

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)**

Институт машиностроения и автомобильного транспорта

Кафедра автомобильного транспорта

Составитель

к.т.н., доцент Ратников Александр Станиславович

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ И СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ

Конспект лекций
по дисциплине «Технология и организация восстановления деталей и сборочных единиц»
для студентов ВлГУ,
обучающихся по направлению 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических
машин и комплексов

Владимир – 2016 г.

Оглавление:

Введение	3
1. Основы технологии автостроения. Основные понятия и определения	4
2. Заготовки деталей и базирование деталей	7
3. Основы точности механической обработки, качество поверхности деталей машин	16
4. Основы проектирования приспособлений	26
5. Разработка технологических процессов механической обработки	33
6. Основы технологии сборки автомобилей	38
7. Основы восстановления деталей. Основные понятия и положения.	43
8. Разборочно-моечные и контрольно-сортировочные работы	48
9. Восстановление изношенных и поврежденных деталей	52
10. Типовые технологические процессы восстановления деталей	70
11. Методика проектирования технологических процессов	75
12. Нормирование работ	79
Заключение	86
Список литературы	87

Введение

Всем известно, что в процессе эксплуатации автомобилей их детали изнашиваются. В сопряжениях деталей происходит изменение первоначальных посадок, в неподвижных сопряжениях появляются зазоры, а в подвижных увеличиваются установленные зазоры, иначе говоря, в автомобиле возникают дефекты, и он требует ремонта. В настоящее время наиболее популярным в нашей стране является ремонт с использованием новых (оригинальных и неоригинальных) запчастей, а к восстановленным деталям отношение не совсем доверительное. Однако за рубежом (в Европе и США) ситуация носит противоположенный характер и при ремонте стараются максимально использовать восстановленные детали. Давайте проанализируем предпосылки для этого.

Согласно статистики снятых с автомобилей агрегатов в ходе ремонта всего 20 % от общего числа можно признать полностью непригодными к эксплуатации (это поршни, поршневые кольца, подшипники качения, резинотехнические изделия и др.). Еще 30% из них можно использовать при определенных условиях, соответственно 50% можно восстановить (большинство наиболее сложных, металлоемких и дорогостоящих деталей автомобиля – блок цилиндров, коленчатый вал и пр.).

Известно также, что главное место среди всех отказов автомобилей занимает двигатель — до 45 % отказов. А причиной выхода из строя деталей является, в первую очередь износ их рабочих поверхностей. Это составляет более 50 %. За ним идут случаи механического повреждения – 17-20 %. На третьем месте возникновение трещин и сколов – 8-12 %. Интересны будут и еще некоторые цифры:

Технологии восстановления деталей по праву считаются ресурсосберегающими, т.к. в сравнении с производством новых деталей уменьшает затраты более чем на 70 %. Как вы понимаете основным источником экономии в этом случае выступает материал, т.е. металл, применяемый в производстве. Обычные затраты на материалы при изготовлении деталей составляют 38%, а при восстановлении — 6,6 % от всей себестоимости. Для восстановления работоспособности изношенных запчастей требуется в 5-8 раз меньше технологических операций по сравнению с производством новых деталей.

Целью освоения дисциплины является получение студентом необходимых знаний по проектированию и разработке технологических процессов изготовления и восстановления деталей и сборке автомобилей.

Задача курса – сформировать у студентов теоретические знания, практические навыки и компетенции при решении современных проблем организации восстановления деталей автомобилей.

Дисциплина «Технология и организация восстановления деталей и сборочных единиц» является одной из базовых дисциплин при подготовке бакалавров по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Настоящий курс базируется на таких курсах как материаловедение и технология конструкционных материалов, технологические процессы на автотранспортных предприятиях, техническое обслуживание автомобилей.

Дисциплина способствует систематизации разносторонних знаний и навыков в области обслуживания и ремонта легковых автомобилей, развивает умение целенаправленно использовать их при решении производственных задач.

Освоение данной дисциплины формирует у студентов следующие компетенции: ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-8, ПК-17, ПК-40, ПК-41, ПК-42, ПК-45.

1. Основы технологии автостроения. Основные понятия и определения

В процессе эксплуатации автомобилей их детали изнашиваются. В сопряжениях деталей происходит изменение первоначальных посадок, в неподвижных сопряжениях появляются зазоры, а в подвижных увеличиваются установленные зазоры, иначе говоря, в автомобиле возникают дефекты.

Задача состоит в том, чтобы своевременно обнаружить и устранить дефекты. Решение этой задачи обеспечивается принятой планово-предупредительной системой ТО и Р, сущность которой заключается в том, что техническое обслуживание автомобилей проводится по плану (принудительно), а ремонтные работы – по потребности.

1.1 Система ремонта автомобилей

Система ремонта автомобилей представляет собой совокупность взаимодействующих средств ремонта, исполнителей, стратегии, технологии и нормативно-технической документации, обеспечивающих работоспособное состояние подвижного состава.

Основная стратегия ремонта, используемая в настоящее время – это ремонт по техническому состоянию, когда перечень операций определяется по результатам диагностирования изделия перед ремонтом (предремонтного диагностирования), а также по данным о надежности этого изделия и однотипных изделий.

Плановый характер системы, с одной стороны, предусматривает плановое проведение ТО, что обеспечивает предупреждения непредвиденного (аварийного) отказа автомобиля и регулярное получение информации о его техническом состоянии, с другой – предполагает планируемые наработки агрегатов и автомобилей до вывода их в ремонт, а также объемы работ при ремонте, что способствует повышению ритмичности работы ремонтных предприятий и улучшению условий их обеспечения материалами, запасными частями и другими видами ресурсов.

Предупредительный характер системы состоит в том, что она предполагает проведение ремонта составных частей и автомобиля в целом до наступления периода ускоренного изнашивания базовых и основных деталей. Дальнейшее использование базовых и основных деталей, достигших этой стадии изнашивания, сопряжено с опасностью аварий и неизбежно приводит к увеличению объемов, сложности и стоимости ремонта.

В зависимости от назначения, характера и объема выполняемых работ различают текущий и капитальный ремонт:

Текущий ремонт предназначен для устранения отказов и неисправностей. Он способствует выполнению установленных норм пробега автомобиля до КР при минимальных простоях.

Этот вид предусматривает замену в агрегате отдельных деталей (кроме базовых), в автомобиле отдельных механизмов и агрегатов, требующих текущего и КР. Осуществляется преимущественно агрегатным методом.

Капитальный ремонт предназначен для регламентированного восстановления работоспособности автомобилей и агрегатов и обеспечения пробега 80% от нормы для новых автомобилей и агрегатов

1.2 Классификация восстановленных агрегатов

Remanufactured («воспроизведенные»). Детали, прошедшие восстановление непосредственно на производственных мощностях заводов-изготовителей. Обычно повторно используется только корпус, если конечно на нем нет механических повреждений. После обработки в него монтируются новые комплектующие, после чего агрегат помещается в фирменную упаковку и снабжается соответствующими инструкциями по монтажу.

Rebuilt («восстановленные»). На сегодняшний момент является самым популярным способом восстановления сложных и дорогостоящих автозапчастей. Производится на крупных предприятиях со своим поточным производством и специальными технологиями. Вначале агрегат полностью разбирается. Корпус очищается пескоструйным аппаратом, а потом проходит мойку ультразвуком. Химическим способом наносится новое защитное покрытие. Вторично используется только корпус и узлы, не подверженные износу, разумеется, при отсутствии у них механических повреждений. Все же детали, пришедшие в негодность, заменяются новыми. После сборки агрегаты проходят специальную стендовую проверку. Далее они упаковываются в фирменную коробку вместе с правилами по установке и гарантийным талоном.

Reconditioned («отремонтированные»). Этот процесс восстановления автозапчастей не требует сложного технологического оборудования. Корпус детали обычно проходит ручную очистку металлической щеткой и после обезжиривания покрывается «серебрянкой». На место сломанных деталей ставятся либо новые комплектующие, неоригинальные, либо уже бывшие в употреблении, но прошедшие проверку. Также полной замене подлежат только детали, подвергающиеся интенсивному износу. К ним относятся: резинки, сальники, щетки, втулки, подшипники и т. д.

Repaired («отремонтированные») – это приблизительно тоже самое, что и предыдущая группа, но в этом случае новые комплектующие не применяются совсем, т. е. для сборки рабочего агрегата используются исправные детали с других аналогичных узлов. Т.е. из двух-трех неисправных агрегатов комплектуется один, но рабочий.

Used («бывшие в употреблении») – Это детали и агрегаты, снятые на авторазборках с неисправных автомобилей.

1.3 Типы авторемонтных предприятий

Капитальный ремонт автомобилей и их составных частей выполняют различные АРП, которые в зависимости от масштаба производства, назначения (специализации) и типа производства классифицируются следующим образом.

По масштабу производства АРП делятся на две группы: АРЗ и ремонтные мастерские.

По специализации различают 3 вида: предметная, поддетальная и технологическая

1.4 Объекты производства. Основные понятия и определения

Объектами основного производства в машиностроении (изделиями) являются машины и механизмы, их агрегаты и детали.

Изделием называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Изделиями могут быть машина, элемент машины или отдельная деталь (для моторного завода изделием является двигатель, для завода поршневых колец — поршневое кольцо).

Установлены следующие виды изделий: детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты.

Деталь — это изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций. Деталь может быть подвергнута термической обработке, упрочнению и различным видам покрытий

1.5 Производственный и технологический процессы КР

Чтобы из исходных материалов и сырья получить изделие, необходимо выполнить ряд операций производственного процесса: доставить материалы на предприятие; организовать их складирование и хранение; изготовить заготовки; обработать эти заготовки в механических и термических цехах; осуществить сборку изделия; произвести окраску, испытание и упаковку

- **Производственный процесс** — совокупность всех действий людей и орудий труда для изготовления или ремонта продукции на данном предприятии.
- **Технологический процесс** — часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда. В зависимости от требований, предъявляемых к детали, технологический процесс может включать различные операции: литье, штамповку, обработку резанием, сборку, испытание. Операции технологического процесса выполняются на рабочих местах с помощью различных средств.
- **Рабочим местом** называют элементарную единицу структуры предприятия, на которой размещены исполнители работы, обслуживаемое технологическое оборудование, часть конвейера и предметы труда.
- **Технологическим оборудованием** называются средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещаются материалы или заготовки, средства воздействия на них, а также технологическая оснастка. К технологическому оборудованию относятся станки, штампы, литейные машины, печи, испытательные стенды, гальванические ванны и т.д.
- **Операцией** называется законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте. Операция является основным элементом производственного планирования и учета. Поэтому на нее разрабатывается и выписывается вся учетная и технологическая документация. Операция может выполняться за несколько установов.

При разработке технологических процессов необходимо стремиться к уменьшению количества операций, что приведет к уменьшению потребности в станках, рабочих, межоперационном транспортировании и производственной площади, следовательно, снижению себестоимости изготавливаемой детали

- **Установ** — часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок или собираемой сборочной единицы. Изменение положения заготовки относительно поверхности стола станка или

приспособления означает новый установ. Например, обтачивание вала с одного и другого концов до места зажима проводится за два установка, так как вал в течение одной операции дважды устанавливаются и закрепляются.

- **Позиция** — фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной обрабатываемой заготовкой или собираемой сборочной единицей совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования при выполнении определенной части операции.

Установ и позиция имеют некоторое сходство и различие. Сходство заключается в том, что при каждом установке и позиции достигаются новые взаимные положения заготовки и инструмента. Различие обуславливается достижением каждого нового положения различными способами: при каждом новом установке — перезакреплением заготовки, при каждой новой позиции — перемещением или поворотом заготовки или инструмента в новое положение. Следует учитывать, что **замена установов на позиции сокращает время**, так как поворот приспособления с заготовкой занимает меньше времени, чем перезакрепление заготовки

Операция может состоять из нескольких переходов.

- **Переход** — законченная часть технологической операции, выполняемая одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных технологических режимах и установке. Технологический переход может состоять из нескольких проходов, или рабочих ходов.
- **Рабочим ходом** называется законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, качества поверхности и свойств заготовки.

2. Заготовки деталей и базирование деталей

2.1 Заготовки деталей

2.1.1 Виды заготовок деталей

Применяются следующие виды заготовок:

- а) отливки из чугуна, стали и цветных металлов;
- б) поковки и штамповки из стали и некоторых цветных металлов;
- в) прокат из стали и цветных металлов;
- г) штампованные из стального проката и других металлов;
- д) штамповки и отливки из пластмассы;
- е) металлокерамические (порошковая металлургия).

Себестоимость детали зависит от себестоимости заготовки и себестоимости ее обработки. При массовом производстве заготовки должны приближаться к размерам готовой детали.

Для объективной технологической характеристики заготовки (кроме оценки правильности геометрической формы и размеров, а также физических свойств металла) применяется коэффициент съема материала:

$$K_g = \frac{g_1 - g_2}{g_1},$$

где g_1 – все заготовки;

g_2 – все детали.

Чем меньше K_g , тем рациональнее заготовка.

2.1.2 Получение заготовок литьем

Заготовки можно отливать в разовые, полупостоянные и постоянные формы.

Литье в разовые формы этот способ применяется при изготовлении заготовок из черных и цветных металлов с любыми размерами и весами. Производится литье в разовые сырые или сухие песчаные формы, в оболочковые формы, и по выплавляемым моделям. Песчаные формы делают в опоках или без опок (почвенная формовка). Формы без опок изготавливаются ручным способом, а в опоках – ручным и машинным. Ручная формовка по деревянным моделям дает отливки худшего качества с большим колебанием размеров. Вследствие этого отливки можно обрабатывать только по разметке.

При машинной формовке трудоемкость в 10-20 раз меньше ручной. Поэтому даже при небольшой серии, литье деталей следует выполнять механизированным способом.

Отливки III класса точности получают при использовании деревянных моделей и стержневых ящиков и ручном изготовлении форм и стержней.

II класс точности – металлические модели и стержневые ящики, машинное изготовление стержней и машинная формовка.

I класс точности также как и для II класса, только дополнительно сборку стержней производят с помощью кондукторов.

Шероховатость поверхности отливок зависит от величины зернистости применяемого формовочного материала, состава материала для покрытия поверхностей формы и способа очистки отливки.

Сухие (стержневые) формы применяют для получения ответственных отливок сложной конфигурации. Форму собирают из стержней по шаблонам и кондукторам.

Минимальная толщина стенок у отливок : чугун – 3 мм, сталь – 5 мм.

Диаметр отверстия должен быть не менее:

- 16 мм при массовом производстве;
- 20 мм при серийном;
- 30 мм при единичном.

Заготовки, получаемые литьем в оболочковые формы, изготовленные из песчано-смоляных смесей, имеют более высокие точности размеров и формы и чистоту поверхности. Этим методом изготавливают особо сложные и ответственные заготовки детали весом до 200 кг. Оболочковые формы имеют прочные тонкие стенки 5-8 мм, состоящие из смеси 92 – 95 % кварцевого песка и 5 – 8 % фенолформальдегидных смол.

Для изготовления оболочковых полуформ применяют высокопроизводительные полуавтоматические и автоматические машины, которые обеспечивают изготовление до 400 полуформ в час.

Способ отливки в оболочковые формы сокращает потребление литейной земли в 10 раз, повышает производительность труда в 10-15 раз. Этот способ выгоден для крупносерийного и массового производств.

Он позволяет получить отливки с толщиной стенок у стали – 3 мм, у алюминия – 1 мм.

Литье по выплавляемым моделям позволяет получить заготовки сложной формы высокой точности (II – III класс) с шероховатостью поверхностью IV – V класса.

Минимальная толщина стенок: чугун – 0,15 мм, алюминиевые сплавы – 0,8 мм (отливают шлицевые валы, зубчатые колеса с зубьями и т.п.).

Для получения большей плотности металла в отливке применяют центробежный и центробежно-вакуумный способ заливки.

Для увеличения производительности процесс литья целесообразно в одной форме отливать группу заготовок по выплавляемым моделям.

Для моделей используют парафино-стержневые составы, солевые и ртутные. Замораживаемые ртутные модели позволяют получить заготовки с чистотой поверхности 6го класса.

Литье в полупостоянные формы

При этом способе формы изготавливают из гипса, цемента, кирпича и калия. Гипсовые формы позволяют получить отливки с толщиной стенок 1 – 1,5 мм, а алюминиевые сплавы 2 мм (отливают шлицевые валы, зубчатые колеса с зубьями и т.п.).

2.1.3 Литье в постоянные формы

Широкое применение имеет литье в металлические формы – коки. Можно получать заготовки весом от нескольких граммов, до нескольких тонн из любых материалов.

Для повышения износостойкости форм их делают охлаждаемыми. Этот метод экономически целесообразно применять при серийном и массовом производстве. Он позволяет повысить производительность труда в 2 раза, уменьшить более чем в 4 раза производственные площади и снизить в 2 раза затраты на формовочные смеси.

Литье под давлением производится в постоянные формы и применяется для изготовления сложных тонкостенных отливок со сложными пересечениями стенок. Отливки имеют мелкозернистую структуру, что повышает прочность металла в 1,5 раза. Себестоимость форм для литья под давлением очень высокая и поэтому такой способ применяется в крупносерийном и массовом производстве.

Штамповка заготовок из жидкого материала является развитием литья под давлением. При этом методе нет литниковой системы, что уменьшает расход материала в 1,5 раза и более по сравнению с расходом его при литье под давлением. Структура металла получается плотная мелкокристаллическая. Давление в 6 раз меньше, чем при горячей штамповке.

Для литья втулок, колец, труб и других деталей вращения применяется центробежное литье на центробежных машинах.

2.1.4 Получение заготовок обработкой давлением

Процессы обработки металлов давлением отличаются высокой производительностью, относительно малой трудоемкостью, обеспечивают экономичное расходование металла и как правило, способствуют улучшению механических свойств металла.

2.1.5 Свободная ковка

Производится на ковочных молотах. Для получения фасонных заготовок деталей автомобилей, изготавливаемых из сортового проката, применяют пневматические или

паровоздушные молоты. Свободную ковку целесообразно применять только при единичном производстве.

Ковку на молотах производят в подкладных штампах. Их применение позволяет производительностьковки в 5-6 раз.

Допуск на размер штамповок, получаемых на подкладных штампах в 2-3 раза меньше, чем при свободной ковке.

2.1.6 Горячая объемная штамповка

Производится на молотах, горизонтальных ковочных машинах (ГКМ), штамповочных прессах и ковочных вольцах.

Наиболее широкое применение в автотранспортной промышленности получила штамповка на кривошипных прессах (существуют гидравлические, фрикционные, кривошипные). Горячая объемная штамповка ведется как правило во многоручьевых штампах.

Используется также поперечно-винтовая прокатка и вальцовка.

После горячей штамповки, перед механической обработкой производится нормализация заготовок.

2.1.7 Холодная объемная штамповка

Является одним из наиболее экономичных технологических процессов получения крепежных и других видов мелких деталей (винты, болты, ролики, шарики, толкатели клапанов). Осуществляется на специально холодных высадочных прессах автоматах. Производительность – 400 штук в мин. Полуфабрикат – проволока или калиброванный пруток. В ряде случаев применяют местный подогрев. Холодная высадка часто сочетается с редуцированием (уменьшение диаметра стержня). Чистота поверхности 5-7 класс.

При холодной высадке и электровысадке болтов и гаек расход металла уменьшается в 2 раза, трудоемкость в 5 раз, стоимость в 6 раз.

Калибровка (чеканка) поковок является отделочной операцией и производится с целью получения поковок, точных по форме, размерам и с чистыми поверхностями. Чистота поверхности после: горячей – 3-5 класс, холодной 6-8 класс.

2.1.8 Холодная листовая штамповка

Получают детали кузова, картеры, крышки, колпаки, диски и т.п. Исходный материал – листы или ленты материала.

Операции холодной штамповки можно разделить на 2 группы:

1) Разделительные операции по средствам которых одна часть материала постоянно или частично отделяется от другой: отрезка, вырубка, пробивка, надрезка, подрезка, обрезка, зачистка, калибровка.

2) Формоизменяющие операции по средствам которых плоская или пространственная заготовка превращается в пространственную деталь заданной формы и размеров, гибка, отбортовка, вытяжка.

2.1.9 Профильное холодное волочение

Холодным волочением получают заготовки с малым поперечным сечением (не более 25-30 мм). Этим методом получают мелкозубчатые колеса, храповые колеса, винты и детали любого сложного профиля.

Чистота поверхности бго класса.

При многократном волочении достигается точность формы и размеров в поперечном сечении до 2го класса и чистоты поверхности до 7 – 8 классов. Механическая обработка только торцев детали.

2.1.10 Получение заготовок другими методами

Получение заготовок из проката. В автостроении применяют прокат специальных профилей, который полностью или значительно сокращает механическую обработку.

В основном механическая обработка ограничивается сверлением отверстий, снятием фасок, и другими нетрудоемкими процессами механической обработки.

Получение заготовок штамповкой. Широко применяют штамповку для получения деталей, ранее выполнявшихся литьем.

Сварку выполняют в поточной линии на электросварочных машинах, обеспечивающих высокую степень точности сопряжений деталей. Последующая механическая обработка сводится в этом случае к минимуму (мост ГАЗ-53А).

Получение заготовок порошковой металлургией. Заготовки и детали получают прессованием на гидравлических или кривошипных прессах смесей порошков (медь-графит, вольфрам- медь и др) в пресс-формах под давлением 5000-10000 кг/см² (500-1000 МПа). Если необходимо получить максимально плотную деталь, уплотнение производят с предварительным нагревом до температуры спекания ниже точки плавления основного компонента.

2.2 Основные понятия и определения припусков на обработку

Припуском на обработку называется слой металла, снимаемый с заготовки в процессе механической обработки для получения готовой детали.

Припуски разделяются на общие и межоперационные (промежуточные), удаляемые на отдельных технологических операциях.

Снижение припусков на обработку влечет уменьшение расхода металла, режущего инструмента, трудоемкости и стоимости изготовления детали.

Недостаточные припуски нежелательны (не удаляется полностью дефектный слой, не получается требуемая чистота и точность, увеличивается брак и повышается стоимость обработки).

Общим припуском называется слой металла, удаляемый с заготовки при выполнении всех технологических переходов, определяемый разностью размеров черновой заготовки и заготовки детали:

- для внешних поверхностей $Z_0 = a_z - a_d$;
- для внутренних поверхностей $Z_0 = a_d - a_z$.

Промежуточным (межоперационным) припуском называется слой металла, удаляемый при выполнении одного технологического перехода; припуск определяется разностью размеров предшествующего и последующего переходов:

- для внешних поверхностей $Z_B = a - b$;
- для внутренних поверхностей $Z_B = b - a$.

Общий припуск на обработку будет равен сумме промежуточных припусков по всем переходам процесса обработки от черновой заготовки до готовой детали :

$$Z_0 = \sum_{i=1}^n Z_i.$$

Различают симметричные и ассиметричные припуски. Припуск зависит от: материала и размеров заготовки, способа ее изготовления, от термической обработки, от способа установки детали на станке и упругих деформаций, от ее закрепления и силы резания.

2.3 Виды поверхностей обрабатываемых деталей

Выделяют основные поверхности, то есть те, которые определяют работу детали в машине. Эти поверхности либо участвуют сами в работе, или образуют с основными поверхностями других деталей кинематические пары или другие соединения. Эти поверхности обрабатываются с большой точностью и высокой чистотой поверхности.

Остальные поверхности называются вспомогательными поверхностями. Обычно они обрабатываются с меньшей точностью и чистотой, чем основные поверхности, либо вовсе не обрабатываются.

2.3.1 Понятия о базах и виды баз

Базой называется совокупность поверхностей, линий или точек детали, по отношению к которым ориентируют другие поверхности детали при обработке или измерении, или по отношению к которым ориентируют другие детали узла, агрегата при сборке.

Базы бывают конструкторские, сборочные, установочные и измерительные.

Конструкторскими базами называют поверхности, линии или точки, относительно которых на рабочем чертеже детали конструктор задает взаимное положение других поверхностей, линий или точек. Конструкторскими базами на рабочих чертежах деталей служат оси отверстий, валов, оси симметрии и другие геометрические элементы.

Сборочными базами называют поверхности детали, определяющие ее положение относительно другой детали в сборочном изделии. Деталь, являющаяся исходной для начала сборки узла, механизма, называется базовой деталью.

Установочными базами называют поверхности детали, с помощью которых ее ориентируют при установке в приспособлении или непосредственно на станке. В качестве установочных баз могут быть плоскости, внутренние и торцевые поверхности отверстий, наружные цилиндрические отверстия, центровочные углубления и т.п.

Измерительными базами называют поверхности, линии или точки, относительно которых производят отсчет размеров при обработке детали.

Установочные и измерительные базы используются в технологическом процессе обработки детали и называются технологическими базами. Установочные базы делятся на: основные и вспомогательные.

Основными установочными базами называются поверхности, используемые для установки детали при обработке, которыми детали ориентируются в собранном узле или агрегате относительно других деталей.

