позволяет шире применять поточные методы и автоматизацию производства.

Лекция №2

Базирование. Точность обработки деталей

План лекции:

1. Базирование и базы в машиностроении
2. Точность обработки деталей

Базирование - придание заготовке требуемое положение относительно системы координат.

База - поверхность либо сочетание поверхностей, ось, точка, принадлежащая заготовке и используемая для базирования.

Проектная база - база, выбранная при проектировании изделия, технологического процесса изготовления.

Действительная база - база, фактически используемая в конструкции, при изготовлении.

Комплект баз - совокупность трех баз, образующих систему координат заготовки или изделия.

Опорная точка - точка, символизирующая одну из связей заготовки с выбранной системой координат.

Схема базирования - схема расположения опорных точек на базах.

Погрешность базирования - отклонение фактически достигнутого положения заготовки или изделия при базировании от требуемого.

Закрепление - приложение сил к заготовке для обеспечения постоянства их положения, достигнутого при базировании.

Погрешность установки - отклонение от фактического достигнутого положения заготовки при базировании и закреплении от требуемого.

Виды баз по назначению.

Основная конструкторская база - база, используемая для определения положения детали или сборочной единицы в изделии.

Вспомогательная конструкторская база - база детали (сборочной единицы), используемая для определения положения присоединяемых изделий.

Технологическая база - база, используемая для определения положения заготовки при изготовлении.

Измерительная база - база, используемая для определения относительного положения детали и средств измерения.

По лишаемым степеням свободы.

Установочная база - база, лишаящая трех степеней свободы - перемещение вдоль одной координатной оси и поворотов вокруг двух других осей.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Направляющая база - база, лишаящая двух степеней свободы - перемещения вдоль одной координатной оси и поворота вокруг другой оси.

Опорная база - база, лишаящая одну степень свободы - перемещения вдоль одной координатной оси или поворота вокруг оси.

Двойная направляющая база - база, лишаящая четырех степеней свободы - перемещений вдоль двух координатных осей и поворотов вокруг этих осей.

Двойная опорная база (центрирующая база) - база, лишаящая двух степеней свободы - перемещения вдоль двух координатных осей.

По характеру проявления

Скрытая база - база в виде воображаемой плоскости, оси или точки.

Явная база - база в виде реальной поверхности, разметочной риски или точки пересечения рисков.

Бошнство деталей машин ограничено простейшими поверхностями – плоскими, цилиндрическими, коническими, которые используются в качестве опорных установочных баз.

Существует пять классические схемы базирования: базирование призматических деталей, базирование длинных цилиндрических деталей, базирование коротких цилиндрических деталей, базирование по короткой конической поверхности (центровое отверстие), базирование по длинной конической поверхности (конус Морзе шпинделя станка).

Схема базирования призматических деталей (рис.1).

Всякое твердое тело, рассматриваемое в системе трех взаимно-перпендикулярных осей, может иметь шесть степеней свободы: три перемещения вдоль осей Ox , Oy , Oz и повороты относительно тех же осей.

Три координаты, определяющие положение детали относительно плоскости XOy , лишают трех степеней свободы – возможности перемещаться вдоль оси Oz и вращаться вокруг осей Oy и Ox .

Две координаты, определяющие положение детали относительно плоскости ZOy , лишают ее двух степеней свободы – возможности перемещаться в направлении оси Ox и вращаться вокруг оси Oz .

Шестая координата, определяющая положение детали относительно плоскости XOz , лишаете последней степени свободы – возможности перемещаться в направлении оси Oy .

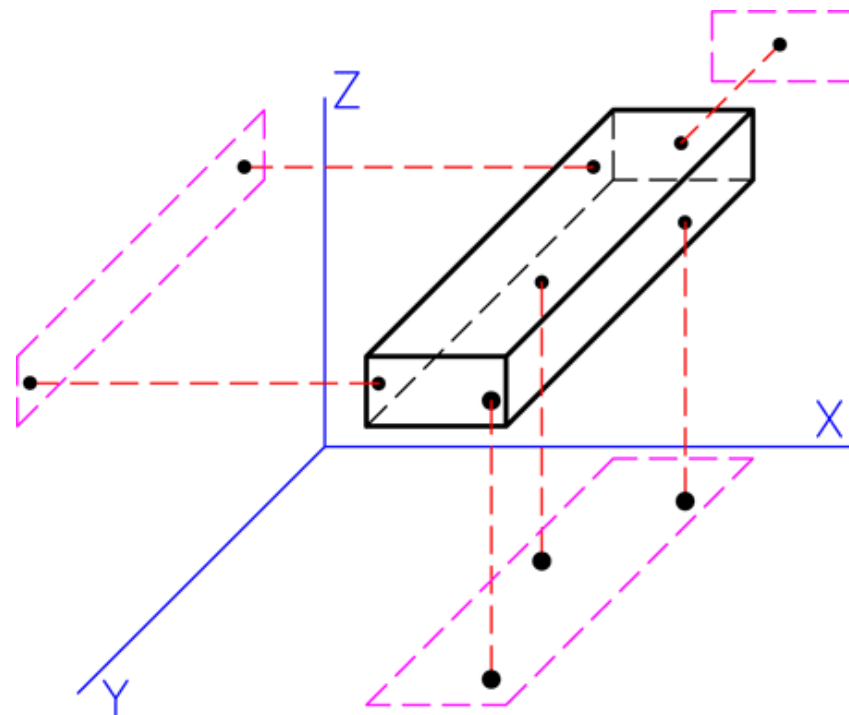


Рисунок 1 - Схема базирования призматических деталей

Поверхность детали, несущая три опорные точки, называется главной базирующей поверхностью; боковая поверхность с двумя точками – направляющей; торцовая поверхность с одной точкой – упорной.

В качестве главной базы желательно выбирать поверхность, имеющую наибольшие габариты. В качестве направляющей – поверхность наибольшей протяженности.

Схема базирования длинных цилиндрических деталей (рис. 2).

Чтобы точно определить положение валика в пространстве, необходимо задать пять координат, которые лишают его пять степеней свободы: возможности перемещаться в направлении осей OX , OY , OZ и вращаться относительно осей OX , OZ .

Шестая степень свободы – вращение вокруг собственной оси – отнимается несколькими способами:

1. если есть у валика шпоночный паз, лыска и т.д. то ориентировка происходит по ним;

2. если валик гладкий, то с помощью силового замыкания (силами трения).

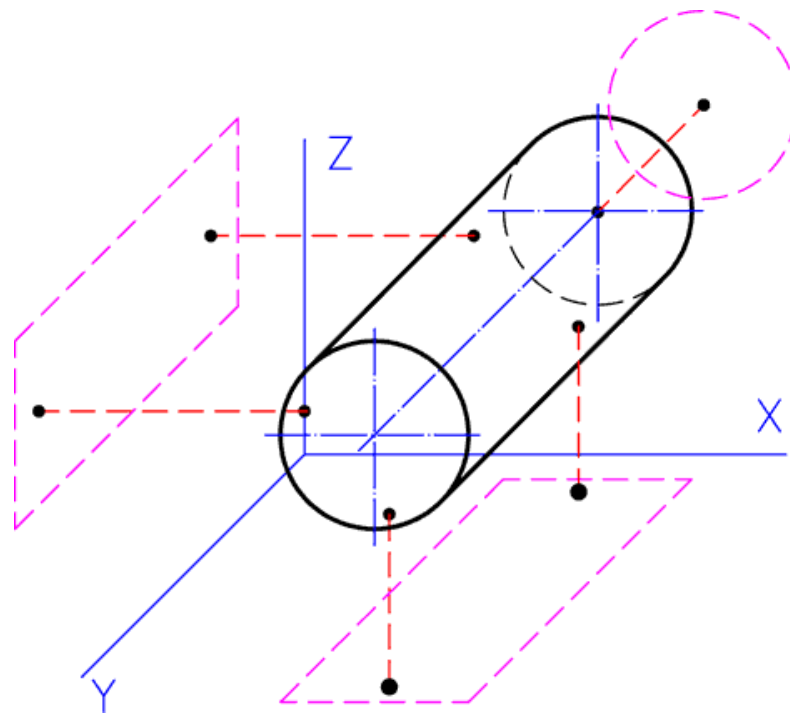


Рисунок 2 - Схема базирования длинных цилиндрических деталей

Если координаты заменим призмой, то получим вторую схему базирования (рис. 3).

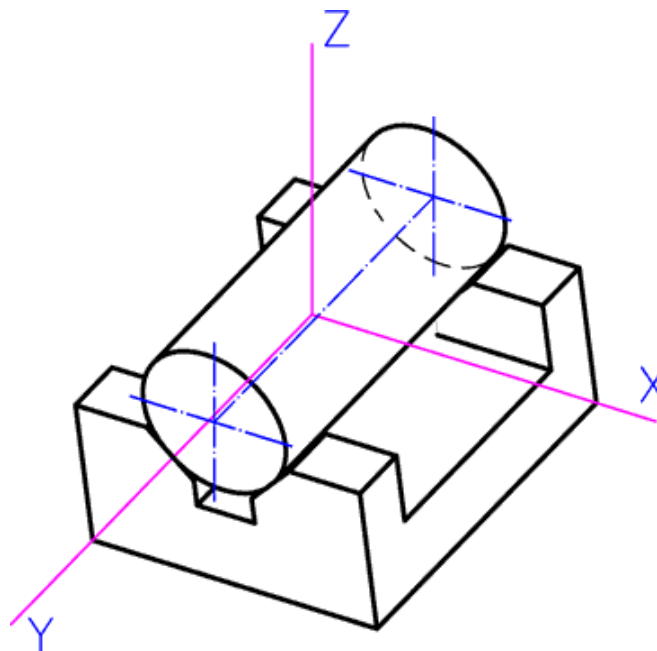


Рисунок 3 - Вторая схема базирования

Схема базирования коротких цилиндрических деталей (диски, кольца) (рис. 4).

В этом случае торцовая поверхность детали, несущая три опорные точки является главной базирующей поверхностью.

Короткая цилиндрическая поверхность несет две опорные точки и называется центрирующей базой.

Шестая степень свободы – вращение вокруг собственной оси – отнимается несколькими способами:

1. если есть шпоночный паз, лыска и т.д. то ориентировка происходит по ним;

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

2. если этих элементов нет, то с помощью силового замыкания (силами трения).

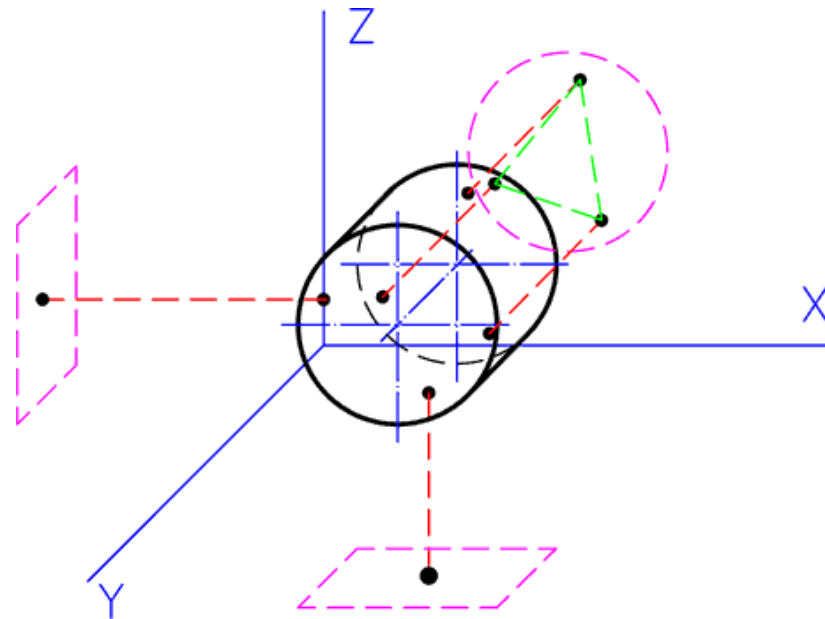


Рисунок 4 - Схема базирования коротких цилиндрических деталей(диски, кольца)

Базирование по длинной конической поверхности (рис.5).

При установке детали длинной конической поверхностью, например в отверстие шпинделя, она лишается пяти степеней свободы, так как длинная коническая поверхность является одновременно двойной направляющей и упорной базой.

Для ориентирования детали в угловом положении требуется еще одна упорная поверхность под штифт или шпонку.

Базирование по коротким цилиндрическим поверхностям (в центрах)

При установке в центрах используются короткие конические отверстия. Одно центровое отверстие является одновременно центрирующей и упорной базой(лишает трех степеней свободы). Второе- центрирующей(лишает двух степеней свободы).

Для задания углового положения используется вторая упорная база(штифт или шпонка).

Каждая опорная точка (основная база) лишает одной степени свободы. Излишние точки делают установку статически неопределенной (двойное базирование) и не только не повышают, наоборот понижают точность базирования.

Схемы базирования по плоскости и отверстиям.

Эти схемы можно разделить на две группы:

- 1.Базирование по плоскости и отверстию;
- 2.по плоскости, торцу и отверстию с осью, параллельной плоскости;
- 3.по плоскости и двум перпендикулярным к ней отверстиям.

Схема 1.

Возможны два случая

- основной базирующей поверхностью является отверстие;

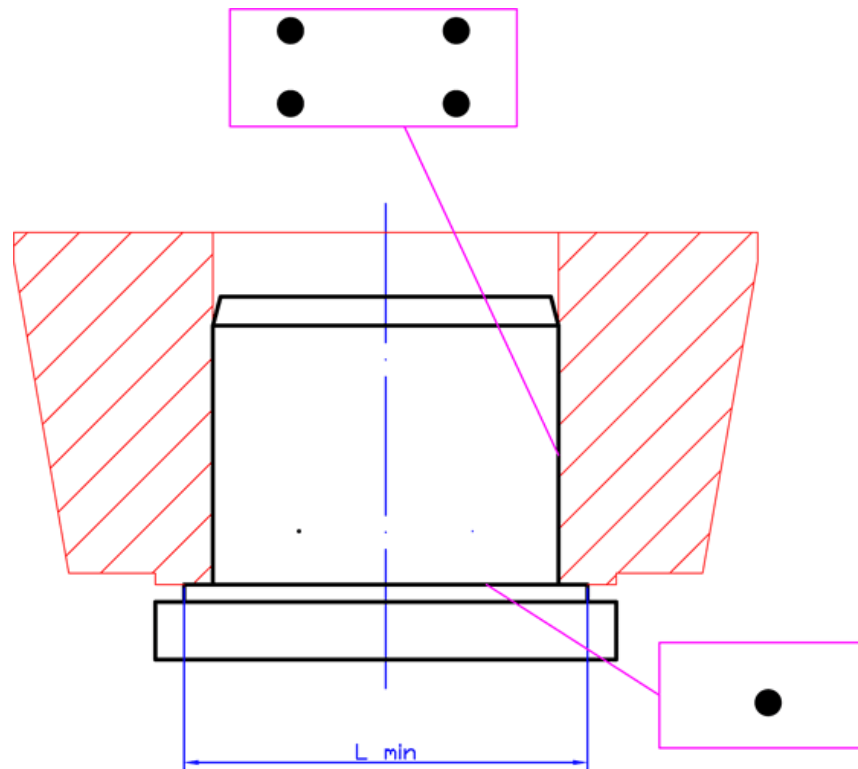


Рисунок 5 - Базирование по длинной конической поверхности схема 1
- основной базирующей поверхностью является торец

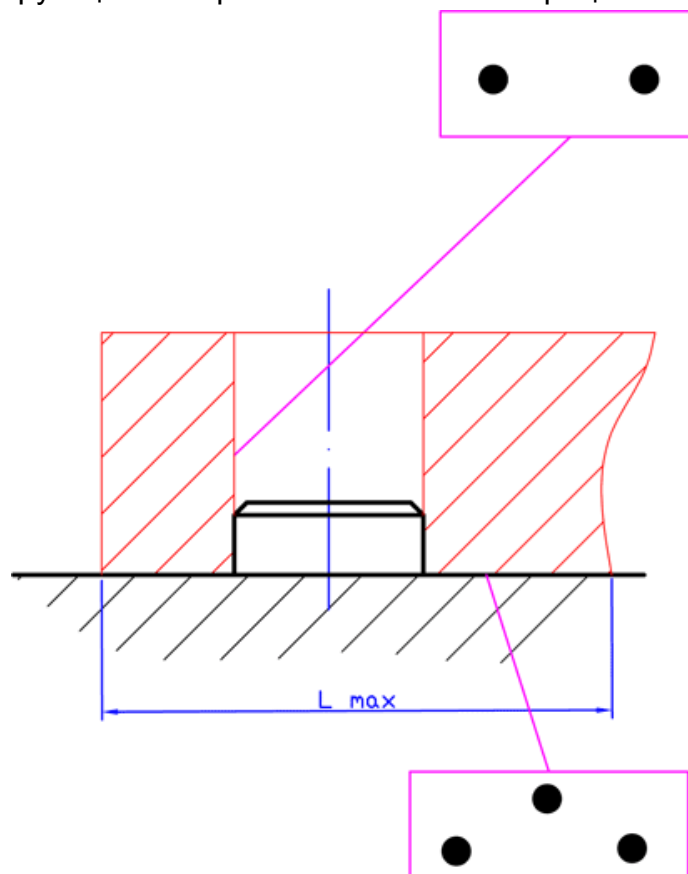


Рисунок 6 -
Пример НЕправильного базирования на рисунке 7.

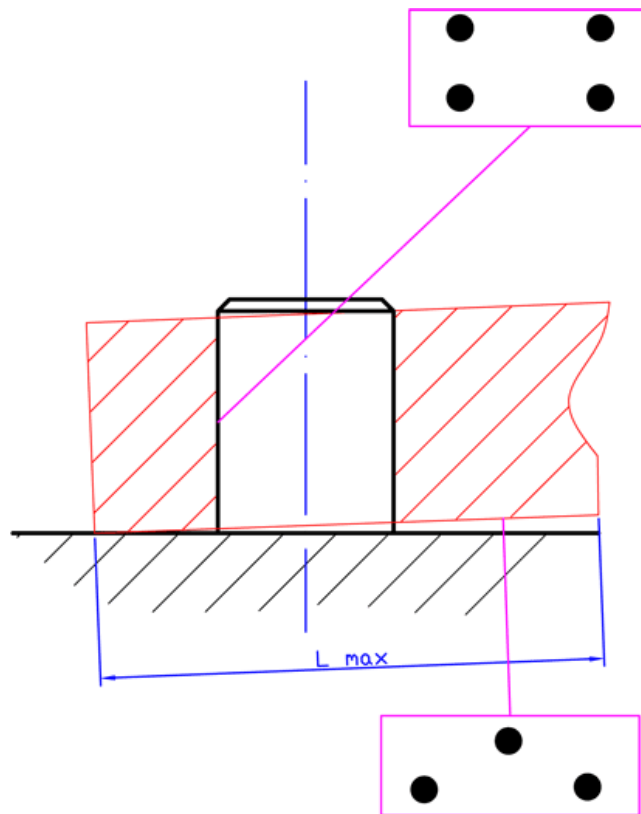


Рисунок 7 - Неправильное базирование

Торец лишает три степени свободы(опорная база), высокий палец – четыре(двойная направляющая).

Для статической определенности установки торец и отверстие должны нести только пять опорных точек. Это обеспечивается установкой детали на низкий палец

Схема 2

Если зазор в сопряжении пальца с отверстием будет меньше допуска на размер L , то нижняя плоскость детали не будет прилегать к опорам приспособления. Поэтому палец делается высоким и срезанным (лишает две степени свободы)

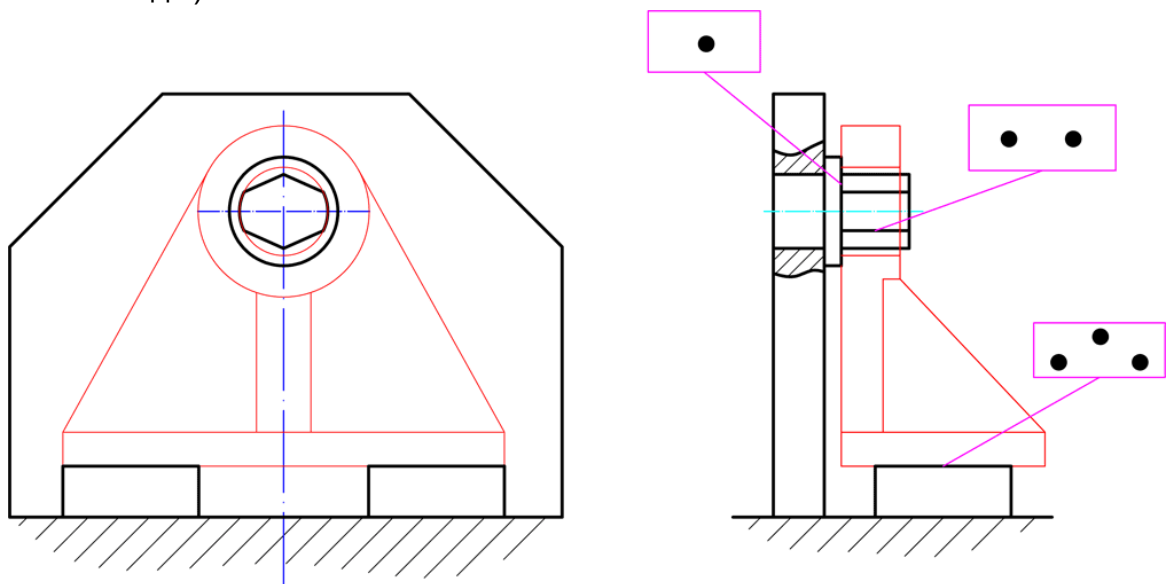


Рисунок 8 Базирование по длинной конической поверхности схема 2

Схема 3

Для статической определенности установки используют низкие цилиндрический и срезанный пальцы

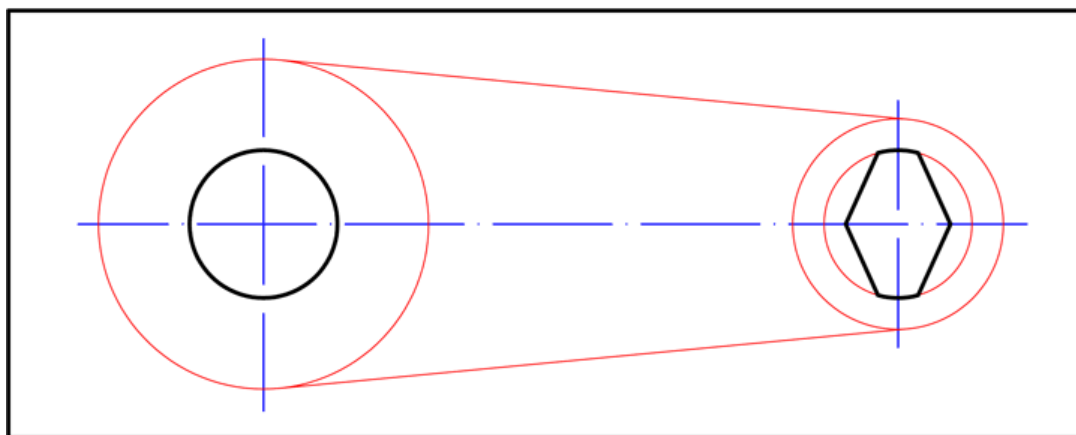
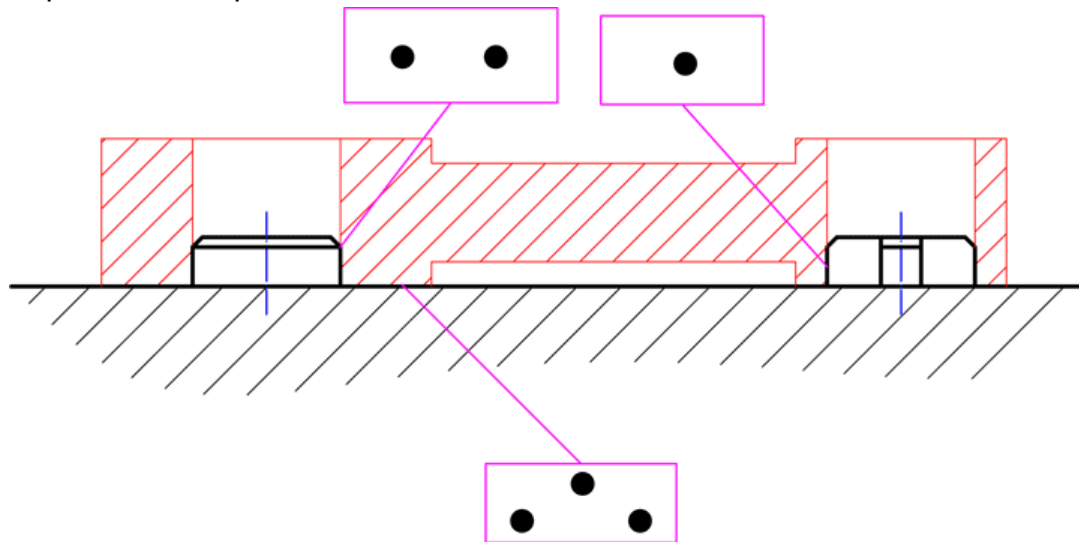


Рисунок 9 - Базирование по длинной конической поверхности схема 3

Из рассмотренных схем видно, что

- высокий цилиндрический палец отнимает четыре степени свободы
- низкий цилиндрический – две.
- высокий срезанный – две.
- низкий срезанный – одну.

2. Точность обработки

Обеспечение заданной точности детали основное требование к технологическому процессу.

Под точностью обработки понимают степень соответствия изготовленной детали требованиям чертежа и технических условий. Точность детали складывается из точности выполнения размеров, формы, относительного положения поверхностей детали и шероховатости поверхностей. Под точностью формы поверхности понимают степень соответствия ее размеров в осевом и поперечном сечениях геометрической форме.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

При разработке технологического процесса изготовления детали для обеспечения требуемой точности обработки приходится учитывать причины, вызывающие погрешности обработки. Основными причинами погрешностей обработки на токарных станках являются: недостаточная точность и жесткость станка; неточность изготовления и недостаточная жесткость режущего и вспомогательного инструмента; погрешности установки заготовки на станке и ее деформация при зажиме или под действием усилий резания и нагрева, погрешности в процессе измерения и др.

На рисунке 10: а) - заготовка до установки на станке, б) - после закрепления в трехлапчатом патроне, в) - после обработки и г) - после снятия со станка.

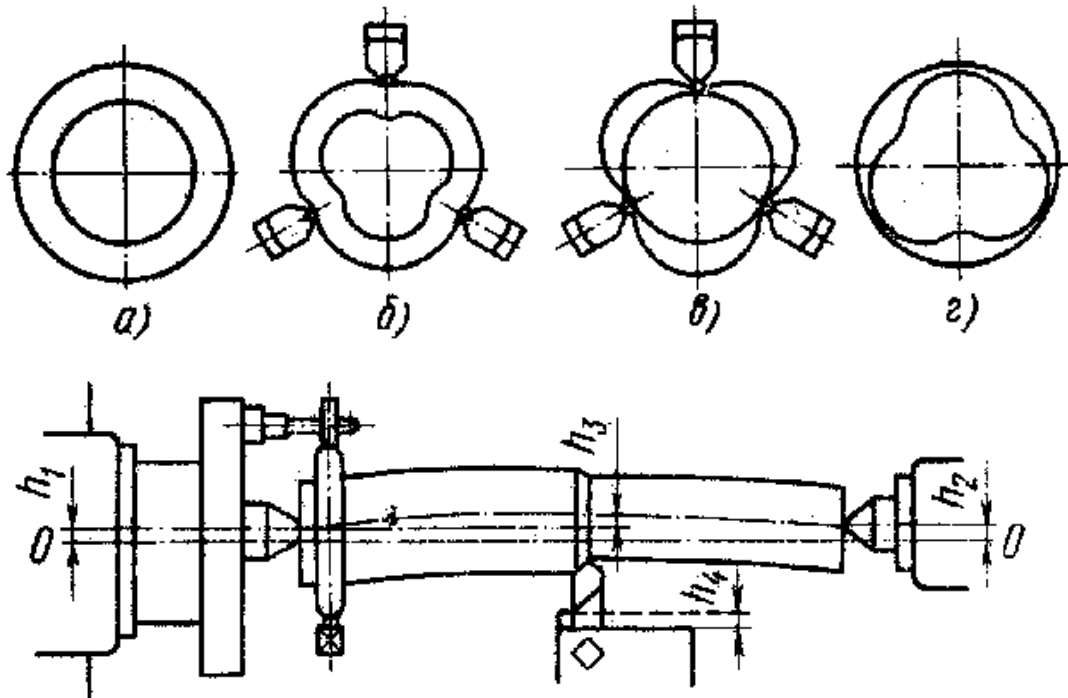


Рисунок 10 - Технологический процесс изготовления детали

В процессе обработки система СПИД (станок - приспособление - инструмент - деталь) станка деформируется под действием сил резания. Например, передний центр может сместиться относительно оси O_0 ненагруженного станка на величину h_1 (смотри рисунок выше), а задний - на величину h_2 . Деталь при этом прогнется на величину h_3 , а суппорт с резцом

местится на величину h_4 . Эти деформации на практике могут проявляться как совместно, так и в отдельности и в результате могут привести к отклонениям формы детали от цилиндрической (рисунок).

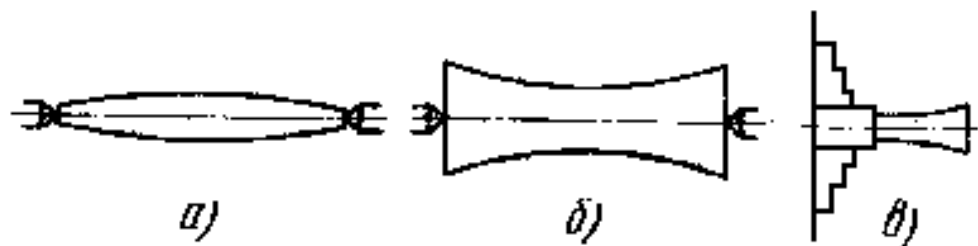


Рисунок 11 – Деформация системы СПИД

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Для выполнения точностных требований, предъявляемых к готовой детали, последовательность технологических операций назначают, исходя из следующих соображений.

1. Сначала производят черновую обработку заготовки, при которой удаляются наибольшие слои металла. Это позволяет выявить дефекты заготовки и снять с нее внутренние напряжения, вызывающие деформации. Все операции черновой обработки требуют значительных сил резания, значительно влияющих на точность окончательно обработанной поверхности; поэтому их следует выполнять до операций чистовой обработки.

2. Обработку поверхностей, на которых возможные дефекты заготовок недопустимы, следует выполнять в начале технологического процесса при выполнении черновых операций.

3. Следует в первую очередь обрабатывать поверхности, при удалении припуска с которых в наименьшей степени снижается жесткость заготовки.

4. Чистовые операции надо выполнять в конце обработки, так как при этом уменьшается возможность повреждения уже обработанных поверхностей.

5. Поверхности детали, связанные между собой точным относительным расположением, необходимо обрабатывать с одной установки и в одной рабочей позиции. При обработке штучных заготовок необходимая точность размеров достигается снятием припуска при последовательных проходах. Перед каждым проходом обрабатываемую поверхность детали измеряют и определяют величину припуска, а затем назначают величину подачи инструмента. Так повторяют до тех пор, пока фактический размер обрабатываемой поверхности не войдет в пределы допуска на размер по чертежу. При обработке партии деталей описанным методом обрабатывают только первую деталь, а затем фиксируют взаимное положение механизмов станка и производят обработку остальных деталей партии. Чем выше требования к точности детали, тем выше требования к металлорежущему станку, режущему и вспомогательному инструменту, точности измерения, квалификации рабочего и т. д., т. е. получение более высокой точности обработки требует более высоких затрат времени и труда. Поэтому различают экономическую и достижимую точность обработки. Экономическая точность обработки - понятие условное, определяющее возможность выбора способа обработки деталей с необходимой точностью при минимальных затратах времени и труда. На рисунке 12 приведена зависимость стоимости обработки детали от точности ее изготовления.