Пример: коренные шейки коленчатого вала.

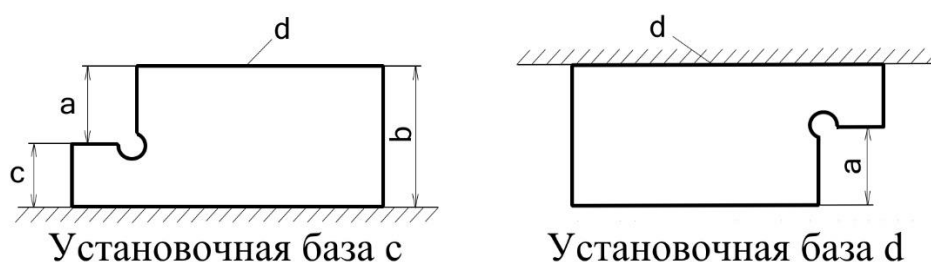
Вспомогательными установочными базами называют поверхности, которые для работы детали в изделии не нужны, но специально обрабатываются для установки детали при обработке. Центровые углубления валов, внутренний поясok юбки поршня и его торец.

Установочные базы в технологическом процессе делятся на черновые, промежуточные и чистовые. Черновая база служит для создания наиболее важной устойчивой базы.

2.3.2 Принцип постоянства базы и совмещения баз

Принцип постоянства базы состоит в том, что для выполнения всех операций обработки заготовки используют одну и ту же базу. Наибольшая точность обработки получается при обработке заготовки с одной базы.

Желательно совмещать базы, например установочную и измерительную. Например если требуется точно выдержать размер A , который измеряется от поверхности D , то измерительной базой является поверхность D .

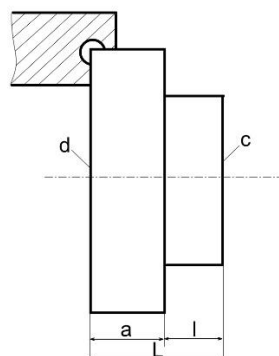


2.3.3 Погрешности базирования

Когда измерительная база не совпадает с установочной, возникает погрешность базирования. Погрешность возникает из-за отклонений в пределах допусков, размеров и соотношений, связывающих установочную базу с измерительной.

Рассмотрим следующий пример обработки заготовки при несовпадении измерительной базы с установочной.

Конструкторам дан чертеж, по которому требуется изготовить партию цилиндрических ступенчатых деталей с размерами $L+0,4$ и $l+0,4$.



Технология следующая: на отрезном станке из прутка отрезается заготовка длиной $L+0,4$, затем на токарном станке обтачивается ступень на заготовке длиной $l+0,4$.

Использовать плоскость С в качестве установочной невозможно. Заготовку удобно базировать по плоскости d, она и является установочной.

На настроенном станке размер l не может быть выдержан с допуском +0,4мм, так как допуск на размер a установки резца на станке равен нулю, т.е. установить резец надо по окончательному размеру, а это невозможно.

Расчеты в данном случае необходимо произвести исходя из теории размерных цепей. При наличии одной размерной цепи допуск на искомый составляющий размер:

$$\delta_x = \delta_s - \sum_{i=1}^n \delta_i,$$

где δ_s – допуск на результирующий размер;

δ_i – допуск на заданный составляющий размер.

Определим допуск δ_a на размер a, который соответствует допуску на установку резца на станке:

$$\delta_a = \delta_L - \delta_l = 0,4 - 0,4 = 0,$$

где δ_L – допуск на размер L;

δ_l – допуск на размер l.

Для компенсации неточности установки резца и его отжима в процессе резания примем допуск на размер a = 0,1 мм.

Если допуск на размер l сохранить без изменения, то допуск на общую длину заготовки составит:

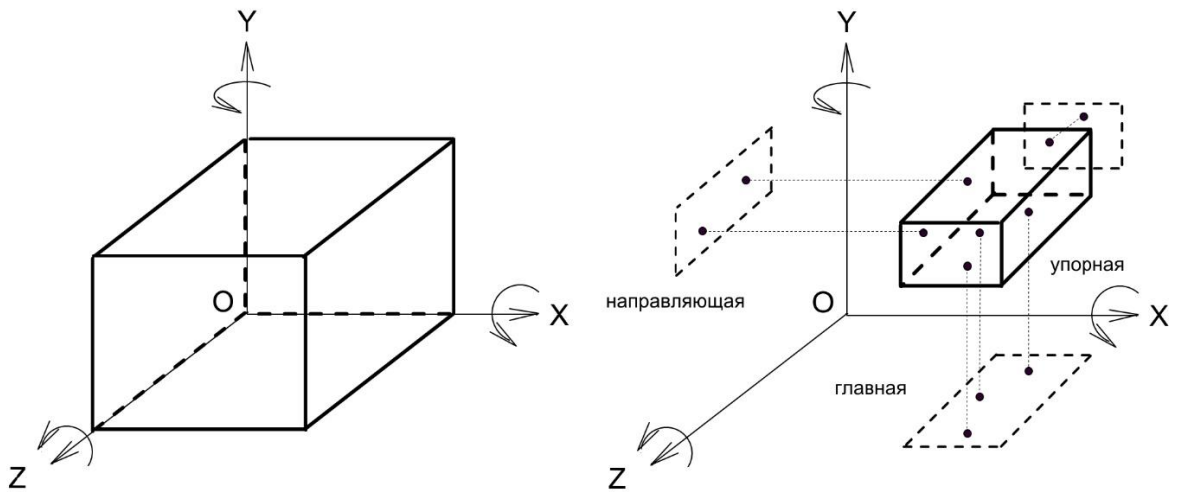
$$\delta_L = \delta_l - \delta_a = 0,4 + (-0,1) = 0,3.$$

В операционном чертеже наладки, выполненным технологом, линейные размеры L и a детали и допуски на эти размеры проставлены от одной поверхности d, которая одновременно является измерительной и установочной базой. При такой простановке размеров и допусков операционный чертеж отвечает всем требованиям чертежа, выполненного конструктором и изготовление деталей окажется легко выполнимо.

2.3.4 Выбор баз

Правило шести точек.

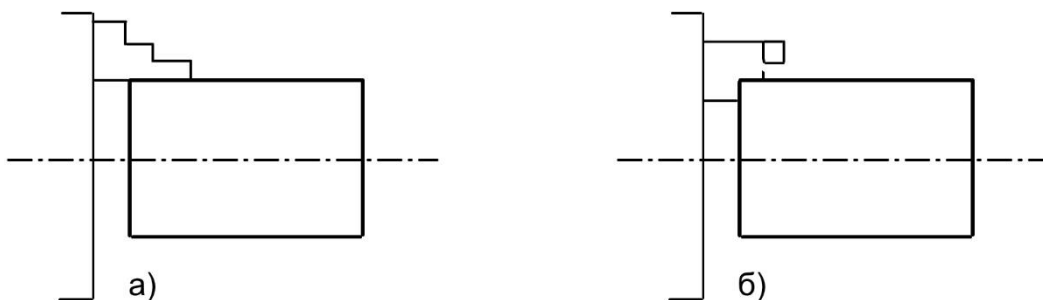
Известно, что всякое свободное абсолютно твёрдое тело имеет шесть степеней свободы: 3 поступательных по осям X,Y,Z и 3 вращательных вокруг этих же осей.



Положение тела вполне определяется шестью координатами относительно 3х взаимно перпендикулярных плоскостей. Каждая координата (точка) лишает твердое тело одной степени свободы. Для достижение определенного положения детали в пространстве (по отношению к станку и инструменту) ее необходимо и достаточно базировать на бти точках.

Три опорные точки в плоскости параллельной XOZ лишают деталь 3х степеней свободы, т.е. перемещений вдоль оси OY и вращения вокруг осей, параллельных OX и OZ . Плоскость, в которой заготовка устанавливается по трем опорным точкам, называется главной базовой плоскостью.

Установка детали по 2 точкам в плоскости, параллельной ZOY лишает деталь еще 2х степеней свободы – перемещение вдоль оси OX и вращение вдоль оси OY . Плоскость ZOY называется направляющей плоскостью. Остается одна степень свободы – перемещение вдоль оси параллельной OZ . Опорная точка в плоскости, параллельной YOX лишает деталь этой последней бой степени свободы. Плоскость XOY называется упорной поверхностью



- а) деталь имеет 2 степени свободы (перемещение вдоль оси и вращение);
- б) деталь имеет одну степень свободы - вращение.

Способы установки детали

При каждой установке детали на станке различают:

- а) обрабатываемые поверхности;
- б) базирующие поверхности;

- в) опорные поверхности;
- г) поверхности измерительной базы;
- д) поверхности прижима;
- е) свободные поверхности.

В виду упругости системы СПИД (станок – приспособление – инструмент - деталь) обрабатываемые поверхности при закреплении детали изменяют свое положение.

Погрешность установки ε является геометрической суммой погрешности базирования заготовки ε_b , погрешности формы базирующих поверхностей, а также зазоров между базирующими поверхностями заготовки и опорными элементами приспособления ε_f , погрешности закрепления заготовки ε_3 и погрешности положения установочных элементов приспособления на станке ε_n :

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_b^2 + \varepsilon_f^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_n^2}.$$

3 Основы точности механической обработки, качество поверхности деталей машин

3.1 Основы точности механической обработки.

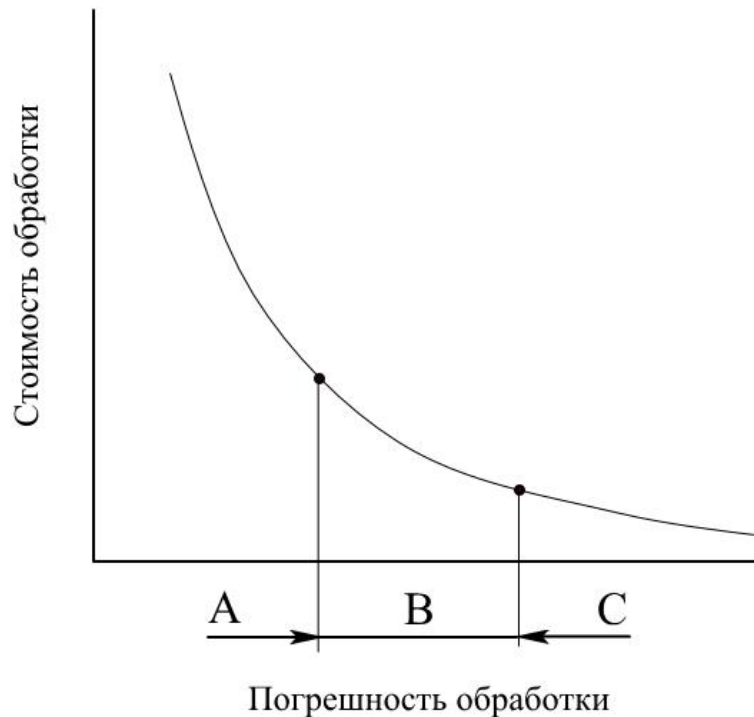
Точность является одной из основных характеристик деталей, машин и приборов. Точность изготовления деталей по многом определяет высокую долговечность и надежность автомобилей.

Под точностью изготовления детали понимается степень соответствия ее параметров ее параметрам, заданным конструктором в рабочем чертеже детали.

Соответствие деталей – реальной и заданной конструктором – определяются следующими параметрами:

- 1) Точностью формы детали или ее рабочих поверхностей (овальность, конусность, прямолинейность).
- 2) Точностью размеров деталей, определяемой отклонением размеров от номинальных.
- 3) Точностью взаимного расположения поверхностей (концентричность, параллельность, перпендикулярность).
- 4) Качеством поверхности (шероховатость, физико-механические свойства материала).

Стоимость обработки зависит от точности.



Область А – высокая точность, высокая себестоимость.

Область С – низкая точность, низкая стоимость.

Область В – средняя (нормальная) точность и стоимость.

Экономическая точность зависит не только от способа обработки, но и от материала детали и припуска на обработку.

Указанные выше параметры в процессе механической обработки в той или иной мере отклоняются от номинальных, заданных конструктором в виде допусков в рабочих чертежах деталей.

Отклонения реальной детали от заданных размеров вызываются погрешностями, возникающими в процессе обработки деталей. Причинами возникновения погрешностей являются:

- 1) неточность и износ станка;
- 2) неточность и износ приспособления;
- 3) неточность и износ инструментов;
- 4) погрешности установки детали на станке;
- 5) не жесткость системы СПИД;
- 6) температурные деформации;
- 7) внутренние напряжения обрабатываемой детали;
- 8) копирование погрешностей предшествующей обработки;
- 9) неточность средств и методов измерения;
- 10) неточность наладки станка и др.

Производственные погрешности по своему направлению являются различными и при совместном действии в значительной мере компенсируют друг друга, поэтому арифметическое сложение составляющих погрешностей привело бы к завышенному результату. Суммирование погрешностей производится по следующим основным правилам:

1) систематические погрешности суммируются с учетом их знака, т.е. алгебраически;

2) суммирование систематических и случайных погрешностей производится арифметически, поскольку знак (направление) случайной погрешности заранее неизвестен и приходится считаться с наименее благоприятным результатом.

3) случайные погрешности суммируются по формуле:

$$\Delta \varepsilon = \sqrt{(\kappa_1 \Delta_1)^2 + (\kappa_2 \Delta_2)^2 + \dots + (\kappa_n \Delta_n)^2}.$$

Здесь $\kappa_1, \kappa_2 \dots \kappa_n$ – коэффициенты, зависящие от вида кривой распределения составляющих погрешностей.

При нормальном распределении погрешностей $\kappa = 1$. Отступление от закона нормального распределения вызывает изменение величины κ в пределах 1,0-1,73. При анализе точности обработки на настроенных станках $\kappa=1,2$

3.2 Исследование точности обработки.

Исследование проводится с помощью различных методов. Наиболее широкое применение находят статические методы исследования.

Статические методы позволяют оценивать влияние сразу всей совокупности факторов, действующих в данной операции. Достоинством этих методов является возможность не ставить специальные эксперименты по определению точности обработки, заменяя их кабмоделями непосредственно на производстве.

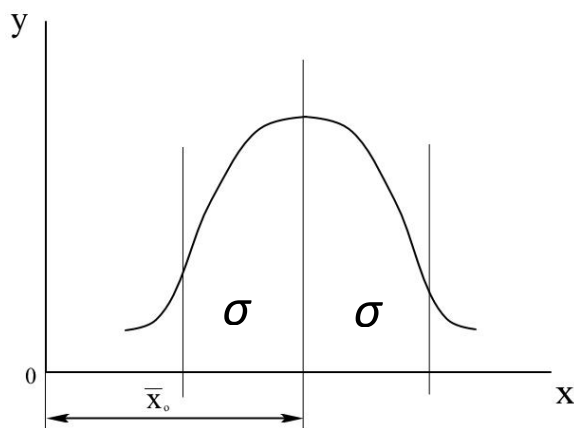
Статические методы исследования позволяют оценивать точность обработки по кривым распределения действительных размеров деталей, входящих в партию. При этом методе различают 3 вида погрешностей обработки:

- 1) систематические постоянно действующие;
- 2) систематические закономерно изменяющиеся;
- 3) случайные.

Систематические постоянные погрешности проявляются одинаково у всех деталей партии, например погрешность постройки станка. Такого вида погрешности легко обнаруживаются и устраняются под наладкой станка.

Погрешность называется систематической закономерно изменяющейся, если в процессе обработки наблюдается закономерность в изменении погрешности деталей. Например, под влиянием износа лезвия режущего инструмента.

Случайные погрешности возникают под действием многих причин, не связанных между собой какой-либо зависимостью, поэтому заранее нельзя установить закономерность и величину погрешностей деталей



$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\bar{x}_0)^2}{2\sigma^2}}$$

Среднеквадратическое значение случайной величины:

$$\bar{x}_0 = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i.$$

3.3 Качество поверхности деталей машин

Рассмотрим основные факторы, определяющие надежность и долговечность деталей и, следовательно, общую надежность капитально отремонтированного автомобиля.

Качество поверхности характеризуется ее геометрическими параметрами и физическими параметрами ее поверхностного слоя. Качество поверхности оказывает влияние на все эксплуатационные свойства деталей автомобилей: износостойкость, усталостную прочность, рост зазора подвижных посадок сопряжения и прочность неподвижных посадок.

К физическим параметрам качества поверхности относятся: структура поверхностного слоя, твердость (микротвердость), остаточные напряжения в поверхностном слое, степень и глубина наклепа.

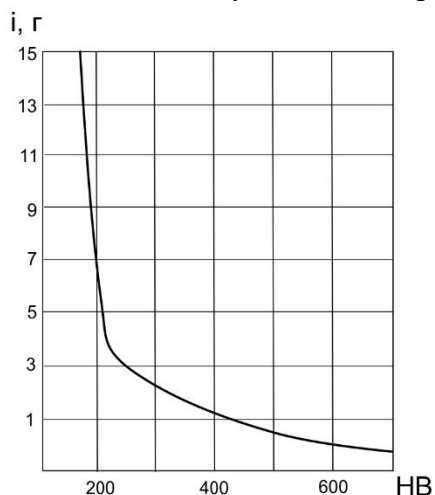
Структура и характеризующая ее микротвердость металла поверхностного слоя являются главнейшими физическими параметрами, оказывающими влияние на все эксплуатационные свойства.

Поскольку в процессе ремонта автомобиля приходится изготавливать ряд деталей для замены изношенных, а также для постановки дополнительных деталей, компенсирующих износ; приходится останавливаться на этом вопросе.

Выбор материала производится исходя из величины и характера нагрузки, действующими на деталь, условий смазки сопряжения, скорости движения, температуры, коррозии и технологического процесса изготовления (литье, штамповка и т.п.).

Большое значение для работы сопряжения и износостойкости его деталей имеют разновидность материала, его твердость и вязкость. Для совместно работающей пары деталей не рекомендуется брать одинаковые материалы с равной твердостью. Деталь более сложная в конструкции, изготовлении или ремонте должна быть изготовлена из более качественного материала, обеспечивающего большую ее износостойкость.

С повышением твердости, износостойкость деталей, изготовленных из углеродистых сталей и работающих в одинаковых условиях, возрастает.



Объясняется это тем, что соответствующей термической обработкой можно достигнуть высокой твердости закалочных структур стали, обладающих высокой износостойкостью. Наиболее высокой износостойкостью отличается мартенситная структура.

Однако следует заметить, что износостойкость деталей с высокой твердостью может быть обеспечена лишь при требуемых условиях работы чистоте поверхности после механической обработки. При некачественной механической обработке твердые частицы поверхности деталей в процессе их работы могут откалываться, выкрашиваться и, действуя как абразив, увеличивать износ.

В деталях, работающих с ударной нагрузкой, повышенная твердость вызывает и повышенную хрупкость стали. Для таких деталей наряду с повышенной поверхностной твердостью важно сохранение вязкости. Поэтому такие детали изготавливают из малоуглеродистых или легированных сталей и подвергают специальной химико-термической обработке (например цементация с последующей закалкой и отпуском). Полученная при этом высокая поверхностная твердость стали обеспечивает высокую износостойкость, а вязкая сердцевина позволяет выдерживать ударные нагрузки.

В процессе ремонта автомобилей необходимо добиваться поверхностной твердости деталей примерно близкой к значениям для новых деталей, путем выбора соответствующих материалов, способов и технологических режимов восстановления деталей. Несоблюдение этих условий на практике приводит к быстрому выходу деталей из строя.

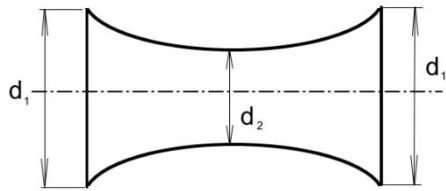
Поверхностная твердость материалов может быть достигнута и специальными способами восстановления деталей (в частности восстановление способами пластической деформации: обкатка, накатка, раскатка и т.д.).

К геометрическим параметрам качества поверхности относятся макрогеометрия, волнистость, шероховатость и направления следов обработки.

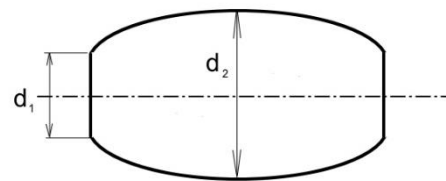
Макрогеометрия:



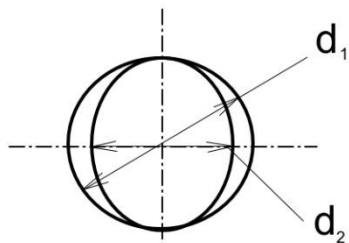
$d_1 > d_2$ - конусность



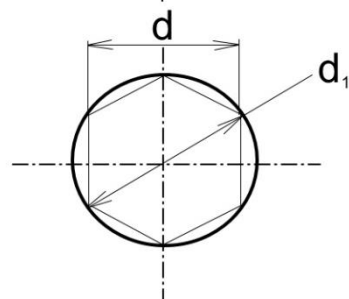
$d_1 > d_2$ - карсетность



$d_1 < d_2$ - бочкообразность

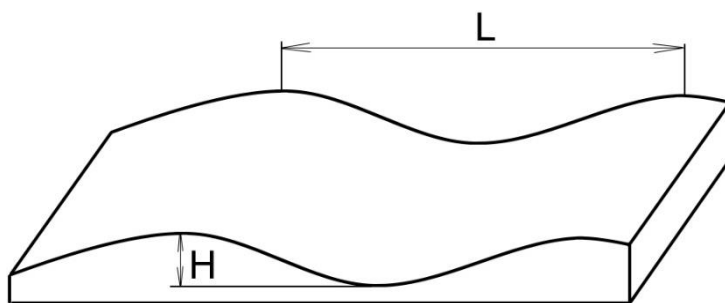


$d_1 > d_2$ - овальность

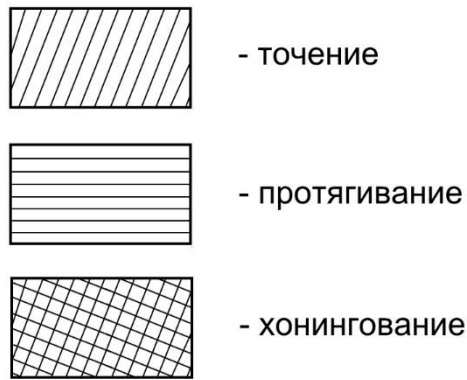


$d_1 > d$ - огранка

Волнистость:



Направление следов обработки:



Важнейшим геометрическим параметром является чистота поверхности детали (шероховатость). Степень шероховатости поверхности обуславливается механической обработкой.

Точение (чистовое) – 4-6 класс чистоты.

Растачивание (чистовое) – 4-7 класс.

Развертывание (чистовое) – 7 класс.

Фрезерование (чистовое) – 4-6 класс.

Шлифование (чистовое) – 6-8 класс.

Протягивание (чистовое) – 6-8 класс.

Полирование (чистовое) – 9-11 класс.

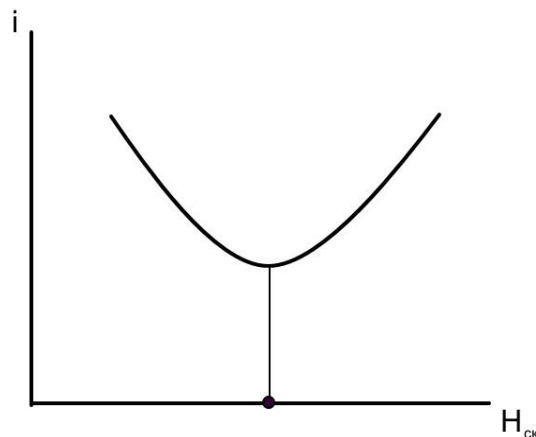
Хонингование – 8-10 класс.

Суперфиниш – 10-12 класс.

Слесарная опилование – 4-6 класс.

Шероховатость оказывает большое влияние на износостойкость деталей, особенно в период их приработки. Немалую играет качество поверхности и в коррозии. При грубо обработанной поверхности деталей облегчается проникновение корродирующих элементов через различные впадины и неровности. Шероховатые поверхности ухудшают еще и смазку, из-за нарушения непрерывности масляной пленки, что вызывает граничное и сухое трение.

Необходимо заметить, что по условиям смазки необходимо оптимальное качество поверхности, так как вследствие чрезмерно гладких поверхностей, условия смазки ухудшаются от выдавливания масла.

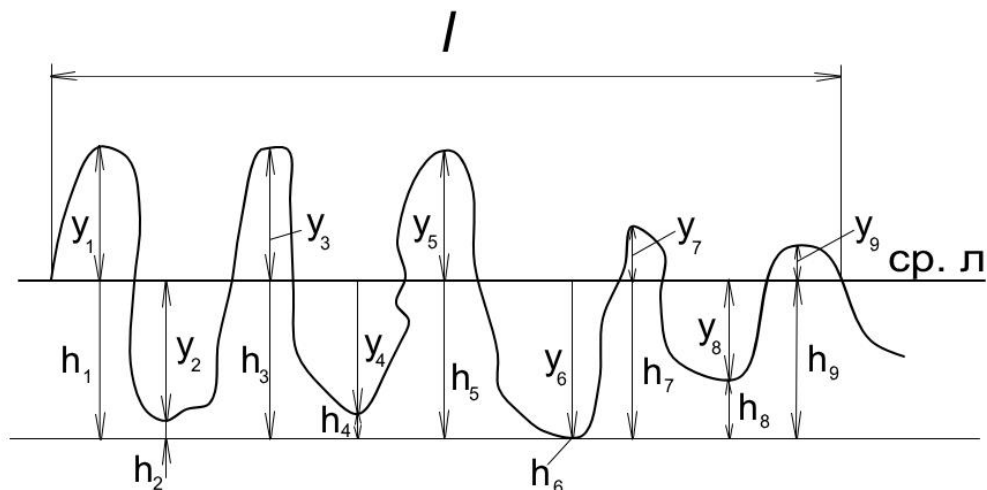


Чистота поверхности оценивается по ГОСТ 2785-59 величинами R_a и R_z .

Среднее арифметическое отклонение профиля R_a определяется как среднее значение расстояния точек измеренного профиля до его средней линии. Высота поверхности R_z – среднее расстояние между находящимися в пределах базовой длины пятью высшими точками выступов и пятью низшими точками впадин, измеренная от линии.

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y| dx = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i|}{n};$$

$$R_z = \frac{(h_1 + h_2 + \dots + h_9) - (h_2 + h_4 + \dots + h_{10})}{5}.$$



3.3.1 Усталость металла

Выносливость металла в деталях автомобиля имеет большое значение, так как большинство деталей в процессе работы нагружается силами, переменными как по величине, так и по знаку. Явления усталости металла, а чаще совместное влияние износа и усталости, нередко являются причиной выхода автомобильных деталей из строя.

Усталостью металла называется процесс постепенного и детального разрушения металла в условиях повторно-переменных нагрузок. Разрушения металла, подверженного знакопеременным нагрузкам, происходят при нагрузке, лежащей не только ниже предела прочности, но даже ниже предела текучести.

Процесс усталости металла принято делить на 3 периода:

- 1) период, предшествующий возникновению первой усталостной микротрещины;
- 2) период развития усталостных микротрещин;
- 3) момент разрушения деталей от усталости.

Начальная стадия развития усталости всегда характеризуется избирательным упрочнением межкристаллических зон из-за пластических деформаций, возникающих от действия сил. Упрочнение при переменных напряжениях выше предела усталости происходит лишь до определенного числа циклов, после которого наступает разупрочнение, сопровождающееся зарождением и развитием разрыхления атомной решетки и возникновением трещин усталости.

Образование трещин усталости чаще всего наблюдается на поверхности металла в местах наибольшей концентрации напряжения, но может быть и внутри металла. Распространение трещины усталости идет не по всему объему детали, а только по одному из сечений, по наиболее слабым элементам физически неоднородной структуры.

Разрушение от усталости носит локальный характер. Возникновение трещин усталости в деталях, восстановленных металлопокрытиями, может происходить как на поверхности основного металла благодаря наличию концентраторов напряжений по причинам износа или грубых способов подготовки, так и на поверхности нанесенного покрытия.

Причины, понижающие усталостную прочность восстанавливаемых деталей вызываются:

- 1) состоянием поверхностей деталей;
- 2) нанесением металлопокрытий или напрессовкой дополнительных ремонтных деталей;
- 3) последующей механической обработкой восстанавливаемых деталей.

Первая группа причин появляется из-за дефектности поверхностного слоя изношенных деталей (риски, задиры, микротрещины и др.) или подготовки поверхности деталей к нанесению покрытий (нарезка резьб, анодно-механическая обдирка и др.).

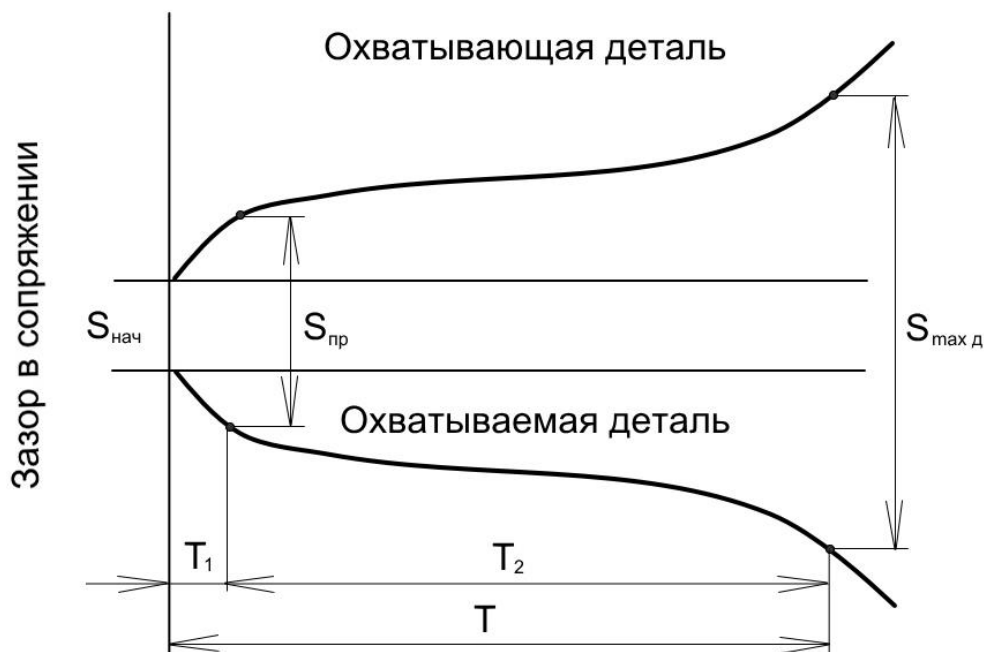
Вторая группа причин связана с остаточными внутренними напряжениями.

Третья группа причин возникает в процессе механической обработки восстановленных деталей, связанной со значительными и нередко неравномерными припусками.

При восстановлении деталей различными способами необходимо учитывать влияние покрытий на усталостную прочность деталей.

3.3.2 Зазоры и натяги в сопряженных деталях.

Долговечность отдельных сопряжений и автомобиля в целом в значительной мере зависит от зазоров и натягов сопряжений, устанавливаемых как в процессе производства, так и при ремонте автомобиля.



$$T_1 = \frac{i_{Bnp} + i_{nnp}}{b_1} = \frac{i_{np}}{b_1};$$

$$T_2 = \frac{i_{Bэ} + i_{нэ}}{b_2} = \frac{i_э}{b_2},$$

где b_1 и b_2 – интенсивность изнашивания вала и подшипника соответственно, за период приработки и эксплуатации;

$i_{вnp}$ и i_{nnp} – износ за период приработки вала и подшипника;

$i_{вэ}$ и $i_{нэ}$ – износ за период эксплуатации вала и подшипника;

T_1 – продолжительность приработки;

T_2 – продолжительность работы сопряжения в процессе эксплуатации.

$$i_э = S_{\max \partial} - i_{np} - S_{нач} = S_{\max \partial} - S_{np}.$$

Общий срок службы:

$$T = T_1 + T_2 = T_1 + \frac{S_{\max \partial} - i_{np} - S_{нач}}{b_2};$$

$$S_{нач} = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2} = S_{cp}.$$

Срок службы сопряжений зависит от начального зазора (чем меньше, тем лучше) и износа приработки.

Первое достигается селективной сборкой, второе – высоким качеством рабочих поверхностей. Ужесточать допуски экономически не всегда целесообразно:

$$S_{\max \partial} = 13,6 \frac{\eta \cdot n \cdot d^2}{c \cdot p}, (\text{мм}),$$

где η – абсолютная вязкость масла, кг·сек/м²;

n – число оборотов вала в сек;

d – номинальный диаметр подшипника, мм;

c – коэффициент, учитывающий соотношение между размерами подшипника:

$$c = \frac{l + d}{l};$$

p – удельная нагрузка, кг/м².

Чтобы продолжить работоспособность сопряжений, необходимо обрабатывать детали при ремонте в соответствии с ТУ. В процессе эксплуатации не следует прибегать без необходимости к частой разборке и сборке сопряжений и не допускать обезличивания деталей при эксплуатационных ремонтах.

3.3.3 Условия эксплуатации

Из условий эксплуатации, оказывающих влияние на изнашивание деталей, большую роль играет качество применяемых топлива и смазки. Смазка должна иметь строго определенную вязкость и хорошо удерживать тончайшие пленки на поверхности деталей. Ухудшение условий смазки вызывает значительный износ сопряжения. Оно может происходить не только от качества масла, но и от качества топлива. При использовании

трудно испаряющегося и конденсирующегося топлива, масло разжижается и теряет вязкость. Особенно это проявляется при пуске двигателя (холодного), поэтому необходим прогрев двигателя.

Большое влияние на износ деталей автомобиля оказывают и общие условия эксплуатации. Работа на плохих дорогах, хранение автомобилей на открытом воздухе, несвоевременное и некачественное проведение ТО – все эти факторы в большей мере сказываются на работоспособности автомобиля и износе его деталей.

Большое значение в процессе эксплуатации имеет температурный режим двигателя. Значительный износ деталей двигателя и автомобиля вызывает работа его на коротких расстояниях с частыми остановками с выключением двигателя, частыми торможениями и переключениями передач (особенно неумелое включение).

Таким образом, основными мерами повышения надежности и долговечности капитально отремонтированных автомобилей являются:

- 1) выбор соответствующего рационального способа восстановления деталей;
- 2) придание деталям оптимальной чистоты поверхности, соответствующей условиям их работы;
- 3) соответствие начальных посадок сопряжений условиям работы деталей и недостающие в условиях эксплуатации роста зазоров сверх допустимых значений;
- 4) применение высокого качества топлива и смазки;
- 5) соблюдение правил технической эксплуатации;
- 6) высокое качество ремонта агрегатов, узлов и деталей автомобиля.

4. Основы проектирования приспособлений

4.1 Силовые приводы для зажимов.

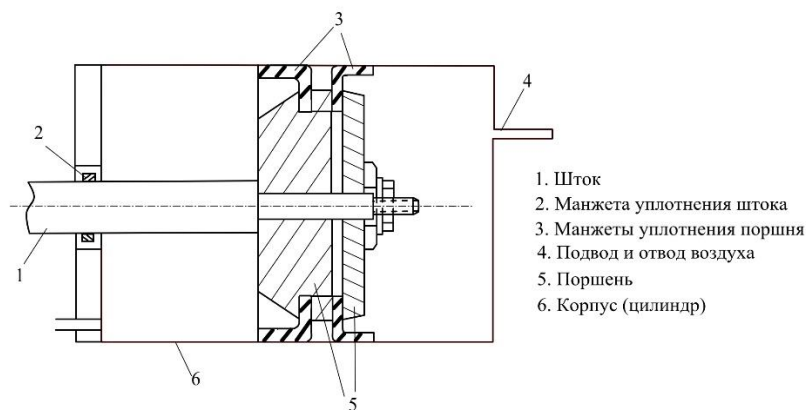
Силовые приводы служат для приведения в действие зажимов приспособления и облегчения труда рабочего, обслуживающего это приспособление.

Широкое распространение получили пневматические силовые приводы, гидравлические, пневмогидравлические и электрические силовые приводы.

Пневматические силовые приводы являются одними из самых совершенных видов. Они применяются в большинстве для быстродействующих приспособлений. Пневматические силовые приводы встречаются двух типов – поршневые и диафрагменные.

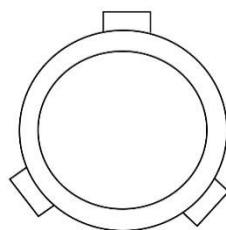
Основными преимуществами пневматических силовых приводов являются: минимальное время для их обслуживания (поворот рукоятки вентиля на определенный угол для включения или выключения одного или нескольких приводов), постоянство усилия зажима и возможность его регулирования, а также возможность применения значительно меньших усилий зажима, чем это необходимо при механических зажимах для одинаковых условий обработки.

Постоянство усилия зажима и возможность его регулирования обеспечиваются установкой на трубе, подводящей воздух к силовому приводу, дроссельного клапана либо воздушного редуктора.



Опытами установлено, что усилие зажима при пневматических зажимных токарных патронах может быть принято при всех прочих одинаковых условиях примерно в 3 раза меньше, чем это необходимо при механическом зажиме. Это объясняется тем, что при механическом зажиме усилие должно быть обеспечено со значительным запасом на случай возможных пластических деформаций (вдавливание), в местах соприкосновения кулачков с деталью. Возникающие пластические деформации при механическом зажиме будут соответственно уменьшать первоначальное усилие зажима, а следовательно, ослаблять устойчивость зажатой детали. При пневматическом силовом приводе усилие зажима остается постоянным.

Особенно важно применение пневматических силовых приводов при зажиме перед обработкой тонкостенных деталей. Так как подобные детали могут при применении больших зажимных усилий потерять правильную геометрическую форму после освобождения детали из приспособления. Так при обработке втулок в токарном станке с механическим зажимом можно получить искаженную форму, что приведет в дальнейшей эксплуатации к быстрому износу сопряжения, где будет установлена такая втулка.

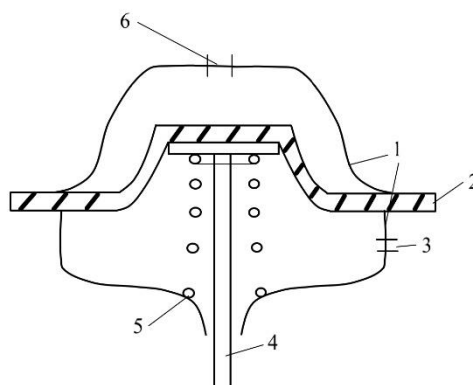


Основным узлом пневматического силового привода является цилиндр.

Пневматические силовые приводы, дроссельные клапаны, редуктора, пусковые вентили и т.п. нормализованы и при проектировании приспособлений их необходимо выбирать по соответствующим нормам. Подвод воздуха к неподвижным цилиндрам производится по металлическим трубкам, а к подвижным – резиновым шлангам. Для пневматических силовых приводов обычно применяется сжатый воздух при давлении 4-6 атмосфер. Расход воздуха незначителен, так как в этих приводах используется статическое давление воздуха, следовательно расход невелик.

Основное преимущество поршневых приводов состоит в возможности обеспечения значительной длины хода штока. В тех же случаях, когда необходим сравнительно малый ход штока, лучше применять пневматический силовой привод диафрагменного типа. Его достоинства – простота устройства, малые габаритные размеры, отсутствие трущихся частей, большой срок службы. Кроме того, применение таких силовых приводов в авторемонтном производстве связано с наличием большого числа таких приводов на

автомобиле (тормозные камеры). Их чаще всего и применяют в качестве диафрагменного пневматического силового привода в приспособлениях.



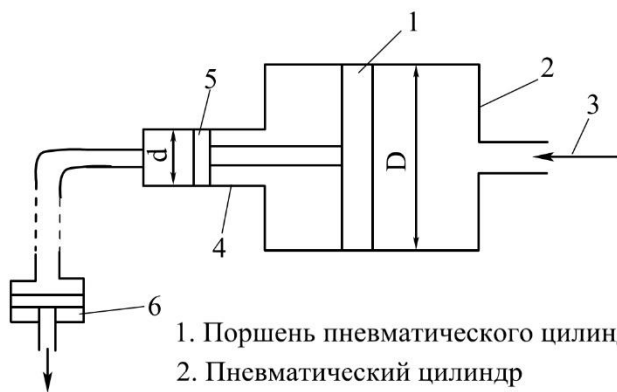
1. Корпус тормозной камеры
2. Диафрагма
3. Отверстие для выхода вытесняемого воздуха
4. Шток
5. Пружина
6. Подвод, отвод воздуха

Меньшее применение находят при конструировании приспособлений гидравлические силовые приводы. Их применяют в тех случаях, когда при малых габаритах необходимо обеспечить надежное закрепление. Например, они устанавливают на автоматических станочных линиях для обработки блоков цилиндров двигателя. Гидравлические силовые приводы работают при давлении 80-120 кг/см².

Такое давление позволяет значительно уменьшить размеры цилиндров, но требует соответствующего конструктивного решения, обеспечивающего прочность и надежность конструкции. Для использования гидравлических силовых приводов необходимы насосные станции с шестеренчатыми или лопастными насосами. Насосная станция обеспечивает работу нескольких силовых приводов.

Обычно стараются применять гидравлические силовые приводы в приспособлениях, применяемых на станках, имеющие гидравлические насосы, которые могут обеспечить работу силовых приводов.

Иногда с целью получить достаточные режимные усилия без применения гидравлических насосов используют пневмогидравлические силовые приводы.



1. Поршень пневматического цилиндра
2. Пневматический цилиндр
3. Подвод, отвод воздуха
4. Гидравлический цилиндр
5. Поршень гидравлического цилиндра
6. Гидравлический цилиндр с поршнем

В цилиндр 2 подается воздух давлением 4-6 атмосфер и через шток приводится в действие поршень 5 гидравлического цилиндра, которые создает давление в 4м цилиндре больше, чем во 2ом цилиндре пропорционально D^2/d^2 . Жидкость из цилиндра 4 приводит в действие рабочий цилиндр.

Такие схемы применяются в таких приспособлениях, где необходимо получить значительные усилия при малых габаритах силового привода, так как пневмогидравлический цилиндр 2-4 можно установить в любом месте и он выполняет роль как бы насосной станции.

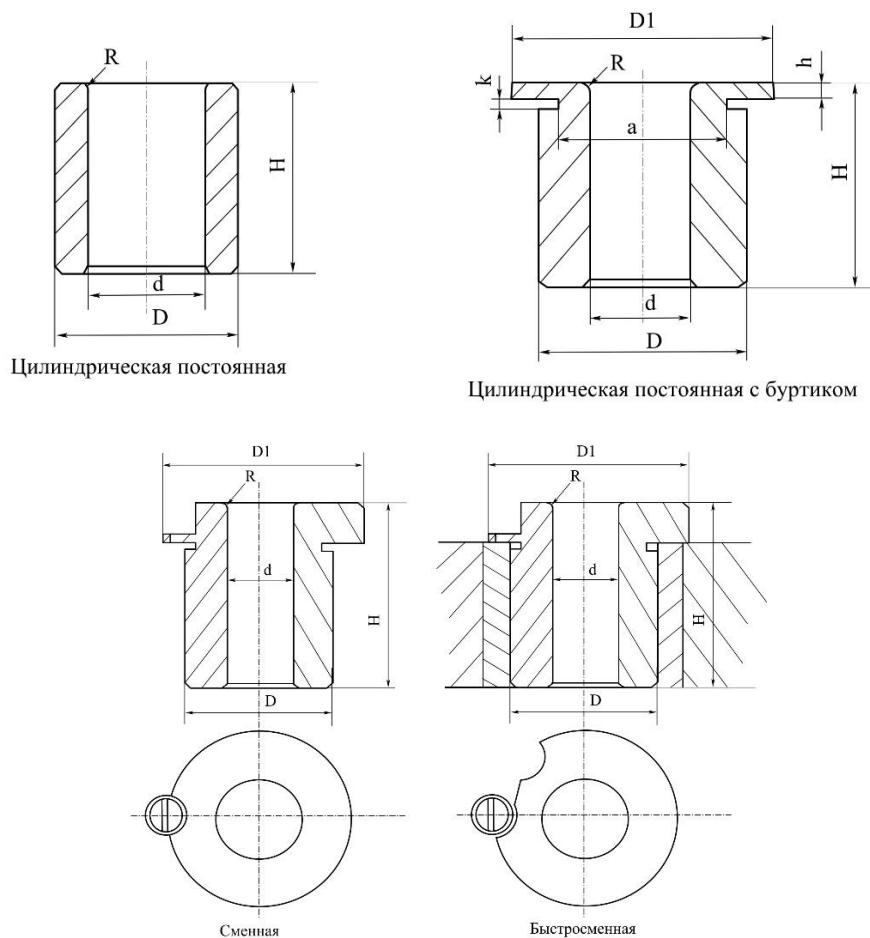
В качестве электрических силовых приводов применяют чаще всего электромагниты, соленоиды, либо малогабаритные электродвигатели, вращающие винт или гайку зажимного устройства. Наиболее широкое применение находят электромагнитные силовые приводы для крепления плоских тонкостенных деталей при плоском шлифовании.

Однако широкого применения они не находят ввиду их сложности и малой надежности в работе.

4.2 Направляющие элементы приспособлений.

К направляющим элементам относятся кондукторные втулки, кондукторные плиты, специальные втулки для направления борштанг при выполнении расточных операций, а также копиры, применяемые в полуавтоматах и автоматах.

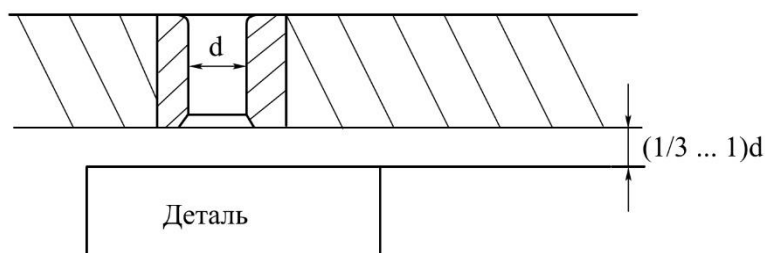
Кондукторные втулки – это наиболее массовая деталь, встречающаяся в приспособлениях. Кондукторные втулки бывают постоянные с буртиком и без него, сменные и быстросменные.



При использовании быстросъемных втулок в приспособлении обязательно запрессовывается направляющая втулка.

Материал втулок – сталь У6-У9 (иногда даже легированная сталь) с последующей закалкой. Втулки средних и крупных размеров изготавливаются из стали 15-20 с последующей цементацией и закалкой.

Твердость кондукторных втулок 60-65 HRC. Наружная поверхность выполняется по 7-8 классам чистоты, внутренняя поверхность 9-10 класса. Кондукторная втулка служит в течении 10-15 тыс. пропусков сверла или 15-20 тыс. пропусков развертки. При размещении втулки в приспособлении следует предусматривать зазор между нижним торцом втулки и поверхности детали от $1/3 d$ до d , где d – диаметр сверла (зенкера). При чем необходимо помнить, что меньший зазор для более хрупких обрабатываемых материалов, большой зазор – для вязких. Основные технические требования к кондукторным втулкам определены ГОСТом.



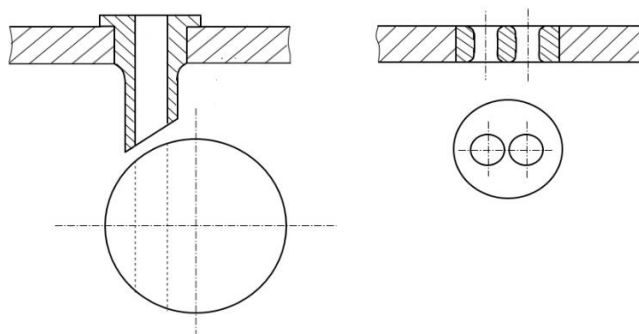
Применение кондукторных втулок позволяет избежать разметки и получать точное их взаимное расположение.

Применение быстросъемных втулок позволяет обеспечить полную обработку отверстия с одного закрепления детали в приспособлении. В этом случае быстросъемные втулки заменяют одновременно со сменной режущего инструмента. Такая обработка позволяет получить отверстие с большой точностью его диаметра и расположению по отношению к базовым поверхностям.

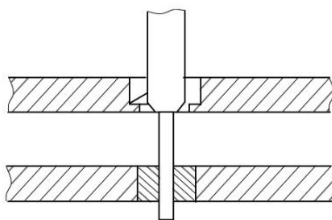
Применение постоянных кондукторных втулок целесообразно, если на приспособлении проводится менее 15 тыс. операций сверления, т.е. для серийного производства. Для массового производства целесообразнее применение сменных кондукторных втулок.

Крепление кондукторных втулок постоянных обеспечивается посадками Г – глухой, или П – прессовой 2го класса. Сменные по посадке Д – движение, от проворачивания чаще всего фиксируются винтом.

Специальные кондукторные втулки применяют для сверления отверстий, наклоненных или криволинейных поверхностях или при сверлении несколько близко расположенных отверстий.



Находят применение кондукторные втулки с расположением позади обрабатываемого отверстия. Такое применение позволяет обеспечить большую жесткость режущего инструмента, так как его опоры расположены в двух точках и не носят консольного характера.



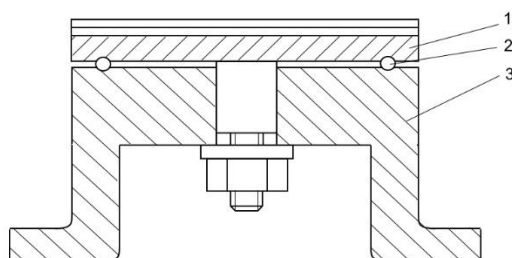
Кондукторные плиты – кондукторы представляют собой чаще всего чугунные плиты толщиной 15-30 мм с установленными на них кондукторными втулками. Бывают неподвижные, накладные, передвижные, опрокидываемые, поворотные и универсальные.