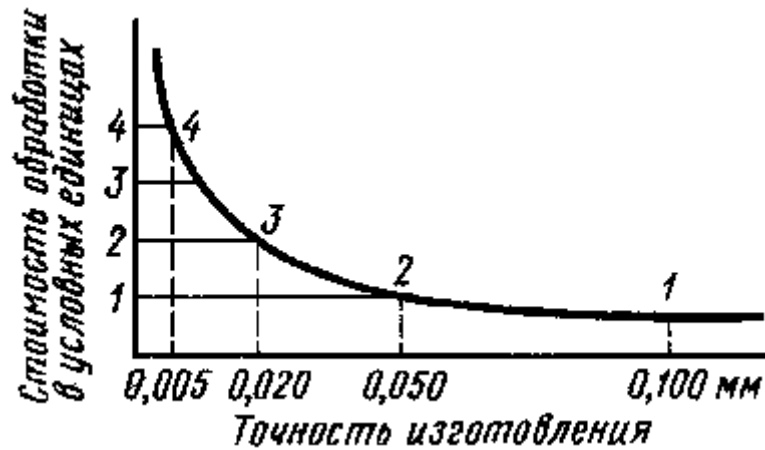


Рисунок 12 - зависимость стоимости обработки детали от точности ее изготовления

Достижимая точность - максимальная точность, которая может быть достигнута при обработке детали рабочим высокой квалификации в условиях производства, предназначенных для обработки деталей с заданной точностью. Сравнением экономической и достижимой точности определяют совершенство технологического процесса обработки детали.

Лекция №3

Основы технологического нормирования

План:

1. Значение и содержание технического нормирования труда
2. Нормы и классификация затрат рабочего времени
3. Структура и расчёт технически обоснованной нормы времени
4. Методы установления норм времени
5. Техническое нормирование

1. Значение и содержание технического нормирования труда

Уровень производительности труда характеризуется количеством времени, затрачиваемым на выполнение данной работы. Чем оно меньше, тем выше производительность труда. Экономия затрат труда при высоком качестве продукции является показателем совершенства технологии и организации производства. Поэтому в условиях производства особо важное значение приобретает техническое нормирование труда, понимаемое как нормирование затрат рабочего времени.

Основной задачей технического нормирования труда является установление для конкретных организационно-технических условий:

·- *норм времени*, т.е. затрат времени, необходимых на выполнение единицы заданной работы;

·- *норм выработки*, т.е. количества единиц продукции (шт., м, т и т.п.), которое должно быть изготовлено в единицу времени Т (час, смену и т.д.).

Это обратная величина нормы времени, т.е.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

$$N_{\text{нр}} = \frac{T}{t_{\text{шт}}}; \quad (1)$$

·- *норм численности*, т.е. регламентированной численности рабочих, ИТР или служащих, необходимой для выполнения определенного объема работы или обслуживания некоторого количества производственных объектов.

Техническое нормирование, являясь одним из важнейших элементов организации производства, имеет своей целью всемерно способствовать наиболее полному выявлению и использованию резервов повышения производительности труда, снижению себестоимости продукции, улучшению использования производственных мощностей.

Техническое нормирование является также основой:

- технико-экономического планирования;
- оперативного планирования;
- проектирования технологических процессов.

На стадии *технико-экономического планирования* технически обоснованные нормы используют для определения производственных мощностей отдельных агрегатов, участков, цехов и предприятий в целом. Они необходимы также для обоснования производственных программ и расчёта численности работников и фондов заработной платы.

Оперативное планирование использует технически обоснованные нормы для разработки нормативов движения производства и составления производственных графиков, предназначенных для обеспечения повседневной ритмичной работы каждого рабочего места, участка и цеха.

В области *проектирования технологических процессов* технически обоснованные нормы позволяют выбрать тот или иной вариант технологического процесса, обеспечивающего выполнение данного конкретного задания с наиболее благоприятными показателями.

Правильное установление норм затрат времени на предприятии требует:

- анализа производственных возможностей данного рабочего места;
- наиболее полного использования научно-технических достижений, а также изучения и широкого распространения передовых методов работы;
- выявления резервов повышения производительности труда;
- установления рациональной структуры операций, предусматривающей наиболее полное использование как наличной техники, так и рабочего времени исполнителя.

Таким образом, техническое нормирование в промышленности не ограничивается только расчётом норм.

Содержание технического нормирования значительно шире и включает:

- систематическое изучение организации производственных процессов, организации труда, структуры нормируемых операций и исследование затрат рабочего времени на их выполнение;
- разработку нормативов для установления технически обоснованных норм;

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

·- определение норм времени, норм выработки и норм численности для конкретных организационно-технических условий и наиболее рационального порядка и способа выполнения работ;

·- организацию освоения норм путём систематического инструктажа рабочих;

·- контроль и анализ выполнения рабочими установленных норм и разработку с учётом передового производственного опыта мероприятий, способствующих дальнейшему росту производительности труда и достижению рабочими более высокой выработки.

По мере развития технологии и организации производства технически обоснованные нормы должны пересматриваться и заменяться новыми, более высокими нормами, отражающими новый уровень технологии и организации производства, возросшую квалификацию кадров, последние достижения в освоении техники.

2. Нормы и классификация затрат рабочего времени

В машиностроении нормы затрат труда устанавливают, как правило, на технологические операции. По времени действия нормы разделяют на постоянные и временные.

Под *постоянными* понимают нормы на повторяющиеся операции, установленные для относительно устойчивого производства и действующие в течение длительного периода до соответствующих изменений условий работы.

Под *временными* понимают нормы на повторяющиеся операции, установленные на период освоения новой продукции или новых технологических процессов. Временные нормы устанавливают на срок до трёх месяцев и по истечении этого срока их заменяют постоянными нормами.

Нормы времени и нормы выработки должны быть технически обоснованы.

Под *технически обоснованной нормой* понимают устанавливаемое для определённых организационно-технических условий время на выполнение данной работы (операции), исходя из рационального использования производственных возможностей оборудования и рабочего места, с учётом передового производственного опыта.

Для установления технически обоснованных норм изучают фактические затраты времени, выявляют потери, намечают пути уплотнения рабочего дня за счёт устранения замеченных организационно-технических неполадок.

Изучение затрат времени и их анализ облегчаются применением общепринятой в машиностроении классификации затрат времени. По этой классификации все затраты рабочего времени на протяжении рабочего дня (смены) разделяют на время работы и время перерывов.

Время работы подразделяется на:

·- подготовительно-заключительное время;

·- основное (технологическое) время;

·- вспомогательное время;

·- время обслуживания рабочего места.

Время перерывов подразделяется на:

·- время перерывов, не зависящих от рабочего;

·- время перерывов, зависящих от рабочего.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Подготовительно-заключительное время затрачивается рабочим на ознакомление с порученной ему работой, на подготовку к ней, на изучение технологической документации, на сдачу работы мастеру или контролеру-приёмщику, т.е. на выполнение действий, связанных с её окончанием.

Это время не повторяется с каждой деталью или изделием, а затрачивается *один раз на всю партию или на рабочий день*.

При работе на станках к подготовительной работе относятся также установка специальных приспособлений, наладка и установление режима обработки, если эти работы выполняются один раз для всего заданного объёма работы или для партии деталей.

Основное (технологическое) время представляет собой время, в течение которого непосредственно осуществляется технологический процесс (изменение формы, поверхности и размеров обрабатываемой детали, изменение механических свойств и внутренней структуры материала и т.д.). Технологическое время может быть машинным, машинно-ручным и ручным.

Вспомогательное время затрачивается на действия, непосредственно обеспечивающие выполнение элементов основной работы, например, на установку и съём изделия, подвод и отвод инструмента, пуск и останов механизма, измерение изделия и др. Вспомогательное время может быть ручным, машинно-ручным и машинным. Во многих случаях вспомогательные работы выполняют вручную. Время ручной вспомогательной работы может перекрываться машинным временем, что учитывают при расчёте норм.

Время обслуживания рабочего места охватывает время, затрачиваемое рабочим на уход за рабочим местом (механизмом, инструментом, приспособлением) на протяжении данной конкретной работы и рабочей смены.

На станочных, кузнечных и других операциях, выполняемых на оборудовании, требующем подналадки и регулировки в процессе работы, время обслуживания рабочего места подразделяется на время:

- технического обслуживания рабочего места;
- организационного обслуживания рабочего места.

Время технического обслуживания рабочего места затрачивается на смену инструмента, на регулировку и подналадку механизма в процессе работы, на правку инструмента и другие действия рабочего, связанные с уходом за рабочим местом при выполнении заданной работы.

Время организационного обслуживания рабочего места включает затраты времени рабочего по уходу за рабочим местом на протяжении рабочей смены (раскладка и уборка инструмента в начале и в конце смены, смазка и чистка механизмов, уборка рабочего места).

Во времени перерывов, не зависящих от рабочего, необходимо различать:

- технологические перерывы в работе, вызываемые ходом установленного технологического процесса, (например, в работе токаря во время машинно-автоматического действия станка или в работе вагранщика во время плавки чугуна и т.д.);
- перерывы, вызванные организационно-техническими или производственно-технологическими неполадками (задержка в снабжении рабочего места материалом и инструментом, ожидание работы, нарядов, т.п.).

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Время перерывов, зависящих от рабочего, подразделяется на:

- перерывы на личные надобности, производственную гимнастику и отдых;
- перерывы, допущенные рабочим (опоздание на работу, уход до звонка на обед, опоздание после обеденного перерыва и т.д.).

3. Структура и расчёт технически обоснованной нормы времени

Рассмотренная классификация затрат рабочего времени является основой для определения структуры технически обоснованной нормы времени, в состав которой включаются лишь те категории рабочего времени, которые необходимы для выполнения заданной работы.

К их числу относятся:

- подготовительно-заключительное время $t_{пз}$;
- основное t_o ;
- вспомогательное не перекрываемое другими элементами t_b ;
- время на техническое обслуживание рабочего места $t_{тех}$;
- время организационного обслуживания рабочего места $t_{орг}$;
- время перерывов на отдых и личные надобности $t_{отл}$.

Тогда структурная формула нормы времени будет содержать следующие элементы:

$$t_{штк} = t_{пз} + t_o + t_b + t_{тех} + t_{орг} + t_{отл}, \quad (2)$$

В *единичном* производстве *подготовительно-заключительное время* имеет наибольший удельный вес и, как правило, полностью расходуется на одно изделие; поэтому норма на него включается в штучную норму времени.

В *серийном* производстве затраты на *подготовительно-заключительную работу* нормируются особо и включаются в полную норму в соответствующей доле на единицу. В отдельных случаях, когда затраты времени на подготовительно-заключительную работу невелики, они могут не выделяться, а включаться в состав нормы штучного времени.

В *массовом* производстве категория *подготовительно-заключительного времени* отсутствует, так как свойственные массовому производству повторяемость операций и специализация рабочих мест делают излишним переналадку оборудования и другие работы, время выполнения которых составляет подготовительно-заключительное время.

Подготовительно-заключительное время определяется либо по нормативам, либо на основании длительного изучения рабочего времени. При установлении норм подготовительно-заключительного времени следует исходить из условия надлежащей организации и обслуживания рабочего места.

Основное (технологическое) время определяется по нормативам или расчётам, исходя из технологического режима работы оборудования.

Вспомогательное время может быть не перекрываемым и перекрываемым. Многие элементы вспомогательного времени перекрываются машинным временем. В течение этого периода рабочий имеет возможность выполнять различные действия как вспомогательные, так и связанные с обслуживанием рабочего места. В технически обоснованную норму времени включается та часть времени, которая не перекрывается машинным временем.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Вспомогательное время рассчитывается в соответствии с установленными для данного предприятия нормативами, на основании хронометражных наблюдений или по эмпирическим формулам, отражающим зависимости изменения затрат времени на вспомогательные приемы от основных производственных факторов.

Суммой основного и вспомогательного перекрываемого времени является *оперативное время* – главная часть технически обоснованной нормы.

Время обслуживания рабочего места устанавливается на основании нормативов и во многих случаях определяется в процентном отношении к оперативному времени.

Время перерывов на отдых, производственную гимнастику и личные надобности регламентируется законодательством и выражается в процентах к оперативному времени.

Этот норматив дифференцируется в зависимости от сложности и тяжести работы с обязательным учётом возможности использования времени на отдых в течение технологических перерывов.

4. Методы установления норм времени

Технически обоснованные нормы времени устанавливают на основе тщательного анализа и выявления всех производственных возможностей каждого цеха, участка, рабочего места и исследования составных частей данной операции.

Такое исследование содействует изучению, обобщению и распространению передовых приёмов труда, создает базу для проектирования рационального регламента работы, обеспечивающего неуклонное повышение производительности труда.

Установление технически обоснованных норм требует соблюдения следующей определённой очерёдности работ.

1. Анализ нормируемой операции по её структурным элементам.
2. Проектирование рационального состава и содержания операции по элементам.
3. Проектирование наиболее рационального технологического режима работы оборудования для данной операции.
4. Проектирование регламента трудового процесса рабочего-исполнителя.
5. Расчёт нормы времени на операцию по длительности отдельных элементов с учётом их рационального сочетания, возможности перекрытия.
6. Разработка организационно-технических мероприятий, обеспечивающих внедрение спроектированной операции со всеми относящимися к ней режимами и приёмами работы.

Основными методами установления технически обоснованных норм времени, базирующимися на глубоком анализе процесса являются:

- метод расчёта норм времени на основе изучения затрат рабочего времени наблюдением (аналитически-исследовательский метод);
- расчёт норм времени по нормативам (аналитически-расчётный метод);
- метод сравнения и расчёта норм времени по типовым нормам (расчётно-сравнительный метод).

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Метод расчёта норм времени на основе *изучения затрат рабочего времени наблюдением* основан на специальном исследовании операции непосредственно в производственных условиях и затрат рабочего времени на рабочих местах (при помощи хронометража, фотографии рабочего дня).

При этом широко используются хронометрирующие приборы и оборудование, кинофотоаппаратура, осциллографическая аппаратура.

При определении норм времени *по нормативам* длительность нормируемой операции находят расчётным путём.

Проектируя наиболее рациональные варианты структуры и содержания данной операции, затраты времени на её отдельные элементы рассчитывают по нормативам, представляющим собой расчётные величины продолжительности выполнения отдельных элементов работы (операции).

При нормировании операций по нормативам используют действующие дифференцированные нормативы для различных видов обработки по типам производства, укрупнённые нормативы, номограммы, таблицы.

Метод сравнения и расчёта *по типовым нормам* сводится к разработке норм на основе сопоставления и расчёта типовых операций, типовых технологических процессов, типовой организации труда и рабочих мест.

Применяемость перечисленных методов расчёта норм определяется прежде всего типом производства.

В *массовом и крупносерийном* производстве, где имеют место стабильно повторяющиеся работы и операции, выполняемые в относительно неизменных условиях производства, при нормировании операции расчлняют на отдельные приёмы и движения, обращая особое внимание на устранение лишних и утомительных движений рабочего и на совмещение во времени отдельных движений.

Технически обоснованные нормы в этих условиях определяют методом расчёта по *нормативам* или на основе изучения рабочего времени *наблюдением*.

Длительное выполнение одной и той же операции способствует росту выработки, например, на третий год с начала внедрения операции её продолжительность сокращается в среднем на 40~50 % только вследствие формирования производственных навыков рабочего.

В *серийном производстве*, где применяют преимущественно универсальное оборудование и где за каждым рабочим местом закреплено несколько операций, выполнение которых чередуется через определённые промежутки времени, изучаются в первую очередь работы, имеющие наибольшее распространение.

При этом устанавливают типовую структуру операции. По результатам наблюдений определяют нормативную продолжительность выполнения отдельных элементов ручных приёмов работы, разрабатывают исходные данные для расчёта нормативов по другим категориям рабочего времени и режимов работы оборудования.

Таким образом, в условиях *серийного производства* технико-нормировочные исследования предназначаются преимущественно для создания нормативов, а технически обоснованные нормы должны устанавливаться главным образом методом расчёта по нормативам.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

В *мелкосерийном и единичном производстве* на рабочих местах выполняются редко повторяющиеся операции, а при наличии однородных операций работа производится малыми партиями. В этих условиях расчленение операции на отдельные элементы нецелесообразно.

Поэтому в мелкосерийном и единичном производстве изучение и анализ однородных операций должны проводиться в целях разработки укрупнённых нормативов для расчёта норм по технологическим переходам, обрабатываемым поверхностям и т.п., а также в целях составления на их основе типовых норм времени.

Для условий этого типа производства технологический процесс принято разрабатывать в виде маршрутной технологии. С увеличением серийности и появлением типовых технологических процессов технические нормы устанавливаются методом расчёта по нормативам или типовым нормам. В этом случае нормы на конкретные операции устанавливают путём сравнения нормируемой операции с типовой для детали, имеющей аналогичную конструкцию и технологический процесс изготовления.

Таким образом, в *мелкосерийном и единичном производстве* технически обоснованные нормы должны устанавливаться либо по укрупнённым нормативам методом расчёта, либо по типовым нормам методом сравнения трудоёмкости аналогичных операций.

Хронометраж

Хронометраж операции – способ изучения затрат времени на выполнение циклически повторяющихся ручных и машинно-ручных элементов операции.

Он применяется:

- для проектирования рационального состава и структуры операции;
- установления нормальной продолжительности операции и разработки на этой основе нормативов, используемых при расчёте технически обоснованных норм времени;
- для проверки норм, установленных расчётным путём, преимущественно в массовом и крупносерийном производстве;
- при изучении передовых методов работы с целью их распространения.

Хронометраж может быть *сплошным*, когда непрерывно измеряют все элементы данной операции в их технологической последовательности, и *выборочным*, когда за время выполнения операции измеряют лишь отдельные элементы независимо от их последовательности.

Сплошной хронометраж более целесообразен, так как его применение облегчает выявление частичных совмещений во времени и полных перекрытий отдельных элементов.

Хронометраж состоит из следующих этапов:

- а) подготовка к наблюдению;
- б) наблюдение;
- в) обработка хронометражных наблюдений;
- г) анализ результатов, выводы, установление норм и проектирование нормативов оперативного времени.

Подготовка к проведению хронометражного наблюдения заключается в предварительном расчленении операции на элементы и движения и подробном

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

ознакомлении на месте наблюдения с оборудованием и условиями работы на данной операции (обеспеченность инструментом, освещённость, удобство расположения и другие условия, характеризующие организацию рабочего места), с тарификацией работы и соответствием ей квалификации рабочего.

В порядке подготовки к наблюдению заполняют лицевую сторону хронометражного наблюдательного листа, записывая следующие исходные данные:

- наименование и характеристику изготавливаемого изделия;
- название операции;
- число изделий в партии;
- разряд работы;
- сведения о материале, оборудовании, инструменте, приспособлениях;
- сведения о рабочем (фамилия, квалификация, стаж, производственная характеристика);
- эскиз изделия.

В обязанности наблюдателя входит:

- совместно с администрацией цеха, где проводится наблюдение, устранить замеченные в процессе предварительного ознакомления неполадки;
- после ознакомления с фактическим порядком выполнения элементов (приёмов) подлежащей изучению операции определить наиболее рациональное расчленение операции;
- устранить лишние элементы и движения;
- выбрать для проведения хронометража объект наблюдения. При этом рабочий, выполняющий операцию, должен иметь соответствующую работе квалификацию, хорошо знать механизм, инструмент и приспособления, применяемые на данной операции, уметь рационально организовать свой рабочий день.

Подготовка к наблюдению заканчивается занесением в наблюдательный лист элементов изучаемой операции в их технологической последовательности и установлением фиксажных точек.

Под *фиксажной точкой* подразумевается момент, в котором совпадают окончание последнего движения одного элемента с началом первого движения следующего элемента операции.

Смысл установления фиксажных точек заключается в чётком разграничении во времени отдельных элементов, необходимом для правильного измерения их продолжительности.

Только после проведения подготовительной работы приступают к непосредственному *наблюдению* – измерению времени элементов изучаемой операции и записи продолжительности каждого элемента.

Для измерения времени работы существуют различные приборы, основными из которых являются секундомеры и хронометры.

Длительность элементов операции определяют одним из двух способов:

- по текущему времени;
- по отдельным отсчётам.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

При записи по *текущему времени T* в наблюдательный лист заносят данные, фиксирующие момент окончания первого и начала последующих элементов операции без остановки хронометра или секундомера.

Выявление продолжительности *П* отдельных элементов операции, необходимое для получения хронометражных рядов, производится позднее, в процессе обработки данных хронометражного наблюдения.

При способе измерения времени по *отдельным отсчётам* в наблюдательном листе фиксируют только продолжительность отдельных приёмов или элементов операции. В соответствии с этим секундомер или хронометр пускают в ход с началом данного элемента операции и выключают одновременно с его окончанием.

Первый способ более удобен; в этом случае можно фиксировать только одну конечную фиксажную точку каждого элемента операции, а не две, так как начало каждого следующего элемента операции совпадает с концом предыдущего.

Задачей наблюдателя является запись продолжительности элементов операции, а также фиксация продолжительности всех без исключения перерывов и различных отклонений, имевших место во время проведения хронометража.

В особой графе хронокарты отмечают начало и конец перерывов, их причина и продолжительность. Эти записи необходимы при дальнейшем анализе и обработке результатов наблюдений.

В результате хронометражных наблюдений по каждому элементу операции накапливаются многократно зафиксированные данные о длительности их выполнения, которые называются *хронометражным рядом*.

Замеры, составляющие хроноряд, варьируют, следовательно, количество их должно быть достаточным для получения достоверного норматива. Поэтому необходимым условием проведения хронометража является установление минимального числа наблюдений, обеспечивающего надлежащую достоверность результатов (таблица 1):

Таблица 1

Условия выполнения операции	Число замеров при длительности операции, мин.			
	до 1	1-5	5-10	св. 10
Активное наблюдение за работой машины при работе на потоке с регламентированным ритмом	10	10	6	4
Машинно-ручная работа	15	15	10	6
Ручная работа	30	20	12	8

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Анализ и обработка хронометражных рядов выполняются в следующем порядке:

- а) составление рядов;
- б) установление степени устойчивости ряда;
- в) исчисление норматива расчетной продолжительности каждого элемента операции;
- г) выявление возможности совмещения элементов операции;
- д) установление нормы оперативного времени.

В практике нормирования степень устойчивости ряда принято измерять отношением максимального значения хронометражного ряда t_{\max} к минимальному t_{\min} .

Это отношение называется *коэффициентом устойчивости* $K_{уст}$ хронометражного ряда:

$$K_{уст} = \frac{t_{\max}}{t_{\min}}, \quad (3)$$

Очевидно, что коэффициент $K_{уст}$ больше единицы; чем он ближе к единице, тем устойчивее ряд.

Наличие достаточно устойчивых хронометражных рядов позволяет определить норматив времени на каждый приём или элемент операции как среднюю арифметическую величину хронометражного ряда.

После установления нормальной продолжительности отдельных элементов операции проводится анализ полученных результатов, данные которого используются в виде норм или в виде первичного материала для разработки нормативов времени на вспомогательные и основные элементы операции.

Результаты наблюдения анализируются с точки зрения возможности проведения различных мероприятий, направленных на уменьшение времени, затрачиваемого на выполнение отдельных элементов операции.

Фотография рабочего дня

Фотография рабочего дня – способ изучения затрат рабочего времени наблюдением на протяжении одной или нескольких смен (в отдельных случаях – на протяжении определённой части рабочего дня).

При этом способе главное внимание уделяется выявлению потерь рабочего времени, а также изучению затрат подготовительно-заключительного времени, времени обслуживания рабочего места и времени, необходимого на отдых и естественные надобности.

Фотография рабочего дня имеет целью:

- составление фактического баланса рабочего дня путём выявления всех без исключения затрат времени в течение рабочего дня и группировки их по категориям рабочего времени (подготовительно-заключительное, основное, вспомогательное, потери времени и т.д.);
- выявление причин потерь и непроизводительных затрат времени с последующей разработкой организационно-технических мероприятий по предупреждению и устранению потерь;

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

·- проектирование нормального баланса рабочего времени, предусматривающего улучшение использования рабочего дня за счёт ликвидации потерь, передачи ряда работ вспомогательным рабочим, перекрытия некоторых вспомогательных элементов операций машинным временем;

- получение данных, необходимых для нормирования подготовительно-заключительного времени, времени обслуживания рабочего места и перерывов, а также для составления нормативных таблиц по этим категориям рабочего времени;

·- определение числа рабочих, необходимого для обслуживания отдельных агрегатов, либо числа единиц оборудования, обслуживаемого одним рабочим.

Во время фотографии рабочего дня ведётся наблюдение за работой механизмов и обслуживающих их рабочих, и делаются соответствующие записи в наблюдательном листе фотографии рабочего дня.

По окончании наблюдения полученные данные обрабатывают:

·- составляется сводка времени по категориям затрат рабочего времени;

·- разрабатываются организационно-технические мероприятия;

·- проектируется нормальный баланс рабочего дня;

·- систематизируются данные, необходимые для составления нормативов подготовительно-заключительного времени, времени на обслуживание рабочего места, времени на отдых и личные надобности.

Степень детализации записей зависит от цели, которая ставится при проведении фотографии, и от типа производства.

В условиях *единичного и мелкосерийного производства* допускается меньшая детализация, чем в условиях *крупносерийного и массового производства*, где необходим более точный анализ затрат времени.

Но всегда подробно фиксируются все перерывы в работе с указанием их причин.

Для анализа затраты времени группируют по категориям рабочего времени. Так, в одну группу собирают все затраты оперативного времени, в другую – все затраты подготовительно-заключительного времени, в третью – время перерывов, зависящих от рабочего, и т.д.

Для облегчения обработки результатов наблюдения используют условные обозначения – индексы.

В зависимости от числа рабочих, охватываемых одной фотографией рабочего дня, различают следующие виды фотографии:

·- *индивидуальная*, когда объектом наблюдения служит один рабочий;

·- *групповая*, когда объектом наблюдения является группа рабочих, исполняющих одинаковые или различные операции независимо друг от друга;

·- *бригадная*, когда объектом наблюдения служит группа рабочих, связанных между собой единством производственного задания.

Фотография рабочего дня проводится в следующем порядке:

·- подготовка к наблюдению, заключающаяся в подробном изучении и описании объекта наблюдения и производственной обстановки;

·- проведение наблюдения (фотография рабочего времени);

·- обработка полученных данных, включающая:

а) определение продолжительности отдельных видов затрат времени;

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

б) составление фактического баланса рабочего дня путем группировки затрат времени по категориям;

в) анализ затрат времени;

г) проектирование нового нормального баланса рабочего дня.

При проектировании *нормального баланса* предусматривается возможность совмещения отдельных элементов во времени, исключение лишних затрат времени, ликвидация нерегламентированных перерывов, проведение организационно-технических мероприятий, обеспечивающих устранение обнаруженных неполадок.

В результате достигается *уплотнение рабочего дня*, вследствие чего увеличивается выработка рабочего.

По *технике проведения наблюдений* фотография рабочего дня может быть:

·- непрерывной, когда замеры времени ведутся в течение всего наблюдения непрерывно;

·- прерывной (маршрутной), при которой замеры времени производятся через определённые, сравнительно небольшие промежутки времени. Такая техника проведения наблюдения применяется при групповой фотографии рабочего дня или при фотографии рабочего времени одного либо нескольких рабочих, не имеющих постоянных рабочих мест (транспортные, обслуживающие и др.) или работающих в течение смены на нескольких местах.

Различают два метода *записи данных* фотографий рабочего времени в наблюдательный лист:

·- цифровой, когда данные наблюдения фиксируются только в цифрах;

·- графический, когда цифровые записи дополняются графиками, иллюстрирующими величины затрат времени и их соотношение.

Применение фотографии рабочего дня требует привлечения сравнительно большого числа нормировщиков, так как техника получения полноценных данных по результатам наблюдения и обработки фотографии рабочего дня весьма трудоёмка.

В связи с этим охват рабочих фотографией рабочего дня практически не может быть настолько полным, насколько это необходимо для объективного суждения об имеющихся резервах и действительных потерях рабочего времени по всем цехам, участкам и рабочим местам.

Значительно полнее и проще, чем методом фотографии рабочего дня, могут быть выявлены эти потери при помощи *самофотографии рабочего времени*.

Название метода показывает, что в ходе наблюдения все записи делает непосредственно сам исполнитель. Это обстоятельство заставляет ограничить круг фиксируемых затрат времени только потерями времени, их продолжительностью и причинами. Записывая потери в течение рабочего дня и причины их возникновения, рабочий вносит конкретные предложения для их устранения, а также рационализаторские предложения по улучшению организации производства.

В отличие от обычной фотографии рабочего дня самофотографией может быть одновременно охвачено большое число рабочих различных квалификаций и специальностей, выполняющих самую разнообразную работу.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Для проведения самофотографии из числа инженерно-технических работников цеха или завода выделяют инструкторов (один на 10~15 рабочих), а также лиц, ответственных за её проведение. Они проводят подробный инструктаж, разъясняют рабочим цели, задачи и технику проведения самофотографии.

Метод моментных наблюдений

Метод моментных наблюдений, основанный на применении теории вероятности и математической статистики к изучению затрат рабочего времени, заключается в одновременном наблюдении большого числа объектов, состояние которых фиксируется периодически, через заранее установленный интервал.

Для исследования по данному методу необходимо определить продолжительность, интервал, участки и маршруты наблюдений. Достоверность получаемых данных определяется необходимым количеством наблюдений, т.е. числом моментов или замеров. В массовом машиностроении при большой устойчивости технологических процессов проводится меньшее число замеров, а в серийном и единичном – большее.

В массовом и крупносерийном производстве удовлетворяются доверительной вероятностью ожидаемого результата, равной 0,84.

Для серийного и мелкосерийного производства с нестабильными условиями производственного процесса доверительная вероятность принимается равной 0,92.

Тогда формула для определения числа моментов (замеров) М будет иметь следующий вид:

$$M = \frac{a(1 - K_3)10000}{K_3 p^2}, \tag{4}$$

Где а – коэффициент, определяющий уровень вероятности нахождения ошибки в установленных пределах: для крупносерийного производства а = 2, для серийного и мелкосерийного – а = 3;

K₃ – коэффициент загруженности рабочего или оборудования (удельный вес затрат времени, связанных с выполнением работы, или доля времени работы оборудования);

Р – допустимая величина относительной ошибки результатов наблюдения; обычно принимается в пределах 3-10 % от величины K₃.

Число необходимых моментов можно определить также по таблице 2:

Таблица 2 - Число необходимых моментов

Удельный вес затрат рабочего времени	Для условий массового производства				Для условий серийного и единичного производства			
	Заданная степень точности р, %							
	±3	±5	±8	±10	±3	±5	±8	±10
0,4	3300	1200	470	300	5000	1800	700	450
0,5	2200	800	310	200	3300	1200	470	300

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

0,6	1480	530	210	135	2200	800	310	200
0,7	950	340	130	85	1430	510	180	130
0,8	560	200	80	50	840	300	120	75
0,9	250	90	35	20	380	140	50	35

Наибольшая достоверность результатов наблюдений обеспечивается при соблюдении требований случайности, несмещённости и независимости проводимых наблюдений.

Моментные наблюдения осуществляются в следующем порядке:

1. Определяется необходимое число моментов M по приведённой выше формуле или таблице;
2. Рассчитывается длина маршрута обхода L (м) и число объектов наблюдения при одном обходе m ;
3. Определяется продолжительность одного обхода $T_{обх}$ по формуле:

$$T_{обх} = \frac{0,01L}{0,6} \quad (\text{МИН}), \quad (6)$$

где 0,6 – средняя длина одного шага, м; 0,01 – средняя продолжительность одного шага, мин.

4. Подсчитывается число моментов наблюдения за одну смену M' по формуле

$$M' = \frac{T_{см} m p}{T_{обх}}, \quad (7)$$

где $T_{см}$ – длительность смены, мин.; p – коэффициент, учитывающий несовпадение времени; принимается в пределах 0,5-0,7.

5. Определяется продолжительность проводимого наблюдения в сменах n :

$$n = \frac{M}{M'}, \quad (8)$$

При выборе участка и маршрута наблюдения должен быть обеспечен хороший обзор всего расположенного на нём оборудования и всех рабочих мест.

Продолжительность движения наблюдателя по маршруту должна укладываться в установленный интервал наблюдения.

Состав оборудования на участке и последовательность операций может быть любой, характер работ самым различным. При последовательном обходе наблюдателем всех расположенных на его участке объектов состояние каждого из них фиксируется в тот момент, когда наблюдатель проходит мимо него.

Все отметки заносятся в наблюдательный лист. Общий результат сменного наблюдения определяется при m счёте числа отметок (фиксажных моментов) по каждому из индексов и каждому станку.

5. Техническое нормирование

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Техническое нормирование - система исследований и установления норм технически обоснованных расходов различных производственных ресурсов (рабочего и машинного времени, материалов, энергоносителей и т.д.).

Нормы расходов труда выражаются в виде норм времени и норм выработки.

Нормой времени называется количество времени, необходимое для изготовления единицы продукции соответствующего качества. При определении норм времени исходят из условия, что данная работа выполняется по современной технологии рабочими соответствующей профессии и квалификации.

Норма выработки рабочего или звена рабочих это количество продукции, полученной за единицу времени при тех же условиях, что принятые при установлении норм времени.

Зная нормы времени и нормы выработки, можно определить уровень производительности труда. Если заданная работа, на которую по нормам нужно $T_{\text{нор.}}$ времени, была выполнена за $T_{\text{фак.}}$, то уровень производительности труда выражается формулой:

$$U_{\text{п.т.}} = T_{\text{нор.}} / T_{\text{фак.}} \cdot 100\%, \quad (9)$$

Нормой машинного времени является количество времени работы машины, которое необходимо для изготовления единицы машинной продукции соответствующего качества при научной организации труда, которая дает возможность максимально использовать эксплуатационную производительность машины.

Нормы используют для расчета с рабочими, при разработке документации по производству работ и оценки эффективности принятых технологических решений.

Технологически обоснованные нормы составляют путем анализа и изучения процессов в течение всего рабочего дня. Для того чтобы сделать нормирование строительного процесса, необходимо в первую очередь его обследовать и определить его нормали.

Характеристика процесса, отвечающая современному уровню строительной техники и технологии с использованием передовых методов организации труда и производства работ, называется нормалью строительного процесса. После определения нормали строительного процесса осуществляют хронометражные наблюдения на выбранном объекте. На основе накопленных данных разрабатывают технические обоснованные нормы, которые проверяют в производственных условиях.

После соответствующей проверки разработанные нормы оформляют в виде производственных норм.

Появление новой техники, механизация, новые формы организации труда приводят к тому, что технические нормы устаревают и теряют прогрессивный характер. Поэтому нормы периодически пересматриваются.

Техническое нормирование затрат материалов осуществляют опытно-производственным, лабораторным и расчетно-аналитическим методами. Существуют производственные и сметные нормы затрат материалов, а также нормы для планирования материально-технического снабжения.

Техническое нормирование труда - исследование расходов времени с целью повышения производительности труда. Его проводят на специальных научно-

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

исследовательских станциях (НИС) методами организационных и нормативных наблюдений.

Организационные наблюдения выполняют для выявления передовых методов труда, определения потерь рабочего времени и последующего устранения непроизводительных расходов.

Нормативные наблюдения проводят с целью проверки выполнения и перевыполнения действующих технических норм для проектирования новых норм.

На все виды технологических процессов, которые выполняются при строительстве зданий и сооружений, разработанные ресурсно-элементные нормы (ДБН) на строительные, монтажные и ремонтно - строительные работы.

Лекция №4

Проектирование технологических процессов механической обработки

План:

1. Требования к технологическому процессу
2. Порядок разработки единичных технологических процессов
3. Типизация технологических процессов
4. Групповые технологические процессы

1. Требования к технологическому процессу

Разрабатываемый технологический процесс должен обеспечить выполнение всех требований рабочего чертежа и технических условий при минимальных затратах труда, средств производства и материалов. Таким образом, при проектировании технологического процесса необходимо руководствоваться техническими и экономическими принципами; техническими — с целью удовлетворения требования чертежа, экономическими — с целью минимизации затрат. Из всех технически возможных вариантов изготовления одного и того же изделия выбирают тот технологический процесс, который обеспечивает наибольший экономический эффект при его реализации в конкретных условиях производства.

Основными показателями технологического процесса являются производительность и себестоимость обработки. Оба эти показателя в значительной степени зависят от требований к точности и шероховатости поверхности изготавливаемых изделий. Уменьшение допусков на обработку и улучшение шероховатости поверхностей увеличивают трудоемкость (снижают производительность) и себестоимость приблизительно по закону гиперболы.

Важным показателем технологического процесса является также надежность, определяемая как свойство обеспечивать в течение заданного промежутка времени изготовление продукции в соответствии с запроектированными показателями (количество и качество изготавливаемых изделий). Низкая надежность технологического процесса приводит к дополнительным, обычно незапланированным, экономическим потерям вследствие прерывания

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

производственного процесса и затрат на его восстановление. Актуальность обеспечения показателя надежности технологических процессов и отдельных операций возрастает в связи с расширением области использования автоматизированных производств и операций, выполняемых с минимальным участием оператора.

При разработке планов и методов обработки необходимо обеспечить наиболее рациональный процесс изготовления изделия. В плане указывают последовательность выполнения технологических операций; по каждой операции устанавливают метод обработки, используемое оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент, нормы времени, квалификацию работы. Данные, полученные при разработке плана обработки, составляют основу оформления маршрутного, маршрутно-операционного и операционного технологических процессов. В плане должно быть предусмотрено расчленение технологического процесса на составные части: операции, установки, позиции, переходы, а в отдельных случаях и приемы обработки.

Как при составлении плана обработки, так и при выборе методов обработки наиболее существенное значение имеют характер изготавливаемой продукции и тип производства. В условиях единичного и мелкосерийного производства технологический процесс реализуется на станках общего назначения с выполнением на одном станке чаще всего нескольких операций за несколько установок каждая; используют универсальную технологическую оснастку для закрепления заготовки, режущего и измерительного инструмента. Качество обработки и производительность определяются главным образом квалификацией рабочих. План обработки детали разрабатывают обычно укрупненно, без детальных сведений по выполнению операций. Детализация плана операции в условиях мелкосерийного производства осуществляется при использовании станков с ЧПУ для подготовки управляющих программ вне станка.

В среднесерийном производстве план обработки дифференцируют на операции, закрепляемые за определенными станками с указанием содержания обработки, инструмента, режимов и других данных. Однако план самой операции детально разрабатывают только для станков с полуавтоматическим циклом с целью проектирования и наладки средств управления (копиров, кулачков, программных устройств и управляющих программ). В этом случае операция расчленяется на технологические и вспомогательные переходы и ходы.

В крупносерийном и массовом производстве технологический процесс осуществляется по принципу дифференциации или концентрации операций. При дифференциации процесс обработки разделяют на элементарные операции, содержащие один-два перехода. Такое разделение позволяет использовать сравнительно простое и надежное оборудование, облегчает выравнивание продолжительности обработки на различных операциях.

При концентрации операций процесс обработки расчленяется на ряд операций, в каждой из которых выполняется много переходов, как правило при одной установке заготовки. Такое разделение позволяет обычно обеспечить большую точность обработки и сократить количество используемого оборудования. Принцип концентрации операций получает в последнее время

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

более широкое распространение в связи с увеличением надежности средств управления оборудованием за счет использования микроэлектронной техники.

2 Порядок разработки единичных технологических процессов

Различают три вида технологических процессов: единичный, типовой и групповой. Разрабатываются технологические процессы при подготовке производства к выпуску новых изделий, их модернизации и ремонту.

Рекомендуется нижеследующий порядок разработки единичных технологических процессов:

1. Установление типа производства и организационных форм выполнения технологических процессов.
2. Выбор вида заготовки и её размеров.
3. Установление плана и методов обработки поверхностей и последовательности выполнения технологических операций (технологического маршрута).
4. Выбор оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструмента.
5. Определение режимов обработки и норм времени.
6. Определение классификации работ (профессий и разрядов рабочих).
7. Оценка технико-экономической эффективности.
8. Оформление технологической документации.

Установлению типа производства по изготовлению (ремонту) конкретной детали предшествует изучение её конструкции и технических условий на изготовление (ремонт), эксплуатацию, а также определение программы выпуска и производственных условий цеха (состав оборудования), где будет обрабатываться деталь.

Для установления типа производства необходимо рассчитать такт выпуска деталей

$$\tau = \frac{60\Phi_d}{N}, \quad (10)$$

где Φ_d – действительный фонд времени в планируемом периоде;

N – программа выпуска за этот период.

Если $\tau \approx t_{on}$, где t_{on} – оперативное время обработки детали (оценивается ориентировочно), а планируемый период исчисляется годами, то производство считается массовым, и для обработки детали организуются поточные или автоматические линии, а технологический процесс должен быть построен по принципу дифференциации или концентрации операций. Если период выпуска исчисляется месяцами, то производство считается серийным, оборудование располагается по ходу технологического процесса или организуются переменнo-поточные линии обработки, а технологический процесс дифференцирован.

Если $\tau \gg t_{on}$, то производство считается единичным, оборудование располагается по групповому признаку, а технологический процесс выполняется по принципу концентрации операций.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Выбор исходной заготовки (прокат, литьё, поковка и др.) оценивается её себестоимостью, качеством и минимальными затратами на обработку.

План обработки детали – это последовательность обработки различных поверхностей детали с установлением метода обработки (точение, фрезерование и т. д.). При установлении последовательности выполнения операций (переходов), т. е. технологического маршрута, следует исходить из следующих положений:

- реализовать принцип среднеэкономической точности;
- в первую очередь надо обрабатывать поверхности, которые будут являться базами для дальнейшей обработки, применяя принципы постоянства и совмещения баз;
- затем следует обрабатывать поверхности с наибольшими припусками, что позволяет обнаружить внутренние дефекты в материале заготовки;
- операции, где возможен брак из-за сложности механической обработки, должны выполняться в начале процесса;
- дальнейшая последовательность операций устанавливается в зависимости от требуемой точности обработки, т. е. более точные операции сдвигаются на конец технологического процесса.

В зависимости от вида заготовки, используя справочные данные, распределяют общий припуск на межоперационные припуски.

При выборе типа-размера станков исходят из операций обработки, габаритов заготовки, обеспечения необходимой точности и шероховатости. Если это требование можно выполнить на различных станках, то необходимо учитывать:

- а) возможно более полное использование станка по мощности;
- б) наименьшую цену станка;
- в) наименьшие затраты времени на обработку;
- г) наименьшую стоимость обработки.

Одновременно с выбором станка устанавливается, какое приспособление необходимо для выполнения намеченной операции. Если приспособление является принадлежностью станка, то указывается его наименование (патрон, тиски и др.). Если возникает потребность в изготовлении специального приспособления то, прежде чем приступить к разработке конструкции, выявляется его экономическая целесообразность.

Выбор режущего инструмента зависит от типа станка, материала заготовки, её размеров, конфигурации, требуемой точности и шероховатости.

Особое внимание уделяется выбору материала режущей части инструмента (инструментальные стали, твердые сплавы, металлокерамические сплавы и др.).

Измерительный инструмент выбирается в зависимости от вида измеряемой поверхности, габаритов детали, требуемой точности (линейки, штангенциркули, микрометры, нутромеры и т. д.).

Установление режимов резания основывается:

- на данных об изготавливаемой детали (чертёж и технические условия) и заготовке;
- роде материала заготовки, его характеристике;
- форме, размерах заготовки и допусках на обработку;
- точности и качестве обработки детали;

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

– паспортах станков.

Рассчитанные элементы режимов резания (частота вращения заготовки или шпинделя станка – n 1/мин; подача – S мм/об; глубина резания – t мм) должны обеспечивать наибольшую производительность и загрузку станка по мощности и наименьшую себестоимость.

Профессия и разряд рабочего устанавливается по тарифно-квалификационным справочникам.

Технико-экономическая оценка разработанных технологических процессов производится по следующим показателям:

Норма времени:

а) при массовом производстве:

$$T_{шт} = \sum t_{шти} \quad (11)$$

б) при серийном производстве

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{t_{нз}}{n} \quad (12)$$

в) при единичном производстве

$$T_{шт.к} = T_{шт} + t_{нз} \quad (13)$$

где $T_{шт}$ – штучная норма времени, это время, затрачиваемое на выполнение всех операций технологического процесса, мин;

$t_{шти}$ – штучное время на выполнение одной операции, мин;

$T_{шт.к}$ – штучно-калькуляционная норма времени, мин;

$t_{нз}$ – подготовительно-заключительное время (получение и сдача работы, материала, инструмента, приспособлений и др.), мин;

n – количество деталей в партии.

$$t_{шти} = t_o + t_s + t_{o.e} + t_{об} \quad (14)$$

где t_o – основное время, время непосредственного выполнения работы (процесса резания), мин;

t_s – вспомогательное время, это время, затрачиваемое на подготовку к выполнению основной работы (установка заготовки, инструмента, режимов резания и др.), мин;

$t_o + t_s = t_{оп}$ – оперативное время, мин;

$t_{o.e}$ – время на отдых и естественные надобности, мин;

$t_{об}$ – время на обслуживание рабочего места (подготовка и уборка станка), мин.

Время на $t_{o.e}$, $t_{об}$, $t_{нз}$ – нормируется в процентах от $t_{оп}$.

Цеховая себестоимость обработки

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

$$C=R+M+Z, \quad (15)$$

Где R – стоимость основной рабочей силы, руб.;

M – стоимость материалов (заготовки), руб.;

Z – стоимость накладных расходов, руб.

Стоимость основной рабочей силы определяется исходя из нормы времени, количества рабочих, их тарифного разряда, доплат за стаж работы и территориальный пояс. Стоимость накладных расходов

$$Z= \% N \cdot R, \quad (16)$$

Где % N – процент цеховых накладных расходов.

$$\% N = \frac{\sum K}{\sum R} \cdot 100, \quad (17)$$

где $\sum K$ – сумма косвенных годовых расходов цеха (расходы на отопление, электроэнергию, воду, амортизацию зданий и оборудования, оплату труда инженерно-технических работников и др.), руб.;

$\sum R$ – годовой фонд заработной платы основных рабочих цеха, руб.

Коэффициент загрузки оборудования

$$\eta = \frac{\eta_p}{\eta_{np}}, \quad (18)$$

где η_p – потребное (расчётное) количество оборудования;

η_{np} – принятое количество оборудования.

Коэффициент использования материала

$$K_m = \frac{G}{G_{заг}}, \quad (19)$$

где G – масса готовой детали;

$G_{заг}$ – масса заготовки.

3. Типизация технологических процессов

Для обработки одной и той же детали можно разработать, различные варианты технологических процессов, применив различные методы обработки. Даже при одинаковых производственных условиях и программе выпуска разработка техпроцессов зависит от опыта технического персонала и опыта, накопленного на предприятии. Все эти обстоятельства создают сложности при разработке технологических процессов и требуют больших затрат времени для установления лучшего варианта.

Упростить и ускорить разработку технологических процессов помогает типизация технологических процессов, т. е. создание типовых процессов для обработки определённого типа деталей, имеющих близкое конструктивное исполнение и размеры. Идея типизации принадлежит проф.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

А.П. Соколовскому. Типизация базируется на классификации деталей, т. е. их разделении на классы.

Например:

- класс – Валы (В). Сюда входят валы, валики, оси, штоки, пальцы, цапфы и др.;

- класс – Втулки (А). К нему относятся втулки, вкладыши, гильзы и др.;
и другие классы.

Детали каждого класса разбиваются на группы, группы на подгруппы, подгруппы на типы. В результате чего получается совокупность деталей, всё более схожих по технологическим признакам.

В один тип объединяются детали, при обработке которых применяется одинаковый маршрут выполнения операций, одинаковое оборудование и технологическая оснастка. На представителя деталей данного типа разрабатывается технологический процесс, который будет являться типовым технологическим процессом и по нему будут обрабатываться все детали данного типа.

Если технологи какого-либо предприятия имеют типовые технологические процессы, то они могут:

– после определения, к какому классификационному типу относится данная деталь, применить для неё соответствующий типовой технологический процесс, если позволяет оборудование данного предприятия;

– использовать типовой технологический процесс (заимствовать режимы резания, инструмент, приспособления) для разработки нужного, чем достигается экономия времени и повышается качество разработки.

4. Групповые технологические процессы

На заводах серийного производства применяются групповые технологические процессы (ГТП). ГТП – это технологический процесс изготовления группы деталей с различными конструктивными, но общими технологическими признаками. В этом случае технологический процесс разрабатывается на комплексную деталь (рис. 139).

Комплексная деталь объединяет мелкие партии деталей, каждую из которых нерационально обрабатывать на поточных линиях. Но после их объединения в комплексную деталь возможна организация переменного-поточных линий, позволяющих обрабатывать детали мелкими партиями, применяя режимы обработки для поверхностей фактической детали, соответствующим аналогичным поверхностям комплексной детали

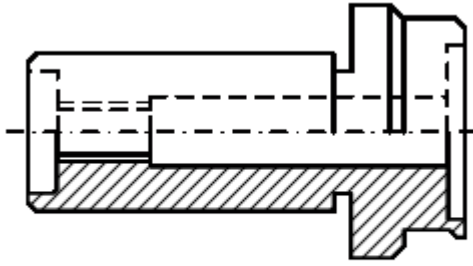


Рис. 29. Комплексная деталь

Рисунок 13 – Комплексная деталь

Лекция №5

Ремонт автотранспортных средств. Основные понятия и определения

План:

1. Понятие о старении автомобиля и его предельном состоянии.
2. Виды, методы и система ремонта автомобилей.
3. Производственный и технологический процессы КР автомобилей.
4. Особенности и пути совершенствования технологии ремонта автомобилей.

1. Старением – называется необратимое ухудшение рабочих характеристик деталей в процессе эксплуатации автомобилей.

В основе старения лежит явление физического изнашивания деталей, происходящее при эксплуатации автомобиля (1 случай), так и при его хранении (2 случай).

В *первом случае* имеют место износы первого рода, которые проявляются в изменении геометрических размеров и геометрической формы деталей, в снижении усталостной прочности их материала.

Во *втором случае* отмечаются так называемые износы второго рода, проявляющиеся в основном в изменениях, связанных с явлениями коррозии, потери жесткости, преобразованиями в структуре и свойствах некоторых материалов.

По мере роста наработки или с течением времени в состоянии автомобиля или его отдельных частей наступает предел, после которого использование автомобиля оказывается нецелесообразным: автомобиль (агрегат) достиг предельного состояния.

Предельным состоянием автомобиля (агрегата) называется такое состояние, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно, либо восстановление его исправного или работоспособного состояния невозможно.

Критериями предельного состояния автомобиля может быть:

- неустранимое нарушение требуемой безопасности;

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

- неустранимый выход технических характеристик за допустимые пределы;
- недопустимое снижение эффективности эксплуатации;
- необходимость проведения КР (эти критерии устанавливаются ТУ).

(Примеры: повреждение блока цилиндров, предельный износ шеек коленвала, предельный износ цилиндропоршневой группы и т.д.).

Автомобиль может находиться в следующих состояниях:

- исправном;
- работоспособном;
- неработоспособном;
- предельном.

Схема основных состояний и событий:



Рисунок 14 - Схема основных состояний и событий

Переход объекта из неработоспособного (неисправного) состояния в работоспособное осуществляется с помощью операции восстановления или ремонта.

Переход объекта из предельного состояния в работоспособное осуществляется с помощью ремонта, при котором происходит восстановление ресурса объекта в целом.

2. Ремонт – представляет собой комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности изделий и восстановлению ресурсов изделий и их составных частей.

Изделия – автомобили, автобусы и их агрегаты.

Составные части – агрегаты, сборочные единицы (автомобилей).

По степени восстановления ресурса ремонт может быть:

капитальным;

текущим.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Капитальный ремонт (КР) – ремонт, выполняемый для восстановления исправности и полного или близкого к полному восстановлению ресурса изделия с заменой или восстановлением любых его частей (80%).

Текущий ремонт (ТР) – ремонт, выполняемый для обеспечения или восстановления работоспособности изделия и состоящий в замене и (или) восстановлении отдельных частей (обеспечивать безотказную работу отремонтированных агрегатов и узлов на пробеге, не меньшим, чем до очередного ТО-2).

Ремонт бывает *плановый и неплановый*.

Плановый ремонт – ремонт, постановка, на которой осуществляется в соответствии с требованиями НТД (нормативная техническая документация).

Неплановый ремонт – ремонт, постановка изделий, на которой осуществляется без предварительного назначения, с целью устранения последствий отказов и происшествий.

Базовой частью легкового автомобиля являются – кузов;
грузового автомобиля – рама.

К базовым деталям агрегатов относятся:

- в двигателе – блок цилиндров;
- в коробке передач, заднем мосту, рулевом механизме – картер;
- в переднем мосту – балка переднего моста или поперечина независимой подвески;
- в кузове или кабине – корпус;
- в раме – продольные балки.

КР автомобиля предусматривает полную его разборку, дефектацию, восстановление или замену деталей; КР или замену агрегатов и узлов; сборку, регулировку и испытание.

КР агрегата включает его полную разборку, дефектацию, восстановление или замену деталей, сборку, регулировку и испытание.

Агрегат направляется в КР если:

- базовая и основные детали нуждаются в ремонте, требующем полной разборки агрегата;
- работоспособность агрегата не может быть восстановлена или ее восстановление экономически нецелесообразно проведением текущего ремонта.

За срок службы полнокомплектный автомобиль подвергается, как правило, одному КР, не считая КР агрегатов и узлов до и после КР автомобиля.

Применение КР полнокомплектных автомобилей следует максимально ограничивать вплоть до полного исключения за счет замены агрегатов и узлов, требующих КР, исправными из фонда оборотных агрегатов.

По регламенту выполнения:

Регламентированный – плановый ремонт, выполняемый с периодичностью и в объемах, установленными в эксплуатационной документации, независимо от технического состояния изделия в момент начала ремонта.

Ремонт по техническому состоянию – плановый ремонт, при котором контроль технического состояния выполняется с периодичностью и объемом,

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

установленными в НТД, а объем и момент начала работы определяется техническим состоянием.

Методы ремонта:

Необезличенный метод – метод ремонта, при котором сохраняется принадлежность восстановленных составных частей к определенному экземпляру.

Обезличенный метод – метод ремонта, при котором не сохраняется принадлежность восстановленных частей к определенному экземпляру.

Агрегатный метод – обезличенный метод ремонта, при котором неисправные агрегаты заменяются новыми или заранее отремонтированными.

На автомобильном транспорте принята планово-предупредительная система ремонта. При этой системе ремонт основывается на плановых началах и имеет своей целью предупреждение непредвиденного (аварийного) отказа автомобиля в работе.

Плановый характер ремонта, с одной стороны, предусматривает плановое проведение ТО, что обеспечивает регулярное получение информации о технологическом состоянии автомобилей, с другой – предполагает планируемые наработки агрегатов и автомобилей до выхода их в ремонт, а также объемы работ при ремонте.

Предупредительная цель системы состоит в том, что она предполагает проведение ремонта агрегатов и автомобилей в целом до наступления периода ускоренного изнашивания базовых и основных деталей.

Ремонтопригодность – называется свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения ТО и ремонта.

Ремонтопригодность представляет собой одно из четырех свойств комплексной характеристики автомобилей, называемой надежностью, и тесно связана с другими его свойствами:

- безотказностью;
- долговечностью;
- сохраняемостью.

Чем выше уровень этих свойств, тем меньше затрат времени, труда и средств по поддержанию и восстановлению работоспособности автомобилей и тем выше, следовательно, ремонтопригодность.

Ремонтопригодность автомобиля (агрегата) определяется совершенством его конструкции, качеством изготовления, условиями использования, ремонта и ТО.

3. *Производственным процессом* – называется совокупность всех действий людей и орудий труда, необходимых на данном предприятии для изготовления или ремонта продукции.

Под производственным процессом КР следует понимать совокупность основных и вспомогательных работ, выполняемых в условиях конкретного АРП в

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

целях превращения неработоспособной автомобильной техники, достигшей предельного состояния, в работоспособные объекты с требуемым ресурсом.

Основные работы: разборка, мойка и очистка, дефектация и сортировки, восстановление и изготовление деталей, комплектование и сборка, испытание и окраска.

Вспомогательные работы: транспортирование, складские операции, содержание и ремонт оборудования и зданий, технический контроль, материально-техническое снабжение, обеспечение производства инструментом и всеми видами энергии.

Технологическим процессом называется часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда, который может быть отнесен к изделию, его составной части или к методам обработки формообразования или сборки (заготовки и изделия).

В соответствии с этим на АРП наряду с понятием технологического процесса КР автомобилей (агрегатов) разрабатываются и осуществляются отдельные технологические процессы (разборки, мойки, дефектации и т.д.).

Технологический процесс состоит из технологических операций, каждая из которых представляет законченную часть технологического процесса, выполняемую на одном рабочем месте.

В свою очередь, технологическая операция включает ряд элементов:

- технологический переход;
- вспомогательный переход;
- установ;
- позиция.

Технологическим переходом – называют законченную часть технологической операции, выполняемую одними и теми же средствами технологического оснащения (оборудование, оснастка, приспособления) при постоянных технологических режимах и установке.

Вспомогательный переход – законченная часть технологической операции, состоящая из действий человека и (или) оборудования, которые не сопровождаются изменением свойств предметов труда, но необходимы для выполнения технологического перехода (*например*: закрепление заготовок, смена инструмента).

Установ – часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок или собираемой сборочной единицы.

Позицией – называется фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной заготовкой или собираемой сборочной единицей совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования при выполнении определенной части операции.

Технологический процесс КР грузового автомобиля:

- снимают АКБ, приборы питания и электрооборудования и направляют автомобиль на площадку хранения ремонтного фонда.
- автомобиль буксиром переводят на транспортирующий конвейер поста наружной мойки;

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

- после поста наружной мойки автомобиль подают на пост предварительной разборки, где с него снимают:
 - а) платформу;
 - б) спинки и сидения;
 - в) стекла;
 - г) обивку и арматуру кабины;
 - д) саму кабину;
 - е) топливные баки (все это отправляют на соответствующие посты для ремонта).
- подготовка автомобиля к полной разборке:
 - а) повторная мойка;
 - б) слив смазки из картеров;
 - в) выпаривание картеров водяным паром;
- транспортером автомобиль подается на пост полной разборки, где с него снимают:
 - а) механизм управления;
 - б) силовой агрегат;
 - в) карданные валы;
 - г) передний и задний мосты;
 - д) узлы подвески;
 - е) приводы тормозной системы (все снятые агрегаты и узлы направляют на специализированные участки (цехи) и посты для последующего ремонта).
- оставшуюся в конце разборки раму подвергают мойке и отправляют в ремонт.

Группы работ, составляющие 4 этапа КР автомобиля:

Первый этап – разборка автомобиля и мойка;

Второй этап – ремонт агрегатов и узлов;

Третий этап – общая сборка на специализированных постах или на поточных линиях; (заправляется топливом и подается на испытания).

Четвертый этап – испытания, проводятся пробегом или на испытательных стендах с беговыми барабанами. После испытаний в дорожных условиях подвергают мойке, неисправности устраняют, при необходимости подкрашивают, сдают представителю ОТК или непосредственно заказчику.

4. В повышении качества и эффективности КР автотранспортных средств решающую роль играет совершенствование технологии всех видов ремонтных работ.

Качество моечно–очистных работ может быть значительно улучшено за счет использования новых эффективных моющих растворов и высокопроизводительных устройств, а также созданием систем по замкнутому циклу с регенерацией и многократным использованием моющих составов.

Применение наружной мойки автомобиля методом погружения в горячие моющие составы, при котором совмещаются наружная мойка автомобиля с мойкой агрегатов, вываркой рам и кабин.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Разборка должна идти в направлении повышения производительности и качества разборки резьбовых, заклепочных и прессовых соединений.

Совершенствование процесса дефектации – это внедрения новых средств обнаружения дефектов и разборка и использование рационального порядка контроля, при наименьшем количестве проверок, внедрение автоматизированных систем дефектации.

Решающим условием улучшения технологии КР следует считать совершенствование технологических процессов восстановления деталей и в первую очередь базовых и основных деталей автомобиля и его агрегатов. Новые технологические процессы восстановления деталей наряду с обеспечением высокого качества ремонта должны удовлетворять требованию экономии всех видов ресурсов.

Совершенствование испытаний автомобилей и агрегатов после КР должны быть направлены на разработку и внедрение технологических процессов автоматизированных испытаний, а также на ускорение и повышение качества приработки, а также создание на АРП диагностических станций для комплексной проверки автомобилей или агрегатов до и после ремонта.

Технологический процесс окраски объектов должен быть совершенным на всех стадиях в интересах улучшения качества покрытия и повышения производительности работ. Рекомендуется применять окраску распылением в электрическом поле и в ваннах с электрофорезом. Сушку производить терморadiационным способом с использованием инфракрасных лучей и терморadiационно - конвективную.

Лекция № 6

Технология дефектаций деталей. Контроль, сортировка и способы восстановления деталей

1. Сущность дефектации и сортировки деталей

Целью дефектации разобранных деталей является определение их технического состояния и сортировка на соответствующие группы: годные, подлежащие восстановлению и негодные. Результаты дефектации и сортировки используются для определения коэффициентов годности и распределения деталей по маршрутам восстановления.

Многие причины отбраковки деталей прямо или косвенно связаны с техническими возможностями средств и методов контроля и дефектации. Существенное влияние на нормы отбраковки оказывают также технологические возможности авторемонтного предприятия. Нередки случаи отбраковки деталей, содержащих исправимые дефекты, только из-за отсутствия соответствующих методов ремонта.

После сортировки годные детали отправляют в комплектовочное отделение, негодные — на склад металлолома или для использования как материал для изготовления других деталей. Детали, требующие восстановления, после определения маршрута ремонта поступают на склад деталей, ожидающих ремонта, и далее на соответствующие участки восстановления. Громоздкие

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

детали— рамы, картеры задних мостов и другие — контролируют непосредственно на рабочих местах.

Дефектацию деталей выполняют внешним осмотром, а также при помощи инструмента, приспособлений, приборов и оборудования. В процессе дефектации и сортировки детали маркируют краской: годные — зеленой, негодные — красной, детали, подлежащие восстановлению, — желтой. Количественные показатели дефектации и сортировки деталей фиксируют в дефектовочных ведомостях или при помощи специальных суммирующих счетных устройств.

Дефектацию обычно начинают с наружного осмотра деталей, определяя их общее техническое состояние и выявляя внешние дефекты — трещины, пробоины, вмятины и др. Для выявления скрытых дефектов применяют приборы и приспособления, работа которых основана на неразрушающих методах контроля.

Развитие средств и методов дефектации в итоге позволяет улучшить качество ремонта автотранспортных средств. На крупных авторемонтных заводах используют автоматизированные системы управления (АСУ), в том числе и на участках дефектации деталей, позволяющие получать необходимую информацию о количественных показателях производственного процесса, потребностях в материалах, комплектующих изделиях и обеспечивать ритмичность работы цехов и участков.

Комплекс методов дефектации или методов технической диагностики, позволяющий получить количественные критерии качества продукции, играет все более важную роль в обеспечении ресурса капитально отремонтированных автотранспортных средств до уровня 0,8 ресурса новых.

2. Классификация дефектов деталей

Дефект — это каждое отдельное несоответствие продукции требованиям нормативной документации. По последствиям дефекты подразделяют на критические, значительные и малозначительные. Критический дефект — это дефект, при котором использование продукции по назначению практически невозможно или исключается в соответствии с требованиями техники безопасности. Значительный дефект — это дефект, который существенно влияет на использование продукции по назначению и (или) на ее долговечность, но не является критическим. Малозначительный дефект — это дефект, который не оказывает существенного влияния на использование продукции по назначению и на ее долговечность.