К направляющим элементам относят втулки для направления борштанг. Они обычно постоянные. В целях уменьшения трения диаметр втулки делают больше диаметра штанги на 2-4 мм, а на штанге укрепляют направляющие пластины из перлитного чугуна или фосфористой бронзы.

4.3 Делительные элементы приспособлений.

К этой группе элементов относятся поворотные столы, поворотные устройства и фиксаторы. Поворотные столы с вертикальной осью вращения имеют широкое распространение. Поворотный стол представляет собой простую конструкцию. На неподвижном основании имеется осевое отверстие и беговая дорожка для шариков.

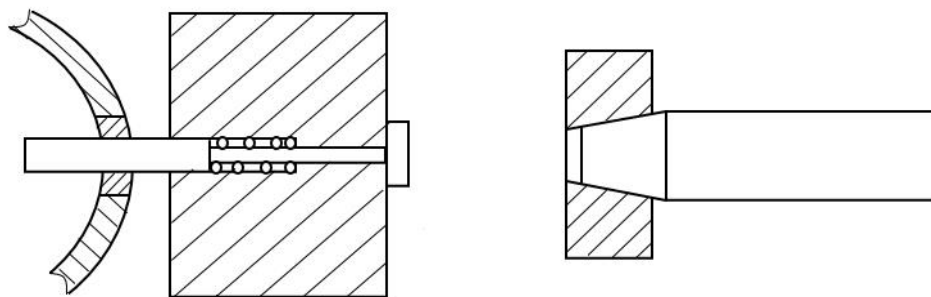
Аналогичная беговая дорожка имеется на поворотной плите. На ней находится также ось вращения и Т – образные пазы для крепления.



- 1 - верхняя плита;
- 2 - шарик;
- 3 - нижняя плита.

Поворотные устройства – барабаны, вращающиеся вокруг горизонтальной оси между двух опор, или консольные поворотные приспособления. Поворотные устройства имеют фиксаторы для точной установки заданного угла поворота. Фиксаторы применяют с цилиндрическим, коническим стержнем или с плоским фиксирующим сухарем с коническим пазом.

Втулки и фиксаторы изготавливают из стали 20, 20Х. Термически они обработаны на твердость 60-65 HRC.



4.4 Корпусы приспособлений.

Наиболее сложной и обычно наиболее дорогой деталью приспособления является его корпус. Они изготавливаются 4мя способами:

- 1) Из специальных отливок для каждого приспособления.
- 2) Сварными из листовой и листовой стали и отдельных стальных деталей.
- 3) Из нормализованных чугунных профильных отливок (плиты, швеллеры, угольники и тд).
- 4) из нормализованных индивидуальных отливок.

Требования, предъявляемые к корпусам:

- 1) Прочность (противостоять усилиям зажима, резания и т.д.).
- 2) Жесткость (деформации не должны влиять на точность).
- 3) Точность установочных поверхностей.

Лучше всего этим требованиям отвечают корпуса, изготовленные из специальных отливок, однако их изготовление требует больших затрат времени и материальных. Сварные обходятся на 30-35% дешевле и время их изготовления значительно меньше. После сварки корпуса во избежание его коробления необходимо производить отжиг.

3 и 4 способы позволяют изготавливать корпуса быстрее, так как такие отливки могут быть запасены заранее. Однако пользуясь такими отливками невозможно изготовить корпуса особо сложной формы. В авторемонтных и автостроительных предприятиях часто используется для изготовления корпусов деталей автомобиля.

4.5 Методика проектирования приспособлений

Решение вопроса о выборе конструкции приспособления является одной из основных частей проектирования технологического процесса обработки детали. От конструкции приспособления во многом зависит производительность операции, процесс обработки детали. Поэтому порядок проектирования приспособлений строго определен.

- 1) Необходимо вычертить обрабатываемую деталь в 3х проекциях в тонких линиях (желательно в масштабе 1:1).
- 2) Нанести важнейшие элементы приспособления (направляющие, инструмент).
- 3) Нанести установочные и опорные детали приспособления.
- 4) Нанести зажимные элементы приспособления.
- 5) Соединить все нанесенные элементы общим корпусом.

б) На заключительном чертеже приспособления дать контрольные размеры, то есть основные размеры, определяющие точность приспособления.

Эти размеры являются исходными при сборке приспособления, его проверке и приемке.

Примечание: при выборе различных вариантов конструкции приспособления необходимо рассчитать экономическую эффективность применения того или другого конструктивного варианта.

7) Произвести расчет на прочность деталей приспособления, подвергающихся наибольшим напряжениям (обычно зажимные устройства).

4.6 Экономическая эффективность приспособлений

Затраты на изготовление приспособления можно подсчитать по формуле:

$$K = M + 3 \left(1 + \frac{H}{100} \right),$$

где K – себестоимость приспособления;

M – стоимость в рублях материалов, нормализованных деталей и приборов;

3 – прямая заработная плата рабочих в рублях;

H – накладные расходы, цеховые и общезаводские в %.

5. Разработка технологических процессов механической обработки

5.1 Исходные данные и последовательность разработки технологических процессов механической обработки.

Разработка ТП механической обработки детали является комплексной задачей, для решения которой в конкретных условиях нужно найти оптимальный вариант превращения заготовки в готовую деталь, обеспечив при этом заданное качество и точность согласно ТУ.

Для разработки ТП необходимы следующие данные и материалы:

- 1) Рабочий чертеж детали и чертеж сборочной единицы, в которую входит деталь.
- 2) Рабочий чертеж заготовки.
- 3) Годовой выпуск деталей.
- 4) Условия осуществления разработанного технологического процесса (действующее производство, перспективный процесс и др.).
- 5) ГОСТы и нормали на режущий и измерительный инструменты.
- 6) Нормали и альбомы приспособлений.
- 7) Типовые процессы изготовления деталей.
- 8) Технологические характеристики оборудования.
- 9) Руководящие материалы, нормативы и справочная литература (по расчету припусков, по выбору режимов резания и др.).

Разработка ТП осуществляется в определенной последовательности.

Начинают с изучения и критического анализа рабочего чертежа детали и сборочного чертежа узла, в который входит деталь (условия ее работы, служебное назначение).

Метод получения заготовки, определяемый материалом детали и годовым выпуском, выбирается технологом заготовительного цеха. Выбор варианта заготовки влияет на выбор варианта технологии механической обработки.

Разработка ТП состоит из 2х стадий:

- 1) составление плана (маршрута) операций;
- 2) разработка операций процесса.

В первой стадии производится разделение процесса на отдельные операции и последовательность их выполнения, степень концентрации операции на основе выбора установочных баз, оборудования приспособлений и др. Разделяя ТП на черновые, чистовые и отделочные операции выявляют наиболее ответственные поверхности, требующие многократной обработки, поверхности, которые целесообразно обрабатывать совместно с другими или допускающие обработку в отдельной операции и т.п. Предусматривается место термической обработки, которая осуществляется с целью:

1) Снятие внутренних напряжений в металле заготовки и улучшения их обрабатываемости.

2) Для получения механических свойств детали, заданных рабочим чертежом.

Первые перед началом механической обработки (нормализация, отжиг, старение).

Вторые обычно перед чистовыми операциями.

Определяют способы окончательной (финишной) обработки, обеспечивающие требуемые точность и шероховатость поверхностей.

Установленный план операций уточняют и подробно осуществляют разработку отдельных операций процесса: выбирают станок, определяют операционные размеры, припуски и допуски, выбирают приспособление и инструмент, режимы обработки и производят нормирование операции. Для черновых – станки неточные, но высокопроизводительные. Для чистовых точные, быстроходные.

Приспособления следует применять универсальные, быстродействующие для массового производства – специальные. Режущий инструмент ГОСТированный и нормализованный и лишь в необходимых случаях – специальный.

Операционные допуски назначают с учетом способа и экономической точности обработки. Контроль размеров - предельными калибрами, активный, статический. Шероховатость – по эталонам и приборам.

Выбор режимов обработки производят по нормативам режима резания с учетом требуемой точности обрабатываемой поверхности. Глубина резания – в зависимости от припуска, подача – от жесткости станка и требуемой шероховатости.

Техпроцесс оформляется в соответствии с ЕСТД – ГОС 3.1102-74 и является законом для производства.

5.2 Типизация технологических процессов (по Демьянику Ф.С.)

1 класс – корпусные детали.

1. Заготовка – отливка из серого ковкого чугуна и цветных металлов.
2. Базирование по основной плоскости и двум отверстиям.
3. Черновая, чистовая обработка поверхностей.
4. Черновое и чистовое растачивание основных отверстий.
5. Обработка наибольших плоскостей, сверление и нарезание резьбы в мелких отверстиях (второстепенные операции).

6. Гидравлическое испытание.
7. Доводка основных плоскостей отверстий.

II класс – круглые стержни (валы).

1. Заготовка из прутка или трубы, штамповка, иногда отливка.
2. Базирование в центрах и на шейках.
3. Черновая и чистовая обточка одной, затем второй стороны (для длинных валов предварительная обточка и шлифование шейки под люнет). Обработка фасонных поверхностей.
4. Обработка второстепенных поверхностей.
5. Термообработка.
6. Шлифование шеек, отверстий.
7. Балансировка.
8. Доводка основных поверхностей.

III класс – полые цилиндры (штулки).

1. Заготовка – отливка, штамповка, из трубы, листа или ленты.
2. Базирование по наружной или внутренней поверхности и торцу.
3. Черновая и чистовая обработки внутренней и наружной поверхностей и торцов с одной, затем с другой стороны.
4. Выполнение второстепенных операций.
5. Окончательная обработка внутренней, наружной поверхностей.
6. Доводка точных размеров.

IV класс – диски.

1. Заготовка – литье, горячая и холодная штамповки, заготовка из прутка или трубы.
2. Базирование по наружной или внутренней поверхности и торцу, затем по выточке или буртику и одному отверстию.
3. Обработка торца и части внутренней и наружной цилиндрической поверхностей с одной, потом с другой стороны начерно и начисто.
4. Обработка с фасонных поверхностей.
5. Выполнение второстепенных операций.
6. Термообработка.
7. Отделка точных торцевых и внутренних поверхностей.
8. Отделка фасонных поверхностей.

V класс – некруглые (рычаги).

1. Заготовка – литье, горячая штамповка, штамповка из листа.
2. Базирование по стержню и головке, затем по отверстию и обработанной поверхности головки.
3. Черновая и чистовая обработки части плоскостей.
4. Сверление, растачивание основных поверхностей.
5. Выполнение второстепенных мелких операций и обработка нерабочего профиля.
6. Отделка основных отверстий и их торцов.

VI класс – крепежные детали.

Точение или высадка на автомате, доделочные операции на резьбонарезных, резьбонакатных, фрезерных и сверлильных станках.

5.3 Технико-экономический анализ вариантов технологического процесса механической обработки.

ТП механической обработки может быть разработан в 2-3 вариантах. Выбор наиболее эффективного производится по технико-экономическому сравнительному анализу. Время, затрачиваемое на выполнение операции, называемое технической нормой времени, служит критерием целесообразности ее построения для конкретных производственных условий.

Техническая норма времени $t_{шт}$ определяется:

$$t_{ум} = t_{ом} + t_{е} + t_{об} + t_{н},$$

где $t_{ом}$ – основное технологическое время;

$t_{е}$ – вспомогательное время;

$t_{об}$ – время организационного обслуживания рабочего места;

$t_{н}$ – время перерывов на отдых естественные надобности рабочего.

Основное технологическое время:

$$t_{ом} = \frac{L_p}{S} i,$$

где L_p – расчётная длина обработки (длина резания, величина резания и перебега инструмента);

S – минутная подача;

i – количество проходов.

Оперативное время:

$$t_{он} = t_{ом} + t_{е},$$

где $t_{н}$ и $t_{об}$ берётся в % от $t_{он}$.

Тогда формула технической нормы времени может быть записана:

$$t_{ум} = (t_{ом} + t_{е}) \cdot \left(1 + \frac{t_{об} + t_{н}}{100} \right).$$

Величина, обратная $t_{шт}$ называется нормой выработки:

$$Q = \frac{1}{t_{ум}}.$$

Сменная норма выработки:

$$Q_{см} = \frac{60t_{см}}{t_{ум}},$$

где $t_{см}$ – продолжительность рабочей смены в часах.

Определив $t_{шт}$ и Q можно сравнивать разные варианты по производительности.

В условиях обработки деталей партиями, когда необходима переналадка оборудования, необходимо учитывать затраты на подготовительно-заключительные работы (знакомство с чертежом, подготовка и наладка оборудования). Норма времени $T_{парт}$ на заданную партию:

$$T_{парт} = t_{ум} n + T_{нз},$$

где n – число деталей в партии;

T_{nz} – не зависит от размера партии.

По технической норме времени можно определить коэффициент основного времени:

$$\eta_o = \frac{t_{om}}{t_{um}}.$$

В серии не менее 0,65.

По этому коэффициенту можно сравнивать варианты аналогичных операций. Нельзя по нему сравнивать различные методы.

Для характеристики процесса изготовления детали в целом, с учетом метода получения заготовки, можно применить коэффициент использования материала:

$$\eta_m = \frac{p}{P},$$

(в массовом – 0,85; в серийном – 0,7; в единичном – 0,6)

где p – вес готовой детали;

P – вес заготовки.

Данные о коэффициенте η_m

Чугунное литье в земляные формы с использование металлических моделей и машинной формовки, корпусных деталей - $\eta_m = 0,8-0,9$; втулок и гильз - $\eta_m = 0,5-0,6$; небольших шкивов и маховиков $\eta_m = 0,7-0,9$; штамповка на молотах рычагов и вилок $\eta_m = 0,8-0,95$; валов с фланцами и ступенчатых валов $\eta_m = 0,7-0,85$; зубчатых колес с обрабатываемым зубом $\eta_m = 0,35-0,55$; гладких валов с центральными отверстиями $\eta_m = 0,35-0,55$.

Показателем правильного выбора оборудования является его загрузка. Коэффициент загрузки:

$$\eta_z = \frac{X_{pc}}{X_{nc}}, \quad (\text{в массовом} - 0,8; \text{в серийном} - 0,65)$$

где X_{pc} – расчётное число станков на операции;

X_{nc} – принятое число станков.

Расчётное число станков определяется:

$$X_{pc} = \frac{t_{um}}{\tau_n},$$

где $\tau_n = \frac{\Phi_{\partial o}}{N}$ – темп работы линии;

$\Phi_{\partial o}$ – годовой фонд времени оборудования;

N – годовой выпуск деталей.

Тогда коэффициент загрузки:

$$\eta_z = \frac{t_{um} \cdot N}{\Phi_{\partial o} X_{nc}}.$$

Коэффициент загрузки линии:

$$\eta_{zn} = \frac{1}{m} \sum_1^{m_o} \eta_z,$$

где m – число станков в линии;

η_{zn} должен быть равен 0,75-0,85.

Важным показателем при сопоставлении вариантов является трудоемкость:

$$T = \sum_1^{m_o} t_{um},$$

где m_o – число операций в ТП.

Характеристикой сопоставляемых вариантов ТП по суммарным затратам живого и овеществленного труда служи себестоимость детали. Для сравнительного анализа можно пользоваться цеховой себестоимостью:

$$C_{ц} = M + P_z + H_{ц},$$

где M – стоимость материала за вычетом суммы, полученной за реализацию отходов;
 P_z – зарплата рабочих-станочников, участвующих в изготовлении данной детали;
 $H_{ц}$ – сумма цеховых накладных расходов.

Зарплату считают по формуле:

$$P_z = \sum_1^{m_o} T_{um} Z_i,$$

где t_{um} – штучное время (разное по операциям);

Z_i – заработная плата за единицу времени (разная по операциям).

Цеховые расходы берут в процентах пропорционально зарплате рабочих-станочников цеха:

$$H_{ц} = \frac{Ц_z}{P_{ц}} \cdot 100,$$

где $Ц_z$ – сумма годовых цеховых расходов;

$P_{ц}$ – годовой фонд зарплаты станочников (производственных рабочих) по цеху.

Себестоимость детали, как основного критерия в совокупности с другими технико-экономическими показателями дает возможность выбрать оптимальный вариант ТП механической обработки.

6. Основы технологии сборки автомобилей

6.1 Сборочные размерные цепи и их расчет

Одноименные детали, поступающие на сборку, имеют действительные размеры, отличающиеся друг от друга, хотя они находятся в пределах допуска. Размеры деталей в изделии взаимосвязаны с друг другом и взаимозависимы. Изменение размера одной детали вызывает изменение положения другой или нескольких деталей. Взаимосвязь или взаимозависимость размеров деталей в агрегатах или в автомобиле может быть выявлена при помощи сборочной размерной цепи.

Сборочной размерной цепью называют замкнутую цепь взаимосвязанных размеров, влияющих на относительное положение поверхностей или осей одной или нескольких деталей. Размерная цепь состоит из составляющих и замыкающего звеньев.

Составляющее звено – размер, определяющий размер между поверхностями или их угловое расположение изменение которого вызывает изменение величины замыкающего звена.

Замыкающее звено – последнее звено в размерной цепи, соединяющее поверхности или оси деталей, положение которых нужно обеспечить или измерить.

Замыкающее звено – одно, составляющих несколько. Составляющие обозначаются A_1, A_2 и т.д., замыкающие A_{Δ} или A_{Σ} .

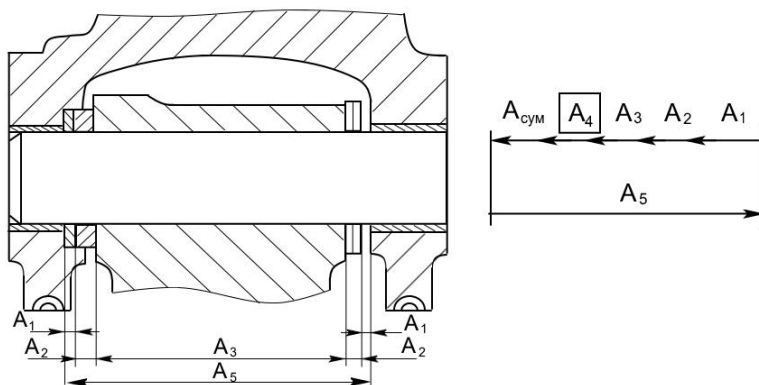
По характеру воздействия составляющие звенья делятся на увеличивающие – увеличивают замыкающее звено, и на уменьшающие – уменьшают замыкающее звено. На схеме размерной цепи увеличивающие звенья обозначают стрелкой, направленной вправо, уменьшающие – влево.

Некоторые сборочные размерные цепи содержат компенсирующее звено, используемое для поглощения ошибок, а также компенсации изменения размеров составляющих звеньев с целью уменьшения погрешности замыкающего звена. Для отличия компенсирующее звено обозначают A

По расположению звеньев различают линейные, плоские и пространственные сборочные размерные цепи.

При производстве и ремонте автомобилей определяют размер и допуск замыкающего (компенсирующего) звена. Решение указанных задач осуществляется двумя методами: расчетом на максимум и минимум и теоретико-вероятностным расчетом.

Рассмотрим пример определения компенсирующего звена (комплекта регулировочных шайб) шкворневого соединения автомобиля ЗИЛ-130.



$A_1 = 5_{-0,08}$ мм – шайба опорного подшипника;

$A_2 = 11,5_{-0,07}$ мм – кольцо опорного подшипника;

$A_3 = 93_{-0,14}$ мм – бобышка передней оси;

A_4 – комплект регулировочных шайб;

$A_5 = 111,5_{-0,46}$ мм – поворотная цапфа;

$A_{\Sigma} = 0, -0,25$ мм – осевой зазор между регулировочной шайбой и кулаком.

Определим наибольший и наименьший размеры компенсирующего звена при $A_{\Sigma}=0$

$$A_4^{\max} = A_5^{\max} - (A_1^{\min} + A_2^{\min} + A_3^{\min}) = 111,5 - (4,92 + 11,43 + 92,86) = 2,29 \text{ мм};$$

$$A_4^{\min} = A_5^{\min} - (A_1^{\max} + A_2^{\max} + A_3^{\max}) = 111,04 - (5 + 11,5 + 93) = 1,54 \text{ мм}.$$

Величину постоянно шайбы принимаем равной 1,5 мм. Исходя из того, что толщина добавочной шайбы S должна быть равна или меньше поля допуска замыкающего звена – осевого зазора δ_{Σ} , т.е. $S \leq \delta_{\Sigma}$ ($\delta_{\Sigma}=0,25$ мм) принимаем толщину добавочных шайб равной 0,25 мм.

Требуемое количество шайб толщиной 0,25 мм:

$$n = \frac{2,29 - 1,5}{0,25} \approx 3.$$

Способы обеспечения заданной точности замыкающего звена

Требуемая точность замыкающего звена может быть обеспечена следующими 5 методами: полной взаимозаменяемости, неполной (частичной) взаимозаменяемости, групповой взаимозаменяемости или селективного подбора, пригонки и регулирования.

При сборке по методу полной взаимозаменяемости точность замыкающего звена обеспечивается у всех собираемых изделий без какого-либо выбора, подбора или изменения составляющих звеньев.

Детали изготавливают с такой точностью, которая во всех случаях без исключения обеспечивает заданную точность сопряжения. В этом случае допуск замыкающего звена δ_{Σ} равен сумме допусков составляющих:

$$\delta_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{n-1} |\delta_i|, \quad \delta_{cp} = \frac{\delta_{\Sigma}}{n-1}.$$

Чем выше точность замыкающего звена и больше звеньев n в размерной цепи, тем меньше допуск составляющих звеньев и тем дороже изготовление. Ограничивается стоимостью.

При сборке по методу неполной взаимозаменяемости, точность замыкающего звена без какого-либо выбора и изменения величин составляющих звеньев достигается не во всех случаях. При этом методе могут быть расширены поля допусков на отдельные составляющие размерной цепи или на все, но может быть выпадение за пределы допуска замыкающего звена.

Этот метод дешевле. При методе неполной взаимозаменяемости величина допуска замыкающего звена должна удовлетворять условию:

$$\delta_{\Sigma} = t \sqrt{\lambda_1 \delta_1^2 + \lambda_2 \delta_2^2 + \dots + \lambda_n \delta_n^2};$$

$$\delta_{cp} = \frac{\delta_{\Sigma}}{t \sqrt{\lambda_{cp} (n-1)}},$$

где t – коэффициент риска, характеризующий процент выхода значений замыкающего звена за пределы установленного допуска;

λ – коэффициент, характеризующий выбираемый теоретический закон рассеивания
 $\lambda = 1/3 - 1/9$;

Задаваясь процентом риска t можно определить по шкале

процент риска –	32	10	4,5	1,0	0,27	0,1	0,01
t –	1,0	1,65	2,0	2,75	3,00	3,29	3,89

Для обеспечения повышенной точности допуска посадки прибегают к методу групповой взаимозаменяемости или селективного подбора.

Допуск замыкающего звена при этом методе сборки

$$\delta_{\Sigma} = \frac{\delta_e + \delta_o}{m},$$

где δ_e и δ_o – производственные допуски на вал и отверстие;

m – число размерных групп.

При сборке по методу пригонки требуемая точность обеспечивается изменением величины выбранного составляющего звена (компенсирующего) путем удаления с него необходимого слоя металла. Все остальные составляющие изготавливаются с точностью, выбранной из условий экономичности их изготовления.

$$\delta_k = \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i - \delta_{\Sigma}$$

Более экономична требуемая точность замыкающего звена достигается методом регулировки, путем изменения величины выбранного составляющего (компенсирующего) звена без снятия с него слоя металла. Величину компенсирующего звена изменяют 2 способами – поворотом или передвижением вдоль оси на величину погрешности (подвижный компенсатор, регулировочные болты) и введением в размерную цепь специальной детали требуемого размера (неподвижный компенсатор) – набор прокладок.

Организационные методы сборки

Применяют следующие организационные формы сборки узлов и машин: стационарную, осуществляемую без пооперационного расчленения сборочного процесса и при неподвижном собираемом объекте и поточную, характеризующуюся расчленением технологического процесса на операции и осуществляемую как при неподвижном собираемом объекте, так и с перемещением собираемого объекта.

Выбор формы зависит от программы. В автостроении применяется поточный метод. Рассказать о конвейерах непрерывных и периодических.

Разработка и оценка эффективности технологического процесса сборки

Для разработки техпроцесса сборки надо знать:

1. Описание служебного назначения изделия и технические условия на приемки его.
2. Сборочные чертежи изделия и сборочных единиц.
3. Данные о готовом выпуске изделий.

Возможны 2 варианта:

1. Осуществление сборки на вновь проектируемом заводе.
2. На действующем предприятии.

На основании изучения необходимых данных составляется технологическая схема сборки и сборки сборочных единиц.

Технологическая схема упрощает разработку процесса сборки.

При поточной сборке действительный темп сборки равен

$$\tau_{\partial} = \frac{t_{см} - t_{обсл} - t_{пер}}{N_{см}}, \text{ мин},$$

где $t_{см}$ – длительность рабочей смены;

$t_{обсл}$ – потери на обслуживание рабочих мест;

$t_{пер}$ – потери на перерывы для отдыха;

$N_{см}$ – заданный сменный выпуск в шт.

Время на перемещение собираемого объекта

$$t_n = \frac{l}{v}, \text{ мин},$$

где l – длина сборочного рабочего места, м;

v – скорость перемещения, м/мин.

Для конвейеров $v = 3-5$ м/мин;

Периодического действия $v = 15-20$ м/мин.

Скорость непрерывно движущегося конвейера

$$v_k = \frac{l}{\tau_o}, \text{ м/мин}.$$

Практически $v_k = 0,25-3,5$ м/мин

Длительность поточной сборки

$$t_{nc} = n_{pm} \cdot \tau_{\partial}, \text{ мин},$$

где n_{pm} – число рабочих мест на сборочной линии.

Разработанный техпроцесс должен быть эффективным для заданных условий.

Оценку производят по следующим показателям:

1. Коэффициент загрузки рабочего места поточной линии

$$K_{pm} = \frac{t_{шт}}{\tau_{\partial} m},$$

где $t_{шт}$ – штучное время сборочной операции;

m – количество рабочих на посту.

2. Средний коэффициент загрузки сборочной линии

$$K_{сл} = \frac{1}{n_{pm}} \sum_{pm}^{n_{pm}} K_{pm}$$

3. Коэффициент трудоёмкости сборочного процесса

$$\mathfrak{Z}_{сб} = \frac{t_{сб}}{\sum t_{\partial}},$$

где $t_{сб}$ – трудоёмкость процесса сборки;

$\sum t_{\partial}$ – суммарная трудоёмкость техпроцессов изготовления деталей, входящих в изделие.

Обычно $\mathfrak{F}_{сб} = 0,1 - 0,4$.

7. Основы восстановления деталей. Основные понятия и положения.

7.1 Надежность автомобилей и причины ее снижения в процессе эксплуатации.

Работоспособность автомобиля в большей мере зависит от надежности его агрегатов, узлов и деталей. Надежность одинаково важна, как для автомобиля нового, впервые вступившего в эксплуатацию, так и для капитально отремонтированного. Повышению надежности различных машин и оборудования в нашей стране придается большое значение. Возникла и успешно развивается новая наука – теория надежности, рассматривающая закономерности возникновения отказов различных технических устройств.

Рассмотрим основные определения надежности в технике, пользуясь терминологией, установленной ГОСТ 13377-67.

Надежностью называется свойство изделия (автомобиля, его агрегатов и узлов) выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени или требуемой наработки. Надежность автомобиля обуславливается его безотказностью, ремонтпригодностью, сохраняемостью, а также долговечностью его частей. Следовательно, надежным подлежит считать автомобиль не имеющий отказов по тем или иным неисправностям, приводящим к его неработоспособности, но и автомобиль, эксплуатационные качества которого (топливная экономичность, динамичность и др.) находятся на должном уровне.

Надежность автомобиля определяется совершенством его конструкции и технологией изготовления и во многом зависит от условий эксплуатации. Надежность капитально отремонтированного автомобиля по преимуществу зависит от качества ремонта и условий эксплуатации.

Работоспособность – состояние автомобиля, при котором он способен выполнять заданные функции с параметрами, установленными требованиями технической документации.

Безотказность – свойство автомобиля сохранять работоспособность в течение некоторой наработки без вынужденных перерывов.

Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособности.

Наработка – продолжительность или объем работы автомобиля, измеряемые в километрах пробега или в часах работы агрегата, узла.

Долговечность – свойство автомобиля, агрегата, узла, сопряжения сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонтов. Предельное состояние изделия определяется невозможностью его дальнейшей эксплуатации, либо снижением эффективности, или требованиями безотказности и оговариваются в технической документации. Показателями долговечности могут служить ресурс, срок службы.

Ремонтопригодность – свойство автомобиля (агрегата, узла), заключающееся в его приспособленности к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и неисправностей путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

Сохраняемость – свойство автомобиля сохранять обусловленные эксплуатационные показатели в течение и после срока хранения и транспортирования, установленного в технической документации.

Ресурс – наработка автомобиля (агрегата, узла) до предельного состояния, оговоренного в технической документации. В отношении автомобиля и его агрегатов можно различать ресурс до первого капитального ремонта, межремонтный и средний ресурсы.

Срок службы – календарная продолжительность эксплуатации автомобиля (агрегата, узла, детали) до момента возникновения предельного состояния, оговоренного в технической документации, или до списания. Различают срок службы до первого капитального ремонта, средний срок службы, срок службы до списания.

Наработка на отказ – среднее значение наработки ремонтируемого агрегата, узла, автомобиля между отказами.

Безотказность автомобиля (агрегатов, узлов деталей), принадлежащих к числу ремонтируемых изделий, характеризуется вероятностью безотказной работой, наработкой на отказ.

Вероятность безотказной работы – вероятность того, что в заданном интервале времени или в пределах заданной наработки не возникает отказ изделия.

В практических условиях оценка надежности автомобилей производится при помощи коэффициентов технического использования и коэффициентов готовности.

Под коэффициентом технического использования ($K_{И}$) понимается отношение суммарной наработки (t_p) автомобиля на отказ за принятый период эксплуатации к сумме времени наработки на техническое обслуживание (t_o) и ремонт ($t_{рем}$) за тот же период эксплуатации:

$$K_{И} = \frac{t_p}{t_p + t_o + t_{рем}}.$$

Коэффициент технической готовности, представляющий вероятность нахождения автомобиля в произвольный момент времени в состоянии готовности, то есть в исправном состоянии:

$$K_{Г} = \frac{t_p}{t_p + t_{рем}},$$

где t_p – среднее время, безотказной работы за определённый период эксплуатации;

$t_{рем}$ – среднее время, затраченное на ремонт за тот же период эксплуатации.

Надежность автомобилей определяется как частичными мелкими, текущими отказами, так и полными, постоянными возникающими из-за износа деталей. Устранение частичных мелких отказов производится в процессе ТО и является одним из элементов нормальной эксплуатации автомобиля. Мелкие, текущие отказы, не оказывают существенного влияния на работоспособность автомобилей.

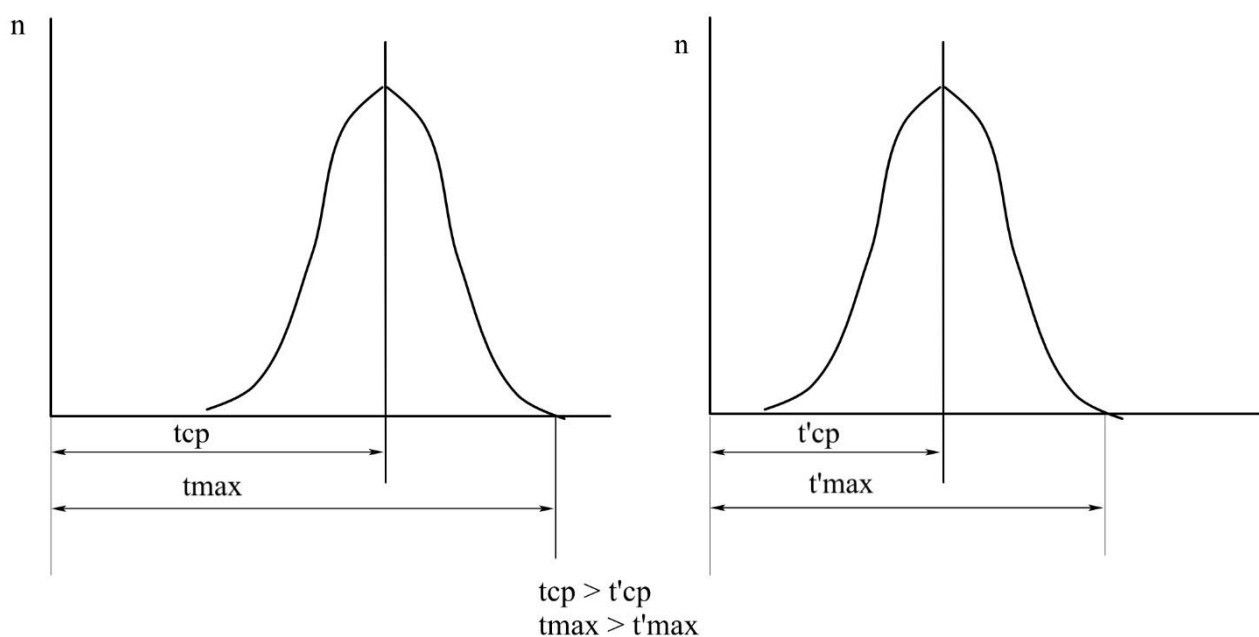
Полные отказы, возникающие в результате длительной работы автомобиля из-за износа базовых деталей, коленчатых и распределительных валов, шестерен коробок передач и задних мостов, поворотных цапф, валов сошек руля и др., а также старения и значительных неисправностей кузова, приводят к неработоспособности автомобиля и вызывают необходимость проведения капитального ремонта его или отдельно агрегатов.

Первые новых автомобилей, вступивших в эксплуатацию, характеризуют качество их конструкции и технологии производства. Все последующие отказы после проведения ТО и ТР до момента поступления автомобиля или агрегатов в капитальный ремонт позволяют судить о качестве технического обслуживания и текущих ремонтов.

Автомобилям, прошедшим капитальный ремонт, возвращается вновь работоспособность с надежностью, несколько отличной, от надежности новых автомобилей.

В процессе капитального ремонта сборка автомобилей производится из деталей, восстановленных разными способами, деталей с допустимым износом, имеющих различную остаточную долговечность и новых из числа запасных частей.

Таким образом, капитально отремонтированный автомобиль состоит из большого числа неравноизносостойких деталей, отличающихся различной работоспособностью и долговечностью.



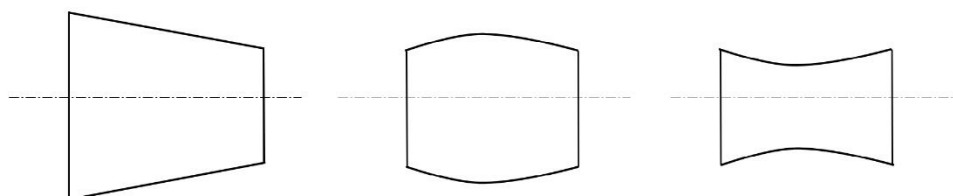
Очевидно, что для повышения надежности автомобилей и их агрегатов и узлов, отдельно ремонтируемых, необходимо не допускать их сборки без предварительного подбора и комплектования деталей, восстановление же деталей вести наиболее рациональными способами.

7.2 Износы деталей

Основной причиной снижения срока службы автомобилей являются износы деталей. В процессе эксплуатации автомобиля первоначальные качества деталей, обусловленные чертежами и ТУ, изменяются вследствие износа деталей или появления различного рода дефектов.

Износ деталей происходит под действием сил трения, усталостности поверхностных слоев металла, нагрузок, превосходящих расчетные и вызывающих наружные жесткости или взаимного положения деталей в сопряжении, узле.

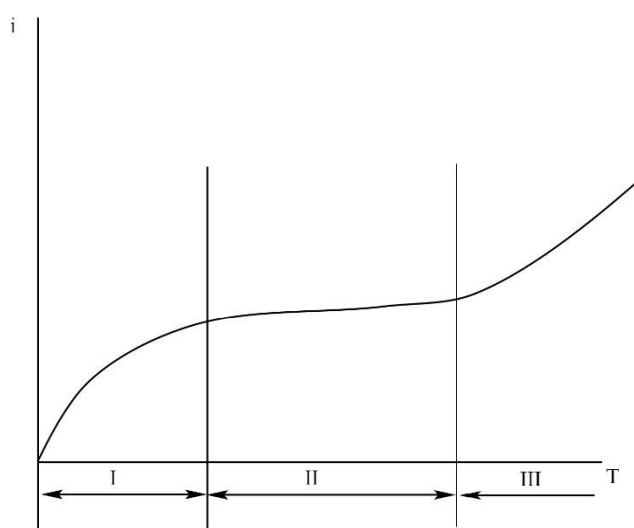
Износ проявляется в изменении качества поверхности, геометрических размеров и формы деталей. На рабочих поверхностях появляются риски и царапины, геометрическая форма из цилиндрической может переходить в овальную, по длине деталей появляются дефекты в виде конусности, бочкообразности и корсетности.



Свойства поверхностных слоев деталей также изменяются. В некоторых случаях поверхностная твердость детали уменьшается в процессе износа (закаленных, цементированных и т.п.), а иногда твердость растет вследствие наклепа, вызывая при перенаклепе постоянное повышение хрупкости поверхностного слоя, ускоряющей износ.

Изменение геометрических размеров и формы деталей приводит к нарушению характера заданных сопряжений посадки. Износ деталей подвижных сопряжений проявляется в виде увеличения зазоров, которые растут от начальных до предельно допустимых, вызывая появления шумов и стуков.

Протекание износа во времени обычно изображается кривой:



Износ на участке I характеризует начальную работу сопряжения – период приработки его сопряженных деталей.

Величины и степень интенсивности износа приработки зависит от качества поверхностей деталей: чем лучше обработаны и пригнаны трущиеся поверхности деталей в соответствии с условиями работы сопряжения, тем меньше их износ.

Участок II выражает нормальную работу сопряжения. Износ на этом участке имеет постоянно нарастание и зависит от продолжительности работы сопряжения, выражаемой в километрах пробега автомобиля.

Участок III – область интенсивного нарастания износа, когда зазоры в сопряжениях резко увеличиваются. Работа сопряжений при этом сопровождается появлением разного рода шумов и стуков.

Переход от участка II к участку III выражает предельные величины износа, при котором детали сопряжения подлежат восстановлению.

Поскольку работа сопряжений автомобиля сопровождается силами трения, возникающими при взаимном перемещении деталей, устранить износ полностью не представляется возможным. Поэтому износ называется естественным износом.

Интенсивность нарастания износа, большая или меньшая его величина, зависит от многих факторов: конструкции, качества материала деталей, механической и термической обработок, сборки и регулировки, качества топлива и смазки, своевременности и полноты ТО, условий эксплуатации и др.

7.3 Виды износа

Процесс изнашивания деталей машин сопровождается сложными физико-химическими явлениями и многообразием влияющем на него факторов.

По классификации Б.И. Костецкого, ведущими видами износа являются: износ схватыванием, окислительный, тепловой, абразивный и осповидный. Ведущий износ сопровождается другими, сопутствующими видами его.

Износ схватыванием возникает при отсутствии смазки и защитной пленки окислов при трении с малыми скоростями (1 м/с) для стали и удельными давлениями, превышающими предел текучести металла в местах действительного контакта.

Износ схватыванием возникает в результате большой пластической деформации поверхностных слоев металла и образованием металлических связей между контактными участками поверхностей. Износ схватыванием сопровождается наиболее высокими коэффициентами трения и наибольшей интенсивностью изнашивания.

Окислительный износ характеризуется протеканием одновременно двух процессов: пластической деформации микроплоских объемов металла поверхностных слоев детали и диффузии кислорода в деформируемые слои. Процесс диффузии и пластической деформации взаимно усиливают друг друга. Мягкие стали более подвержены окислению и пластическому деформированию, чем твердые и поэтому являются менее износостойкими. При трении скольжения окислительный износ является ведущим. Окислительному износу подвержены шейки коленчатых валов, цилиндры, поршневые пальцы и др. детали.

Тепловой износ проявляется под воздействием теплоты, возникающей в результате трения деталей при больших скоростях скольжения и больших удельных давлениях.

Поверхностные слои детали нагреваются до высоких температур, что влечет своеобразную термическую обработку поверхностных слоев детали, в результате чего резко снижается прочность металла.

Наряду с этим высокая температура поверхностных слоев способствует их размягчению, контактному схватыванию, смятию и налипанию и в конечном счете разрушению трущихся поверхностей деталей.

Тепловой износ проявляется на кулачках распределительных валов, тарелках толкателей, рабочих поверхностях цилиндров, шейках коленчатых валов, зубьях шестерен.

Абразивный износ характерен наличием микропластических деформаций и срезанием металла поверхностных слоев трущихся деталей твердыми абразивными частицами, находящимися между поверхностями трения. Изменение размеров деталей при абразивном износе зависит от ряда факторов: материала и механических свойств деталей, режущих свойств абразивных частиц, удельного давления и скорости скольжения при трении.

Абразивный износ широко распространен при трении деталей машин, особенно работающих в абразивной среде (детали шасси автомобиля).

Осповидный износ возникает при трении качения и наиболее отчетливо проявляется на рабочих поверхностях подшипников качения и зубьях шестерен. При осповидном износе трущихся деталей возникают микропластические деформации сжатия. Повторно-переменные нагрузки, превышающие предел текучести металла при трении-качения, вызывают усталостные явления, разрушающие поверхностные слои. Разрушение поверхностных слоев происходит вследствие возникших микро- и макроскопических трещин, которые по мере работы развиваются в одиночные и групповые осповидные углубления и впадины.

Наиболее хорошие результаты изучения износов деталей автомобиля дает микрометрирование. Однако этот процесс трудоемок и требует больших простоев автомобиля.

8. Разборочно-мочные процессы при ремонте автомобилей.

8.1 Условия на приемку автомобилей и их агрегатов в капитальный ремонт.

Автомобили и их агрегаты, поступающие в капремонт должны быть комплектными, ГОСТ 18505-73 устанавливает следующую комплектность автомобилей и их составных частей, сдаваемых в капремонт и выпускаемых из капитального ремонта: для автомобилей тягачей, грузопассажирских и пассажирских автомобилей – 1; для грузовых специализированных и специальных автомобилей – 1 и 2; для силовых агрегатов в сборе – 1; для дизельных двигателей – 1; для карбюраторных выпуска до 1.1.1976 года – 1 и 2; а выпуска после 1.1.1976 – 1.

Автомобиль принимают в ремонт при наличии наряда на ремонт установленной формы, выданного вышестоящей организацией; справки или акта о техническом состоянии автомобиля установленной формы; паспорта установленной формы – только для ранее капитально отремонтированных автомобилей и двигателей; технического паспорта автомобиля; паспорта и карточки на баллоны – только для газобаллонных автомобилей, сдаваемых с газобаллонной аппаратурой.

Агрегаты принимают в капитальный ремонт при наличии следующих документов: наряда на ремонт; справки об их техническом состоянии; паспорта – только для ранее капитально отремонтированных двигателей.

Неисправности автомобилей и агрегатов должны быть следствием нормальной эксплуатации и естественного износа деталей.

Автомобили и агрегаты должны быть тщательно вымыты и очищены от грязи, у агрегатов, приходящих отдельно не должно быть жидкой смазки.

Осмотр и приемка автомобилей и агрегатов осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 18506-73.

Автомобили и агрегаты принимают в капитальный ремонт на основании заключения приемщика автотранспортного предприятия по результатам наружного осмотра; испытаний пробегом до 3 км (только для автомобилей), испытаний на контрольно-испытательных стендах или с применением других средств объективного контроля и диагностики; разборки в необходимом объеме для контроля технического состояния составных частей.

В автомобиле и агрегатах не должно быть деталей, отремонтированных способами, исключающими возможность их последующего использования или ремонта.

В капитальный ремонт не принимают грузовые автомобили, если кабина и рама подлежат списанию; автобусы и легковые автомобили если кузов подлежит списанию; агрегаты, если их базовые детали подлежат списанию.

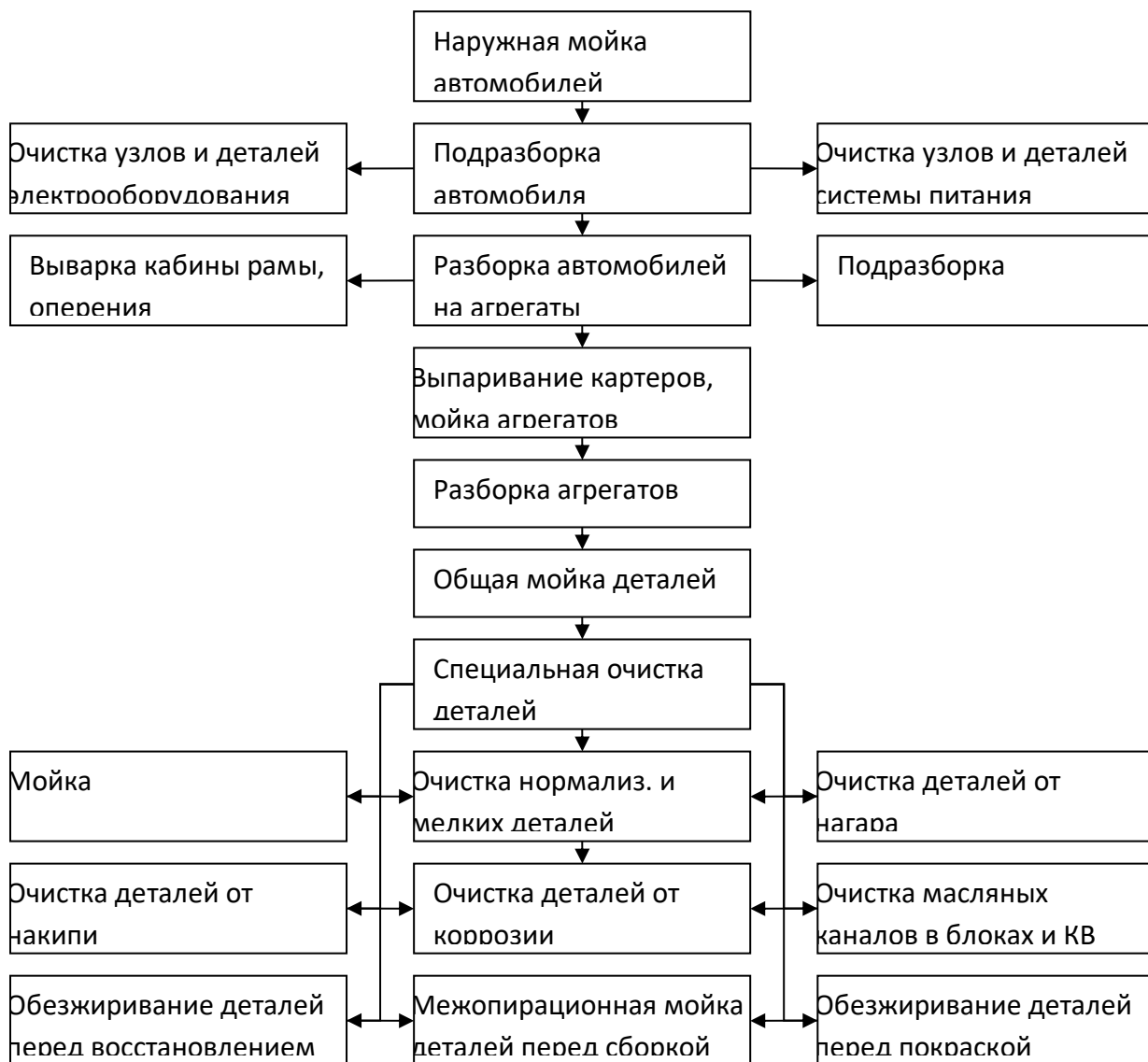
После приемки автомобиля или агрегата в капитальный ремонт оформляют приемосдаточный акт по установленной форме в 2х экземплярах. Акт подписывается представителями авторемонтного предприятия и заказчика, и выдается один – заказчику, а второй остается в авторемонтном предприятии.

Принятые автомобили и агрегаты направляют на склад ремонтного фонда или непосредственно в ремонт.

8.2 Необходимость разборки всех соединений автомобиля.

Разборочно-моечные процессы в авторемонтном производстве играют большую роль в обеспечении высокого качества и экономической эффективности ремонта автомобилей. Разборка автомобиля и последующая очистка и мойка деталей от всевозможных загрязнений являются своеобразной заготовкой деталей в авторемонтном производстве для сборочного и восстановительных участков (цехов). Поэтому от качества разборочно-моечных работ зависит сохранность деталей и доля их готовности для повторного использования (детали с допустимым износом) и восстановления. Установление же долей годности и восстановления в большой мере зависит от чистоты деталей. По исследованиям И.Н. Маелова за счет совершенствования разборочно-моечных работ доля повторного использования деталей может быть увеличена на 15-20% для подшипников, на 5-45% для кронштейнов, на 25-45% для нормалей.

8.3 Технологический процесс разборки автомобилей



8.4 Виды отложений на деталях

В процессе эксплуатации автомобилей агрегаты, узлы и детали подвергаются различным загрязнениям отрицательно влияющим на долговечность деталей.

Ухудшение работы двигателей происходит из-за различных углеродистых отложений на деталях двигателя в процессе его работы. Этими отложениями являются: нагар, лаковые отложения и осадки.