По месту расположения все дефекты подразделяют на наружные и внутренние. Наружные дефекты, такие как деформация, поломки, изменение геометрической формы и размеров, легко выявляют визуально или в результате несложных измерений. Внутренние дефекты, такие как усталостные трещины, трещины термической усталости и т. п., выявляют различными методами структуроскопии деталей. К методам структуроскопии относят магнитодефектоскопию, рентгеноскопию, ультразвуковую дефектоскопию и другие методы. Таким образом, в процессе структуроскопии деталей выполняется комплекс работ, состоящий в выявлении и характеристике дефектов, имеющих в деталях.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Дефекты по возможности исправления классифицируют на исправимые и неисправимые. Исправимые дефекты — это дефекты, устранение которых технически возможно и экономически целесообразно. К ним относят такие дефекты, как деформации, вмятины, обломы, износ поверхностей, задиры и другие дефекты, не ведущие к полной утрате работоспособности детали. Неисправимые дефекты — это дефекты, устранение которых технически невозможно или экономически нецелесообразно.

По причинам возникновения дефекты подразделяют на три класса: конструктивные, производственные, эксплуатационные.

Конструктивные дефекты — это дефекты, выражающиеся в несоответствии требованиям технологического задания или установленных правил разработки (модернизации) продукции. Причины таких дефектов могут быть весьма различны: ошибочный выбор материала изделия, неверное определение, размеров деталей, режима термической обработки и т. д. Эти дефекты являются следствием несовершенства конструкции и ошибок конструирования.

Производственные дефекты — это дефекты, выражающиеся в несоответствии требованиям нормативной документации на изготовление (ремонт) или поставку продукции. Такого рода дефекты возникают, в результате нарушения технологического процесса при изготовлении или восстановлении деталей.

Производственные дефекты подразделяют на шесть групп.

Первая группа — дефекты плавания и литья. К ним относятся: отклонения химического состава от заданного, ликвация, газовые поры, земляные и шлаковые включения, усадочные раковины, спаи, горячие и холодные трещины и др.

Вторая группа — дефекты, возникающие при обработке давлением. К ним относятся: поверхностные и внутренние трещины, разрывы, риски, волосовины, закаты, пленки, расслоения, флокены, зажимы и т. д.

Третья группа — дефекты термической, химико-термической и электрохимической обработки. В эту группу входят: термические трещины, обезуглероживание, науглероживание, водородные трещины, перегрев, пережог, трещины отслаивания и др.

Четвертая группа — дефекты механической обработки. К этой группе относятся: отделочные трещины, прижоги, шлифовочные трещины, нарушение герметических размеров.

Пятая группа — дефекты, возникающие при правке, монтаже и демонтаже. К ним относятся: рихтовочные и монтажные трещины, погнутость, обломы резьбы, нарушение посадок.

Шестая группа — дефекты соединения металлов сваркой и наплавкой. В эту группу входят: раковины, поры, шлаковые включения, перегрев, изменение размеров зерна, горячие и холодные трещины, непровар, неполное заполнение шва, нахлест, смещение кромок шва, непропаивание, непрочлеивание, отслоение и др.

Эксплуатационные дефекты — это дефекты, которые возникают в результате износа, усталости, коррозии и неправильной эксплуатации. В процессе эксплуатации наибольший процент отказов возникает в результате изнашивания деталей. Изнашивание — это процесс постепенного изменения размеров и формы тела при трении, проявляющийся в отделении с поверхности трения

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

материала и в его остаточной деформации. изнашивание деталей зависит от ряда факторов, в частности от условий трения. В зависимости от наличия между трущимися телами смазки различают сухое, граничное и жидкостное трение.

Учитывая, что каждому классу деталей присущи конструктивные особенности и определенные условия эксплуатации, можно ориентировочно установить характерные дефекты деталей каждого класса. В табл. 2.1 приведены примеры вышеуказанной классификации.

Нормативно-техническая, конструкторская, технологическая, эксплуатационная и ремонтная документация стандартизована и является единой для всех предприятий и организаций независимо от их подчиненности и принадлежности к отрасли. Это — "Единая система конструкторской документации" (ЕСКД), "Единая система технологической документации" (ЕСТД), "Единая система технологической подготовки производства" (ЕСТПП).

Таблица 2.1. Характерные дефекты деталей различных классов

Класс деталей	Дефекты	
	устраняемые	неустраняемые
1. Толстостенные корпусные	Деформации, вмятины, сплошная коррозия, обломы, забитость резьбы и отверстий, износ	Трещины: усталостные, термической усталости, контактные. Коррозия: местная, межкристаллическая, щелевая, газовая, растрескивания под напряжением.
2. Тонкостенные корпусные	Деформации, вмятины, сплошная коррозия, разрывы	Трещины: усталостные, термической усталости, контактные. Коррозия: местная, межкристаллическая, щелевая, газовая.
3. Прямые круглые стержни	Износ поверхности, деформации, обломы, сплошная коррозия	Трещины: усталостные, термической усталости, контактные, растрескивания под напряжением.
4. Прямые круглые стержни с фасонной поверхностью	То же	Трещины: усталостные, термической усталости, контактные. Коррозия: местная, межкристаллическая, щелевая, газовая.
5. Полые стержни	Износ поверхности, деформации, задиры, сплошная коррозия	Трещины: усталостные, термической усталости, ползучести. Коррозия: местная, межкристаллическая, газовая.
6. Диски с гладким периметром	Износ поверхности, деформации, обломы, сплошная коррозия	Трещины: усталостные, термической усталости, ползучести, контактные, растрескивания под напряжением. Коррозия: местная, межкристаллическая.
7. Диски с фасонным	Износ поверхности,	Трещины: усталостные,

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

периметром	деформации, коррозия	сплошная	ползучести, Коррозия: межкристаллическая, газовая.	контактные. местная, щелевая,
8. Некруглые стрержни	Износ деформации, сплошная коррозия	поверхности, обломы,	Трещины: термической контактные. Коррозия: местная, межкристаллическая, щелевая.	усталостные, ползучести,

Деталь	
Муфта выключения сцепления	
Номер детали	
130-1602051	
Материал	Твердость
Чугун СЧ 15	НВ 163÷229

№ поз.	Возможные дефекты	Способ установления дефекта и измерительный инструмент	Размер, мм			ЗаклЮчение
			по рабочему чертежу	допустимый без ремонта	допустимый для ремонта	
1	Трещины и обломы любого характера и расположения, кроме трещин и обломов ушка под оттяжную пружину	Осмотр	—	—	—	Браковать
2	Трещины и обломы ушка под оттяжную пружину	"	—	—	—	Ремонтировать наплавкой
3	Износ поверхности лап по высоте	Осмотр, шаблон 16,0 мм	15+ +0,25	16	Более 16	То же
4	Износ отверстия под крышку подшипника первичного вала коробки передач	Пробка пластинчатая 47,9 мм или индикаторный нутромер 35 — 50 мм	47,5	17,9	—	Браковать при размере более 47,9 мм
5	Износ шейки под подшипник выключения сцепления	Скоба или микрометр 50—70 мм	55	55	Менее 55	Ремонтировать наплавкой

Рисунок 14 – Карта дефектации

Стандартизованные документы на проведение технического контроля предусматривают порядок составления операционных карт технического контроля и ведомостей операционного контроля.

Технические условия (ТУ) на контроль и сортировку деталей в условиях авторемонтного производства разрабатываются на основании анализа условий работы детали, физико-механических свойств, перечня возможных дефектов и др. Они составляются в виде карт (табл. 2.2), которые по каждой детали в отдельности содержат следующую информацию: наименование детали и номер по каталогу, перечень дефектов, способы их выявления и рекомендуемые способы устранения, эскиз с указанием мест расположения дефектов, размеры детали, материал, твердость.

3. Способы восстановления деталей

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Большинство деталей автомобилей, примерно 65 %, имеет износ до 0,15 мм и только 5 % деталей при выходе автомобилей в капитальный ремонт имеют износ более 0,5 мм. При ремонте автомобилей повторно после восстановления могут использоваться до 70 % изношенных деталей.

Ремонтное производство располагает достаточным числом способов, чтобы восстанавливать практически все изношенные и поврежденные детали, кроме резиновых, пластмассовых и деревянных. Выбор способа восстановления деталей во многом зависит от формы и износа рабочих поверхностей.

Наблюдается следующее распределение восстанавливаемых деталей в % к общему числу деталей автомобилей по форме изнашивающихся поверхностей;

Износы больших отверстий	7,7
- малых	31,0
- шеек валов и осей	11,5
- шпоночных канавок и шлицев.....	5,5
- фасонных поверхностей	10,3
- резьб	5,0
- коробление плоскостей . . .	18
- прочие износы	11
Итого:	100

Распределение деталей по износу рабочих поверхностей к общему числу деталей:

Износ, мм	0,01—0,07	0,07—0,14
% к общему числу .. .	42,2	23,2
Износ, мм	0,28—0,35	0,35—0,42
% к общему числу .. .	5	3,7
Износ, мм	0,14—0,21	0,21—0,28
% к общему числу .. .	11,1	7,5
Износ, мм	0,42—0,49	свыше 49
% к общему числу ...	2,2	51

Многочисленность технологических способов, применяемых при восстановлении деталей, объясняется разнообразием дефектов, для устранения которых они применяются.

Характерными дефектами деталей являются: износ, который обуславливает нарушение размеров, формы и взаимного положения рабочих поверхностей; механические повреждения в виде остаточных деформаций, трещин, обломов, риск, выкрашивания, пробоин; повреждения антикоррозионных покрытий, нанесенных окраской, гальваническими и химическими способами обработки. Большинство деталей с такими дефектами в процессе ремонта должны быть восстановлены. Целью ремонта является восстановление следующих качеств детали:

- прочности;
- формы и размеров деталей;
- качества поверхностного слоя;
- шероховатости поверхности;
- защитных покрытий.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

В результате высоких нагрузок, накопления усталости, деформаций и т. д. в детали или в конструктивном узле могут возникнуть дефекты в виде трещин. Наличие трещин снижает статическую и усталостную прочность деталей. Усталостная прочность снижается также при наличии глубоких забоин и царапин. Поэтому при восстановлении деталей необходимо вернуть прочностные свойства.

Детали, подверженные трению или нагреву, при эксплуатации теряют размеры, форму и взаимное расположение поверхностей. В этом случае при восстановлении следует вернуть деталям форму и размеры, заданные технической документацией.

Детали, подверженные ударам абразивных частиц, имеют дефекты в виде забоин, царапин, местных углублений и износов. Эти дефекты снижают качество поверхности, что обуславливается изнашиванием деталей в результате трения. Большинство деталей автомобилей и дорожных машин имеют изменения в поверхностных слоях вследствие коррозии, наклепа, внутренних изменений и структурных преобразований. При этом поражаются тонкие слои металла. Нарушение шероховатости поверхности и изменения в поверхностных слоях снижают прочностные характеристики детали. В таких деталях восстанавливают шероховатость поверхности и качество поверхностного слоя. Это достигается удалением поврежденных слоев металла с соблюдением требований к форме и размерам поверхностей.

Детали, работающие в агрессивной среде, при изготовлении защищают от коррозии специальными металлическими, полимерными и другими покрытиями, которые в процессе работы постепенно разрушаются и начинают корродировать. Таким образом, при ремонте необходимо восстановить эти покрытия.

Восстановление геометрической формы и размеров деталей возможно при выполнении следующих технологических операций: наращивание поверхностных слоев материала вместо изношенного; пластическое деформирование для восстановления размеров изношенных участков детали; замена части детали и установка дополнительных элементов; удаление части материала после обработки ее поверхностных слоев. К операции по восстановлению физико-механических свойств материала детали следует отнести устранение дефектов и упрочнение материала тем или иным видом обработки для ослабления вредного действия микрповреждений в наиболее ответственных участках детали.

Технологические способы восстановления деталей можно представить в виде двух групп: способы наращивания и способы обработки. К способам наращивания относятся способы, при которых изношенный материал детали компенсируют нанесением других материалов, в том числе и синтетических. К ним относятся сварка и наплавка, напыление, металлизация, пайка, нанесение электролитических металлопокрытий и полимерных материалов.

К способам обработки отнесены следующие технологические способы: обработки давлением, слесарно-механическая обработка, электрические способы обработки, упрочняющая обработка и т. д.

В табл. 3.2 приведены примеры различных способов, применяемых в технологии восстановления деталей.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Слесарно-механическая обработка применяется как самостоятельный способ ремонта деталей, а также при обработке деталей под ремонтные размеры и при постановке дополнительных ремонтных деталей. Кроме того, она является необходимой в ряде случаев при ремонте деталей другими способами .

Восстановление деталей пластической деформацией основано на использовании свойств металлов изменять под давлением внешних сил геометрическую форму и размеры без разрушения.

Таблица 3.2. Способы восстановления изношенных деталей

Способ	Примеры способа восстановления
Слесарно-механическая обработка	Шабровка, пропилка, притирка, фрезерование, шлифование, развёртывание, штифтование, прогонка резьбы и т.д.
Пластическая деформация	Раздача, осадка, обкатывание, раскачивание, правка, вытяжка, высадка, электро-механическая обработка.
Сварка (наплавка)	Электродуговая, электрошлаковая, под слоем флюса, в среде защитных газов, в среде водяного пара, вибродуговая, плазменная, лучевая (электронная, лазерная), электроконтактная, трением.
Газометрическое напыление	Электродуговое, газопламенное, высокочастотное, плазменное и детонационное.
Пайка	Твёрдыми, мягкими и алюминиевыми припоями.
Электролитический	Хромирование, никелирование, железнение, меднение.
Нанесение синтетических покрытий	Газопламенное, под давлением, прессованием, в псевдосжиженном слое.
Электрическая обработка	Анодно-механическая, электрохимическая, электроконтактная, электроимпульсная.
Упрочняющая обработка	Термическая, термомеханическая, химико-термическая, поверхностно-пластическим деформированием, суперфинишная.
Покраска	Пневматическая, безвоздушная, окунанием, струйным, обливом, в электростатическом поле.

Восстановление деталей сваркой (наплавкой) заключается в том, что на изношенные поверхности деталей наплавляют металл, после чего их подвергают механической обработке. Кроме того, этот способ применяют при устранении на деталях механических повреждений (трещин, пробоин и т. д.).

Восстановление деталей газотермическим напылением заключается в том, что на подготовленную соответствующим образом поверхность детали при помощи специального аппарата напыляют сжатым воздухом или инертным газом

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

расплавленный металл. После напыления деталь обрабатывают под требуемый размер.

Устранение дефектов пайкой представляет собой процесс, при котором соединение нагретых частей металла происходит в результате введения в зазор между ними расплавленного припоя.

Восстановление деталей электролитическим покрытием основано на осаждении металла на соответствующим образом подготовленную поверхность детали. Для ремонта изношенных деталей применяют хромирование и железнение (осталивание). Хромирование применяют так же, как защитно-декоративное покрытие деталей. Меднение и никелирование применяют как подслои при защитно-декоративном хромировании, а меднение еще применяют для защиты поверхностей деталей от цементации.

Синтетические материалы применяют для склеивания, ремонта изношенных деталей, выравнивания поверхностей кабин, кузовов, деталей оперения и других деталей перед окраской, при технических повреждениях. При помощи клеевых составов соединяют детали или части деталей из металлов и неметаллических материалов в различных сочетаниях между собой. Этим способом ремонтируют детали, имеющие поломки и обломы. Склеивание используют также для получения неразъемных соединений деталей при сборке.

Места деталей, имеющие трещины, пробоины, вмятины, неровности, предварительно подготавливают, а затем заполняют клеевыми составами в виде паст. В некоторых случаях для увеличения прочности, детали повреждения заделывают стеклотканью, пропитанной клеевыми составами. Этим способом успешно заделывают трещины на стенках рубашки охлаждения головки и блока цилиндров двигателя, топливного бака и других корпусных и емкостных деталей.

Покрытия из пластмасс на поверхности изношенных деталей можно наносить различными способами: наплавлением на предварительно нагретую поверхность детали, заливкой в пресс-формах, окунанием в жидкие полимерные материалы и др. Синтетическими материалами могут быть покрыты отдельные поверхности или вся деталь.

Электрическая обработка основана на явлении разрушения металла при электрическом искровом разряде. Этот вид обработки может применяться в качестве самостоятельного способа восстановления изношенных и поврежденных деталей, а также как операции, связанные с подготовкой или окончательной обработкой деталей, восстановленных другими способами. Обрабатываемая деталь может быть изготовлена из любого металла или сплава; материалом для инструмента могут служить латунь, медь, чугун, алюминий и его сплавы и др.

Упрочняющая обработка является одним из завершающих этапов восстановления деталей и имеет целью достижения заданных физико-механических свойств.

Покраска в процессе ремонта предназначена для защиты поверхности деталей от коррозии и придания детали высоких эстетических качеств.

Лекция № 7

Восстановление деталей обработкой под ремонтный размер, дополнительных деталей давлением

1. Область применения способа

Обработкой под ремонтный размер восстанавливают кинематические пары типа вал — втулка, поршень — цилиндр и т. п. Под ремонтный размер обычно обрабатывают наиболее сложную и дорогостоящую деталь пары, а вторую заменяют новой или восстановленной также до ремонтного размера. Данный способ позволяет восстановить геометрическую форму, требуемую шероховатость и параметры точности изношенных поверхностей деталей.

Различают ремонтные размеры регламентированные и нерегламентированные. Регламентированные ремонтные размеры и допуски на них устанавливает предприятие-изготовитель. Детали с регламентированными размерами выпускает промышленность. К ним относятся поршни, поршневые кольца, поршневые пальцы, тонкостенные вкладыши подшипников шеек коленчатого вала. Применительно к этим размерам ремонтные предприятия ремонтируют под соответствующие регламентированные (заранее установленные) ремонтные размеры, сопряженные детали: цилиндры блока двигателя, отверстия в верхней головке шатуна, шейки коленчатых валов. В сопряженных деталях с такими размерами сохраняется класс точности и посадка, предусмотренные в рабочих чертежах.

Примером регламентированных ремонтных размеров являются размеры шеек коленчатых валов автомобильных двигателей, приведенные в табл. 4.1.

Нерегламентированными называют ремонтные размеры детали, установленные с учетом припуска на пригонку детали "по месту". В этом случае ремонтируемую деталь обрабатывают лишь до получения правильной геометрической формы и требуемой шероховатости поверхности.

Примером может служить обработка рабочей фаски седла в головке цилиндров лишь до выведения следов износа, к которой затем "по месту" притирается клапан двигателя. Обработка деталей под ремонтные размеры имеет следующие преимущества: увеличивается срок службы сложных и дорогих деталей; повышается качество ремонта.

Наряду с преимуществами этот способ имеет и недостатки. К ним относятся: ограничение взаимозаменяемости отремонтированных деталей, которое усложняет ремонт машин и, особенно, снабжение запасными частями из-за увеличения номенклатуры деталей; снижение износостойкости некоторых деталей после снятия поверхностного слоя металла.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Т а б л и ц а 4.1. Номинальные и ремонтные размеры коренных и шатунных шеек коленчатых валов автомобильных двигателей

Размеры	Уменьшение диаметра, мм	Диаметр шеек, мм	
		коренных	шатунных

ЗМЗ-53 и ЗМЗ-66

Номинальный	—	70,00 ^{-0,013}	60,00 ^{-0,013}
Ремонтные:			
1-й	0,25	69,75 ^{-0,02}	59,75 ^{-0,013}
2-й	0,50	69,50 ^{-0,02}	59,50 ^{-0,013}
3-й	0,75	69,25 ^{-0,02}	59,25 ^{-0,013}
4-й	1,00	69,00 ^{-0,02}	59,00 ^{-0,013}
5-й	1,25	68,75 ^{-0,02}	58,75 ^{-0,013}
6-й	1,50	68,50 ^{-0,02}	58,50 ^{-0,013}

ЗИЛ-130, ЗИЛ-131

Номинальный	—	74,98 — 75,0	65,5 ^{-0,013}
Ремонтные:			
1-й	0,05	74,93—74,95	65,45 ^{-0,013}
2-й	0,30	74,68—74,70	65,2 ^{-0,013}
3-й	0,60	74,38—74,40	64,9 ^{-0,013}
4-й	1,00	73,98—74,00	64,5 ^{-0,013}
5-й	1,25	73,73—73,75	64,25 ^{-0,013}
6-й	1,50	73,48—73,50	64,00 ^{-0,013}
7-й	2,00	72,98—73,00	63,5 ^{-0,013}

ЯМЗ (все модели)

Номинальный	—	105,00 ^{-0,015}	85,00 ^{-0,015}
Ремонтные:			
1-й	0,25	104,75 ^{-0,015}	84,75 ^{-0,015}
2-й	0,50	104,50 ^{-0,015}	84,50 ^{-0,015}
3-й	0,75	104,25 ^{-0,015}	84,25 ^{-0,015}
4-й	1,00	104,00 ^{-0,015}	84,00 ^{-0,015}

2. Особенности разработки технологического процесса

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Деталь	Изнашиваемая поверхность	P
Коленчатый вал	Коренные и шатунные шейки	0,75
Гильза цилиндров	Внутреннее отверстие гильзы	0,6
Валы коробки передач	Посадочные шейки подшипников	0
Картер коробки передач	Посадочные гнезда подшипников	0,9

Обработка под ремонтный размер широко практикуется при восстановлении изношенных поверхностей цилиндров или гильз цилиндров автомобильных двигателей (табл. 4.3). Технологический процесс включает в себя расточную и хонинговальную операции. Расточка проводится на вертикальных алмазно-расточных станках моделей 278, 278Н, 2А78Н и многошпиндельных полуавтоматах.

Базовыми поверхностями при установке блока для растачивания цилиндров служат нижняя привалочная плоскость и фаска в верхней части цилиндра. При установке гильз на расточку базовыми поверхностями служат наружный чисто обработанный поясик и верхний торец гильзы. Блок цилиндров устанавливают не посредственно на столе расточного станка, для установки гильзы используется приспособление (рис. 4.2), которое крепится на столе.

Эксцентриситет осей шпинделя и цилиндра не должен превышать 0,03 мм. Для предварительной центровки приспособления или блока цилиндров применяют шариковую оправку 4 (рис. 4.3), а погрешность центровки проверяют индикаторным центро-искателем. Центрирование приспособления ведется по посадочному отверстию под гильзу, а блока цилиндров — по неизношенной поверхности растачиваемого цилиндра на глубине 3 — 4 мм от верхнего торца. Оправку в шпиндель устанавливают так, чтобы шаровой конец ее находился от диаметрально противоположной стороны резцовой головки на расстоянии в миллиметрах:

$$l = (d + D) / 2, \quad (20)$$

где d — диаметр резцовой головки, мм; D — диаметр цилиндра на глубине 3 — 4 мм от верхнего торца цилиндра, мм.

После проверки микрометром значения l оправку закрепляют и опускают шпиндель на указанную глубину в цилиндр. При вращении резцовой головки шаровой конец оправки скользит по образующей цилиндра и устанавливает деталь (приспособление) по оси шпинделя.

Точность центровки проверяют при помощи индикаторного приспособления (центроискателя) (см. рис. 4.3), колодка 2 которого ввинчивается в торец резцовой

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

головки шпинделя. Упор 6 рычага подводят к зеркалу цилиндра на глубине 3 — 4 мм, положение рычага 3 фиксируется винтом 1 и гайкой 5. Шкалу индикатора устанавливают на "0" и поворотом шпинделя на один оборот определяют погрешность центрирования. При необходимости корректируют положение детали.

Таблица 3. Размеры гильз цилиндров двигателей

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Размер	РГ	Увеличение диаметра, мм	Диаметр, мм	Размер	РГ	Увеличение диаметра, мм	Диаметр, мм	Размер	РГ	Увеличение диаметра, мм	Диаметр, мм			
ЗМЗ-53, ЗМЗ-36, ЗМЗ-24Д				ЗИЛ-130, ЗИЛ-131				Москвич-412						
Номинальный	А	—	92,000—	Номинальный	А	—	100,06—	Номинальный	А	—	82,05—			
			92,012				100,05				82,06			
			Б				92,012—				АА	100,05—	В	82,04—
							92,924					100,04		82,05
			В				92,024—				Б	100,04—	С	82,03—
							92,036					100,03		82,04
	Г	92,036—	ББ	100,03—	Д	82,02—								
		92,048		100,02		82,03								
	Д	92,048—	В	100,02—	Е	82,01—								
		92,060		100,01		82,02								
	Ремонтный:	А	0,5	92,500—	Ремонтный:	Г	0,5		100,56—	Ремонтный:	А	0,5	82,55—	
				92,512					100,55				82,56	
Б				92,512—				ГГ	100,55—				В	82,54—
				92,524					100,54					82,55
В				92,524—				Д	100,54—				С	82,53—
				92,536					100,53					82,54
Г		92,536—	ДД	100,53—	Д	82,52—								
		92,548		100,52		82,53								
Д		92,548—	Е	100,52—	Е	82,51—								
		92,560		100,51		82,52								
1-й		А	1,0	93,00—	Ремонтный:	Ж	1,0	101,06—	Ремонтный:		А	1,0	83,05—	
				93,012				101,05					83,06	
	Б			93,012—				ЖЖ		101,05—			В	83,04—
				93,024						101,04				85,05
	В			93,024—				И		101,04—			С	83,03—
				93,036						101,03				83,04
	Г	93,036—	ИИ	101,03—	Д	83,02—								
		93,048		101,02		83,03								
	Д	93,048—	К	101,02—	Е	83,01—								
		93,060		101,01		83,02								
	2-й	А	1,0	93,00—	Ремонтный:	Ж	1,0	101,06—		Ремонтный:	А	1,0	83,05—	
				93,012				101,05					83,06	
Б				93,012—				ЖЖ	101,05—				В	83,04—
				93,024					101,04					85,05
В				93,024—				И	101,04—				С	83,03—
				93,036					101,03					83,04
Г	93,036—	ИИ	101,03—	Д	83,02—									
	93,048		101,02		83,03									
Д	93,048—	К	101,02—	Е	83,01—									
	93,060		101,01		83,02									
2-й	А	1,0	93,00—	Ремонтный:	Ж	1,0	101,06—	Ремонтный:	А		1,0	83,05—		
			93,012				101,05					83,06		
			Б				93,012—			ЖЖ		101,05—	В	83,04—
							93,024					101,04		85,05
			В				93,024—			И		101,04—	С	83,03—
							93,036					101,03		83,04
Г	93,036—	ИИ	101,03—	Д	83,02—									
	93,048		101,02		83,03									
Д	93,048—	К	101,02—	Е	83,01—									
	93,060		101,01		83,02									

Продолжение табл. 4.3

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Размер	РГ	Увеличение диаметра, мм	Диаметр, мм	Размер	РГ	Увеличение диаметра, мм	Диаметр, мм	Размер	РГ	Увеличение диаметра, мм	Диаметр, мм		
3-й (кроме ЗМЗ-24Д)	А	1,5	93,500—	3-й	Л	1,5	101,56—						
			93,512				101,55						
			93,512—				ЛЛ					101,55—	
			93,524									101,54	
	В		93,524—		М	101,54—							
			93,536			101,53							
			Г				93,536—					ММ	101,53—
							93,548						101,52
	Д		93,548—		Н	101,52—							
			93,560			101,51							
						НН	101,51—						
							101,50						

Примечание. В таблице применяется сокращение РГ — размерная группа.

Вылет l_1 резца регулируют (рис. 4.4) при помощи винта 1 с лимбом, ввинчиваемого в торец резца 2.

Расстояние l_1 в миллиметрах от вершины резца до диаметрально противоположной стороны резцовой головки

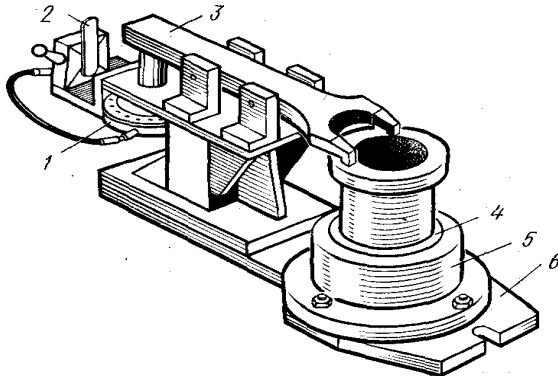


Рис. 4.2. Приспособление для установки и крепления гильз: 1—пневматический привод; 2—кран управления; 3—прижим; 4—центрирующее кольцо; 5—корпус; 6—основание

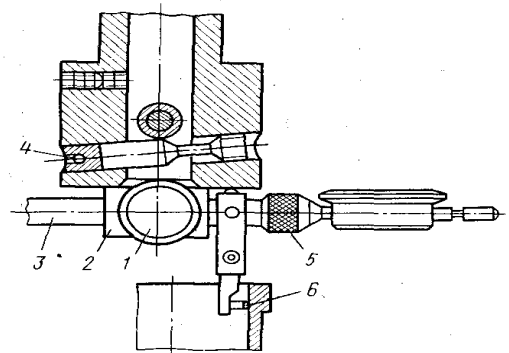


Рис. 4.3. Резцовая головка станка 2А78Н с приспособлениями для центрирования гильз: 1 — винт; 2 — колодка; 3 — рычаг; 4 — шариковая оправка; 5 — гайка; 6 — упор рычага

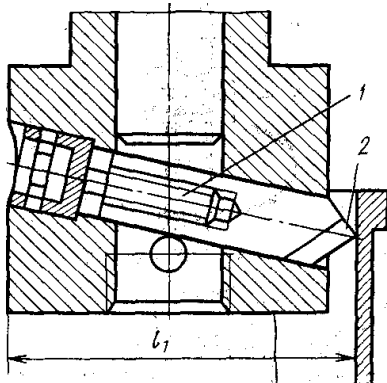


Рис. 4. Регулировка винта резца

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

$$l_1 = (d + D_1) / 2, \quad (21)$$

где D_1 — диаметр цилиндра, под который должно быть произведено растачивание, мм.

Положение реза фиксируют стопорным винтом.

Режим резания должен обеспечить следующее; выполнение требований чертежа по шероховатости зеркала цилиндра, точности размера, формы и расположения, наивысшую производительность и минимальную себестоимость работы. Режимы резания при растачивании приведены в табл. 4.4.

При растачивании цилиндров блока следят за сохранением расстояний между осями цилиндров и перпендикулярностью осей цилиндров к оси коленчатого вала. Отклонение от перпендикулярности Допускается не более 0,05 мм на всей длине цилиндра. При растачиваний гильз цилиндров следят за толщиной стенок гильзы. Разница в толщине стенок гильзы, измеренных по посадочным поясам в вертикальной плоскости, не должна превышать 0,06 мм.

Таблица 4. Режимы резания при растачивании гильз цилиндров под ремонтный размер

Обрабатываемый чугун	Глубина резания t , мм	Подача s , мм/об	Скорость резания v , м/мм	Материал инструмента
НВ 170-229	0,1—0,15	0,05—0,10	100—120	ВКЗМ
НВ 229-269	0,1—0,15	0,05—0,10	80—100	ВКЗМ

Проектирование расточной операции начинается с расчета припуска на растачивание. Для этого находят максимальный размер изношенного отверстия D_u и устанавливают диаметр ближайшего ремонтного размера D_{pp} . Припуск на растачивание

$$z = D_{pp} - D_u - z_x, \quad (22)$$

где z_x — припуск на хонингование равный 0.03 — 0,05 мм.

Затем определяют глубину резания t с учетом рекомендации табл. 4.4 и назначают число проходов i выбирают нормативную подачу s (см. табл. 4.4) и уточняют ее по паспорту станка s_ϕ ; принимают нормативную скорость резания v и рассчитывают частоту вращения шпинделя:

$$n_p = 1000v / (\pi D_p), \quad (23)$$

где D_p — диаметр растачиваемого отверстия, мм.

Уточняют значение частоты вращения шпинделя по паспорту станка n_ϕ и рассчитывают длину рабочего хода шпиндельной бабки:

$$L_{p.x} = l + l_1 + l_2, \quad (24)$$

Рассчитывают машинное время в минутах:

$$t_m = [L_{p.x} / (n_\phi s_\phi)] i. \quad (25)$$

Доводку цилиндров выполняют на вертикально-хонинговальных или вертикально-сверлильных станках специальными хонинговальными головками 3 (рис. 4.5) с подачей охлаждающей жидкости 1 в зону трения. На головке по

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

окружности установлены четыре, пять или шесть сменных мелкозернистых абразивных брусков 2. Головка, соединенная с хвостовиком 5 через шарнир 6, закрепляется в шпинделе станка. При хонинговании головка с абразивными брусками совершает вращательное и возвратно-поступательное движение по стенкам цилиндра (см. стрелки). На необходимый размер бруски разжимают вручную при помощи кольца подачи 4.