Нагар – твердые углеродистые вещества, откладывающиеся на стенках камеры сгорания, на днище поршня, на выпускных клапанах, впускных коллекторах, свечах. Отличаясь низкой теплопроводностью, нагар вызывает перегрев двигателя, снижение его мощности, повышенный износ деталей из-за абразивного действия своих частиц.

Лаковые отложения – углеродистые вещества, напоминающие по виду лаковые покрытия, откладываются в виде тонкого слоя на поршне в зоне расположения колец на юбке поршня и шатунах. Лаковые отложения являются одной из причин пригорания поршневых колец.

Осадки – мазеобразные сгустки, часто называемые смолистыми отложениями, состоящие из продуктов физико-химического изменения топлива и масла, а также

механических примесей продуктов износа и пыли. Осадки откладываются на стенках картера двигателя, фильтрах, маслопроводах, масляных баках и других деталях. Вредное действие осадков проявляется в загрязнении свежего масла, заливаемого в картер двигателя, засорении маслопроводов и др.

Накипь – твердые отложения, образующиеся на внутренних стенках рубашки блока и патрубках радиатора в результате использования воды для охлаждения двигателя с малорастворимыми в воде слоями магния и кальция и механических примесей. Накипь приводит к перегреву примесей, ухудшению условий смазки и, следовательно, повышенному изнашиванию деталей.

Металлические поверхности деталей подвергаются коррозии. К числу загрязнений, подлежащих удалению, относится и старая краска, а также различные технологические загрязнения деталей в процессе их восстановления и хранения.

8.5 Моющие растворы и рекомендации по их использованию при обезжиривании, удалении накипи, нагара и старой краски.

Наибольшее распространение для мойки и очистки объектов ремонта получили жидки моющие растворы и смешанные (воздушно-твердые, жидкостно-твердые) среды.

К моющим растворам предъявляются следующие требования: высокая моющая способность по отношению к различным видам загрязнений (эмульгирование масляных и диспергирование твердых загрязнений) пассивность к металлам, резине, пластмассам и другим материалам; универсальность по назначению; нетоксичность по отношению к живым организмам; долговечность и устойчивость в работе, низкая стоимость; небольшой расход на единицу очищаемой поверхности; возможность нейтрализации перед сбросом в канализацию; несложность регенерации и корректирования; недефицитность использованных компонентов; допустимый уровень пенообразования.

Растворы бывают щелочные, кислые и нейтральные, а по составу – одно- и многокомпонентные.

Широкое распространение в автомобильном производстве получили щелочные растворы, особенно на основе каустической соды NaOH.

Для улучшения смачиваемости и повышения эмульгирующей и диспергирующей способностей растворов, в них вводят добавки поверхностно-активных веществ ПАВ (мыло, ОП-7, ОП-10 и др.).

К числу новых моющих средств, представляющих собой смесь синтетических ПАВ с неорганическими щелочными солями относятся: «Лабомид - 101», «Лабомид - 102» и «Лабомид - 203».

Накипь удаляют прокачиванием до 60-80°C раствора тринатрийфосфата из расчета примерно 3-5 кг на 1 м³ воды. После удаления накипи рубашки блока промывают чистой водой.

Применяются 8-10% раствор соляной кислоты для предохранения деталей от коррозии в качестве ингибитора в раствор добавляют 3-4 грамма уротропина на 1 л. Раствор подогревается до 50-60°C, продолжительность промывки 50-70 мин. После обработки накипи раствором необходима промывка чистой водой с добавлением хромпина.

Для удаления нагара, накипи, и продуктов коррозии, применяют химико-термическую очистку в расплавах солей и щелочей температура 400-420°C с выдержкой деталей в течение 10-15 минут.

Затем детали вынимают и после охлаждения на воздухе 120-150 °С промывают струей горячей воды, во избежание коррозии погружают в керосин с минеральным маслом (1-2%).

Очистка поверхности от старой краски может быть произведена различными способами: химическими, механическим и горячим.

Лучший – химический. Старая краска под воздействием смывок разбухает и размягчается по истечении 15-20 мин, после чего легко удаляется скребками и шпателем.

Для удаления пентафталевых, глифталевых и др. эмалей применяют смывку АФТ-1 и для нитроэмалей – СД.

Перед окраской, пайкой, нанесением гальванических покрытий применяют кислотные растворы, в их состав входят вода, органические и неорганические кислоты, ингибиторы коррозии, соли металлов. Из органических кислот чаще всего используется щавелевая, олеиновая и уксусная; из неорганических – соляная, серная, азотная и ортофосфорная. Содержание кислот в растворах колеблется от 2 до 25%.

9. Восстановление изношенных и поврежденных деталей

9.1 Восстановление деталей металлизацией

Сущность процесса металлизации. Преимущества и недостатки процесса металлизации.

Процесс металлизации осуществляется путем расплавления и распыления на заранее подготовленную поверхность. Соединение покрытия с основанием проходит за счет механических и молекулярных связей. Металлизацию применяют для восстановления изношенных поверхностей деталей плоской, цилиндрической формы, а также корпусных деталей, для повышения жаростойкости, коррозионной стойкости (покрытие алюминиевым и цинком) и для декоративных целей.

Преимущества металлизации:

1. Получение покрытий от 0,03 и более.
2. Не вызывает перегрева деталей.
3. Высокая производительность и экономичность процесса.
4. Металлизации подвергаются практически все материалы.
5. Высокая износостойкость при жидкостном и полусухом трении.
6. Получение псевдосплавов практически любого состава.

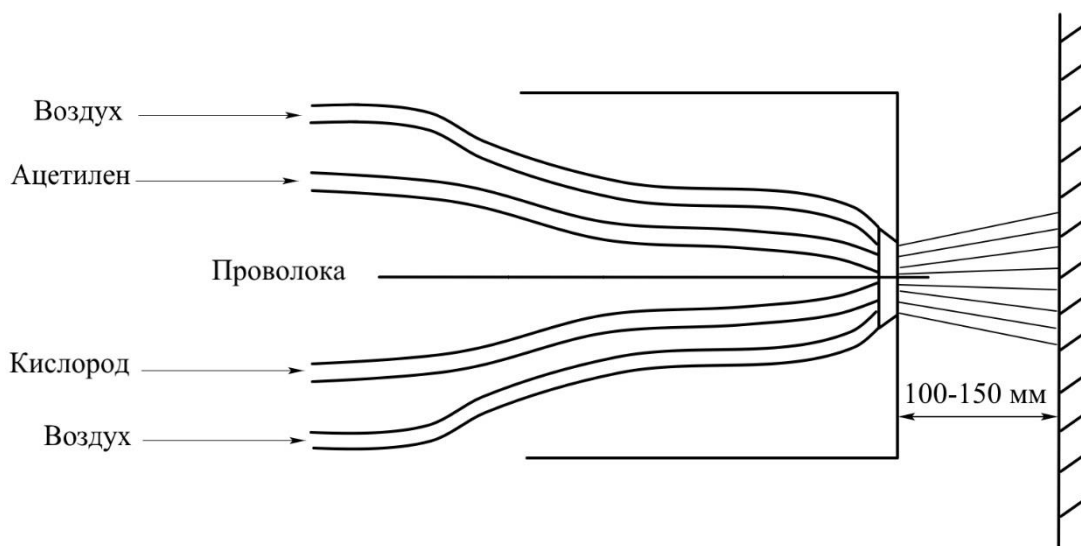
Недостатки металлизации:

1. Недостаточно высокая прочность сцепления покрытия с металлом восстанавливаемой детали.
2. Значительная пористость.
3. Небольшая механическая прочность и хрупкость покрытия.

Виды металлизации (газовая, электрическая дуговая и высокочастотная, плазменно-дуговая), режимы металлизации и необходимое оборудование.

В зависимости от способа расплавления металла, металлизацию подразделяют на газовую, электрическую и плазменно-дуговую.

Газовая металлизация подразделяется на металлизацию с применением дутьевого газа и без его применения



Наибольшее распространение получила металлизация с применением дутьевого газа (воздух, инертный газ). Расплавление осуществляется теплом от сгорания ацетилена или природного газа с кислородом. Дутьевой газ размельчает и переносит частицы на восстанавливаемую деталь.

Режим газовой металлизации для восстановления поверхности деталей следующий:

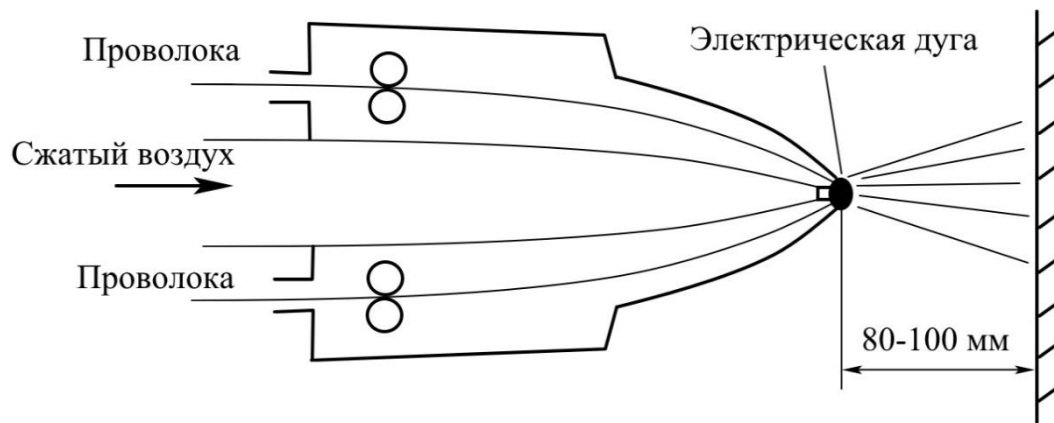
- давление дутьевого газа – 3-5 кг/см²;
- расход дутьевого газа – 0,6-0,8 м³/мин;
- давление ацетилена 0,04-0,6 кг/см²;
- расход ацетилена 240-850 л/ч;
- давление кислорода 2-7 кг/см²;
- расход кислорода 600-2100 л/ч;
- диаметр проволоки 1,2-3 мм;
- скорость подачи проволоки 4,5-6 м/мин;
- производительность 1-10 кг/ч;
- коэффициент использования проволоки $\geq 0,8$.

Покрытие получается высокого качества. Выгорание легирующих элементов мало, а включение окислов не превышает 3% от всего объема покрытия. Недостаток – относительно высокая стоимость покрытия. При использовании природного газа дешевле.

Применяемые газовые металлизаторы: ГИМ-1, ГИМ-2, МГМ-1-57.

Электрическая металлизация подразделяется на 2 вида: электродуговую и высокочастотную. Электрическая металлизация характеризуется высокой производительностью и экономичностью. Основной недостаток – значительное выгорание легирующих элементов, углерода, окисление наращиваемого металла и большие потери металла при плавлении.

Высокочастотная металлизация основным преимуществом по сравнению с дуговой имеет значительный меньший угар химических элементов, так, например, углерода выгорает в 4-6 раз меньше.

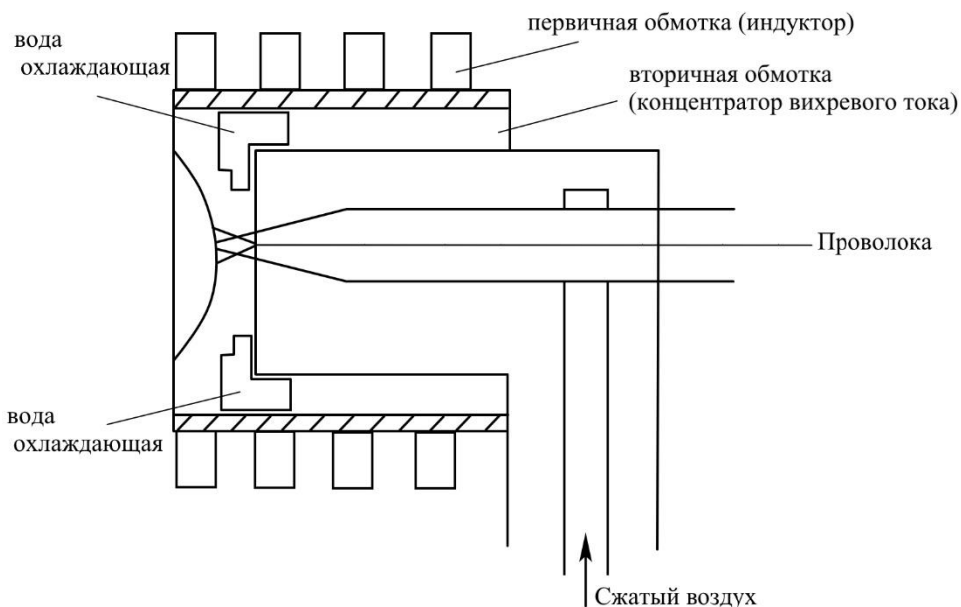


Режим электродуговой металлизации:

- сила тока (переменный) – 110-250 А;
(постоянный) – 55-160 А;
- напряжение – 25-35 В;
- давление сжатого воздуха 4-6 кг/см²;
- диаметр проволоки 1,2-2,5 мм;
- процент переноса металла 40-60%;
- удельный расход электроэнергии 2,7-3,5 кВт · ч/кг.

Электродуговые металлизаторы: ЭМ-6, МЭС-1, ЭМ-6.

Высокочастотная металлизация основана на использовании принципа индукционного нагрева. При перемещении проводника тока в переменном электромагнитном поле в нем индуцируются вихревые токи, вызывающие нагрев поверхностных слоев проводника. На этом принципе устроены высокочастотные металлизаторы МВ-4-1, МВ-4-2 и МВ-4-3. Питание металлизаторов электрическим током производится от высокочастотных ламповых генераторов ГЗ-46, АЗ-46, ЛЗ-37, ЛГПЗ-30 и др.



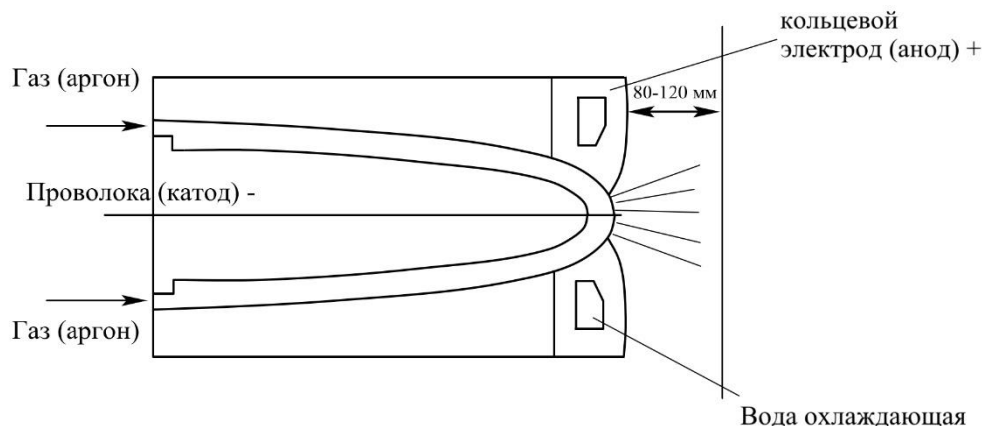
Распыл частиц от 80 до 90 мкм.

Лучшие результаты дает применение проволоки с содержанием углерода 0,45%.

Выгорание химических элементов 5-6%.

Твердость покрытия на 100-150 единиц НВ выше, чем при газовой и электродуговой металлизации.

Плазменно-дуговая металлизация основана на способности газов при определенных условиях переходить в состояние плазмы. Плазма, представляющая собой сильный поток заряженных частиц, обладает высокой электрической проводимостью. Температура струи плазмы много выше температуры электрической дуги. Она может достигать 10000-35000°C.



Плазменно-дуговые металлизаторы: УМП-1-61, УМП-2-62 и УМП-4-64.

Преимущества:

1. Незначительная пористость, менее 1%.
2. Более высокая механическая прочность сцепления с основным металлом.
3. Меньшая окисленность.

Расход электроэнергии 2 кВт · ч/кг.

Расход газа 0,6 м³/кг.

Способы подготовки поверхности детали к нанесению покрытия. Обработка детали после металлизации

Подготовка поверхности к металлизации имеет большое значение для прочности сцепления покрытия с основанием, так как это сцеплением осуществляется главным образом за счет шероховатости основания и частично за счет молекулярных сил, возникающих между покрытием и основанием.

Подготовка поверхности основания к металлизации включает следующие операции: очистка и обезжиривание, предварительная механическая обработка, специальная обработка для образования шероховатости и изоляция поверхностей деталей, не подлежащих металлизации.

Предварительная – для получения правильной геометрической формы с целью обеспечения равномерной толщины покрытия.

Для образования шероховатости применяют обдувку стальной крошкой, нарезание «рваной» резьбы, нарезание круглой резьбы, накатывание поверхности накатками. Более совершенный способ – обдувка стальной крошкой. Применяют также электрические способы, которые позволяют получить шероховатую поверхность.

После получения покрытия его подвергают механической обработке с целью получения необходимых размеров и чистоты поверхности. Перед механической обработкой металлизированные детали выдерживают не менее суток для полной усадки наплавленного металла.

Припуск на механическую обработку зависит от вида обработки и диаметра детали. Детали диаметром 25-100 мм припуск для токарной – 0,5-0,75 мм;

Для шлифования 0,15-0,20 мм.

Токарную обработку ведут резцами с пластинами из твердых сплавов.

Режимы токарной обработки:

- скорость резания 15-20 м/мин;
- глубина резания 0,1-1,2 мм;
- подача 0,08-0,2 мм/об.

Обработку ведут в 2 прохода. При первом проходе снимают основную часть припуска, при втором – глубина резания не должна превышать 0,1-0,15 мм. В процессе резания необходимо применение охлаждающей эмульсии.

При шлифовании металлизированных поверхностей нужно избегать замасливания кругов. Это достигается правильным подбором кругом.

Применяемы круги:

- электрокорундовые ЭБ46СМ2К8, Э60СМ2К;
- монокорундовые М60СМ2К, М46СМ1К.

Режимы шлифования:

- скорость резания 30-35 м/с;
- скорость вращения детали 24-36 м/мин;
- продольная подача круга $s=(0,3-0,4)B$ мм/об (в долях ширины круга);
- поперечная подача $S=0,005-0,01$ мм/дв. ход стола.

При шлифовании также охлаждение эмульсией.

Механическая обработка одновременно является и контрольной операцией. Разрушение покрытия, отслоение, появление трещин и цветов побежалости говорит о некачественном покрытии.

После окончательной механической обработки толщина покрытий следующая:

- для цилиндрических деталей диаметром 25-100 мм – 0,5-0,8 мм;
- для плоских поверхностей 0,5-1 мм.

9.2 Восстановление деталей сваркой и наплавкой

Общие вопросы сварки и наплавки.

Сваркой называется процесс получения неразъемного соединения металлических изделий местным сплавлением или пластическим деформированием.

Наплавка является разновидностью сварки и заключается в том, что на поверхность детали наносят слой расплавленного металла, предназначенного для восстановления размеров и для повышения ее износостойкости.

При любом виде сварки образуется расплавленная ванна металла в окружении холодного основного металла. Остывание расплавленного металла сопровождается его рекристаллизацией и перекристаллизацией. На границе сварочной ванны и основного металла образуется зона термического влияния. Изменения, происходящие в этой зоне оказывает существенное влияние на качество сварки.

В зоне термического влияния происходят структурные изменения механических свойств металла (твердости, предела прочности и текучести, предела выносливости и др.).

Поэтому при оценке качества сварки нужно учитывать не только состояние самого наплавленного металла, но и состояние зоны термического влияния.

Глубина зоны термического влияния от вида и режима сварки, химического состава свариваемых металлов, начальной температуры деталей и температуры окружающего воздуха.

При газовой сварки глубина зоны термического влияния достигает 25-30 мм, а при электрической сварке – 2-6 мм.

Чем выше сварочный ток или мощность газовой горелки, тем больше глубина зоны термического влияния. Подбором оптимального режима сварки, глубина этой зоны может быть значительно снижена.

При сварке и наплавке деталей из-за неравномерного их нагрева, а также изменения объема металла, при нагреве и охлаждении, возникают внутренние термические напряжения, которые способствуют появлению остаточных деформаций, а иногда даже трещин.

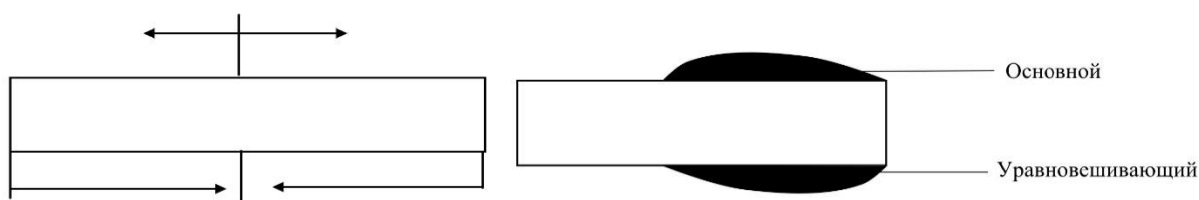
При сварке металл ванны подвергается воздействию окружающего воздуха и под влиянием высоких температур окисляется, насыщается азотом и водородом, что приводит к образованию нежелательных химических соединений в виде закиси железа (FeO), окиси железа (Fe_2O_3), нитридов железа (Fe_3N и Fe_4N).

Качество сварки зависит от того, как удастся оградить сварочную ванну от влияния окружающего воздуха и обеспечить ее легирование необходимыми элементами.

Для устранения остаточных напряжений и остаточных деформаций применяют различные виды обработки и технологические приемы. К ним относят отжиг при температуре 600-850 °С с последующим охлаждением вместе с печью или отпуск при температуре около 400 °С с последующей выдержкой при этой температуре в течение 3х часов и охлаждение на воздухе, применение общего подогрева детали перед сваркой до температуры 200-300 °С. Предварительный подогрев обеспечивает снижение внутренних напряжений в сварных соединениях и рекомендуется для восстановления ответственных деталей.

Из технологических приемов борьбы с остаточными деформациями и напряжениями рекомендуются следующие:

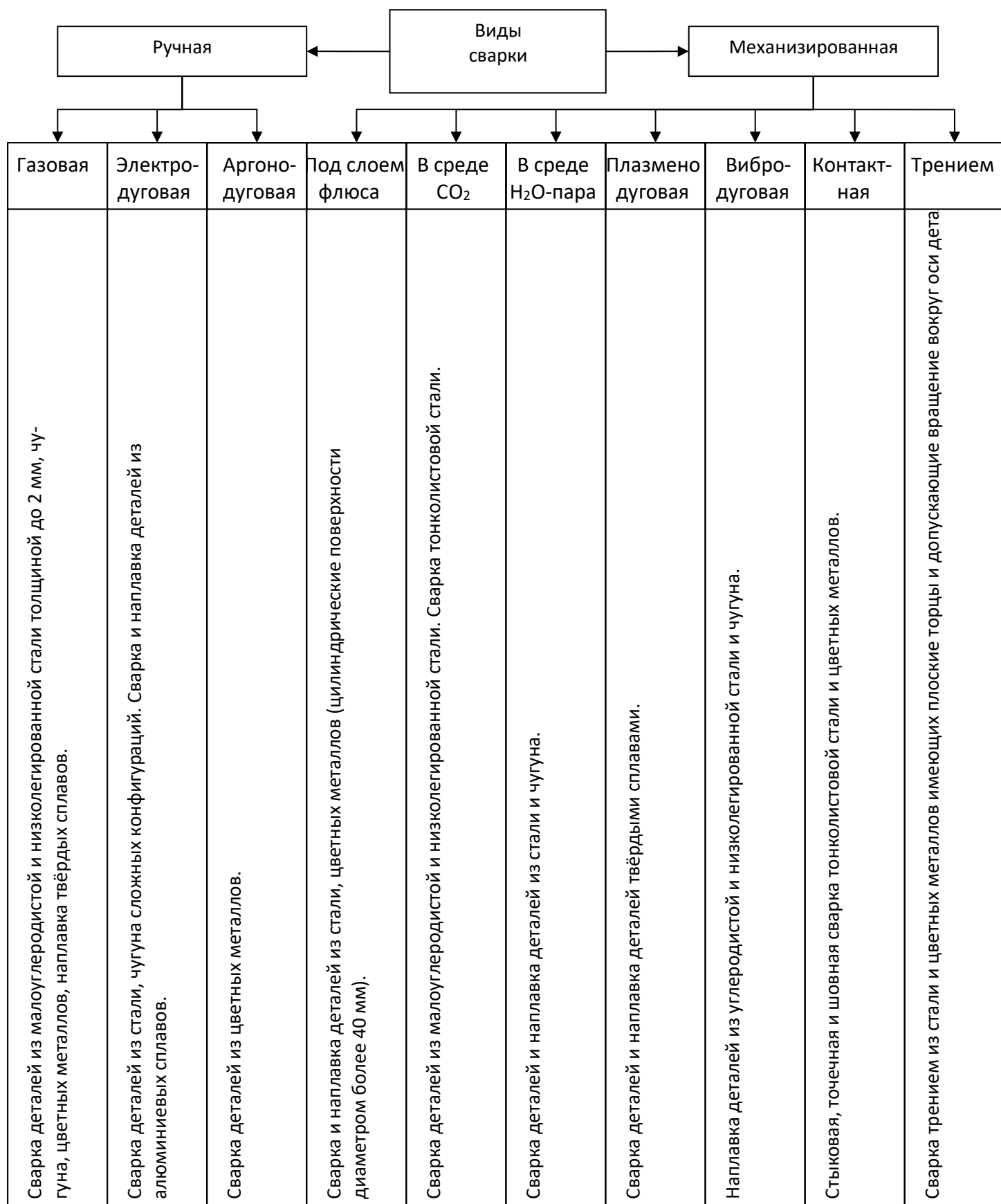
- 1) избегать наплавки лишнего металла;
- 2) минимальный припуск на механическую обработку;
- 3) применение обратноступенчатой сварки;



- 4) применение уравнивающих валиков

На величину остаточных напряжений и деформаций большое влияние оказывают также конструкция восстанавливаемой детали, характер дефекта, вид и режим сварки, марка электрода, присадочного материала и флюса.