На современных хонинговальных головках для разжатия брусков используют гидравлические и пневматические приводы. По мере снятия металла и изнашивания брусков при ручном механическом приводе радиальная подача выполняется автоматически спиральной пружиной, а при пневматическом приводе бруски автоматически прижимаются с постоянным усилием.

В качестве охлаждающей жидкости при хонинговании используют керосин или смесь керосина (80—90 %) с машинным маслом. Ее обильно подают в цилиндр в течение всего процесса. Чтобы обеспечить высокую точность геометрических размеров, ход головки устанавливают таким, чтобы абразивные бруски выходили за верхний и нижний края цилиндра на 0,2— 0,3 их длины (рис. 4.6).

Основными параметрами режима резания при хонинговании являются: скорость вращения хонинговальной головки в метрах в минуту (м/мин)

$$v = \pi D n / 1000, \tag{26}$$

где D — диаметр обрабатываемого отверстия, мм; n — частота вращения хонинговальной головки, мин ;

скорость возвратно-поступательного движения головки в метрах в минуту

$$v_{в.п} = 2Ln_2 / 1000, \tag{27}$$

где n_2 — число двойных ходов хонингования головки в 1 мин; L — длина рабочего хода хонинговальной головки, мм; $L = l_{отв} + 2l_{пер} - l_{бр}$

соотношение между скоростями вращательного и возвратно-поступательного движения хонинговальной головки $\lambda = v / v_{в.п}$

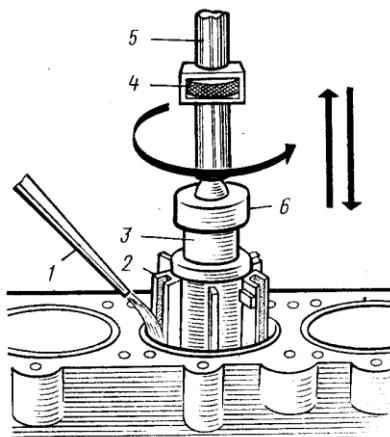


Рис. 5. Схема процесса хонингования цилиндров блока

Одним из путей повышения технико-эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания является формирование на цилиндрах при их обработке под ремонтный размер микропрофиля, который представляет собой чередующиеся плоские выступы с углублениями для размещения смазки. Такой

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

процесс называется плосковершинным хонингованием. При этом увеличиваются маслосъемность и опорная площадь обработанной поверхности, в результате сокращается время приработки, уменьшается расход масла, повышается износостойкость цилиндров, увеличивается ресурс двигателей.

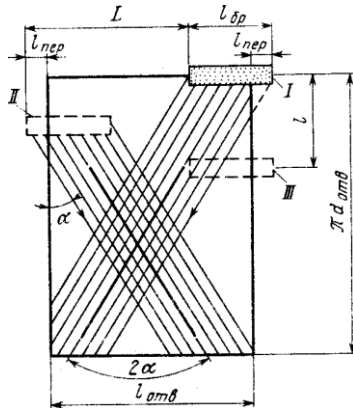


Рис. 6. Развертка сетки следов обработки при хонинговании цилиндров блока: L — ход хонинговальной головки; $l_{отв}$ — длина цилиндра; $l_{бр}$ — длина абразивного бруска хонинговальной головки; $l_{пер}$ — перебеги абразивных брусков за края цилиндра; α — угол подъема следа; 2α — угол скрещивания следов; I, II, III — последовательные положения бруска за один двойной ход

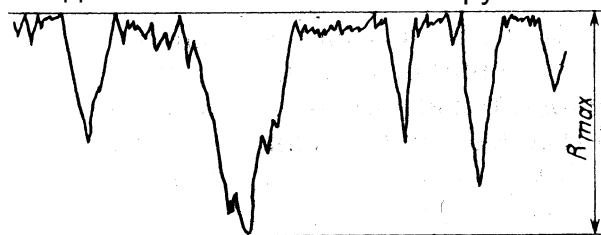


Рис. 7. Профиль участка гильзы при плосковершинном хонинговании

В Институте сверхтвёрдых материалов АН Украины разработана технология производства гильз цилиндров со специальным профилем обработанной поверхности с использованием алмазных хонинговальных и специальных антифрикционных брусков.

Таблица 5 - Характеристика инструмента и параметры обработки при плосковершинном хонинговании

Чугун	Хонингование	Бруски		Параметры обработки				
		Марка	Связка	Скорость движения, м/мин		Давление, кПа	Операционное время, с	Стойкость комплекта брусков, штук гильз
				вращательного	возвратно-поступательного			
Закаленный, HRC ≥ 40	Предварительное	AC20 (AC 320) 160/125 или 200/160	MC1 M08-4	40—60	10—15	40—150	Зависит от снимаемого припуска	3000—8000
	Окончательное	АСМ 20/14 или 28/20	MC1	40—60	10—15	40—80		
Нетермообработанный HB 180—255	Предварительное	AC15 (AC20) 125/100 или 160/125	MC, M08-4	40—60	10—15	40—150	Зависит от снимаемого припуска	4000—9000
	Окончательное	АСМ 14/10 или 20/14	MC1	40—60	10—15	40—80		

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Неровности микропрофиля формируются на операции предварительного хонингования алмазными брусками зернистостью 125/100 — 250/200 на металлической связке. Затем они притупляются алмазными брусками меньшей зернистости на эластичной, каучукосодержащей связке Р11. При этом на внутренней поверхности гильзы формируется микрорельеф, состоящий из участков с малой высотой микронеровностей ($R_a = 0,5-1,0$ мкм) — "плато" и впадин—рисок, глубина которых в 3 — 8 раз больше, чем высота микронеровностей на "плато" (рис. 4.7).

Бруски на каучукосодержащей связке обладают локальной эластичностью, т. е. алмазные зерна, находящиеся на поверхности брусков, погружаются в связку под действием сил микрорезания и выступают из нее при отсутствии нагрузки (например, когда зерно расположено над впадиной исходного микропрофиля). Это позволяет при обработке делать края риски микропрофиля овальными, без заусениц.

Маслоемкость такой поверхности весьма велика. В результате заполнения рисков маслом уменьшается трение, снижается вероятность появления задиров и возникновения схватывания гильз с поршнями и поршневыми кольцами.

При хонинговании антифрикционными брусками риски на поверхности детали частично заполняются менее твердыми металлами, антифрикционными веществами и, входящим и в состав хонинговальных брусков. Наличие на поверхности гильзы (в рисках и частично на "плато" (менее твердых металлов и антифрикционных материалов улучшает антифрикционные свойства детали.

Оптимальный микропрофиль плосковершинной поверхности определяется следующими параметрами:

Ширина впадин, мкм	10 — 100
Глубина впадин, мкм	3,0. — 7,0
Глубина рисков на "плато", мкм	0,1 — 1,0
Шероховатость гильз цилиндров в зоне верхней мертвой точки (в. м. т.), мкм	0,6 — 1,0
Шероховатость гильз в зоне нижней мертвой точки (н. м. т.), мкм .	0,5 — 0,7
Угол наклона рисков к образующей гильзы, град	55 — 65
Относительная опорная длина профиля на уровне, равном 1 мкм, % .	50 —

80

Процесс антифрикционного плосковершинного хонингования рекомендуется выполнять в две операции. Возможно хонингование данным способом и в три операции. Обрабатываемый материал, характеристика инструмента и режимы представлены в табл. 4.5.

Преимущества антифрикционного плосковершинного хонингования:

- исключаются прихваты поршневых колец, задиры, улучшается и сокращается время приработки цилиндропоршневой группы;
- снижаются механические потери, увеличивается частота вращения коленчатого вала на 200 — 500.об/мин:
- увеличивается эффективная мощность;
- стабилизируется и снижается расход масла на 0,1 — 0,2 % от расхода топлива;

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

- снижается удельный расход топлива на 1,5 — 2,0 г/л. с-ч;
- увеличивается долговечность двигателей на 30 — 40 %.

Лекция №8

Восстановлением постановкой дополнительной ремонтной детали давлением

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СПОСОБА

Дополнительные ремонтные детали (ДРД) применяют для компенсации износа рабочих поверхностей деталей, а также при замене изношенной или поврежденной части детали. В первом случае ДРД устанавливают непосредственно на изношенную поверхность детали. Этим способом восстанавливают посадочные отверстия под подшипники качения в картерах коробок передач, задних мостов, ступицах колес, отверстия с изношенной резьбой и другие детали.

В зависимости от вида восстанавливаемой поверхности ДРД могут иметь форму гильзы, кольца, шайбы, пластины, резьбовой втулки или спирали (рис. 5.1).

Если на детали сложной формы изношены отдельные ее поверхности, то ее можно восстановить полным удалением поврежденной части и постановкой вместо нее заранее изготовленной дополнительной детали. Этот способ применяют при восстановлении крышек коробок передач, блоков шестерен, ведущей шестерни коробки передач, кузовов и кабин автомобилей и других деталей (рис. 5.2). Дополнительные ремонтные детали обычно изготавливают из того же материала, что и восстанавливаемая деталь. При восстановлении посадочных повреждений в чугунных деталях втулки могут быть изготовлены также из стали.

Преимуществом восстановления деталей постановкой ДРД является простота технологического процесса и применяемого оборудования. Недостатки — большой расход материала на изготовление дополнительной ремонтной детали, а также снижение механической прочности восстанавливаемой детали.

Разновидностью способа ДРД является пластинирование — способ облицовки рабочих поверхностей деталей машин тонкими износостойкими легкоменяемыми пластинами. Областью его применения является производство и ремонт машин, имеющих детали с интенсивно изнашивающимися поверхностями в виде гладких замкнутых и разомкнутых цилиндрических и конических отверстий, а также плоских поверхностей.

Виды пластинирования деталей машин показаны на рис. 5.3.

Базой для объединения различных технологий пластинирования в виды по эксплуатационно-ремонтным признакам является цель, достигаемая при помощи пластинирования в процессе эксплуатации и ремонта машины. По этим признакам различают износостойкое (ресурсоувеличивающее), восстановительное (ресурсовосстанавливающее) и регулировочное пластинирование.

Износостойкое пластинирование применяют для увеличения ресурса деталей, повышения их ремонтпригодности, для компенсации износов сопряженных деталей. Восстановительное пластинирование позволяет

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

неоднократно восстанавливать ресурс деталей, как не подвергавшихся ранее пластинированию, так и уже пластинированных деталей. Регулировочное пластинирование применяется для получения требуемых зазоров и натягов в сопрягаемых деталях в результате подбора при сборке толщины регулировочных прокладок. Регулировочным пластинированием можно также компенсировать износ деталей.

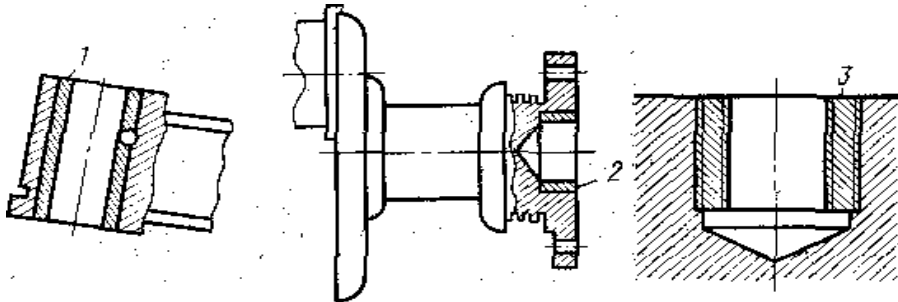


Рис. 1. Дополнительные ремонтные детали (ДРД):

1 и 2 — втулки; 3 — ввёртыш

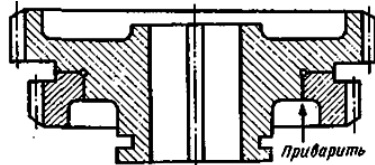


Рис. 2. Применение ДРД при восстановлении блока шестерен

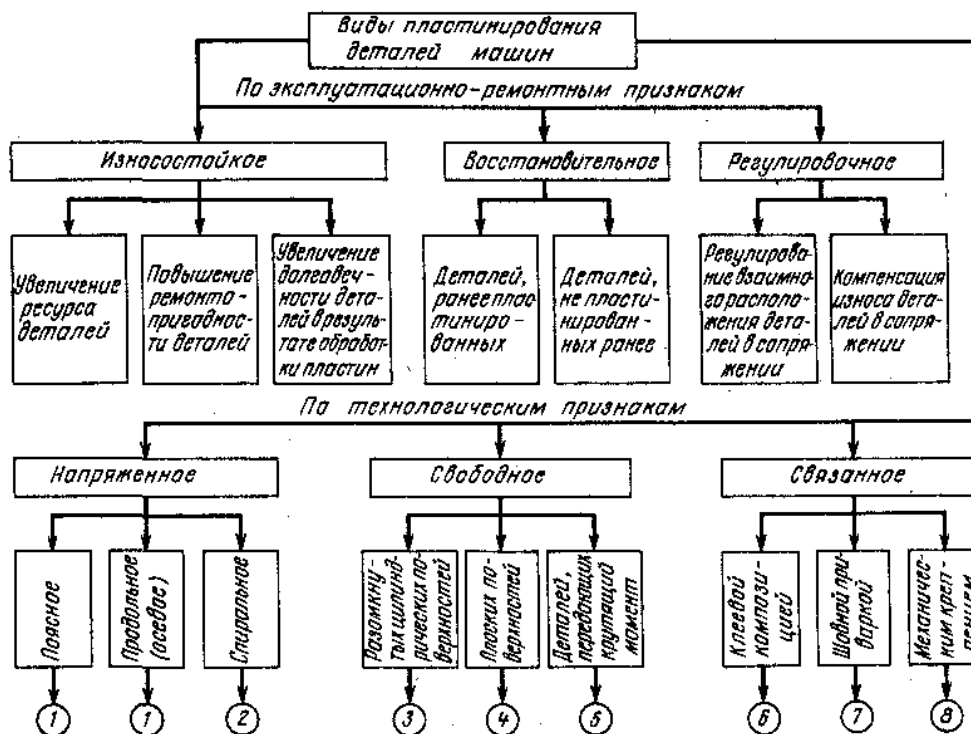


Рис. 3. Виды технологических методов пластинирования поверхностей деталей машин:

1 — внутренние цилиндрические и конические поверхности; 2 — внутренние и наружные цилиндрические и конические поверхности; 3 — постели под вкладыши коренных подшипников двигателей внутреннего сгорания (ДВС); 4 — направляющие станин металлорежущих станков, опорные плоскости шестерен и сателлитов; 5 — пакеты жестких пластин бортовых фрикционов гусеничных

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

машин; 6 — внутренние поверхности цилиндрических отверстий; 7 — гладкие валы; 8 — направляющие станин металлорежущих станков, упругие пластины в сцеплениях колесных машин

Технологические признаки учитывают сходство формы и процессов обработки пластин, а также способы установки их на рабочую поверхность. По способам установки пластин на рабочую поверхность пластинирование бывает напряженным, свободным и связанным.

Напряженным пластинированием называется способ, при котором пластину перед установкой на поверхность детали обжимают и устанавливают на деталь в напряженном состоянии. Фиксация пластины производится в результате действия сил трения. Напряженное пластинирование делится на поясное, продольное(осевое) и спиральное.

Поясное пластинирование предусматривает установку на внутренние цилиндрические и конические поверхности отверстий одной или нескольких пластин — поясов, расположенных перпендикулярно к образующей отверстия. В случае применения нескольких поясов стыки их концов располагаются вдоль образующей под углом: при двухпоясном пластинировании — 180 °С, при трехпоясном — 120 °С, при четырехпоясном — 90 °С. Формы пластин, применяемых для поясного пластинирования, показаны на рис. 5.4, а. Поясным пластинированием можно восстанавливать гильзы цилиндров и цилиндры автомобильных двигателей, цилиндры автомобильных компрессоров, тормозные цилиндры гидравлической тормозной системы автомобилей. Продольное или осевое пластинирование применяется для восстановления внутренних поверхностей длинных отверстий, в которых затруднительно использовать поясное пластинирование из-за большого числа поясов. При продольном пластинировании стыки пластин располагаются только вдоль оси отверстия. Комплект пластин для сохранения продольной устойчивости вводят в отверстие вместе с поддерживающей оправкой. Наружный диаметр свернутого комплекта пластин должен быть больше внутреннего диаметра отверстия детали на размер натяга. Формы пластин, применяемых для продольного пластинирования, показаны на рис. 5.4, б. Данным способом можно восстанавливать гидроцилиндры опрокидывающих устройств автомобилей-самосвалов.

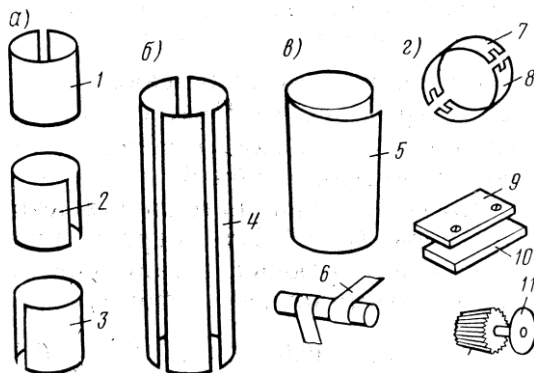


Рис. 4. Формы пластин при различных видах пластинирования деталей машин: 1, 2 и 3 — разновидности поясов, изготовленных из пластин; 4 — пластины, подготовленные для продольного пластинирования внутренних цилиндрических поверхностей; 5 и 6 — спирали, предназначенные для облицовки

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

соответственно внутренних и наружных цилиндрических поверхностей; 7 и 8 — пластины для пластинирования разомкнутых цилиндрических поверхностей; 9 и 10 — соответственно плоская пластина и деталь, подлежащая облицовке; 11 и 12 — облицовочная пластина и деталь, предназначенная для передачи крутящего момента

Спиральное пластинирование заключается в том, что на внутреннюю или наружную поверхность детали устанавливается по винтовой линии тонкую стальную пластину, имеющую форму удлиненного параллелограмма. При этом витки спирали располагаются под углом к плоскости, перпендикулярной к оси цилиндра. Для удержания пластины требуется дополнительное крепление. Пластины для спирального пластинирования показаны на рис. 5.4, в. Этот способ целесообразно использовать для восстановления цилиндрических деталей, длина которых более чем в 4 раза превышает их диаметр, например, для восстановления гидросиловых цилиндров, а также валов с неограниченными размерами.

Свободным пластинированием называется способ, при котором пластина устанавливается свободно и удерживается на ней в результате конструкции деталей формы пластины. Формы пластин для свободного пластинирования показаны на рис. 5.4, г. Данным способом можно восстанавливать постели под вкладыши коренных подшипников двигателей внутреннего сгорания, регулирующих прокладок в зацеплениях главных передач ведущих мостов автомобилей.

Связанное пластинирование предусматривает применение дополнительных средств крепления пластин — приварки, приклеивания или установки механических стопоров. Пластины при этом можно устанавливать поясами, продольно или спирально.

2. СПОСОБЫ КРЕПЛЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ РЕМОНТНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Дополнительные ремонтные детали обычно крепятся посадкой и натягом. В отдельных случаях могут быть использованы дополнительные крепления приваркой по торцу, приклеиванием или постановкой стопорных винтов или штифтов. Чтобы обеспечить прочную посадку ДРД в виде втулок, сопрягаемые поверхности детали и втулки обрабатывают, но допускам посадки Н7/16 второго класса точности. Шероховатость поверхности должна быть не менее Ra=1,25-0,32 мкм. При запрессовке втулок сопрягаемые поверхности рекомендуется покрывать смесью машинного масла и графита.

Необходимое усилие запрессовки в ньютонах

$$F = 10^{-6} f \pi d L p,$$

где f — коэффициент трения при запрессовке ($f \approx 0,08 - 0,1$); d — диаметр контактирующих поверхностей, мм; L — длина запрессовки, мм; p — давление на поверхности контакта. Па.

Диаметр контактирующих поверхностей можно определить по формулам:

для вала $d = d_{но} - 2\delta$;

для втулки

$$d = d_{во} + 2\delta$$

где $d_{но}$ и $d_{во}$ — соответственно нижнее и верхнее предельные отклонения вала и втулки; δ — толщина втулки.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Минимально допустимая толщина втулки определяется из условия прочности

$$\delta = pnd / \{2[\sigma]\},$$

где n — запас прочности; $n = \sigma_T / [\sigma]$; σ_n — предел текучести для материала втулки, Па; $[\sigma]$ — допускаемое напряжение. Па.

К расчетной толщине втулки δ прибавляется припуск на механическую обработку втулки после, ее запрессовки.

Контактное давление между деталями в паскалях

$$p = 10^{-3} \cdot \Delta / \{d(C_1 / E_1 + C_2 / E_2)\},$$

где Δ — максимальный расчетный натяг, мкм; C_1, C_2 — коэффициенты соответственно охватываемой и охватывающей детали; E_1 и E_2 — модули упругости материала соответственно охватываемой и охватывающей детали, Па;

$$C_1 = (d^2 + d_0^2) / (d^2 - d_0^2) - \mu_1;$$

$$C_2 = (D^2 + d^2) / (D^2 - d^2) - \mu_2;$$

где d_0 — диаметр отверстия охватываемой детали (для вала $d_0 = 0$), мм; D — наружный диаметр охватывающей детали, мм; μ_1 и μ_2 — коэффициенты Пуассона соответственно для охватываемой и охватывающей детали.

Значения C_1 и C_2 , найденные с учетом коэффициентов Пуассона соответственно для охватывающей и охватываемой деталей, приведены в табл. 5.1.

При использовании тепловых методов сборки (рис. 5.5) температура нагрева охватывающей детали определяется по эмпирической формуле

$$t_{\text{н}} = k / k_{\alpha} (0,015 / d_1 + 0,001), \tag{5.1}$$

где k — коэффициент, учитывающий частичное охлаждение детали при сборке ($k = 1,15 - 1,30$); k_{α} — коэффициент линейного расширения материала охватывающей детали, мм / (м · град.); d_1 — диаметр отверстия охватывающей детали, мм.

Для стальных деталей с учетом коэффициента линейного расширения формула (5.1) принимает вид

$$t_{\text{н}} = k(1350/d_1 + 90).$$

Таблица 1. Значения коэффициентов C_1 и C_2

d_0/d — для C_1 d/D — для C_2	C_1			C_2		
	Сталь	Бронза	Чугун	Сталь	Бронза	Чугун
0,00	0,70	0,67	0,75	1,30	1,33	1,25
0,10	0,72	0,69	0,77	1,32	1,35	1,27
0,20	0,78	0,75	0,83	1,38	1,41	1,38
0,30	0,89	0,86	0,94	1,49	1,52	1,44
0,40	1,08	1,05	1,13	1,68	1,71	1,63
0,45	1,21	1,18	1,26	1,81	1,84	1,76
0,50	1,37	1,34	1,42	1,95	2,00	1,92
0,55	1,57	1,54	1,62	2,17	2,20	2,12
0,60	1,83	1,80	1,88	2,43	2,46	2,38
0,65	2,17	2,14	2,22	2,77	2,80	2,72
0,70	2,62	2,59	2,67	3,22	3,25	3,17
0,75	3,28	3,25	3,33	3,84	3,87	3,79
0,80	4,25	4,22	4,30	4,85	4,88	4,80
0,85	5,98	5,95	6,03	6,58	6,61	6,53
0,90	9,23	9,20	9,28	9,83	9,86	9,78
0,925	12,58	12,56	12,63	13,18	13,21	13,13
0,95	18,70	18,67	18,75	19,30	19,33	19,25
0,975	38,70	38,67	38,75	39,30	39,33	39,25
0,990	98,70	98,67	98,75	99,30	99,33	99,25

Температура охватывающей детали после нагрева

$$t_{кн} = t_n + t_{нач}$$

где $t_{нач}$ — начальная температура детали.

Температура охлаждения охватываемой детали

$$T_0 = 10^3 \cdot k(\Delta + s) / (k_a d_2),$$

где s — минимальный гарантированный зазор, мкм; d_2 — диаметр охватываемой детали, мм.

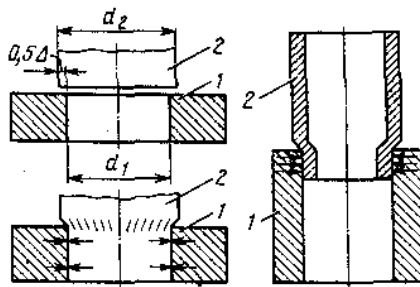


Рис. 5. Последовательность схем соединений е нагревом охватывающей (1) или охлаждением охватываемой (2) детали

Таблица 2. Значения минимальных зазоров при использовании тепловых методов сборки

Время выполнения операции, мин	Минимальный зазор s , мкм, при диаметре поверхности сопряжения, мм					
	30 — 40	40 — 60	60 — 100	100 — 150	150 — 200	Более 200
0,5	$0,6d$	—	—	—	—	—
1	$0,7d$	$0,7d$	—	—	—	—
2	—	$1,1d$	$0,7d$	$0,6d$	$0,5d$	—
5	—	—	$1,1d$	$0,8d$	$0,7d$	$0,6d$
10	—	—	—	—	$0,8d$	$0,7d$

Конечная температура охлажденной охватываемой детали $t_{ко} = t_{нач} - t_0$

Значения минимального зазора, позволяющего легко ввести охватываемую деталь в отверстие, приведены в табл. 5.2.

Для бронзовых тонкостенных втулок длиной до $2d$ зазор, определенный по данным табл. 5.2, увеличивают на 25 — 30%.

3. ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Особенности технологии восстановления постановкой дополнительной ремонтной детали рассмотрим на примере восстановления резьбовых отверстий корпусных деталей автомобилей и гильз цилиндров автомобильных двигателей.

Применяют следующие способы ремонта резьбовых отверстий (рис. 5.6).

Два из указанных способов предусматривают использование дополнительной ремонтной детали — установку свертыша и установку спиральной вставки.

Резьбу под номинальный размер заменой части детали свертышем ремонтируют довольно часто. Обычно для свертышей используют мало- и среднеуглеродистую сталь, марка которой не зависит от материала ремонтируемой детали, в которой находится отверстие.

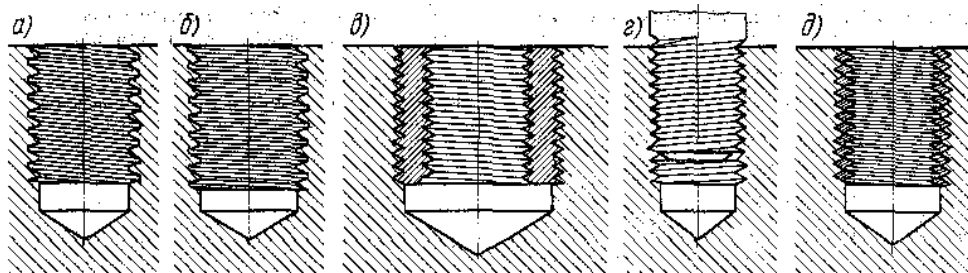


Рис. 6. Способы ремонта резьбовых соединений;

а — заварка отверстий с изношенной резьбой с последующим нарезанием резьбы номинального размера; б — нарезание резьбы увеличенного размера (год ремонтный размер); в — установка свертыша; г — стабилизация резьбовых соединений полимерной композицией; д — установка спиральной вставим

Наружный диаметр свертыша в миллиметрах

$$D = d \sqrt{\sigma_{1в} / \sigma_{2в}},$$

где d — наружный диаметр резьбы болта; $\sigma_{1в}$ — предел прочности материала болта; $\sigma_{2в}$ — предел прочности материала корпуса.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Ввертыш может иметь прорези для специального ключа, при помощи которого он монтируется в предварительно нарезанное отверстие детали. Для предотвращения от отвертывания ввертыши крепят стопррными шпильками или приклеивают эпоксидным компаундом.

Основные типы ввертышей показаны на рис. 5.7.

Восстановление резьбовых отверстий постановкой ввертышей имеет следующие преимущества: позволяет восстанавливать сильно изношенные отверстия корпусных деталей под номинальный размер; не нарушает термообработку деталей, так как не требуется их нагревать; дает хорошее качество восстановленного отверстия.

Недостатки данного способа: высокая трудоемкость и сложность ремонта, невозможность применения, если конструкция детали не позволяет увеличивать отверстие.

Восстановление резьбовых отверстий постановкой вставки имеет следующие преимущества: повышается прочность резьбового соединения в результате более равномерного распределения нагрузки по виткам; появляется возможность восстановления под номинальный размер резьбовых отверстий в тонкостенных деталях; понижается износ резьбовой поверхности при частом завинчивании и отвинчивании; улучшается восприятие динамических нагрузок, увеличивается срок службы соединения.

Спиральная вставка (рис. 5.8) представляет собой пружину из ромбической проволоки, наружная поверхность которой образует резьбовое соединение с корпусом (блоком), а внутренняя — со шпилькой или болтом.

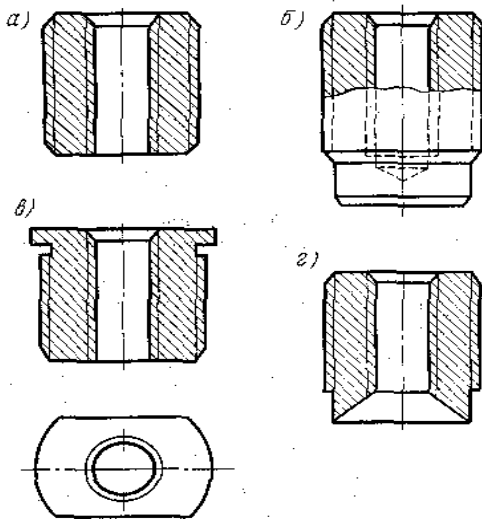


Рис. 7. Основные типы ввертышей: а — прямой открытый; б — прямой закрытый; в — прямой открытый с буртиком под ключ; г — ступенчатый (под развальцовку одного конца)

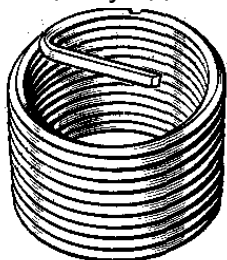


Рис. 8 Спиральная вставка

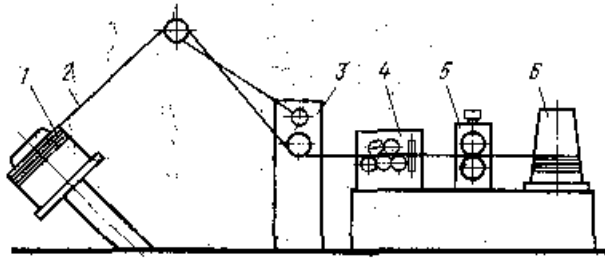


Рис. 9. Волоочильный стан для получения ромбической проволоки: 1 — установочный барабан; 2 — проволока; 3 — устройство для аварийной остановки стана; 4 — правильное устройство; 5 — роликовая волока; 6 — приемный барабан

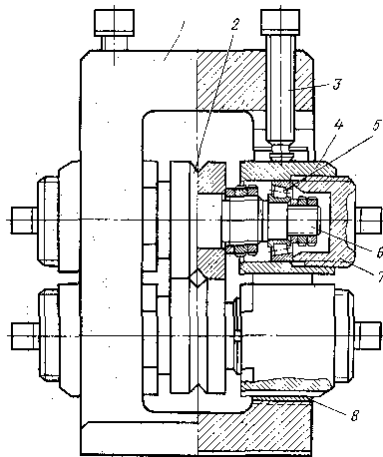


Рис. 5.10 Роликовая волока

Проволоку ромбического сечения для резьбы с шагом 0,8...3,5 мм получают волочением на стане ВФР-4 (рис.5.9), оборудованном специальной роликовой волокой. Годовая производительность стана 640 т проволоки, что обеспечивает выпуск 50 млн. вставок. Роликовая волока (рис. 5.10) состоит из корпуса 1, в котором помещаются рабочие ролики 2 из легированной стали марок 9Х, 9ХС, ШХ15, 12М, Х12Ф с нарезанными на них калибрами, являющиеся деформирующим инструментом. Твердость рабочей поверхности роликов составляет 60 — 62 ИКС. Ролики жестко смонтированы на осях 6, которые вращаются в конических подшипниках 5, установленных в подушках 4. На внутренней поверхности подушек выполнена резьба, в которую ввинчиваются гайки для жесткой фиксации оси роликов, а на наружной — лапки для установки относительно корпуса волоки. Осевая регулировка калибров осуществляется перемещением роликов в ту или

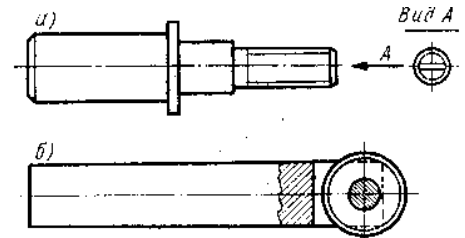


Рис. 5.11. Оснастка для навивки спиральных вставок

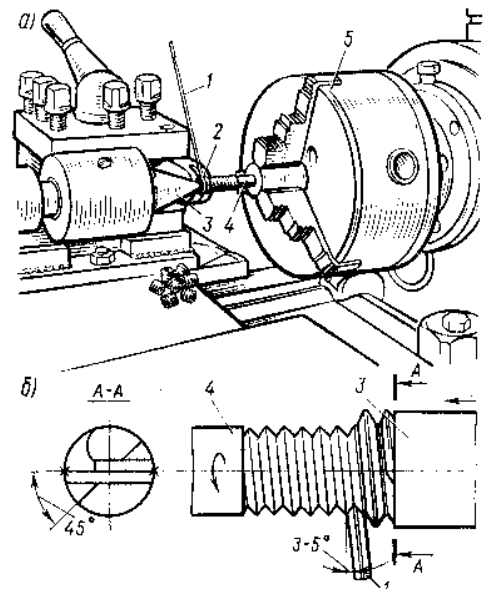


Рис. 5.12. Навивка спиральных вставок на токарном станке: а — общий вид; б — схема навивки; 1 — ромбическая проволока; 2 — оправка с роликом; 3 — прижим; 4 — резьбовая оправка; 5 — патрон станка

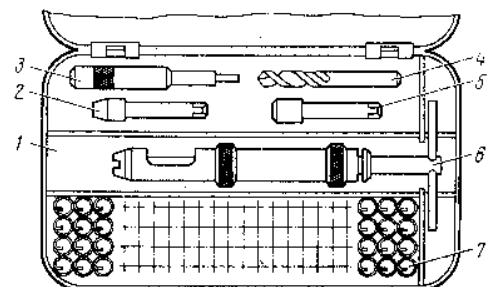


Рис. 5.13. Комплект приспособлений для ремонта резьбовых отверстий спиральными вставками: 1 — коробка; 2 — метчик М12×1,5Д-2-1; 3 — бородок; 4 — сверло 10,5; 5 — метчик М12×1,5Д-2-11; 6 — ключ; 7 — спиральные резьбовые вставки (1000 шт.)

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

другую сторону при помощи гаек. Подушки с верхним роликом могут перемещаться вертикально нажимными винтами 3 отдельно друг от друга, что обеспечивает возможность параллельной установки роликов по отношению друг к другу. Под нижними подушками установлены пластинчатые пружины 8, снижающие динамические нагрузки на подшипники от биения прижатых друг к другу роликов при их вращении. В корпусе волоки имеются сверления для подвода охлаждающей жидкости, которая попадает на верхний и нижний рабочие ролики со стороны входа проволоки.

Спиральные вставки можно навивать на токарном станке при помощи резьбовой оправки (рис. 5.11, а) и оправки с роликом (рис. 5.11, б), на цилиндрической поверхности которого нарезана кольцевая канавка с профилем, соответствующим профилю метрической резьбы. Оправку с роликом закрепляют в резцедержателе токарного станка (рис. 5.12), а резьбовую оправку — в его патроне. Конец заготовки проволоки вставляют в прорезь на торце оправки и фиксируют прижимом, устанавливаемым в пиколь задней бабки. Затем проволоку прижимают оправкой с роликом и включают подачу станка.

Длина заготовки для навивки спиральной вставки в миллиметрах

$$L = \pi D_{\text{ср}} n,$$

где $D_{\text{ср}}$ — средний диаметр спиральной вставки в свободном состоянии, мм; n - полное число витков вставки.

Для навивки спиральных вставок в промышленных условиях может быть использован автомат АРВ-1, в основу конструкции которого положен автомат для навивки пружин модели АА-51 14, оборудованный приспособлениями для отгиба технологического поводка вставки и нанесения на последнем насечки для последующего его удаления. Годовая производительность автомата 4 млн. вставок с шагом 1...2.5 мм и диаметром 8.. 30 мм.

Промышленностью выпускается комплект (рис. 5.13) с резьбовыми вставками для восстановления отверстий с резьбой от М5 до М30, т. е. данным способом можно восстанавливать практически любые резьбовые отверстия деталей автомобилей.

Технологический процесс восстановления резьбовых отверстий блоков цилиндров спиральными вставками включает в себя следующий перечень работ.

1. Очистить все резьбовые отверстия от грязи сверлом, а затем ершом (рис. 5.14). Режим очистки: скорость резания при сверлении — 10 м/мин, частота вращения ерша — 80 об/мин, подача — ручная.

2. Продуть резьбовые отверстия сжатым воздухом.

3. Установить блок цилиндров на монтажный стол или подставку и провести при помощи резьбовых калибров дефектацию всех резьбовых отверстий; пометить отверстия, под-

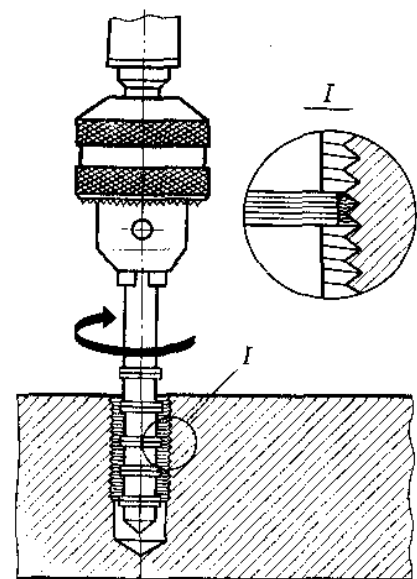


Рис. 5.14. Очистка резьбовых отверстий от грязи ершом

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

лежащие восстановлению.

4. Установить блок цилиндров на стол радиально-сверлильного станка и рассверлить восстанавливаемые отверстия (табл. 5.3). Снять фаски 1x 45°. В глухих отверстиях глубина сверления должна соответствовать глубине отверстия. Скорость резания при сверлении 30 м/мин.

5. Продуть отверстия сжатым воздухом.

6. Нарезать резьбу в отверстиях (табл. 5.3) и продуть сжатым воздухом.

7. Установить блок цилиндров на монтажный стол или подставку резьбовыми отверстиями вверх.

8. Установить спиральную вставку (рис. 5.15) необходимого размера технологическим поводком вниз в монтажный инструмент, входящий в состав комплекта вставок. Ввести стержень инструмента в спиральную вставку так, чтобы ее технологический поводок вошел в паз на нижнем конце стержня и медленным вращением за Т-образную рукоятку стержня вернуть спиральную вставку в резьбовое отверстие так, чтобы последний виток вставки разместился в отверстии на один виток резьбы.

9. Снять стержень инструмента с технологического поводка вставки и удалить монтажный инструмент из резьбового отверстия блока цилиндров.

10. Установить бородок соответствующего размера заостренным концом на технологический поводок вставки и резким (но не сильным)

Таблица 3 - Размеры отверстий, подготовленных к установке резьбовой вставки

Размер восстанавливаемого резьбового отверстия	Диаметр сверления под вставку, мм	Размер нарезанной резьбы под вставку	Размер восстанавливаемого резьбового отверстия	Диаметр сверления под вставку, мм	Размер нарезанной резьбы под вставку
M5X0,8	5,2 — 5,35	M6X0,8	M16X2,0	16,2 — 16,4	M18X2,0
M6X1,0	6,96-7.12	M8x1.0	M18X2,5	18,1 — 18,4	M20X2,5
M8X1,0	8,86 — 9,12	M10X1.0	M20X1,25	20,7 — 20,9	M22X1,25
M8X1,25	8,7 — 8,86	M10X1,25	M20X1,5	20,45 — 20,62	M22X1,5

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

M10X	10,96	—	M12X	M20X2.	20,1—	M22X
1.0	11,12		1,0	5	20,4	2.5
M10X	10,7	—	M12X	M22X1.	22,45	M24X
1.25	10,86		1.25	5	22,62	1.5
M10X	10,45	—	M12X	M22X2.	22,1	M24X
1.5	10,62		1.5	5	22,4	2.5
M11X	11,96	—	M13X	M24X1.	25,45	M27X
1.0	12,12		1.0	5	25,62	1.5
M12X	12,96	—	M14X	M24X2.	24,9	M27X
1.0	13,12		1,0	0	25,13	2.0
M12X	12,45	—	M14X	M24X3.	24.14	M27X
1.5	12,62		1,5	0	24,46	3.0
M12X	12,18	—	M14X	M27X1.	28,45	M30X
1.75	12,38		1.75	5	28,62	1.5
M14X	14,7	—	M16X	M27X2.	27,9	M30X
1.25	14,86		1.25	0	28,13	2.0
M14X	14,7	—	M16X	M27X3,	27,14	M30X
1.5	14,90		1.5	0	27,46	3.0
M16X	16,45	—	M18X	M30X3	29,55	M33X
1.5	16,62		1.5	.5	29,88	3.5

ударом молотка по выпуклой части бородка отделить технологический доводок от вставки.

Аналогично восстанавливаются все остальные изношенные отверстия блока цилиндров.

Для контроля восстановленных резьбовых отверстий в деталях после установки спиральных вставок следует завернуть в деталь с установленной спиральной вставкой резьбовой калибр соответствующего размера и проверить качество восстановленного резьбового отверстия. Контроль восстановленных резьбовых отверстий с установленными спиральными вставками можно проводить новыми болтами соответствующих размеров, изготовленными по 2-му классу точности.

Одним из способов восстановления гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания является разновидность способа постановки дополнительных ремонтных деталей — пластинирования. Особенно эффективен этот способ в тех

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

случаях, когда промышленность не выпускает к этим двигателям поршни ремонтных размеров.

Рассмотрим особенности технологии пластинирования гильз цилиндров двигателей КамАЗ. Гильзы цилиндров двигателей КамАЗ-740 — тонкостенные съемные. Их диаметр равен 120 мм, толщина стенок—13,5 мм, масса — 5 кг. При поступлении в капитальный ремонт предельное значение радиального износа гильз составляет 0,15 — 0,18 мм {у ЯМЗ-238 — 0,18 — 0,20 мм, у ЗИЛ-130 — 0,20 — 0,25 мм).

Основные операции технологического процесса восстановления гильз цилиндров пластинированием следующие:

- подготовка гильз цилиндров под облицовку пластинами;
- изготовление пластин;
- облицовка внутренней поверхности гильз цилиндров пластинами;
- обработка гильз цилиндров после облицовки.

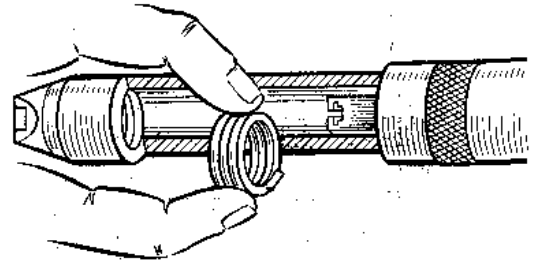


Рис. 5.15. Установка спиральной вставки в монтажный инструмент

Подготовка гильз цилиндров под облицовку пластинами заключается в их расточке под запрессовку свернутых пластин. Расточка гильз цилиндров проводится эльборовым резцом на алмазно-расточном станке модели 278Л в приспособлении конструкции А. Е. Алешкина (рис. 5.16).

Режимы резания при обработке гильз эльборовым резцами следующие: скорость резания v — 70 — 90 мм/мин; подача s — 0,03 мм/об; глубина резания t_p — 0,015 — 0,2 мм.

При подаче 0,04 мм/об обеспечивается шероховатость поверхности Ra 0,16 — 0,32 мкм.

Затраты времени на растачивание отверстий гильз цилиндров двигателя КамАЗ-740 следующие: основное технологическое время — 12,2 мин; вспомогательное время — 1,2 мин; организационно-техническое — 0,4 мин; время перерывов — 0,2 мин; штучное время — 15 мин.

Сущность изготовления пластин состоит в подборе стальной ленты для резки ее на мерные пластины, выборе толщины пластин, определении натяга при запрессовке и усилия запрессовки, определении длины пластин, раскрой стальной ленты на мерные куски, резке стальной ленты на мерные пластины и шлифовании кромок пластин.

Для изготовления пластин применяют холоднокатаную ленту из углеродистой стали марок У8А и УША. Геометрические размеры пластин в зависимости от технологического диаметра цилиндров после их расточки представлены в табл. 5.4. Нижнюю границу толщины пластин выбирают

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

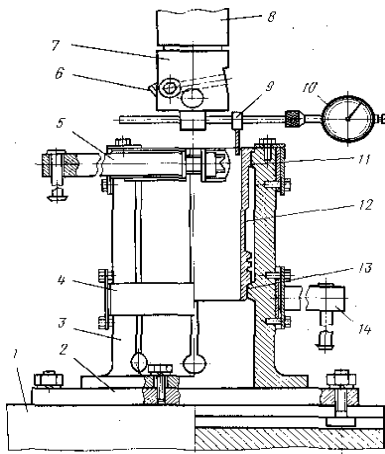


Рис. 16. Приспособление для центровки и закрепления гильзы цилиндров на столе расточного станка:

1 — стол станка; 2 — опорная плита приспособления; 3 — приспособление для центровки и закрепления гильзы цилиндров; 4 — нижний пояс зажима гильзы цилиндров; 5 — верхний пояс зажима гильзы цилиндров; 6 — резец; 7 — шпindelная головка; 8 — шпindel; 9 — ножка индикаторного приспособления и совмещения оси гильзы цилиндров с осью шпинделя; 10 — индикатор приспособления; 11 — верхний посадочный пояс приспособления; 12 — гильза цилиндров; 13 — нижний посадочный пояс приспособления; 14 — стяжной винт пояса с рукояткой

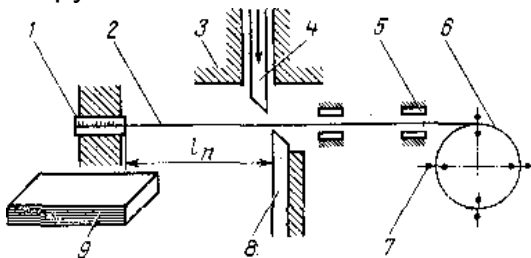


Рис. 17. Схема резки стальной ленты на мерные пластины:

1 — микрометр для установления точной длины мерной пластины; 2 — мерная пластина длиной l_n ; 3 — направляющие подвижного ножа; 4 — подвижной нож гильотинных ножниц; 5 — щетки для очистки стальной ленты от смазки; 6 — рулон стальной ленты, установленный на рамках барабана; 7 — ранки барабана; 8 — неподвижный нож гильотинных ножниц; 9 — пакет пластин

исходя из обеспечения максимальных свойств упругости: выход за верхнюю границу толщины затрудняет установку сменных пластин и увеличивает расход материала. Для восстановления гильз цилиндров двигателя КамАЗ рекомендуется толщина пластин 0,6 мм.

Резка стальной ленты на пластины (рис. 5.17) указанных в табл. 5.4 размеров проводится на приспособлении гильотинными ножницами (рис. 5.18). Эталонный размер между неподвижным ножом гильотинных ножниц и упором микрометрического винта устанавливается по набору калиброванных плит или специально изготовленной плитой — калибром.

Отрезанные пластины собирают в пакеты по 20 — 40 штук для шлифования торцов. Шлифование торцовых кромок осуществляется на заточном станке типа ЗБ642 шлифовальным кругом ПП 600X80X305 15А-40-50 П СТ 17К5 35 м/с, А. Зажим с пакетом пластин устанавливают на стол станка и фиксируют. Вначале

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

обрабатывается "как чисто" под углом 90° к длинной стороне первый торец пластин в пакете, затем, после поворота на 180", — второй, до получения требуемого размера. После шлифования у каждой пластины напильником снимают заусеницы на кромках и пластины подвергают контролю (рис. 5.19).

Таблица 4. Геометрические размеры пластин в миллиметрах для восстановления гильз цилиндров КамАЗ-740, мм

Толщи на пластин	Техноло- гический диаметр цилиндра	Длина пластин	Припуск на шлифование	Длина пластин для вос- становления
0,5	120,93	379,3	±0,01	378,75
0,55	121,09	379,3	±0,01	379,01
0,57	121,11	379,3	±0,01	379,05
0,6	121,17	379,3	±0,01	375,0

Облицовка внутренней поверхности гильз цилиндров пластинами осуществляется свертыванием пластин в цилиндр в пресс-форме и перемещения ее из пресс-формы в гильзу цилиндров штоком гидравлического пресса (рис. 5.20). Для свертывания пластин и ввода их в пресс-форму используется захват, показанный на рис. 5.21. Ширина полуколец захвата должна быть в 2 раза меньше ширины пластины.

Предварительно свернутая пластина вводится в пресс-форму (рис. 5.22) с накидным 13 и кольцевым 12 замками, которая устанавливается в специальное приспособление, состоящее из плиты 1 с неподвижно закрепленным упором 2. С упором контактирует полукольцо 3 пресс-формы с направляющими 19 при установке ее в приспособление с предварительно свернутой пластиной 4.. Второе полукольцо входит в контакт с подвижным контактом 5, который закреплен на штоке 6 пневмоцилиндра 7. Шток пневмоцилиндра перемещает упор по направляющим, закрепленным болтом 8 и штифтом 9. Воздух в пневмоцилиндр подается от ресивера при помощи тройника 11.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

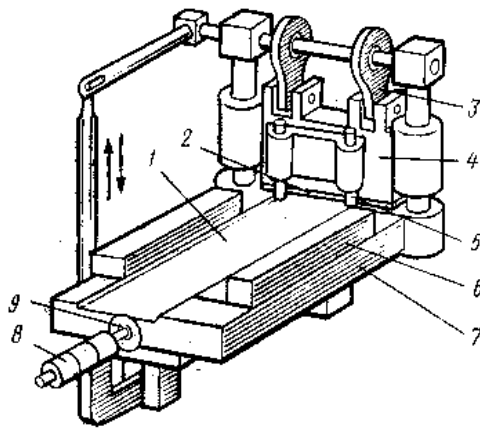


Рис. 5.18. Механизированные гильотинные ножницы для резки стальных пластин:
 1 — стальная лента; 2 — неподвижный нож гильотины; 3 — эксцентриковый привод вертикального подвижного ножа; 4 — подвижной нож; 5 — прижимы стальной ленты при ее резке на пластины; 6 — направляющие стальной ленты; 7 — станина; 8 — микрометр; 9 — упор микрометра, устанавливающий размер стальной ленты

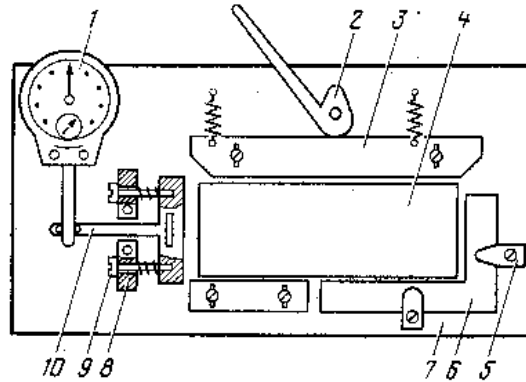


Рис. 5.19. Приспособление для контроля размеров пластины:
 1 — индикатор; 2 — зажим прижимной планки; 3 — прижимная планка пластины; 4 — контролируемая пластина; 5 — зажимы угольника; 6 — угольник; 7 — плита; 8 — стойка двухплечего рычага; 9 — винт двухплечего рычага; 10 — рычаг индикатора

Рис. 5.20. Схема для перемещения свернутой пластины из пресс-формы в деталь:
 1 — шток гидравлического пресса; 2 — ступенчатая оправка; 3 — свернутая в цилиндр пластина; 4 — пресс-форма; 5 — деталь; 6 — стол

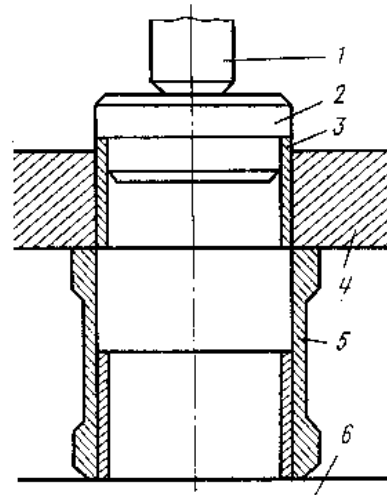
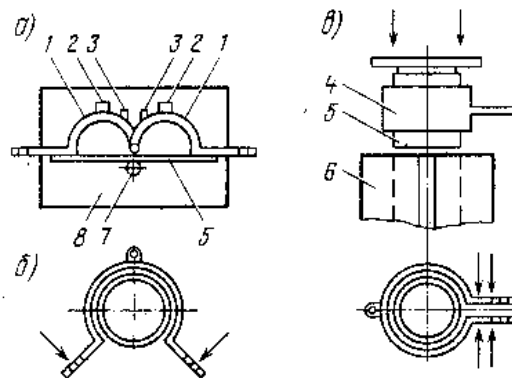


Рис. 5.21. Захват для предварительного свертывания пластин и ввода их в пресс-форму:
 а — размещение захвата и пластины на плите в исходном положении; б — схема свертывания пластины; в — ввод предварительно свернутой пластины в пресс-форму:
 1 — левое полукольцо захвата; 2 — упоры полуколец; 3 — упоры полуколец захвата; 4 — первое полукольцо захвата; 5 — пластина; 6 — пресс-форма для свертывания пластины в цилиндр; 7 — цилиндрический стержень-упор; 8 — плита



Основы технологии производства и ремонта автомобиля

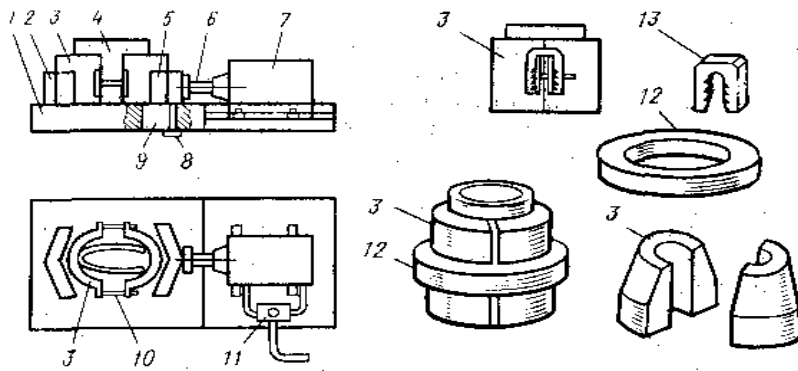


Рис. 5.22. Механизированная пресс-форма для свертыwania пластин в цилиндр: 1 — плита приспособления; 2 — неподвижный упор полукольца пресс-формы; 3 — полукольцо пресс-формы; 4 — пластина, предварительно свернутая; 5 — подвижный упор полукольца пресс-формы; 6 — шток подвижного упора; 7 — диэмоцилиндр; 8 — направляющий болт штифта; 9 — направляющий штифт подвижного полукольца; 10 — направляющие полукольца пресс-формы; 11 — тройник с рычагом; 12 — кольцевой замок пресс-формы; 13 — нахидной замок пресс-формы

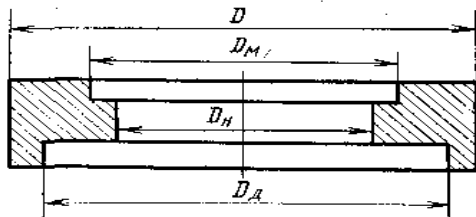


Рис. 5.23. Центрирующее кольцо: D — наружный диаметр кольца; D_m — диаметр верхнего внутреннего кольца для установки пресс-формы; D_n — диаметр наружного пояса свернутой пластины; D_d — диаметр нижнего внутреннего кольца для установки на наружный диаметр детали

После сжатия упорами полукольца запираются замками, и пресс-форма устанавливается при помощи центрирующего кольца (рис. 5.23), имеющего две выточки, на деталь. Перемещение пластины из пресс-формы в восстанавливаемое отверстие осуществляется гидравлическим прессом с усилием 15— 18 кН посредством калиброванного пуансона, имеющего две ступени, диаметры которых определяются диаметрами внутренней части пояса пластин и диаметром отверстия детали с учетом обеспечения зазора в сопряжениях в пределах 0,02 — 0,03 мм.

После ввода первой (нижней) пластины вводится вторая (верхняя) заподлицо с торцом гильзы. При этом вертикальные стыки первой и второй

пластин должны располагаться под углом 180°, место стыка не должно ощущаться пальцами, при постукивании твердым предметом по пластинам в зоне стыков звук должен быть чистым, звонким, а не глухим. Удерживаются пластины на

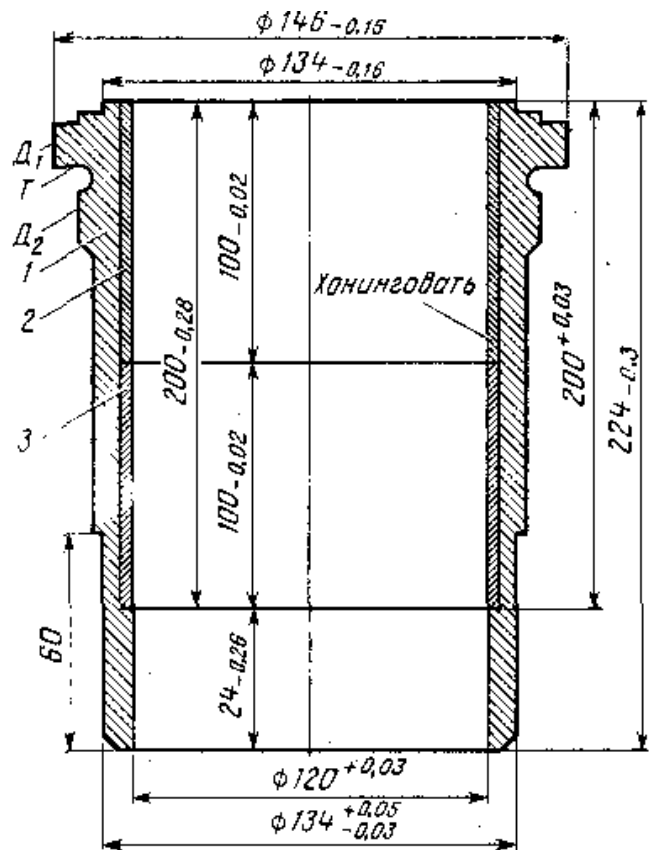


Рис. 5.24. Геометрические размеры гильзы цилиндров КамАЗ-740, восстановленной под номинальный размер:

D_1 , D_2 , T — посадочные поверхности гильзы цилиндров; 1 — гильза цилиндра; 2 и 3 — соответственно верхняя и нижняя облицовочные пластины

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

внутренней поверхности гильзы цилиндров в результате сил трения, возникающих вследствие их напряженного состояния.

Облицованные гильзы цилиндров хонингуют (см. раздел 4). После обработки овальность и конусность внутренней поверхности цилиндра не должна превышать 0,025 мм. Геометрические размеры гильзы цилиндров двигателей КамАЗ-740, восстановленной пластинированием, показаны на рис. 5.24.

Лекция № 9

Основы разработки технологических процессов восстановления деталей

1. ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО МЕТОДА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

При выборе наиболее рационального технологического процесса восстановления деталей следует учитывать ряд исходных данных: размеры, форму и точность изготовления Детали, ее материал, термическую обработку, условия работы, вид и характер дефекта, производственные возможности ремонтного предприятия и др.

Выбор технологического процесса восстановления деталей существенно зависит от вида дефекта и причины его возникновения. Например, наличие забоины вызывает необходимость ее "разгонки", т. е. снятия концентратора напряжения сглаживанием резких переходов. Разгонку можно выполнить обработкой забоины резанием. Другим примером может служить заделка трещины в стальной детали. Здесь, как правило, необходимо использовать сварку,

При разработке технологии восстановления деталей важно знать, является ли дефект локальным, т. е. затрагивает лишь относительно небольшой объем металла детали или же он носит общий характер.

Характерным примером являются трещины. Трещина может появиться как следствие единичной статической перегрузки или накопившейся усталости. Если трещина появилась вследствие статического (хрупкого) разрушения металла, то дефект охватывает локальный объем металла, т.е. только участок появления трещины. В данном случае для восстановления можно прибегнуть к сварке, заботясь при этом об усилении поврежденного места (наложении усиленного шва, накладки, поверхностный наклеп и т. д.).

Если же трещина появилась в результате усталости материала, то дефект (накопление усталости) затронул, очевидно, большие участки металла и тогда заделка трещины не приведет к восстановлению прочности. Необходимо внимательно изучить условия образования трещины. В частности, очень важно выяснить причину ее появления. Если имеется острый концентратор напряжений, то можно предположить, что усталость в основном накапливается в близких к нему участках металла. Тогда устранение концентрации напряжений и заделка трещины могут восстановить прочность конструкции. Если же острого концентратора нет, то, очевидно, усталость накапливается на больших участках

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

металла. Восстановить деталь в этом случае можно, лишь удалив этот участок целиком.

При выборе оптимального способа восстановления деталей руководствуются тремя категориями: применимости, долговечности и технико-экономическим.

Критерий применимости является технологическим критерием и определяет принципиальную возможность применения различных способов восстановления по отношению к конкретным деталям. При этом должны быть учтены условия работы детали в узле (нельзя восстанавливать детали механизмов управления и детали, воспринимающие при работе большие удельные в динамические нагрузки: коленчатые валы дизельных двигателей, цапфы управляемых колес и т.д. вибродуговой наплавкой); износ (например, если позволяют условия эксплуатации детали, то износ 0,1 — 0,2 мм можно устранять хромированием, 0,2 — 0,8 мм — железнением, 0,3 — 1,0 мм — вибродуговой наплавкой, 1,5 — 4,0 мм — наплавкой подслоем флюса и т. д.); конструктивные особенности; габариты детали (например, крупногабаритные детали наплавляют ручной электродуговой наплавкой, средние — под слоем флюса, мелкие, диаметром менее 50 мм, — вибродуговой). Твердость материала, геометрические размеры, их допуски, точность геометрической формы, шероховатость поверхности должны соответствовать техническим требованиям на восстановление детали.

$$K_{\text{п}} = f_1(M_{\text{д}}; \Phi_{\text{д}}; D_{\text{д}}; И_{\text{д}}; N_{\text{д}}; \sum_{i=1}^m T_i)$$

Критерий применимости того или иного способа восстановления определяется функцией

где $M_{\text{д}}$ — материал детали; $\Phi_{\text{д}}$ — форма восстанавливаемой поверхности детали; $D_{\text{д}}$ — диаметр восстанавливаемой поверхности детали; $И_{\text{д}}$ — износ

детали; $N_{\text{д}}$ — значение и характер воспринимаемой деталью нагрузки; $\sum_{i=1}^m T_i$ - сумма технологических особенностей способа, определяющих область его рационального применения.

По данному критерию выбирают конкурентные способы для последующей оценки их при помощи других критериев.

Критерий долговечности определяет работоспособность восстанавливаемых деталей. Он выражается через коэффициент долговечности, под которым понимается отношение долговечности восстановленной детали к долговечности новой детали данного наименования.

Коэффициент долговечности определяется как функция

$$k_{\text{д}} = f_2(k_{\text{и}}; k_{\text{в}}; k_{\text{сц}})$$

где $k_{\text{и}}$ — коэффициент износостойкости; $k_{\text{в}}$ — коэффициент выносливости; $k_{\text{сц}}$ — коэффициент сцепляемости.

Численные значения коэффициентов износостойкости и выносливости могут определяться на основании стендовых и эксплуатационных сравнительных испытаний новых и восстановленных деталей или соответствующих им образцов на специальных установках или стандартных машинах (машинах трения, машинах для испытания на усталость).