Классификация видов и область их применения.



Восстановление деталей газовой сваркой и наплавкой.

Газовая сварка основана на использовании тепла, выделяющегося при сгорании в среде кислорода горючих газов: ацетилена, природных сжиженных газов (пропанобутановых смесей), паров бензина, бензола, а также водорода. В практике восстановления деталей чаще всего применяют ацетиленокислородную сварку и наплавку, которая обеспечивает температуру пламени 3100-3200 °С. При сгорании пропанобутановых смесей, паров бензина, бензола температура пламени не превышает 2400-2700 °С.

Ацетилен из карбида кальция получают в специальных генераторах. На ремонтных заводах наибольшее применение нашли стационарные генераторы: ГВР-3, ГСД-5, ГРК-10 и передвижные – МГВ-08. В качестве сварочной горелки используют горелки низкого давления марки СУ и более совершенные горелки среднего давления марки ГС-53 и ГСМ-53.

При газовой сварке под режимом сварки понимают мощность сварочной горелки, состав сварочного пламени, угол наклона горелки к направлению шва, направление движения горелки относительно шва и скорость перемещения горелки вдоль шва.

Выбор режима сварки зависит от вида свариваемого материала, размера детали, и положения накладываемого шва в пространстве.

Мощность сварочной горелки (пропускная способность ацетилена в час) определяется по формуле:

$$Q = AS, \frac{\text{л}}{\text{ч}}$$

где S – толщина свариваемого металла в мм;

A – опытный, коэффициент, характеризующий потребный расход ацетилена в час для сварки металла толщиной 1мм.

Опытный коэффициент зависит от металла детали

Материал	Углеродистая сталь	Высоколегированная сталь	Чугун и крас-ная медь	Алюминиевый сплав
А	100-120	75	150	100

По полученном расходу ацетилена выбирают номер наконечника сварочной горелки

Параметры	Номер наконечника						
	0	1	2	3	4	5	6
Расход ацетилена, л/ч	20-65	50-135	135-250	250-400	400-700	700-1100	1150-1750
Толщина свариваемого металла, мм	0,2-0,7	0,5-1,0	1,0-3,0	2,5-4,0	4,0-7,0	7,0-11,0	10,0-18,0

В зависимости от соотношения ацетилена и кислорода сварочное пламя может быть нормальное, науглероживающее (пламя с избытком ацетилена) и окислительное. Для нормального пламени необходимо на единицу объема ацетилена 2,5 объема кислорода.

Нормальное пламя – стали с содержанием С до 0,5%, алюминиевые сплавы, медь, бронза.

Науглероживающее – чугун, стали с содержанием С более 0,5%, наплавка твердых сплавов.

Окислительное – резка металлов и сварка латуни.

При газовой сварке для защиты металла шва от окисления применяют флюсы в виде порошка или пасты. Флюсы подразделяются на 2 группы: на флюсы, вступающие в химические соединения с окислами и на флюсы-растворители. Химически действующие флюсы делятся на кислые и основные. Кислые применяют при основных окислах (FeO, CuO и др.) и основные при кислых (SiO₂, CO₂ и др.).

Кислые флюсы: борная кислота (H₃BO₃), бура (Na₂B₄O₇ × 10H₂O), кварцевый песок (SiO₂).

Флюсы-растворители состоят из 85-90% хлористых и 10-15% фтористых солей (Na, Ca, Ba, Li).

Малоуглеродистые стали сваривают без флюса. Углеродистые стали – с применением кислых флюсов.

Ацетиленокислородную сварку применяют для восстановления деталей из тонколистового материала (детали кузова и кабин толщиной от 0,8 до 2,5 мм), серого чугуна, алюминиевых сплавов, а также для пайки ковкого чугуна.

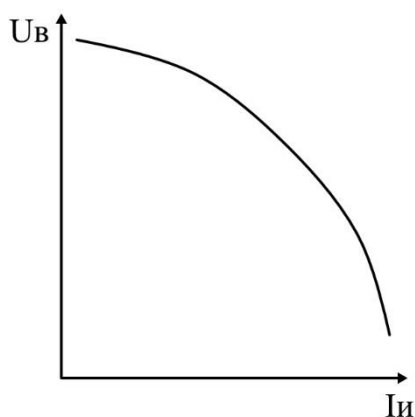
Электродуговая (ручная) сварка (наплавка) детали.

Электродуговую сварку (наплавку) преимущественно применяют для заварки трещин, отверстий, сварки и прихватки дополнительных ремонтных деталей и значительно реже для наплавки.

При электродуговой сварке (наплавке) источник тока должен обеспечивать легкое возбуждение и устойчивое горение дуги. Электрическая дуга устойчива при напряжении 25-40 В. Напряжение зависит от длины дуги. В процессе сварки возможны 3 режима работы источника:

- 1) режим холостого хода (цепь дуги разомкнута);
- 2) рабочий режим с широкой регулировкой сварочного тока;
- 3) режим короткого замыкания (цепь дуги замкнута накоротко).

Этим требованиям отвечает оборудование, имеющее падающую внешнюю характеристику.

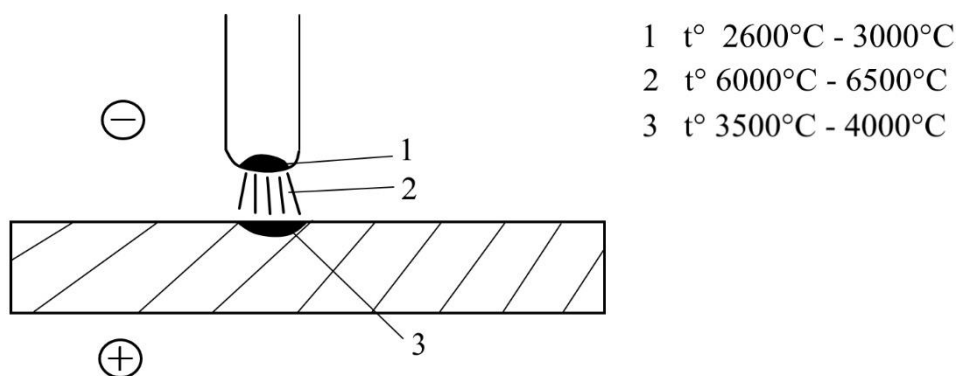


Питание дуги может осуществляться постоянным и переменным током.

Более экономично питание переменным током. Расход электроэнергии 3-4 кВт · ч на 1 кг наплавленного металла при переменном токе, и 6-8 кВт · ч на 1 кг при постоянном токе.

Сварку постоянным током ведут в тех случаях, когда переменный ток не применим (например для сварки металла малой толщины). При постоянном токе дуга более стабильна и устойчива, и кроме того, можно вести сварку на обратной полярности. А это очень важно, так как наибольшая концентрация тепла достигается на аноде.

Если необходимо чтобы деталь мало нагревалась при сварке, ее делают катодом (-)



Из источников постоянного тока в авторемонтном производстве находят применение преобразователи марки: ПС-300, ПС-500, САМ, ПСО-300 и ПСО-500, а также выпрямители ВСН-3М и ВСГ-3А.

Для сварки переменным током используют сварочные трансформаторы ТС-120, ТС-300, ТС-500, СТЭ-24У, СТЭ-34У и СТН-350.

Для сварки (наплавки) применяются электроды. Они делятся на типы (по твердости наплавленного металла) и марки (по химическому составу). Их изготавливают из электродной проволоки.

В авторемонтном производстве широкое применение имеют следующие марки электродной проволоки: Св-08, Св-08А, Св-08Г, Св-08ГА, Св-10Г2, Св-15Г и др.

По характеру покрытия электроды выполняют с тонким ионизирующим покрытием и толстым качественным. Толщина тонких покрытий до 0,25 мм на сторону, толстых – 0,5-1,5 мм на сторону.

В состав толстых покрытий входят ионизирующие, защитные и легирующие компоненты.

Наибольшее распространение в авторемонтном производстве находят электродные проволоки 3-6 мм. В таблице приведены марки рекомендуемых электродов для ручной сварки.

Марка электрода	Тип электрода	Область применения
УОНИ-13/45	Э-42А	Для сваривания рам и деталей из малоуглеродистой, среднеуглеродистой и низколегированной стали.
УОНИ-13/55	Э-50А	То же.
У-340/105	Э-100	Для наплавки деталей, имеющих твёрдость НВ 280-360.
У-340-ПБ	-	НВ 260-340
ОЗН-300	ЭНХ 30	НВ 270-330
ОЗН-350	-	НВ 350-380
ОЗН-400	-	НВ 370-430

При электродуговой сварки и наплавке их режим обуславливается типом, маркой и диаметром электрода, силой сварочного тока и полярностью (в случае сварки на постоянно токе), порядком наложения шва (валика).

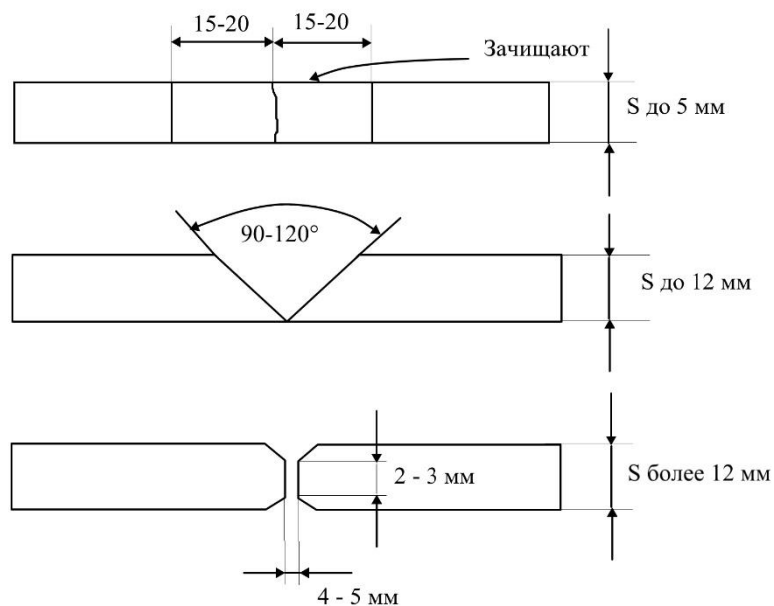
Тип и марку электрода выбирают исходя из химического состава и требуемых механических свойств детали. Диаметр выбирают в зависимости от толщины детали.

По выбранному диаметру электрода устанавливают силу сварочного тока.

Толщина свариваемых частей детали, мм	Диаметр электрода, мм	Сила свариваемого тока, А
0,5-1,0	1,0-1,5	20-50
1,0-2,0	1,5-2,5	30-100
2,0-5,0	2,5-4,0	60-200
5,0-10,0	4,0-6,0	140-350
Свыше 10,0	5,0-8,0	190-450

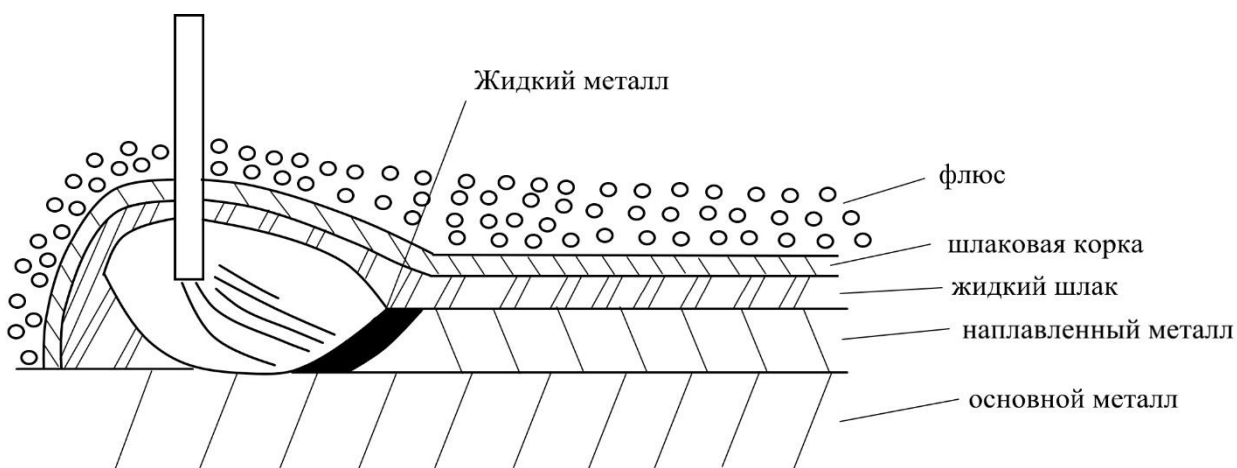
Для наплавочных операций в целях уменьшения зоны термического влияния нужно принимать сварочный ток на 10-15% ниже рекомендованных.

Подготавливают сварочные соединения и трещины в зависимости от толщины соединяемых элементов и вида выполняемого шва.



5. Автоматическая и полуавтоматическая сварка и наплавка деталей под слоем флюса. Сущность процесса, режимы наплавки, оборудование.

Этот вид сварки и наплавки деталей является прогрессивным способом и находит большое применение в технологии восстановления деталей. В отличие от ручной электродуговой сварки, при сварке под слоем флюса, дуга горит в пространстве, ограниченном расплавленным шлаком.



В сварочной ванне всегда имеется избыточное давление газов, препятствующее поступлению атмосферного воздуха.

Электродная проволока подается одновременно с гранулированным флюсом.

Шлаковая корка, образующаяся при остывании, способствует формированию шва и структурных изменений расплавленного материала.

Если перемещение электродной проволоки и перемещение детали механизированы, то такая сварка называется автоматической. Полуавтоматической сварке присуще ручное перемещение либо детали, либо сварочной головки.

Преимущества сварки под слоем флюса:

- 1) высокая производительность и автоматичность процесса;
- 2) высокое качество наплавленного металла и широкая возможность получения требуемых механических свойств этого металла;
- 3) закрытая дуга (улучшает условия работы сварщика);
- 4) применение токов большей плотности;
- 5) лучшее использование электрической энергии и материала электродной проволоки значительно снижают стоимость сварочных работ.

Производительность сварки определяется весом материала, наплавляемого в единицу времени:

$$Q = K_n J_{св}, \frac{г}{час}$$

где K_n – коэффициент наплавки, г/(А·час);

$J_{св}$ – сила свариваемого тока, А;

K_n в два раза выше чем при ручной сварке и составляет 14-16 г/(А·час).

Для сварочных и плавочных работ в комплект оборудования входят: источник тока, сварочная головка и установка для перемещения детали.

Источники тока: выпрямители ВСГ-А, ВСГ-3М, сварочные генераторы постоянного тока ПС-300 и ПСГ-500.

Сварочные головки: ПШ-5, ПШ-54, А-580М, ПДШМ-500.

Установки для перемещения детали – обычно старые токарные станки с дополнительным редуктором.

Флюсы бывают плавленые и керамические. Плавленые флюсы представляют собой искусственно выплавленные в электрических или пламенных печах силикаты типа MgO , CaO , $MnO \cdot SiO_2$.

Плавленые флюсы дешевле керамических, имеют высокую механическую прочность, малую гигроскопичность, хорошую однопроводность по химическому составу, хорошо обеспечивают хорошее горение дуги.

Керамические флюсы получают путем смешения отдельных составляющих на растворе жидкого стекла. После просушки и дробления их просеивают для получения зерен размером 1-3 мм. Для удаления влаги и повышения механической прочности их прокачивают при температуре 300-400 °С. В керамические флюсы можно вводить ферросплавы и легирующие элементы в самых широких пределах. Это основное их преимущество перед плавлеными флюсами. При использовании керамических флюсов можно применять простую малоуглеродистую сталь.

Плавленые флюсы: АН-348А, АН-348АМ, ОСЦ-45, АН-60, АН-26.

Керамические: ЖС-320, КС-Х12Т, К-10.

Электродные проволоки: Св-08, Св-15 и Св-08Г, а также другие, в том числе порошковые.

Режимы сварки:

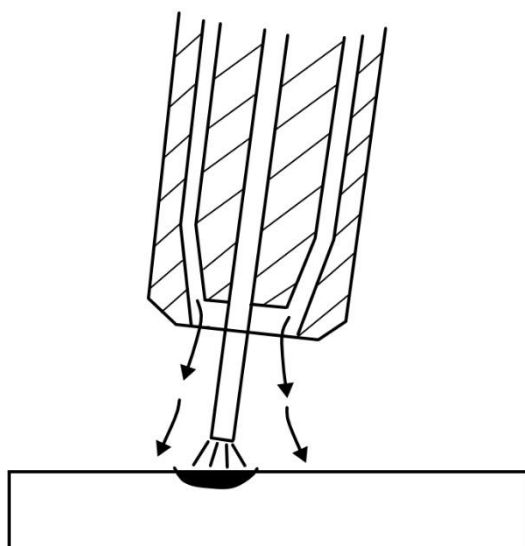
- диаметры проволок 1-3 мм;
- сварочный ток 100-250 А (зависит от диаметра проволоки);
- вылет электродной проволоки 30-35 мм;
- смещение проволоки относительно оси детали 3-12 мм (зависит от диаметра детали);
- шаг наплавки 3-12 мм/об (при скорости подачи проволоки 1,3-2,6 м/мин).

Порошковой проволокой:

- диаметр детали 55-100 мм;
- диаметр проволоки 3 мм;
- сила тока 180-200 А;
- шаг наплавки 4 мм;
- скорость наплавки 14-28 м/ч;

6. Полуавтоматическая и автоматическая сварка (наплавка) в среде защитных газов. Сущность процессов, режимы наплавки, оборудование.

Сварка (наплавка) в среде защитных газов находит широкое применение для восстановления деталей. Благодаря избыточному давлению, с которым подается защитный газ, столб дуги, а также расплавленная сварочная ванночка изолируется от кислорода и азота воздуха.



В качестве электродной проволоки применяют компактную или порошковую проволоку марок Св-12ГС, Св-08Г2С, Св-08ГС и других, диаметром от 0,8 до 1,6 мм.

Для наплавки углеродистых, низколегированных сталей и чугуна используют углекислый газ, а для цветных металлов и высоколегированных сталей – аргон.

Для этого вида сварки на ремонтных заводах применяют полуавтоматы А-547, А-547У, А-547Р, ПДПГ-300, а также шлаковые полуавтоматы типа ПШ-5, ПШ-54 и ПДШ-500.

Падение напряжения на единицу длины столба дуги в несколько раз больше, чем в обычных видах сварки из-за охлаждения периферийной части дуги защитным газом.

Сварка ведется «короткой» дугой. Для наплавки обычно применяется постоянный ток обратной полярности.

Углекислый газ получают из пищевой углекислоты (ГОСТ 8050-46). При испарении одного килограмма углекислоты образуется 500 л углекислого газа.

На качество наплавки влияют: плотность сварочного тока, напряжение дуги, диаметр электродной проволоки, скорость подачи и вылет электродной проволоки.

Режим наплавки подбирают исходя из условия получения устойчивого горения дуги и высокой производительности.

Особенно успешно этот вид сварки (наплавки) применяется для наплавки деталей малых диаметров. При положении валиков необходимо, чтобы каждый новый валик перекрывал на 1/3 ширины предыдущий.

Для лучшей защиты сварочной ванны от окружающего воздуха защитный газ подается под углом 10-15° к нормали.

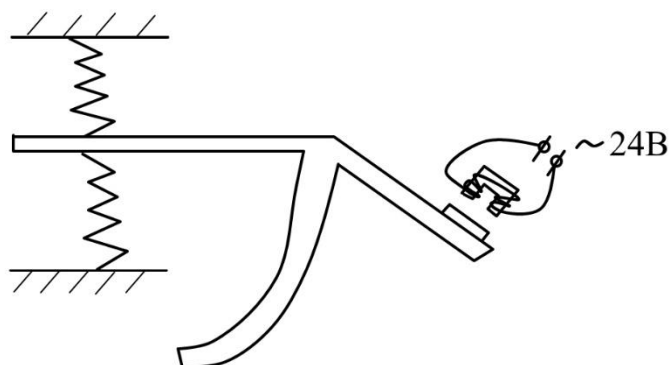
Диаметр проволоки, мм	Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Вылет проволоки, мм
0,5	30-100	17-19	6-8
0,8	60-150	17-21	6-12
1,0	80-180	18-23	7-13
1,2	90-270	19-27	8-15
1,6	120-350	19-28	13-20

Для малых диаметров:

- диаметр детали 10-40 мм;
- толщина наплавляемого слоя 0,8-1,2 мм;
- диаметр электродной проволоки 0,8-1 мм;
- сила тока 75-110 А;
- напряжение дуги 17-18 В;
- скорость подачи проволоки 175-235 м/ч;
- скорость наплавки 20-25 м/ч;
- вылет проволоки 8-10 мм;
- шаг наплавки 1,5-1,8 мм.

7. Автоматическая вибродуговая наплавка. Сущность процесса, режимы наплавки, оборудование.

Высокопроизводительный процесс вибродуговой наплавки используется при восстановлении деталей из стали, ковкого и серого чугуна.



Сущность процесса вибродуговой наплавки заключается в том, что при каждом колебании мундштука проволока касается поверхности детали, под током расплавляется и при отходе мундштука оставляет на детали частицу.

Чередование таких циклов на поверхности детали образует слой наплавленного металла. Процесс наплавки может осуществляться с подачей жидкости, в среде защищенного газа или просто в среде воздуха. Каждый цикл вибраций проволоки включает в себя 3 последовательно протекающих процесса: короткое замыкание, разрыв и холостой ход.

Благодаря вибрации проволоки можно получить тонкие и прочные покрытия, весьма малые по глубине зоны термического влияния и небольшой нагрев детали. Этому способу присуще минимальное выгорание легирующих элементов. При этом виде наплавки применяют большие плотности тока и меньшие напряжения дуги. Производительность вибродуговой наплавки выше, чем у ручной, но ниже чем у сварки под слоем флюса.

В качестве источников тока используют генераторы постоянного тока НД и выпрямители ВСГ-3М и ВСГ-3А. Значительно шире применяют селеновые выпрямители, обычно соединяя по 2-3 последовательно.

Наплавочные головки: УАНЖ-5, УАНЖ-6, ВГ-2, ВГ-3 и ВГ-5.

Основное требование к наплавочным головкам является стабильность их настройки. В процессе наплавки скорость подачи проволоки, величина амплитуды и частота вибрации мундштука должны оставаться постоянными для обеспечения хорошего качества наплавки. Особенно большое влияние на стабильность процесса оказывает работа вибратора. На современных наплавочных головках применяют электромагнитные и механические вибраторы.

Выбор марки проволоки и среды зависит от требуемых механических свойств наплавленного металла и в первую очередь твердости и усталостной прочности. С увеличением легирующих элементов твердость растет, но и растет склонность к образованию трещин.

Подача жидкости способствует охлаждению детали, защищает зону наплавки от окружающей среды, лучше формирует наплавляемый металл и закаливает его. В качестве охлаждающей жидкости используют 6% раствор кальцинированной соды или раствор с содержанием 3-4% кальцинированной соды и 4-5% глицерина. Расход жидкости 0,5л в мин. Существенный недостаток наплавки в среде жидкости – снижение усталостной прочности восстанавливаемой детали. Для наплавки в среде жидкости или атмосфере необходимо применять проволоки с большим содержанием углерода, так как 30-40% его выгорает.

При наплавке цилиндрических деталей, число оборотов их определяют по формуле:

$$N = 250 \frac{d^2 v_n}{hbD} \eta,$$

где d – диаметр электродной проволоки (1-2 мм);

v – скорость подачи проволоки (30-80 м/час);

η – коэффициент переноса металла проволоки на деталь (0,85-0,9);

h – требуемая толщина наплавленного слоя;

b – шаг наплавки ((1,2-2,0) d);

D – диаметр детали.