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Коэффициент сцепляемости

$$k_{сц} = i_o / i_э$$

где i_o — опытное значение для данной детали прочности сцепления нарощенного слоя с основным металлом, кгс/мм²; $i_э$ — эталонные значения прочности сцепления, кгс/мм².

В качестве эталонных могут быть приняты следующие значения прочности сцепления: для наружных стальных поверхностей, воспринимающих значительные ударные или звукопеременные нагрузки, — 50 кгс/мм²; для наружных стальных или чугунных поверхностей, не воспринимающих значительные ударные или знакопеременные нагрузки, — 20 кгс/мм²; для внутренних посадочных поверхностей под подшипники из стальных, чугунных или из алюминиевых сплавов, не воспринимающих знакопеременные и значительные ударные нагрузки, — 5 кгс/мм²; для наружных или внутренних стальных и чугунных поверхностей, не воспринимающих значительные ударные или знакопеременные нагрузки слоем, характеризующимся пористостью, при работе сопряжения в условиях обильной смазки — 4 кгс/мм².

Опытное значение прочности сцепления нарощенного слоя с основным металлом определяют методом отрыва штифта (предпочтительнее конической формы) от покрытия.

Исходя из специфики рассматриваемого параметра следует иметь в виду, что значения коэффициента сцепляемости не могут быть выше единицы; напротив, численные значения k_n и k_b могут быть больше единицы, так как в принципе можно в результате применения специальных покрытий и упрочняющих операций обеспечить более высокие значения износостойкости поверхностей и усталостной выносливости восстановленных деталей, чем у новых деталей.

Коэффициент долговечности только в общем случае является функцией трех аргументов, применительно к конкретным деталям он может являться функцией только двух или одного из них. Например, для деталей, не имеющих в процессе эксплуатации усталостных разрушений, нет необходимости вычислять значения коэффициента выносливости (k_b); не имеет также смысла понятие коэффициента сцепляемости ($k_{сц}$) по отношению к способам, не связанным с наращиванием металла (механическая обработка, пластическое деформирование и др.); в некоторых случаях прочность сцепления нарощенного слоя с основным металлом заведомо настолько надежна (например, при механизированной наплавке под флюсом), что значение $k_{сц}$ можно априорно принимать равным единице.

В большинстве случаев параметры, характеризующие износостойкость и сцепляемость нарощенного слоя и усталостную выносливость восстановленной детали, не имеют явной связи друг с другом. Вместе с тем исчерпание ресурса по какому-либо параметру, характеризующему одним из рассмотренных коэффициентов долговечности, следует принимать равным значению того из коэффициентов (аргументов), который имеет минимальное значение; при этом, если коэффициент сцепляемости $k_{сц} = 1$, а другие коэффициенты имеют еще большее значение, то его значение при определении k_d во внимание принимать не следует.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Ориентировочные значения коэффициентов долговечности при различных способах восстановления деталей приведены в табл. 1.

Так как ресурс восстановленной детали должен обеспечивать нормативный пробег того агрегата, в конструкцию которого входит деталь (не менее 80 % от нормы для новых автомобилей и агрегатов), численные значения коэффициента долговечности детали не должны быть ниже 0,8.

Технико-экономический критерий является функцией двух аргументов $k_{тэ}=f_3(k_{пр};\Theta)$

где $k_{пр}$ — коэффициент производительности способа; Θ — показатель экономичности способа.

Экономический эффект от внедрения разработанного технологического процесса восстановления детали

$$\Theta = [(C_{пб}^B - C_{пн}^B) - E_n (k_i - k_б)] N_B$$

где $C_{пб}^B$ — полная себестоимость восстановления по базовому варианту технологического процесса; $C_{пн}^B$ — полная себестоимость восстановления по 1-му (внедряемому) технологическому процессу; E_n — нормативный коэффициент эффективности капиталовложений; $E_n=0,15$; k_i и $k_б$ — соответственно капиталовложения по внедряемому и базовому техпроцессам (затраты на оборудование, приспособления, -Технологическую оснастку, инструмент, его проектирование, изготовление, монтаж по месту и т. п); N_B — программа восстановления деталей,

Срок окупаемости от внедрения новой технологии

$$\tau_{ок} = \Delta k / [(C_{пб}^B - C_{пн}^B) N_B]$$

где $\Delta k = k_i - k_б$ — дополнительные капиталовложения.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВОССТАНОВЛЕНИИ

Технологическим процессом восстановления детали называется часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по последовательному качественному изменению состояния восстанавливаемой детали. Существуют три вида технологических процессов: единичный, типовой и групповой.

Единичный технологический процесс разрабатывается для восстановления изделий одного наименования, типоразмера и исполнения независимо от типа производства.

Типовой технологический процесс характеризуется единством содержания и последовательностью большинства технологических операций и переходов для восстанавливаемых изделий, имеющих общие конструктивные и технологические признаки.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Т а б л и ц а 13.1. Ориентировочные значения коэффициентов долговечности k_d

Вид и характер работы сопряжения	Материал сопряженных деталей	k_d при								
		хромирования	железении	взбродуговой наплавкой	наплавке под флюсом	наплавке в среде углекислого газа	электроконтактном наплавании	электроискровом наращивании	ручной электродуговой наплавке	способе ремонтных размеров
Вал — подшипник скольжения при статической нагрузке (кулачковые валы и т. п.)	Баббит—бронза	1,5—1,8 1,1—1,3	1,0—1,2 1,1—1,2	0,9—1,0 0,9—1,0	0,8—1,1 0,85—1,0	0,85—0,9 0,8—0,85	1,1—1,5 1,2—1,5	—	—	0,95—1,0 0,9—1,0
Вал—подшипник скольжения при знакопеременной нагрузке (коленчатые валы)	Баббит—бронза	1,1—1,25 1,1—1,1	0,95—1,0 0,85—0,95	0,7—0,8 0,75—0,8	0,75—0,85 0,75—0,85	0,8 —	—	—	—	0,9—1,0 0,85—1,0
Вал—втулка	Сталь—бронза	1,2—1,3	1,1—1,2	0,9—1,0	0,8—0,9	0,75—0,9	1,2—1,5	0,7—0,75	—	0,9—1,0
Ось—втулка	Сталь—бронза	1,2—1,3	1,1—1,2	0,9—1,0	0,8—0,9	0,75—0,9	1,3—1,5	0,7—0,75	—	0,9—1,0
Стержни с возвратно-поступательным перемещением — направляющие (клапаны, толкатели)	Серый чугун	2,5—3,0	1,5—2,0	—	—	—	—	—	—	0,95—1,0
Фиксирующие стержни—втулки	Чугун—бронза	1,5—1,8 1,1—1,3	1,0—1,2	—	—	—	—	—	—	0,9
Цилиндрические поверхности крестовин, карданных валов, сателлитов	Легированная сталь	0,9—1,0	1,1—1,2	0,8—0,9	—	0,7—0,8	—	—	—	—
Цилиндрические поверхности деталей, сопряженных с внутренним кольцом подшипника с натягом	Шарикоподшипниковая сталь	1,5—1,8	0,8—1,10	0,8—1,0	0,95—1,0	0,8—0,95	0,8—1,1	1,4—1,5	0,9	0,9—0,95

Групповой технологический процесс предназначен для совместного восстановления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками в конкретных условиях производства. Основой разработки групповых технологических процессов является разбивка восстанавливаемых деталей на классы. Установлено пять классов восстанавливаемых деталей: корпусные детали, круглые стержни, полые цилиндры, диски и некруглые стержни.

Корпусные детали изготавливают в основном из чугуна или алюминиевых сплавов. К ним относятся блоки, картеры, головки, крышки, корпуса, кронштейны. Наиболее распространенными дефектами этих деталей являются: износ внутренних посадочных поверхностей под вкладыши, гильзы и подшипники качения; отклонения в правильности взаимного положения посадочных поверхностей; трещины и отколы; повреждения резьб.

Детали класса "круглые стержни" характеризуются цилиндрической формой при длине, значительно превышающей их диаметр. Материалом для этих деталей чаще всего являются углеродистые или высококачественные легированные стали, а также высокопрочный чугун. Рабочие поверхности зачастую подвергают термической или химико-термической обработке. К этому классу деталей относятся коленчатые и распределительные валы; гладкие, ступенчатые и шлицевые валы; валы с фасонными поверхностями; пустотелые валы, крестовины. Наиболее распространенными дефектами этих деталей являются износ их рабочих поверхностей, деформация, повреждение резьб, шпоночных канавок и др.

Конструкция деталей класса "полые цилиндры" представляет собой несколько концентрично расположенных полых цилиндров. В качестве материала для изготовления этих деталей используется модифицированный, ковкий,

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

специальный чугун или углеродистые стали. К деталям этого класса относятся гильзы цилиндров, чашки дифференциала, ступицы колес, фланцы, муфты и т. д. Основным дефектом является износ внутренних цилиндрических рабочих поверхностей.

Диски характеризуются короткими цилиндрическими поверхностями при значительном диаметре. Изготавливают диски из модифицированного чугуна или листовой стали. Представителями деталей этого класса являются разнообразные диски, маховики, тормозные барабаны. Характерные дефекты — износ торцовых или внутренних цилиндрических поверхностей, деформация.

К деталям класса "некруглые стержни" относятся прямые и кривые стержни, поперечное сечение которых не имеет круглой формы, и длина более чем вдвое превышает размеры поперечного сечения. Перечень деталей этого класса и материал, из которого они изготовлены, весьма разнообразны. Характерными дефектами являются деформации, трещины, обломы, взносы рабочих поверхностей.

Перечень автомобильных деталей различных классов приведен в табл. 2. В зависимости от степени детализации технологические процессы делятся на маршрутные, операционные и маршрутно-операционные.

Маршрутный технологический процесс выполняют по документации, в которой указывается только содержание операции, без указания переходов и режимов обработки. Операционный технологический процесс выполняют по документации, в которой содержание операций излагается с указанием переходов и режимов обработки. Маршрутно-операционный технологический процесс выполняют по документации, в которой содержание отдельных операций излагается без указания переходов и режимов обработки.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Т а б л и ц а 13.2. Групповая номенклатура автомобильных деталей

Номер класса	Класс деталей	Наименование деталей
I	Корпусные детали	Блок цилиндров, картер сцепления, картер коробки передач, картер ведущего моста, картер главной передачи, головка цилиндров, крышка распределительных шестерен, блок компрессора, картер компрессора, головка компрессора, картер рулевого механизма, корпус масляного насоса, корпус водяного насоса, верхняя крышка коробки передач, корпус насоса гидроусилителя рулевого управления, корпус масляного фильтра, кронштейн педалей, кронштейн рессоры, кронштейн передней подвески, корпус вентилятора, крышка масляного насоса
II	Круглые стержни	Коленчатый вал, распределительный вал, шкворень, поворотный кулак, тормозной вал, карданный вал, вилка карданного вала, вал рулевой сошки, ведомый вал коробки передач, ось блока шестерен заднего хода, поршневой палец, крестовина кардана, крестовина дифференциала, полуось, кожух полуоси, клапан двигателя, вал насоса гидроусилителя рулевого управления
III	Полые цилиндры	Гильза цилиндра, ступица колеса, чашка дифференциала, картер подшипников ведущей шестерни главной передачи, крышка подшипника ведущего вала коробки передач, фланцы валов коробки передач и заднего моста, тормозной цилиндр, ступица ведомого диска сцепления, муфта подшипника выключения сцепления
IV	Диски	Маховик, тормозной барабан, нажимной диск сцепления, ведомый диск сцепления, диск колеса
V	Некруглые стержни	Шатун, балка передней оси, лонжерон и лоперечина рамы, вилка выключения сцепления, тормозная колодка, педали выключения сцепления и тормоза, впускной и выпускной трубопроводы, коромысло клапана, вилка переключения передач, рычаг переключения передач, рычаг нажимного диска сцепления

Исходными данными для разработки технологических процессов восстановления деталей являются: ремонтный чертеж детали, выполненный в соответствии с требованиями стандартов на ремонтную документацию: перечень дефектов детали; основные сведения об условиях работы детали в ремонтируемом узле и видах изнашивания; справочные материалы о технологических методах, при помощи которых возможно устранение дефектов; технологическая документация на восстановление данной детали (при модернизации существующего технологического процесса на данном предприятии); сведения об опыте восстановления деталей данного наименования на передовых предприятиях (при разработке нового технологического процесса); технологический процесс изготовления и рабочий чертеж новой

детали (для технологической преемственности между изготовлением и ремонтом детали); программа выпуска деталей; различные справочные материалы (каталоги технологического оборудования, приспособлений, инструмента, справочники по режимам обработки, технологическому нормированию операций и т. п.).

3. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

При разработке технологического процесса ремонта детали представляется ремонтный чертеж и карта технических требований на дефектацию детали (см. табл. 2). Места на детали, подлежащие восстановлению, выполняют на чертеже утолщенной линией, остальные изображения — сплошной тонкой линией.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

На ремонтных чертежах предельные отклонения размеров проставляют в виде числовых значений в виде условных обозначений. Допуски на свободные размеры 14-, 15-, 16-квалитетов представляют на ремонтных чертежах с округлением до десятой доли-миллиметра.

На ремонтных чертежах изображаются только те виды, размеры и сечения, которые необходимы для проведения восстановления детали или сборочной единицы. На чертеже детали, восстанавливаемой сваркой, наплавкой, нанесением металлопокрытий; рекомендуется выполнять эскиз подготовки соответствующего участка детали к ремонту. При применении сварки, пайки на ремонтном чертеже указывают наименование, марку, размеры материалов, используемых при ремонте, а также номер стандарта на этот материал.

На ремонтных чертежах категорийные (ремонтные) и пригоночные размеры, а также размеры детали, ремонтируемой снятием минимально необходимого слоя металла обозначают буквами, а их числовые значения и другие данные указывают на выносных линиях или в таблице, помещенной в правой верхней части чертежа. При этом для ремонтных размеров сохраняется класс точности и посадка, предусмотренные в рабочих чертежах.

Для определения способа ремонта на ремонтных чертежах деталей помещают технологические требования и указания.

Требования, относящиеся к отдельному элементу детали, помещают на ремонтном чертеже рядом с соответствующим элементом или участком детали.

Рекомендуемая последовательность при проектировании технологических процессов восстановления деталей:

- 1 Анализ технологического процесса изготовления новой детали.
2. Анализ условий работы детали в сопряжении, видов и процессов ее изнашивания.
- 3,-Анализ дефектов детали и выбор возможных технологических методов восстановления, выбор технологических баз для обработки,
4. Разработка предварительного маршрута восстановления, расчленение его на технологические операции.
5. Выбор технологического оборудования, приспособлений, рабочего инструмента, средств контроля и измерений.
6. Обоснование общих и операционных припусков и допусков на обработку.
7. Установление режимов и норм времени выполнения операций.
8. Техничко-экономическое обоснование рационального варианта технологического процесса восстановления детали.
9. Разработка технологической документации на восстановление детали.

Базовые поверхности для обработки необходимо выбирать с таким учетом, -чтобы при установке и зажиме обрабатываемая деталь не смещалась с положения, приданного ей, и не деформировалась под действием усилий от резания и зажимов. Необходимо помнить, что наибольшей точности при механической обработке можно достигнуть в том случае, если вся обработка детали ведется от одной базы с одной установки. Если на детали сохранилась базовая поверхность, по которой она обрабатывалась при изготовлении, следует при ремонте также базировать по этой поверхности. Поврежденные базовые поверхности необходимо исправить.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Разработка плана операций, входящих в технологический процесс ремонта детали, зависит от вида производства. При единичном и мелкосерийном производстве план операций строится по принципу, групповой технологии, при серийном — разрабатываются маршрутные технологические процессы и при массовом — организуется обработка на непрерывных поточных линиях.

Применительно к авторемонтным предприятиям, для которых характерным является серийное производство, разработка плана операций технологического процесса ремонта детали должна быть нацелена на устранение комплекса дефектов, объединенных общим маршрутом. При этом технологический маршрут составляют не простым сложением технологических процессов устранения каждого дефекта в отдельности, а с учетом следующих требований:

- одноименные операции по всем дефектам маршрута должны быть объединены;
- каждая последующая операция должна обеспечить сохранность качества рабочих поверхностей детали, достигнутого при предыдущих операциях;
- вначале должны идти подготовительные операции, затем сварочные, кузнечные, прессовые и в заключение шлифовальные и доводочные.

Технологический процесс восстановления деталей составляют, как правило, по операциям. После назначения баз для обработки, выбора способов устранения дефектов и разработки схемы и порядка выполнения операций составляется маршрутная карта. Для этого по каждой операции предварительно намечаются оборудование, приспособления, вспомогательные, режущие и измерительные инструменты.

При выборе оборудования для действующего производства ориентируются на имеющееся в цехе оборудование с учетом фактической загрузки отдельных его групп. При проектировании технологических процессов для вновь создаваемых предприятий возможности технолога ограничены только экономическими соображениями. Выбор оборудования во многом определяется типом производства. Согласно классификации станков по технологическим признакам станочное оборудование делится на следующие виды: станки широкого или общего назначения (универсальные), станки высокой производительности, станки специализированные и специальные.

Станки широкого или общего назначения предназначены для применения в серийном или единичном производстве. Станки высокой производительности имеют ограниченные технологические возможности. Однако, благодаря своей повышенной мощности и жесткости, на них можно вести обработку на более высоких режимах резания и более концентрированными методами. К станкам этого вида относятся: токарные многолезцовые, гидрокопировальные, одно- и многошпиндельные автоматы и полуавтоматы, круглошлифовальные, работающие методом поперечной подачи, бесцентрово-шлифовальные, барабанно- и карусельно-фрезерные и др. Такие станки предназначены для крупносерийного и массового производства.

Специализированные станки получают на базе станков высокой производительности установкой дополнительных шпинделей и других узлов, при помощи которых они могут быть приспособлены для выполнения конкретных операций при обработке конкретных деталей в условиях массового производства.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Специальные станки проектируют и изготовляют по особому заказу и используют для выполнения определенной операции. Проектирование и изготовление станков этой группы обычно обходится дорого. Поэтому они оправдывают себя только в массовом производстве.

Особые группы составляют агрегатные станки, применяемые в серийном и массовом производствах, и станки с числовым программным управлением, применяемые в условиях мелко- и среднесерийного производства. В каждом конкретном случае при выборе модели станка пользуются паспортами станков, а при их отсутствии — каталогами металлорежущего и другого оборудования.

Оборудование выбирают по главному параметру, являющемуся наиболее показательным для выбираемого оборудования, т. е. в наибольшей степени выявляющему его функциональные значения и технические возможности. Физическая величина, характеризующая главный параметр, устанавливает взаимосвязь оборудования с размером обрабатываемого на нем изделия.

Выбор вариантов оборудования, характеризующихся степенью механизации и автоматизации, должен выполняться исходя из следующих условий:

- приведенные затраты на выполнение технологического процесса должны быть минимальными;

- период окупаемости оборудования при его механизации и автоматизации должен быть минимальным.

Годовая потребность в оборудовании определяется из годового объема работ, устанавливаемого статистическим анализом затрат средств и времени на обработку изделия. Годовые приведенные затраты на использование оборудования определяются размерами затрат на его эксплуатацию и изготовление. Затраты на эксплуатацию и изготовление должны характеризовать оборудование, классифицированное по производительности и точности, одного и того же функционального назначения и года освоения производства. Производительность оборудования необходимо определять, анализируя время на обработку изделия заданного качества.

Одна из важнейших задач разработки технологических процессов — установление вида и конструкции приспособления. Приспособление — технологическая оснастка, предназначенная для направления предмета труда или инструмента при выполнении технологической операции. При выборе оптимального варианта приспособления должны учитываться: технологические требования на восстановление детали — число деталей и сроки их обработки; требования техники безопасности и промышленной санитарии; затраты на изготовление приспособления. В практике современного производства сложились следующие системы приспособлений.

Универсально-сборные приспособления (УСП) komponуют из окончательно обработанных взаимозаменяемых стандартных универсальных элементов. Их используют в качестве специальных обратимых приспособлений кратковременного действия. Они обеспечивают установку и фиксацию различных деталей в пределах габаритных возможностей комплекта УСП.

Специальные сборно-разборные приспособления (СП) komponуют из стандартных элементов в результате дополнительной или механической обработки

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

и используют как специальные необратимые приспособления долгосрочного действия из обратимых элементов.

Неразборные специальные приспособления (НСП) komponуют с применением стандартных деталей и узлов общего назначения как необратимые приспособления долгосрочного действия из необратимых деталей и узлов. Они состоят из двух частей: унифицированной базовой части и сменной насадки. Приспособления этой системы используют при групповой обработке деталей.

Универсально-безналадочные приспособления (УБП) — наиболее распространенная система в условиях серийного производства. Эти приспособления обеспечивают установку и фиксацию обрабатываемых деталей любых изделий малых и средних габаритов. При этом установка детали связана с необходимостью контроля и ориентации в пространстве. Такие приспособления обеспечивают выполнение широкой номенклатуры операций обработки.

Универсально-наладочные приспособления (УНП) обеспечивают установку при помощи специальных наладок, фиксацию обрабатываемых деталей малых и средних габаритов и выполнение широкой номенклатуры операций обработки.

Специализированные наладочные приспособления (СНП) обеспечивают по определенной схеме базирования при помощи специальных наладок и фиксацию родственных по конструкциям деталей для осуществления типовой операции. Все перечисленные системы приспособлений относятся к категории унифицированных.

Выбор унифицированного приспособления во многом отличается от выбора обычной оснастки. Обычно эту работу выполняет конструктор по оснастке. Технолог указывает требуемую систему приспособлений.

При выборе приспособлений проводится комплекс взаимосвязанных работ:

1. Анализ конструктивных характеристик обрабатываемой или обрабатываемых (при групповой обработке) деталей: габаритных размеров, материала, точности, конструктивных характеристик обрабатываемых поверхностей и т. д. Параллельно анализируют организационные и технологические условия восстановления детали (схемы базирования, вид технологической операции, организационную форму обработки и т. д.).

2. Группирование технологических операций для определения наиболее приемлемой системы приспособлений и повышения коэффициентов и их использования.

3. Установление принадлежности выбираемых конструкций приспособлений к определенной системе приспособлений.

4. Определение или уточнение исходных требований, предъявляемых к конструкции приспособления.

5. Отбор конструкций приспособлений, соответствующих принятой схеме базирования деталей, из имеющейся номенклатуры.

6. Выдача технического задания на разработку и изготовление приспособления.

Группирование технологических операций, осуществляемое в серийном производстве, проводится с учетом обеспечения рациональной загрузки каждой конструкции приспособления и на основе анализа объемов выпуска изделий на заданный период (партионность и периодичность запусков, суммарная

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

трудоемкость сгруппированных на конструкцию приспособлений технологических операций). При выборе приспособлений необходимо использовать следующую документацию:

- нормативно-технологическую — стандарты на приспособления и их детали, стандарты на термины и определения технологической оснастки;

- техническую — альбом типовых конструкций приспособлений, каталоги и паспорта на технологическое оборудование, инструктивно-методические материалы по выбору технологической оснастки.

При технико-экономическом обосновании выбора приспособлений рассчитывают коэффициент загрузки приспособлений и затраты на оснащение операций. Коэффициент загрузки приспособлений

$$K_{пз} = T_k N / F_d$$

где T_k — штучно-калькуляционное время выполнения технологической операции, мин; N — планируемая месячная программа (число повторов операции); F_d — действительный месячный фонд времени, ч.

При выборе типа и конструкции режущего инструмента следует учитывать характер производства, метод обработки, тип станка, размер, конфигурацию и материал обрабатываемой детали, требуемое качество поверхности, точность обработки. Характер производства влияет на выбор режущего инструмента с экономической точки зрения.

Особое значение имеет выбор материала режущей части инструмента. С учетом экономической целесообразности необходимо применять новые марки материалов, отличающиеся повышенной износостойкостью. Обеспечивая высокое качество обрабатываемых поверхностей, они применяются для чистовой обработки вместо малопродуктивного и дорогостоящего шлифования. К таким материалам относятся сверхтвердые материалы.

Лезвийные режущие инструменты, оснащенные пол и кристаллами сверхтвердых материалов, весьма перспективны. Они позволяют обрабатывать практически все материалы, обеспечивая при этом высокую производительность и размерную стойкость, параллельно с выбором режущего инструмента выбирают вспомогательный инструмент. Лучшим вариантом является такой, при котором вспомогательный инструмент не используется. В этом случае достигаются более короткие технологические размерные цепи и точность обработки повышается. В тех случаях, когда невозможно обойтись без вспомогательного инструмента, предпочтение отдают стандартам и нормализованным вспомогательным

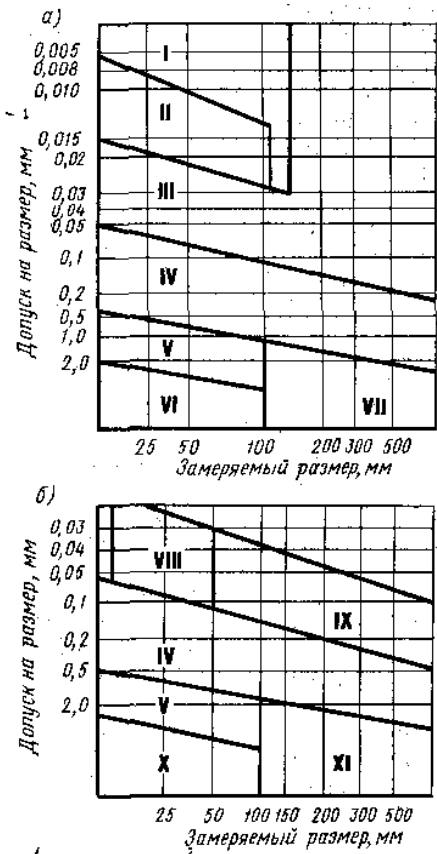


Рис. 13.1. Диаграмма для выбора универсального измерительного инструмента для внутренних (а) и наружных (б) поверхностей: I — оптиметр-миниметр; II — рычажная скоба; III — микрометр с делениями 0,01 мм; IV — штангенциркуль с нониусом 1,5 мм; V — штангенциркуль с нониусом 1,50 мм; VI — пружинный кронциркуль; VII — обыкновенный кронциркуль; VIII — индикатор-нутромер; IX — микрометрический нутромер с делениями 0,01 мм; X — пружинный нутромер; XI — обыкновенный нутромер

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

инструментам (переходным конусам Морзе, цангам, оправкам для цилиндрических, червячных и шлицевых фрез и т. д.). При отсутствии стандартного инструмента прибегают к специальному.

Измерительный инструмент применяют для межоперационного и окончательного контроля детали. В зависимости от типа производства он может быть стандартным или специальным.

В ремонтном производстве применяют предельные калибры (пробки, скобы, кольца, шаблоны) и универсальные инструменты {микрометры, штангенциркули, индикаторы, нутромеры). Могут быть также спроектированы простейшие контрольные приборы и приспособления.

Выбрать универсальный измерительный инструмент для контроля внутренних и наружных поверхностей можно по диаграммам, приведенным на рис. 1.

Заполнение колонок маршрутной карты, определяющих затраты времени, до разработки операционных карт, не проводится. Краткое содержание операции в маршрутной карте должно отражать, полный объем работы. Заканчивается заполнение маршрутной карты после составления всех операционных карт, определения по всем операциям подготовительно-заключительного и штучного времени.

Операционные карты составляют на все операции в последовательности, указанной в маршрутной карте. Операция расчленяется на переходы. Содержание переходов должно быть, выражено в повелительном наклонении. В наименовании переходов точно указывается способ установки и крепления детали, проводимая при переходе работа с указанием номера поверхности обработки.

По каждому переходу указывают вспомогательные, режущие, рабочие и измерительные инструменты и их заводской код; расчетные да иные, режим обработки и затраты времени по каждому переходу определяют и заносят в операционную карту при техническом нормировании операции. На каждую разрабатываемую операцию составляют карту эскизов технологического процесса, на которой указывают размеры обработки.

Лекция № 10

Сборочные процессы, балансировка деталей, испытания агрегатов автомобилей

Сборка, приёмка и испытание являются завершающими этапами технологического процесса изготовления и ремонта изделия.

Сборочные процессы – это качественное изменение объекта труда посредством осуществления различных соединений деталей и сборочных единиц, входящих в данную сборку.

Классификация сборочных процессов представлена на рис. 42.

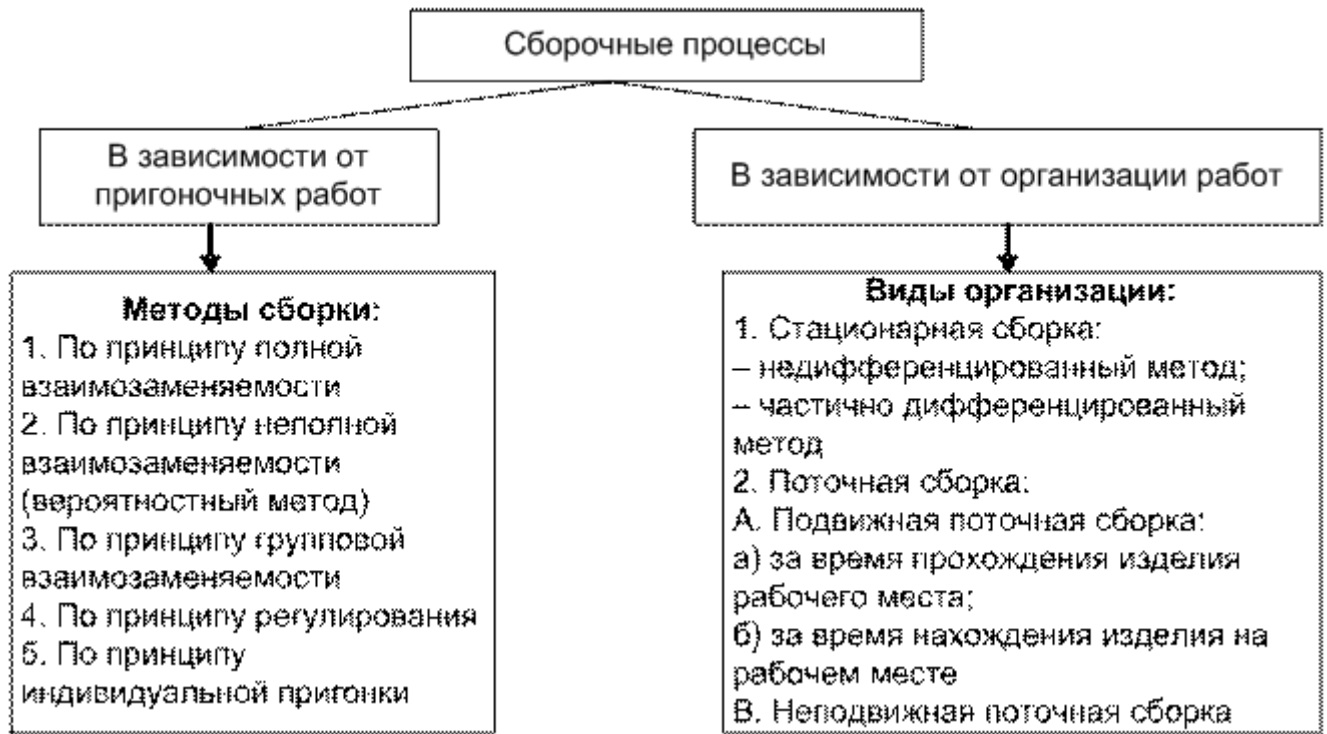


Рис. 42. Классификация сборочных процессов

В основе классификации сборочных процессов, в зависимости от пригоночных работ, лежит практическое решение уравнений размерной цепи.

Размерной цепью называется совокупность размеров, непосредственно участвующих в решении поставленной задачи и образующих замкнутый контур.

Размеры, входящие в размерную цепь называются *звеньями*. Звеньями могут быть линейные и угловые размеры, зазоры, натяги и т. п.

Каждая размерная цепь состоит из одного замыкающего звена и нескольких составляющих звеньев. *Замыкающим* звеном, называется звено размерной цепи, являющееся исходным при постановке задачи или SHAPE * MERGEFORMAT получающееся последним в результате её решения. Остальные звенья называются составляющими. Они могут быть *увеличивающими* (с их увеличением увеличивается замыкающее звено) и *уменьшающими* (с их увеличением уменьшается замыкающее звено).

На схемах размерных цепей звенья условно обозначаются стрелками: увеличивающие – имеют стрелки, направленные вправо (\vec{A}_i), а уменьшающие – влево (\overleftarrow{A}_i). Замыкающее звено обозначают той же буквой, но с индексом $\Delta(A_\Delta)$, а составляющие звенья – индексом, соответствующим порядковому номеру составляющего звена, например $A_1...A_5$ и т. д.

На рис. 43 приведен пример решения задачи – обеспечить совпадение оси заднего центра токарного станка с осью шпинделя в вертикальной плоскости с необходимой точностью A_Δ .

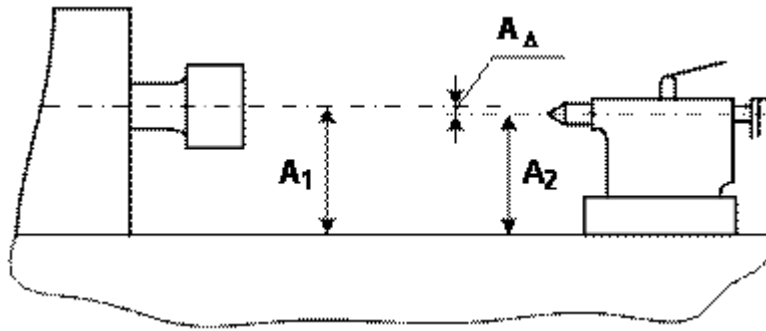


Рис. 43. Пример размерной цепи

Размерные цепи классифицируют:

- по области применения (конструкторские, технологические, измерительные);
- месту в изделии (подетальные, сборочные);
- расположению звеньев (линейные, угловые, плоские, пространственные).

Сборочная размерная цепь определяет точность относительного положения поверхностей или осей деталей, входящих в сборочную единицу.

При расчётах размерных цепей решают прямую и обратную задачи.

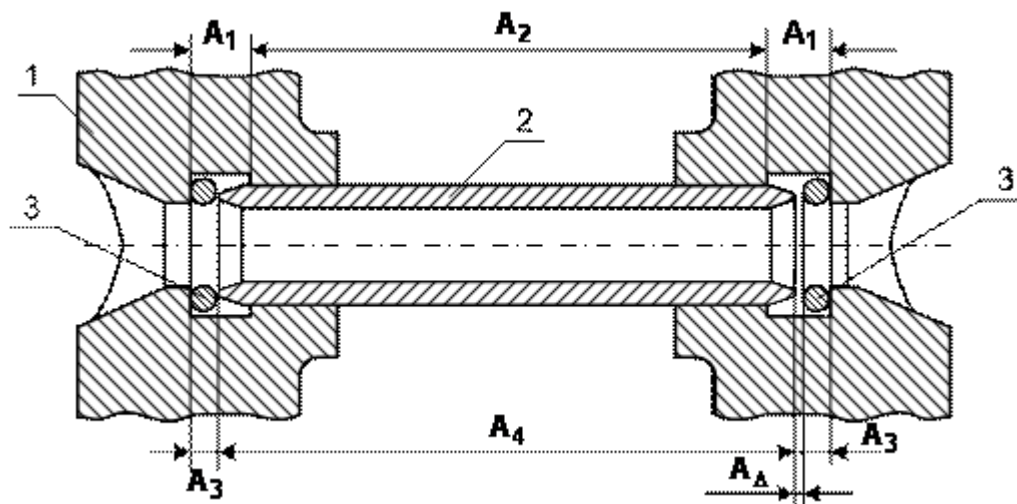
При решении прямой задачи, исходя из требований к замыкающему звену (должны быть известны его номинальный размер, допуск, верхнее и нижнее отклонения), определяют номинальные размеры, допуски и предельные отклонения всех составляющих размерную цепь звеньев.

При решении обратной задачи, исходя из известных значений номинальных размеров, допусков, предельных отклонений составляющих звеньев, определяют номинальный размер, допуск, предельные отклонения замыкающего звена.

9.2.2. Метод полной взаимозаменяемости

Пример. Для сборочной единицы (рис. 44) поршень – палец – стопорное кольцо определить размер замыкающего звена при размерах звеньев:

$A_1 = 1,8 \pm 0,12$ мм; $A_2 = 70 \pm 0,12$ мм; $A_3 = 1,5 \pm 0,04$ мм; $A_4 = 70 \pm 01$ мм.



Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Рис. 44. Сборочная единица: 1 – поршень; 2 – палец; 3 – стопорное кольцо

Размерная цепь сборочной единицы поршень – палец – стопорное кольцо представлена на рис. 45.

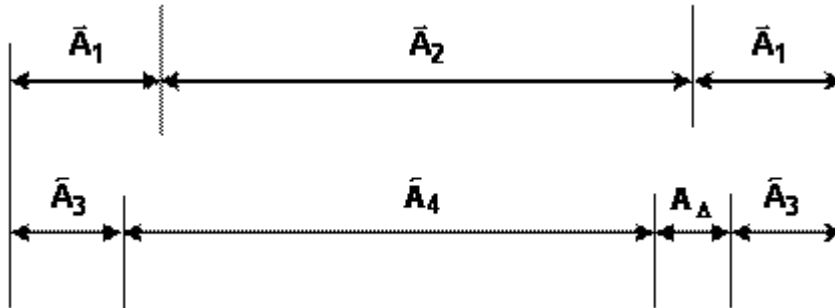


Рис. 45. Размерная цепь

Решение данного примера выполняем методом расчёта размерной цепи на максимум–минимум, используя методику решения обратной задачи.

Метод максимума–минимума полагает, что все составляющие звена размерной цепи одновременно имеют самые неблагоприятные значения. Например, все увеличивающие звенья имеют максимальные значения, а все уменьшающие – минимальные.

Номинальный размер замыкающего звена, мм

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^n \vec{A}_i - \sum_{n+1}^{m-1} \vec{A}_i, \quad (45)$$

где \vec{A}_i – сумма номинальных размеров увеличивающих звеньев; \vec{A}_i – сумма номинальных размеров уменьшающих звеньев.

$$A_{\Delta} = \vec{A}_1 + \vec{A}_2 + \vec{A}_1 - (\vec{A}_3 + \vec{A}_4 + \vec{A}_3) = 1,8 + 70 + 1,8 - (1,5 + 70 + 1,5) = 0,6 \text{ мм.}$$

Верхний предельный размер замыкающего звена, мм

$$\Delta_{BA_{\Delta}} = \sum_{i=1}^n A_{B\vec{A}_i} - \sum_{n+1}^{m-1} A_{H\vec{A}_i}, \quad (46)$$

где $\sum A_{B\vec{A}_i}$ – сумма наибольших предельных размеров увеличивающих звеньев; $\sum A_{H\vec{A}_i}$ – сумма наименьших предельных размеров уменьшающих звеньев.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

$$\Delta_{BA\Delta} = 1,92 + 70,12 + 1,92 - (1,46 + 69,9 + 1,46) = 1,14$$

Нижний предельный размер замыкающего звена

$$\Delta_{NA\Delta} = \sum_{i=1}^n A_{H\bar{A}_i} - \sum_{n+1}^{m-1} A_{B\bar{A}_i}, \quad (47)$$

где $\sum_{i=1}^m A_{H\bar{A}_i}$ – сумма наименьших предельных размеров увеличивающих звеньев; $\sum_{n+1}^{m-1} A_{B\bar{A}_i}$ – сумма наибольших предельных размеров уменьшающих звеньев.

$$\Delta_{HA\Delta} = 1,68 + 69,88 + 1,68 - (1,54 + 70,1 + 1,54) = 0,06 \text{ мм.}$$

Верхнее предельное отклонение замыкающего звена

$$A_{BA\Delta} - A_{\Delta} = 1,14 - 0,6 = 0,54 \text{ мм.}$$

Нижнее предельное отклонение замыкающего звена

$$A_{HA\Delta} - A_{\Delta} = 0,06 - 0,6 = -0,54 \text{ мм.}$$

Следовательно размер замыкающего звена составит

$$A_{зам} = 0,6^{+0,54}_{-0,54} \text{ мм.}$$

Для того, чтобы убедиться что расчёт сделан правильно определим поле допуска замыкающего звена

$$\delta A_{\Delta} = \sum_{i=1}^{m-1} \delta A_i, \quad (48)$$

где δA_i – поле допуска звеньев.

$$\delta A_{\Delta} = 0,24 + 0,24 + 0,24 + 0,08 + 0,2 + 0,06 = 1,08 \text{ мм.}$$

Таким образом, при методе полной взаимозаменяемости требуемое качество сборки обеспечивается без каких-либо дополнительных работ. При любом сочетании размеров сопрягаемых деталей, изготовленных в пределах расчётных допусков, требуемая точность замыкающего звена размерной цепи достигается у всех собираемых объектов.

Преимущество этого метода:

- упрощение организации поточной сборки;
- возможность широкого кооперирования заводов;
- упрощение снабжения запасными частями для ремонта машин, находящихся в эксплуатации.

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Недостатки метода:

- допуски звеньев получаются меньшими, чем при всех остальных методах;
- малые допуски вызывают увеличение себестоимости изготовления, особенно у изделий с многозвеньевыми размерными цепями, когда точность изготовления может выйти не только за пределы экономической точности, но и достижимой точности.

Этот метод применяется в массовом производстве.

9.2.3. Метод неполной взаимозаменяемости

При этом методе сборка узлов осуществляется без пригонки деталей или регулирования, однако требуемая точность замыкающего звена достигается не у всех собираемых изделий. Процент изделий, у которых замыкающее звено выходит за пределы требуемого допуска, обычно принимают не более 1 %. Расчёт размерных цепей при методе неполной взаимозаменяемости производят вероятностным методом.

Вероятностный метод расчёта размерных цепей основан на том, что отклонения размеров, в основном, группируются около середины поля допуска, а, следовательно, сочетание деталей с такими отклонениями в сборке происходит наиболее часто. Поэтому маловероятно, что в процессе сборки возможно одновременное сочетание наибольших и наименьших размеров или обратное их сочетание.

Рассеяние размеров деталей в партии можно описать соответствующим теоретическим законом распределения (рис. 46). Наиболее часто рассеяние значений случайной величины подчиняется *нормальному закону* – *закону Гаусса* (рис. 46, а).

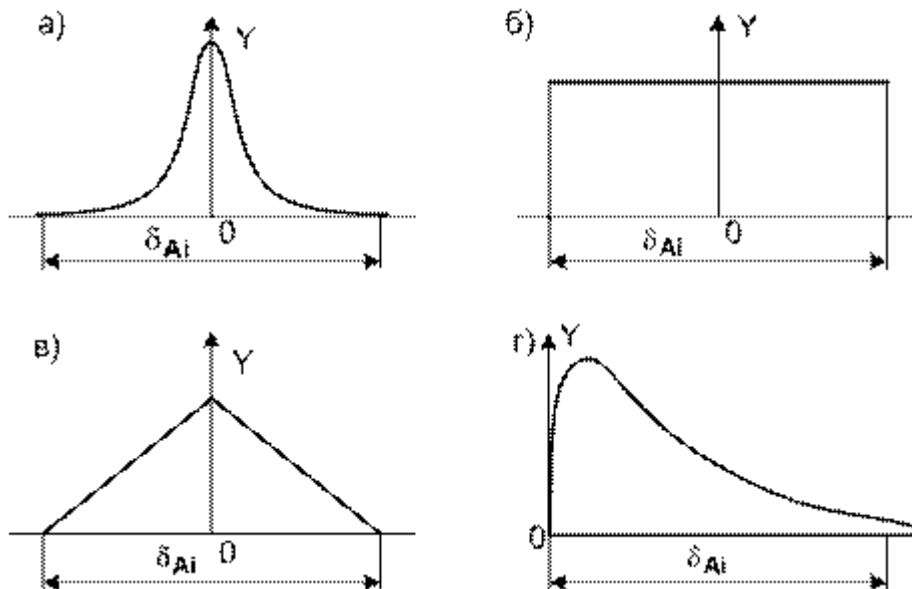


Рис. 46. Кривые распределения размеров по законам: а – Гаусса; б – равной вероятности; в – Симпсона; г – Максвелла

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

Так, этому закону подчиняются рассеяние погрешностей изготовления деталей, измерение линейных и угловых размеров, погрешностей массы деталей, величин твёрдости и других механических и физических величин, характеризующих свойства материала.

Законом равной вероятности (рис. 46, б) можно описать рассеяние размеров детали, если среди причин, вызывающих погрешности, имеется одна, резко доминирующая по силе действия и равномерно изменяющаяся во времени величина (например, влияние износа режущего инструмента).

Закону Симпсона (рис. 46, в) соответствуют случаи, когда осуществляется суммирование (сочетание) двух независимых случайных величин, распределение которых подчиняется закону равной вероятности.

Закону Максвелла (рис. 46, г) может соответствовать рассеяние значений эксцентриситетов, несоосности, радиального и торцевого биения, отклонения от параллельности и перпендикулярности, неуравновешенности, которые могут иметь только положительные значения.

Если распределение действительных размеров подчиняется закону Гаусса, центр группирования совпадает с серединой поля допуска, а поле рассеяния погрешностей – с величиной допуска, то допуск замыкающего звена δA_{Δ} можно рассчитать по формуле

$$\delta A_{\Delta} = \sqrt{\sum_{i=1}^{m-1} \delta^2 A_i}, \quad (49)$$

где δA_i – допуск звеньев.

Пример. При допусках звеньев, указанных в предыдущем примере, используя метод неполной взаимозаменяемости, определить поле допуска замыкающего звена и процент неполучившихся сборок.

Допуск замыкающего звена

$$\delta A_{\Delta} = \sqrt{0,24^2 + 0,24^2 + 0,24^2 + 0,08^2 + 0,2^2 + 0,08^2} = \pm 0,475$$

Размер допуска замыкающего звена уменьшился от 1,08 мм до $\pm 0,475$, т. е. точность сборки повысилась в $1,08 : 2 \cdot 0,475 = 1,14$ раза.

Коэффициент сужения поля допуска составляет $2 \cdot 0,475 : 1,08 = 0,88$.

Вероятность того, что сборка не получится, представляет собой заштрихованные площадки под кривой нормального распределения (рис. 47). Среднее квадратичное отклонение при методе полной взаимозаменяемости

$$\sigma_n = \frac{\delta A_{\Delta}}{6} = \frac{1,08}{6} = \pm 0,18,$$

а при методе неполной взаимозаменяемости

$$\sigma_n = \frac{\delta A_{\Delta}}{6} = \frac{2 \cdot 0,475}{6} = \pm 0,158$$

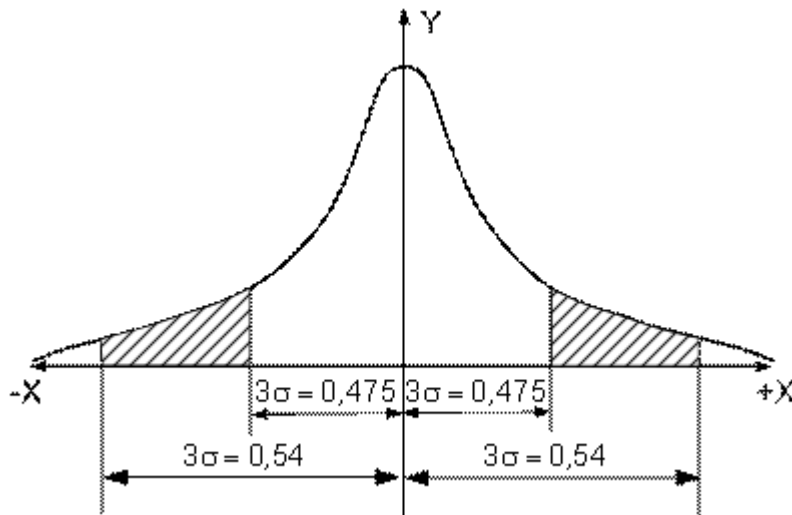


Рис. 47. Расчётная схема

Используя нормированную функцию Лапласа, имеем

$$P(-0,54 < x - 0,475) = 2 \left\{ \Phi_0 \left[z_1 = \frac{-0,54}{-0,18} \right] - \Phi_0 \left[z_2 = \frac{-0,475}{0,18} \right] \right\} =$$

$$2 \{ \Phi_0(z_1 = 3) - \Phi_0(z_2 = 2,639) \} = 2(0,4986 - 0,4958) = 0,0056.$$

Это значит, что 0,56 % сборок с допуском более 0,475 мм не получится.

Если распределение размеров не подчиняется закону Гаусса, а рассеяние размеров не совпадает с полем допуска замыкающего звена, то допуск замыкающего звена при заданном проценте риска P рассчитывается по формуле

$$\delta A_{\Delta} = t_{\Delta} \sqrt{\sum_{i=1}^{m-1} \lambda_i^2 \delta A_i^2} \quad (50)$$

Верхнее отклонение замыкающего звена

$$\Delta_{BA_{\Delta}} = \Delta_{OA_{\Delta}} + t_{\Delta} \sqrt{\sum_{i=1}^{m-1} \lambda_i^2 \left(\frac{\delta A_i^2}{2} \right)} \quad (51)$$

Нижнее отклонение замыкающего звена

$$\Delta_{HA_{\Delta}} = \Delta_{OA_{\Delta}} - t_{\Delta} \sqrt{\sum_{i=1}^{m-1} \lambda_i^2 \left(\frac{\delta A_i^2}{2} \right)}, \quad (52)$$

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

где $\Delta_{0A\Delta}$ – координата середины поля допуска замыкающего звена;
 f_{Δ} – коэффициент риска, его выбирают в зависимости от принятого процента риска P .

Риск	32	10	4,5	1,0	0,2	0,1	0,0
$P, \%$				7	0	1	
t_{Δ}	1	1,6	2,0	2,5	3	3,2	3,8
		5		7		9	9;

k_{ξ}^2 – коэффициент при законе нормального распределения $k_{\xi}^2 = \frac{1}{9}$, при законе равной вероятности $k_{\xi}^2 = \frac{1}{3}$, при законе Симпсона $k_{\xi}^2 = \frac{1}{6}$.

БАЛАНСИРОВКА ДЕТАЛЕЙ И СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ МАШИН ПРИ СБОРКЕ

Балансировку деталей и сборочных единиц машин выполняют для их уравнивания. Неуравновешенность деталей может быть следствием неоднородности материалов, погрешностей при механической обработке деталей, неточности сборки из-за перекосов или смещения сопряженных деталей, несимметричного расположения утолщений, наличия отверстий и т. п. Неуравновешенные массы вращающихся частей нарушают правильную работу машины, в результате появляются вибрации, преждевременно изнашиваются рабочие поверхности валов и подшипников, зубчатых колес и других деталей. Поэтому уравнивание деталей и сборочных единиц машин является неотъемлемой контрольно-пригоночной операцией, которая нередко не включается в поток сборки, а выполняется на отдельном участке. Различают статическую и динамическую неуравновешенность и соответственно статическую и динамическую балансировку.

Статическая

балансировка

Статическая неуравновешенность возникает при смещении центра масс (тяжести) детали относительно оси ее вращения на некоторую величину. Как правило, это относится к окончательно обработанным деталям, имеющим сравнительно большой диаметр и незначительную длину: шкивам, маховикам, зубчатым колесам, роторам и т. д. Для статической балансировки наибольшее распространение получили приспособления на призмах и на роликах. Балансировка на призмах. Призмы изготовляют из закаленной конструкционной стали марки Ст7; рабочие поверхности отшлифовывают (до 10-го класса шероховатости поверхности). Длину призм подбирают с таким расчетом, чтобы при перекатывании деталь могла сделать

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

не менее двух полных оборотов. Приспособление монтируют на фундаменте с проверкой по уровню. Ширину рабочей поверхности призм рекомендуется принимать:

Масса детали, кг	До 3	3—30	30—300	300—2000
Ширина рабочей поверхности, мм		0,3	3	10

Допустимая непараллельность призм не более 1 мм на 1000 мм длины. Ось вала балансируемой детали должна быть перпендикулярна к призмам. У неуравновешенных деталей, находящихся в состоянии покоя, центр масс не совпадает с осью вращения и расположен внизу на одной линии с центром вращения. Будучи выведена из состояния покоя, деталь стремится вновь занять первоначальное положение. Для уравнивания выявленного небаланса деталь легкими толчками перекачивают на призмах в положение, когда наиболее тяжелая ее часть окажется в горизонтальной плоскости, затем или снимают металл на «тяжелой стороне» детали, или добавляют груз на «легкой» до тех пор, пока деталь не уравнивается на призмах. Затем равновесие детали проверяют во всех положениях, поворачивая ее относительно оси вращения на любой угол, деталь при этом должна находиться в состоянии равновесия. Если такого равновесия не будет, производят повторное уравнивание

Балансировка на вращающихся роликах (опорах). При статической балансировке на роликовом приспособлении (рис. 83, б) деталь вращают, а не перекачивают. Ролики монтируют на шарико- или роликоподшипниках что уменьшает вредное действие сил трения при балансировке. В этом приспособлении имеется устройство для установки оправки в горизонтальной плоскости, позволяющее изменять расстояние между осями роликов и перемещать их в вертикальном направлении, если цапфы вала и оправка имеют различные диаметры. Процесс балансировки осуществляется так же, как и на призмах. Практикой установлены следующие размеры роликов в зависимости от массы уравниваемых деталей:

Масса детали, кг	До 250	250—1500	1500—10 000
Диаметр ролика, мм		100	150
Длина ролика, мм		40	70

Методы статической балансировки применяют в индивидуальном и мелкосерийном производствах. В условиях крупносерийного и массового производств используют более точный и производительный метод статической балансировки в динамическом режиме.

Динамическая балансировка

Для уравнивания вращающихся деталей и сборочных единиц, имеющих большую по сравнению с диаметром длину (например, шпинделей, ррторов турбин, коленчатых валов), одной статической балансировки недостаточно. Их подвергают динамической балансировке. Этот процесс уравнивания деталей (сборочных единиц) выполняют при их вращении. Динамическая неуравновешенность, как правило, вызывается действием неуравновешенных масс металла, приведенных к паре сил. При динамической балансировке | определяют массу и положение грузов, которые нужно, приложить к детали или отнять от нее, чтобы деталь оказалась уравновешенной статически и

динамически.

В массовом производстве все шире получают распространение автоматизированные балансировочные машины. По шкалам приборов таких машин можно сразу получить необходимые данные: неуравновешенную массу, глубину сверления определенного диаметра, размеры уравнивающих грузов и т. п. Указатели отмечают места, где следует закрепить грузы или, наоборот, откуда нужно удалить лишний металл. Время балансировки на настроенном станке составляет 1—2 мин. Балансировку деталей следует производить после окончательной обработки и сборки, чтобы последующим снятием металла не нарушать достигнутой уравновешенности.

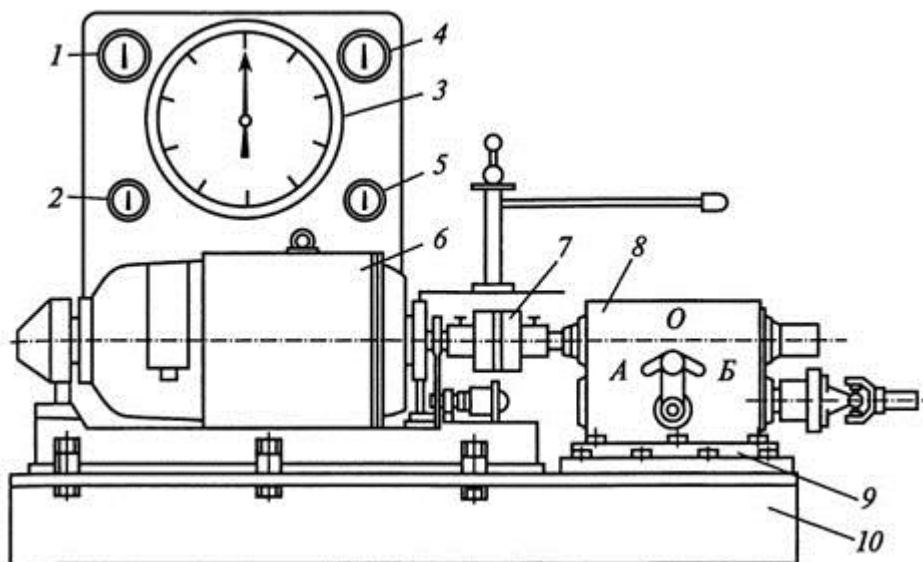
Испытания восстановленных агрегатов

Испытаниям отремонтированных агрегатов, как правило, предшествует их приработка. Приработка и испытания проводятся на завершающей стадии технологического процесса ремонта агрегатов и выполняются на одном стенде. Целью приработки и испытания отремонтированного агрегата является его подготовка к восприятию эксплуатационных нагрузок, выявление дефектов, связанных с качеством ремонта деталей и сборки агрегатов, а также проверка соответствия характеристик агрегатов требованиям нормативно-технической документации.

Отремонтированные агрегаты проходят приемочные, контрольные, приемосдаточные и эксплуатационные испытания. Приемочные испытания проводят в случае освоения ремонта новой модели автомобиля или использования в отремонтированном агрегате деталей, восстановленных новым методом. Контрольные испытания проходят все отремонтированные двигатели после приработки. В ходе контрольных испытаний (они, как правило, совмещены с приработкой) проверяется, нет ли резких стуков и шумов, выделяющихся из общего шума работы двигателя, выбрасывания или течи масла, воды или топлива, пропуска отработавших газов в местах соединений, подсоса воздуха через прокладки впускной трубы и карбюратора. Приемосдаточные испытания проходят все отремонтированные двигатели после приработки. Целью приемосдаточных испытаний является оценка качества сборки, а также качества приработки сопряжений двигателя. Если в процессе приработки и испытания обнаруживаются неполадки, то двигатель отправляют на устранение дефектов, а затем повторно испытывают. Приработка и испытания двигателей на АРП производятся на обкаточно-тормозных стендах переменного тока, включающих устройство для вращения двигателя в период холодной обкатки и для поглощения мощности двигателя во время горячей обкатки и испытания, а также дополнительное оборудование, обеспечивающее двигатель топливом, охлаждающей водой и смазкой. Стенд состоит из асинхронной электрической машины АБК, которая при холодной обкатке работает в режиме двигателя (рис. 8.1). Во время горячей обкатки электрическая машина работает в режиме генератора, отдавая ток в электрическую сеть. Эффективную мощность двигателя на стенде определяют путем измерения крутящего момента, развиваемого двигателем при определенной частоте вращения коленчатого вала. Для определения крутящего момента используется

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

тормозное устройство. В первую очередь тормозное устройство предназначено для поглощения механической энергии и преобразования ее в тепловой или электрический вид энергии. Корпус тормоза балансируют на стойках и по углу поворота корпуса электромашины определяют механический момент. Для замера тормозного момента при приработке двигателей под нагрузкой или крутящего момента при холодной приработке используют весовой механизм. Двигатели первой комплектности должны испытываться на топливную экономичность. Топливную экономичность двигателей можно определить с помощью расходомера топлива непрерывного действия фотоэлектрического типа К-427, который позволяет оценивать мгновенный и суммарный расходы топлива. Он устанавливается в систему питания двигателя между топливным насосом и карбюратором и фиксирует число оборотов ротора, который приводится во вращение топливом, протекающим по каналу корпуса.



Электротормозной стенд: 1 — указатель электротаксометра; 2 — термометр для воды; 3 — циферблат весового механизма; 4 — манометр; 5 — термометр для масла; 6 — электрическая балансирующая машина АКБ; 7 — муфта; 8 — редуктор; 9 — плита; 10 — рама.

У двигателей первой комплектности проверяют экологические показатели; токсичность отработавших газов у карбюраторных, дымность у дизельных. Для осуществления этой проверки в газопровод каждого стенда (до соединения с общим газоотводом) должна быть введена пробоотборная трубка для подсоединения шланга к газоанализатору или дымомеру.

У отремонтированных двигателей рекомендуется оценивать характеристики вибрации и шума. Спектры шумов исследуют с помощью шумомеров, состоящих из датчика, усилителя и указателя шума в децибелах. Общий указатель шума карбюраторного двигателя составляет 103... 105 дБ, а дизеля — ПО... 112 дБ. Оценка уровня вибрации двигателя производится с помощью пьезоэлектрических датчиков, затем сигнал усиливается и фиксируется с помощью осциллографа или другого регистрирующего прибора. Уровень

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

вибрации на различных частотах позволяет оценивать состояние отдельных подсистем и деталей испытываемого двигателя. Наряду с приемо-сдаточными испытаниями для отремонтированных двигателей проводят инспекционные испытания, в ходе которых двигатель частично или полностью разбирают с целью оценки состояния рабочих поверхностей основных деталей. Осмотру подвергают те двигатели, при обкатке и испытаниях которых возникли подозрения на возможные появления дефектов, а также среди карбюраторных двигателей проверяется каждый 20-й, а среди дизелей — каждый 10-й двигатели.

Топливные насосы высокого давления (ТНВД) испытывают по следующим параметрам: неравномерность работы регулятора частоты вращения; условная жесткость пружины регулятора; начало действия регулятора; углы начала и конца впрыскивания; неравномерность подачи топлива и ряд других. Стенд для испытания и регулирования ТНВД состоит из приводного механизма, мерного блока с мензурками и стендовыми форсунками, топливного бака, счетчика числа циклов, стробоскопического устройства. Кроме ТНВД, на стендах испытывают топливоподкачивающие насосы, фильтры тонкой очистки топлива, муфты опережения впрыскивания, а на стендах КИ-15711 и -15716 — и ограничители дымления.

У форсунок при испытаниях на стенде КИ-15706 проверяют давление начала впрыскивания топлива, герметичность распылителя, качество распыляемого топлива. Давление начала впрыскивания у форсунок различных двигателей находится в пределах 16,5... 18,0 МПа. *Герметичность распылителя* и качество распыливания проверяют визуально. Целью испытаний коробок передач является проверка качества восстановления отдельных деталей и в целом качества сборки. Испытания проводят как под нагрузкой, так и без нагрузки. Сначала испытывают без нагрузки на всех передачах при частоте вращения первичного вала 900... 1000 мин⁻¹, затем при 1400... 1500 мин⁻¹. Продолжительность испытания определяется временем, необходимым для прослушивания работы коробки передач и выявления дефектов. При тех же частотах испытывают на каждой передаче по 2...3 мин и под нагрузкой 100... 150 Нм на первичном валу. Входе испытаний проверяют, нет ли подтеканий масла, самопроизвольного выключения передач, повышенного шума, ударов, стуков. Для испытания коробок передач применяют стенды различной конструкции: электромагнитные, с асинхронным электродвигателем, с нагрузкой внутренними силами и с гидравлическим тормозом.

Отремонтированные задние мосты испытывают с нагрузкой и без нагрузки, как правило, на стендах с асинхронными электродвигателями. Целью испытаний является выявление шумов высокого тона, для чего проводят испытания без нагрузки с частотой вращения ведущей конической шестерни 900... 1500 мин⁻¹ и под нагрузкой 10 кВт в течение 10... 15 мин с частотой вращения 900... 1500 мин⁻¹. При испытаниях регулируют тормозные механизмы и проверяют работу главной передачи и дифференциала. При испытаниях не допускается нагрев редуктора и ступиц колес.

Требования техники безопасности при проведении испытаний предусматривают

Основы технологии производства и ремонта автомобиля

проведение инструктажа по общим правилам техники безопасности, инструктажа на рабочем месте. Запрещаются работы по техническому обслуживанию и ремонту стендов без полного снятия напряжения с силового электрошкафа. Необходимо соблюдение чистоты и порядка. Перед проведением испытаний необходимо проверять крепление всех узлов стенда, исправность защитных ограждений, подъемно-транспортных и других механизмов. Запрещается во время испытания агрегата проводить работы по креплению и регулировке. Участок испытания и доукомплектования двигателей должен быть обеспечен средствами пожаротушения из расчета на 50 м² площади пола один огнетушитель ОП-5, один огнетушитель ОУ-5 и ящик с песком вместимостью 0,5 м³.