8. Особенности сварки и наплавки деталей из легированных сталей, алюминиевых сплавов и чугуна.

Сварка термически обработанных деталей, особенно из легированных сталей представляет известные трудности:

- 1) вследствие влияния высокой температуры механические свойства термически обработанных деталей ухудшаются; для восстановления первоначальных механических свойств деталей необходимо делать термообработку, что усложняет и удорожает ремонт;
- 2) при сварке легированных сталей присутствующие в ней специальные элементы вступают в соединения с кислородом, образуя тугоплавкие окислы, остающиеся в наплавленном слое металла.
- 3) легированные стали имеют склонность к самозакаливанию, что приводит к повышенной твердости и образованию внутренних напряжений.

Детали из чугуна сваривают газовой и электродуговой сваркой.

В процессе чугуна возникают внутренние напряжения вследствие высокого местного нагрева и быстрого охлаждения. В результате этого может возникнуть появление трещин по шву, быстрое охлаждение приводит к отбеливанию чугуна. Чтобы избежать указанных явлений, сварку чугуна ведут с предварительным подогревом в печах и с последующим медленным охлаждением. Температура нагрева деталей из серого чугуна 600-650 °С, при газовой сварке и электродуговой 400-450 °С.

Газовую сварку ведут нейтральным пламенем или с избытком ацетилена.

В качестве присадочного материала идут чугунные прутки диаметром 6-8 мм, марки А (ГОСТ 2671-44). При сварке применяют флюсы, чтобы не образовывались окислы.

Электродуговая сварка проводится с подогревом и без него. При сварке с подогревом применяют специальные электроды ОМ4-1.

Режимы сварки: сварочный ток:

- 250 А при диаметре электрода 6 мм;
- 350 А при диаметре 8 мм;
- 450 А при диаметре 10 мм.

Без подогрева сварку ведут электродами из малоуглеродистой стали, медными электродами и электродами из мотель-металла (медно-никелевые электроды).

Ковкий чугун сваривают при более низких температурах, чем температура распада углерода отжига, а она равна 950 °С выше отбеливания. Сварку ведут электродами, температура плавления которых ниже примерно на 50 °С этой температуры. Используют электроды из латуни (Л-62) или медно-никелевые электроды с применением обратной полярности.

Сварка деталей из цветных металлов и сплавов представляет известные трудности, обуславливаемые высокой теплопроводностью, окисляемостью и хрупкостью цветных металлов и сплавов при высокой температуре.

Наиболее в авторемонтном производстве приходится сталкиваться со сваркой алюминиевых сплавов и алюминия.

Окислы алюминия имеет температуру плавления 2050 °С, а сам алюминий 650 °С. Тугоплавкий окисел препятствует сварке алюминия. Для растворения окислов применяют флюсы.

Наиболее распространенный АФ-4А:

- хлористый натрий 28%;
- хлористый калий 50%;
- хлористый литий 14%;

- фтористый натрий 8%.

Присадочным материалом могут служить стержни того же состава, что и основной металл. Перед сваркой детали из алюминиего сплава, металл в зоне, непосредственно примыкающий к шву предварительно подогревают до температуры 200-250 °С. Ответственные детали после сварки подвергают отжигу при 300-350 °С.

9. Выбор способов наплавки деталей

При выборе способа наплавки деталей необходимо учитывать:

- 1) материал детали, его состав и свойства;
- 2) термическую обработку и поверхностную твердость детали, возможность ее восстановления после наплавки;
- 3) условия работы детали (характер сопряжения, нагрузки) габаритность, диаметральные размеры и геометрическую форму восстанавливаемой поверхности;
- 4) величину и характер износа детали, толщину слоя наплавки;
- 5) допустимые величины деформации детали, снижения поверхностной твердости и усталостной прочности;
- 6) механическую обработку наплавленного металла и деформируемого участка;
- 7) производительность наплавки, трудоемкость и экономичность восстановления детали;
- 8) наплавкой (включая сюда операции технологического процесса).

Ручная и электродуговая и автоматическая наплавка под слоем флюса должны применяться для восстановления крупногабаритных деталей с большими износами и относительными невысокой поверхностью твердостью НВ=350-400.

Стали: 10, 20, 30, 40, 45, 30Х, 40Х.

Вибродуговой наплавкой восстанавливают ответственные детали с малыми диаметральными размерами изготовленные из цементируемых углеродистых сталей 20, 25 и низколегированных 18ХГТ, 18ХНВА, 12ХН4А, 20ХНМ, 20Х и др., имеющих после термообработки высокую поверхностную твердость HRC=40-60.

Выбор способа наплавки необходимо производить с учетом его экономической целесообразности.

Параметры	Вид плавки		
	Ручная электродная	Автоматическая под флюсом	Вибродуговая
Производительность, кг/час	0,8	3,2	1,0
Коэффициент наплаки, кг/(кВт·час)	0,27	0,61	0,46
Площадь металлопокрытия, см ² /мин, при толщине слоя 2,5 мм	6,5	12-15	7,8

10. Типовые технологические процессы восстановления деталей

10.1 Типизация технологических процессов восстановления деталей

Типизация технологических процессов осуществляется путем классификации деталей по технологическим признакам, обобщения технологических процессов восстановления деталей данного класса и использования передового опыта технологии производства и восстановления деталей. При этом необходимо систематизировать дефекты, которые встречаются в деталях данного класса.

За основу типизации в авторемонтном производстве принята классификация, предложенная для производства новых деталей профессором Демьянюком Ф.С. По этой классификации предусмотрено 6 классов деталей:

1-ый класс – **корпусные детали**: блок цилиндров двигателя, картер редуктора, картер рулевого механизма и другие подобные детали.

2-ой класс – **круглые стержни** (валы): коленчатый и распределительный валы двигателя, ведущая шестерня заднего моста ведущий и шлицевый вал коробки передач, полуоси и др. детали.

3-ий класс – **полые цилиндры** (втулки): ступицы колес, чашки дифференциала, зубчатые каретки коробки передач, гильзы цилиндров ($l/d > 0,5$).

4-ый класс – **диски**: тормозные барабаны, маховики коленчатого вала, венцы маховика, тормозные диски, диски сцепления, шестерни коробок передач, ведомые цилиндрические и конические шестерни заднего моста, различные фланцы, крышки и другие детали ($l/d < 0,5$).

5-ый класс – **некруглые стержни**: балка передней оси, шатуны двигателя, рулевая сошка, коромысла клапанов и другие детали.

6-ый класс – **крепежные детали**: болты, гайки, шайбы, валики и другие мелкие детали.

Учитывая то, что крепежные детали не подлежат восстановлению или восстанавливаются в очень ограниченных размерах для типизации технологических процессов рассмотрим только первые 5 классов.

10.2 Типовые технологические процессы восстановления корпусных деталей, деталей класса «круглые стержни», «полые цилиндры», «диски», «некруглые стержни».

1. В процессе эксплуатации в корпусных деталях обнаруживаются следующие характерные дефекты: механические повреждения в виде трещин, обломов, пробоин, облома крепежных деталей, срыв резьбы, коробление привалочных поверхностей, износ резьбы, износ посадочных поверхностей под подшипники и втулки, износ рабочих поверхностей цилиндров и клапанных гнезд.

Порядок устранения дефектов:

1) при наличии перечисленных дефектов, восстановление необходимо начать с устранения механических повреждений, так как они часто требуют восстановления сваркой, что может привести к возникновению внутренних напряжений и деформаций деталей и устранить срывы и износ резьбы;

2) после проведения этих операции производится восстановление коробленных привалочных поверхностей. Коробление устраняется фрезерованием или шлифованием. Предпочтение необходимо отдавать шлифованию, так как при шлифовании снимается малый слой и получается чистота поверхности. Обработка начинается с установочной плоскости, если она имеет коробление. Все остальные привалочные плоскости обрабатываются с принятием за базу установочной плоскости;

3) следующая группа операций связана с восстановлением посадочных мест под подшипники и втулок. Эти поверхности восстанавливают в основном при помощи дополнительных деталей, гальванических, электро-искровых или пластмассовых покрытий. При проведении этих операций необходимо также восстановить изношенные клапанные гнезда в блоке цилиндров, если нужно использовать ремонтные детали;

4) в последнюю группу операций следует отнести операции по восстановлению рабочих поверхностей цилиндров.

2. При восстановлении деталей класса «круглые стержни» за установочные базы принимают центровые отверстия и резе наружные цилиндрические поверхности (шейки).

Характерные дефекты: износ шеек, повреждение и износ резьбовых поверхностей, погнутость, биение привалочных поверхностей фланцев, износ гнезд под подшипники, износ эксцентриков и кулачков, износ торцевых поверхностей буртов, облом и износ зубьев, износ шлицев и забитость центровых отверстий.

Порядок устранения дефектов:

- 1) восстановить установочные поверхности;
- 2) устранить погнутости и провести наплавочные работы;
- 3) механическая обработка и при необходимости термическую обработку;
- 4) наращивание изношенных поверхностей гальванопокрытиями, металлизацией, электроискровой обработкой и постановкой ремонтных деталей;
- 5) предварительная и чистовая обработка рабочих поверхностей.

3. У деталей класса «полые цилиндры» в качестве установочных баз служат внутренние или наружные цилиндрические поверхности и торцы.

Характерные дефекты: обломы шпилек в резьбовых отверстиях, износ отверстий под шпильки, болты и винты, износ внутренних и наружных посадочных мест подшипников, трещины, износы, задиры, кольцевые риски на трущихся поверхностях.

Порядок устранения дефектов:

- 1) устранение трещин и обломов крепежных деталей;
- 2) восстановление изношенных и поврежденных резьбовых поверхностей;
- 3) наращивание изношенных поверхностей постановкой ремонтной детали, гальванопокрытиями и электроискровыми покрытиями;
- 4) предварительная и окончательная обработка наращенных поверхностей;
- 5) предварительная и окончательная обработка зеркала гильз цилиндров.

4. Детали классов «диски» в качестве установочных баз имеют и используются при их восстановлении наружные или внутренние цилиндрические поверхности и торец.

Характерные дефекты: задиры и риски на рабочих поверхностях, износы гладких и резьбовых отверстий, износы фрикционных накладок, коробление или погнутость.

Порядок устранения дефектов:

- 1) удаление изношенных фрикционных накладок и устранение коробления и погнутости;
- 2) постановка новой фрикционной накладки;

- 3) восстановление гладких и резьбовых отверстий;
- 4) протачивание или шлифование торцевых и цилиндрических рабочих поверхностей;
- 5) статическая балансировка.

5. При механической обработке деталей класса «некруглые стержни» базой вначале служат поверхности стержня и головки, а затем и отверстие и обработанные поверхности головки.

Характерные дефекты: погнутость и скрученность детали, износ отверстий под втулки и вкладыши, износ отверстий под шкворень и под стопор, износ отверстий под стремянку рессор, износ площадки крепления рессор, износ торцов бобышек и др.

Порядок устранения дефектов:

- 1) правка погнутых и скрученных деталей;
- 2) тепловая стабилизация выправленной детали (темообработка);
- 3) восстановление различных отверстий (постановка ремонтных деталей, давлением);
- 4) механическая обработка отверстий (развертывание);
- 5) механическая обработка плоских площадок под размер (чаще всего фрезерование).

10.3 Маршрутная технология восстановления типовых деталей.

Детали автомобилей, поступающих в капитальный ремонт, имеют определенные сочетания дефектов, часто повторяющиеся. Поэтому технологический процесс восстановления деталей целесообразно разрабатывать на комплекс дефектов. Устранение этих дефектов предусматривается в определенной последовательности, называемой маршрутом. Для деталей одного наименования при наличии различных сочетаний дефектов предусматривают разные маршруты. Каждый маршрут имеет свой порядковый номер.

При разработке маршрута должны соблюдаться следующие принципы:

- 1) сочетание дефектов в маршрутах должны соответствовать действительным;
- 2) количество маршрутов должны быть минимальным и их число не должно превышать 5;
- 3) при разработке маршрутов необходимо учитывать влияние сочетания дефектов на способ восстановления;
- 4) при разработке маршрутов должна быть обеспечена экономическая целесообразность восстановления.

Технология восстановления деталей, разработанная согласно определенному маршруту, называется маршрутной технологией.

Маршрутная технология представляет собой законченный технологический процесс восстановления деталей, предусматривающий наивыгоднейшую последовательность устранения комплекса дефектов, входящих в данный маршрут.

Для разработки технологического процесса восстановления деталей необходимо знать следующие:

- 1) дефекты восстанавливаемых деталей. Они указаны в ТУ на контроль и сортировку деталей;
- 2) материал деталей, их термическую обработку, номинальные и ремонтные размеры, требуемую шероховатость поверхностей, технические условия на восстановление. Эти данные берут из рабочего чертежа детали и ТУ на капитальный ремонт автомобильный автомобилей;

3) условия работы деталей, действующую нагрузку, условия смазки, скорость перемещения, температурный режим. Для этого необходимо изучить конструкцию и принцип действия узла, в состав которого входит эта деталь;

4) величина производственной программы восстановления деталей.

При разработки маршрутной технологии должны соблюдаться следующие условия:

1) в начале технологического процесса должны быть предусмотрены операции по восстановлению базовых поверхностей;

2) оптимальная последовательность маршрутной технологии должна устанавливаться с учетом показателей по точности обработки и влияния способа восстановления на деформацию детали;

3) должна обеспечиваться максимальная возможность сокращения производственного цикла за счет совмещения нескольких операций восстановления поверхностей одним способом в единую;

4) расчет величины партии, устанавливаемый при восстановлении, необходимо производить для каждого маршрута в отдельности с учетом трудовых затрат.

Маршрутная технология бывает 2х типов: поддетальная и групповая.

Поддетальная маршрутная технология предназначена для деталей одного наименования. Преимущества поддетальной маршрутной технологии:

1) единая последовательность операций. Это позволяет избегать пропуска устранения какого-либо дефекта;

2) сохранение в течении всего производственного цикла всей партии деталей. Это позволяет организовать выпуск деталей после восстановления одновременно;

3) повышается качество планирования, так как детали, хранящиеся на складе, учитываются не только количественно, но и по их техническому состоянию, что позволяет заранее определить объем работ, необходимый для их восстановления.

Недостатки поддетальной маршрутной технологии:

1) велика затрата времени на составление маршрутов для каждой детали;

2) требуется большое количество специальных приспособлений и инструмента, что затрудняет процесс подготовки производства и повышает себестоимость восстановления деталей.

Сущность групповой маршрутной технологии заключается в том, что технологический процесс разрабатывается на группу технологически сходных деталей нескольких наименований, характеризующихся общностью способов восстановления, формой восстанавливаемых поверхностей, общностью оборудования и оснастки, а также имеющих общую последовательность операций и переходов.

Преимущества групповой маршрутной технологии:

1) сокращение технологической документации;

2) использование групповых и универсальных приспособлений и сокращение их номенклатуры;

3) увеличение серийности обрабатываемых деталей, что способствует внедрению прогрессивных способов восстановления, механизации и автоматизации процессов;

4) осуществление принципа преемственности в технологической документации, оборудовании и оснастке при переходе с ремонта одной марка автомобиля на другую.

10.4 Методика выбора рационального способа восстановления деталей. Критерии эффективности восстановления деталей.

Деталь может восстанавливаться разными способами. Какой из них лучше, а какой хуже? Это зависит от получаемых в результате восстановления физико-механических свойств детали и от экономической целесообразности. Поэтому часто встает вопрос: как выбрать более рациональный способ восстановления детали.

Методика выбора рационального способа восстановления деталей:

- 1) необходимо восстановить все возможные способы восстановления детали;
- 2) определить партию деталей, исходя из программы завода;
- 3) разработать технологический процесс ремонта деталей всеми возможными способами с учетом последних достижений науки и техники и возможности завода;
- 4) определить стоимость ремонта каждого отдельного способа восстановления детали согласно разработанному технологическому процессу;
- 5) сравнительно оценить износостойкость, усталостную прочность или прочность сцепления покрытия с основным металлом для каждого способа восстановления;
- 6) на оценке стоимости детали и основных показателей (износостойкость, усталостная прочность, прочность сцепления покрытия с основным металлом выбирается наиболее рациональный способ восстановления детали).

Шадричев В.А. рекомендует для выбора способа восстановления детали пользоваться следующими критериями :

а) **критерий применимости**. Из существующих способов восстановления отбирают только те, которыми можно устранить неисправности в данной детали. Например нельзя КВ восстанавливать вибро-дуговой наплавкой из-за снижения усталостной прочности. Для деталей с большим износом нецелесообразно применение хромирования. Давлением нельзя восстанавливать детали из непластичных материалов;

б) **критерий долговечности**. Характеризуется коэффициентом долговечности. Коэффициентом долговечности называется отношение долговечности восстановленной детали к новой (L_B/L_H). Долговечность новых и восстановленных деталей находят экспериментальным путем отдельно по усталостной прочности и по износостойкости. Если восстанавливаемая деталь работает при знакопеременных нагрузках, то ее определяет усталостная прочность, если деталь работает при статической нагрузке – то износостойкость. Чем совершеннее способ восстановления, тем выше коэффициент долговечности;

в) **критерий экономичности**. Он определяет затраты на восстановление деталей данным способом. Выражением его служит стоимость восстановления детали, определяемая по формуле:

$$C_B = \left[C \left(1 + \frac{H_1 + H_2}{100} \right) + M \right] \cdot \left(1 + \frac{П}{100} \right), (\text{руб.}),$$

где C_B – стоимость восстановления детали;

C – основная заработная плата рабочих в рублях;

H_1 – косвенные цеховые расходы, % к основной заработной плате;

H_2 – косвенные общезаводские расходы, % к основной заработной плате;

M – стоимость материалов по нанесению покрытий в рублях;

$П$ – прибыль планируемая авторемонтным предприятием в %.

г) **критерий технико-экономический** является обобщенным критерием, связывающим все вышеперечисленные. По этому критерию окончательно можно решить о выборе рационального способа восстановления детали. Технико-экономический критерий определяют по следующему выражению:

$$C_B \leq K C_H,$$

где C_B – цена восстановленной детали в рублях;

C_H – цена новой детали в рублях;

K – коэффициент долговечности.

Если цена восстановленной детали будет меньше или равна произведению коэффициента долговечности на цену новой детали, то принятый способ восстановления можно считать приемлемым. Значение коэффициента K берется по таблицам.

11. Методика проектирования технологических процессов

11.1 Исходные данные и последовательность разработки технологических процессов механической обработки.

Разработка ТП механической обработки детали является комплексной задачей, для решения которой в конкретных условиях нужно найти оптимальный вариант превращения заготовки в готовую деталь, обеспечив при этом заданное качество и точность согласно ТУ.

Для разработки ТП необходимы следующие данные и материалы:

- 1) Рабочий чертеж детали и чертеж сборочной единицы, в которую входит деталь.
- 2) Рабочий чертеж заготовки.
- 3) Годовой выпуск деталей.
- 4) Условия осуществления разработанного технологического процесса (действующее производство, перспективный процесс и др.).
- 5) ГОСТы и нормалы на режущий и измерительный инструменты.
- 6) Нормалы и альбомы приспособлений.
- 7) Типовые процессы изготовления деталей.
- 8) Технологические характеристики оборудования.
- 9) Руководящие материалы, нормативы и справочная литература (по расчету припусков, по выбору режимов резания и др.).

Разработка ТП осуществляется в определенной последовательности.

Начинают с изучения и критического анализа рабочего чертежа детали и сборочного чертежа узла, в который входит деталь (условия ее работы, служебное назначение).

Метод получения заготовки, определяемый материалом детали и годовым выпуском, выбирается технологом заготовительного цеха. Выбор варианта заготовки влияет на выбор варианта технологии механической обработки.

Разработка ТП состоит из 2х стадий:

- 1) составление плана (маршрута) операций;
- 2) разработка операций процесса.

В первой стадии производится разделение процесса на отдельные операции и последовательность их выполнения, степень концентрации операции на основе выбора установочных баз, оборудования приспособлений и др. Разделяя ТП на черновые, чистовые

и отделочные операции выявляют наиболее ответственные поверхности, требующие многократной обработки, поверхности, которые целесообразно обрабатывать совместно с другими или допускающие обработку в отдельной операции и т.п. Предусматривается место термической обработки, которая осуществляется с целью:

1) Снятие внутренних напряжений в металле заготовки и улучшения их обрабатываемости.

2) Для получения механических свойств детали, заданных рабочим чертежом.

Первые перед началом механической обработки (нормализация, отжиг, старение).

Вторые обычно перед чистовыми операциями.

Определяют способы окончательной (финишной) обработки, обеспечивающие требуемые точность и шероховатость поверхностей.

Установленный план операций уточняют и подробно осуществляют разработку отдельных операций процесса: выбирают станок, определяют операционные размеры, припуски и допуски, выбирают приспособление и инструмент, режимы обработки и производят нормирование операции. Для черновых – станки неточные, но высокопроизводительные. Для чистовых точные, быстроходные.

Приспособления следует применять универсальные, быстродействующие для массового производства – специальные. Режущий инструмент ГОСТированный и нормализованный и лишь в необходимых случаях – специальный.

Операционные допуски назначают с учетом способа и экономической точности обработки. Контроль размеров – предельными калибрами, активный, статический. Шероховатость – по эталонам и приборам.

Выбор режимов обработки производят по нормативам режима резания с учетом требуемой точности обрабатываемой поверхности. Глубина резания – в зависимости от припуска, подача – от жесткости станка и требуемой шероховатости.

Техпроцесс оформляется в соответствии с ЕСТД – ГОС 3.1102-74 и является законом для производства.

11.2 и Техничко-экономический анализ вариантов технологического процесса механической обработки.

ТП механической обработки может быть разработан в 2-3 вариантах. Выбор наиболее эффективного производится по технико-экономическому сравнительному анализу. Время, затрачиваемое на выполнение операции, называемое технической нормой времени, служит критерием целесообразности ее построения для конкретных производственных условий.

Техническая норма времени $t_{шт}$ определяется:

$$t_{шт} = t_{ом} + t_{в} + t_{об} + t_{п},$$

где $t_{ом}$ – основное технологическое время;

$t_{в}$ – вспомогательное время;

$t_{об}$ – время организационного обслуживания рабочего места;

$t_{п}$ – время перерывов на отдых естественные надобности рабочего.

Основное технологическое время:

$$t_{ом} = \frac{L_p}{S} i,$$

где L_p – расчётная длина обработки (длина резания, величина врезания и перебега инструмента);

S – минутная подача;

i – количество проходов.

Оперативное время:

$$t_{on} = t_{om} + t_e,$$

где t_n и $t_{об}$ берётся в % от t_{on} .

Тогда формула технической нормы времени может быть записана:

$$t_{um} = (t_{om} + t_e) \cdot \left(1 + \frac{t_{об} + t_n}{100} \right).$$

Величина, обратная $t_{шт}$ называется нормой выработки:

$$Q = \frac{1}{t_{um}}.$$

Сменная норма выработки:

$$Q_{см} = \frac{60t_{см}}{t_{um}},$$

где $t_{см}$ – продолжительность рабочей смены в часах.

Определив $t_{шт}$ и Q можно сравнивать разные варианты по производительности.

В условиях обработки деталей партиями, когда необходима переналадка оборудования, необходимо учитывать затраты на подготовительно-заключительные работы (знакомство с чертежом, подготовка и наладка оборудования). Норма времени $T_{парт}$ на заданную партию:

$$T_{парт} = t_{um}n + T_{нз},$$

где n – число деталей в партии;

$T_{нз}$ – не зависит от размера партии.

По технической норме времени можно определить коэффициент основного времени:

$$\eta_o = \frac{t_{om}}{t_{um}}.$$

В серии не менее 0,65.

По этому коэффициенту можно сравнивать варианты аналогичных операций. Нельзя по нему сравнивать различные методы.

Для характеристики процесса изготовления детали в целом, с учетом метода получения заготовки, можно применить коэффициент использования материала:

$$\eta_m = \frac{P}{P}, \quad (\text{в массовом} - 0,85; \text{в серийном} - 0,7; \text{в единичном} - 0,6)$$

где p – вес готовой детали;

P – вес заготовки.

Данные о коэффициенте η_m

Чугунное литье в земляные формы с использование металлических моделей и машинной формовки, корпусных деталей - $\eta_m = 0,8-0,9$; втулок и гильз - $\eta_m = 0,5-0,6$; небольших шкивов и маховиков $\eta_m = 0,7-0,9$; штамповка на молотах рычагов и вилок $\eta_m =$

0,8-0,95; валов с фланцами и ступенчатых валов $\eta_m = 0,7-0,85$; зубчатых колес с обрабатываемым зубом $\eta_m = 0,35-0,55$; гладких валов с центральными отверстиями $\eta_m = 0,35-0,55$.

Показателем правильного выбора оборудования является его загрузка. Коэффициент загрузки:

$$\eta_z = \frac{X_{pc}}{X_{nc}},$$

(в массовом – 0,8; в серийном – 0,65)

где X_{pc} – расчётное число станков на операции;

X_{nc} – принятое число станков.

Расчётное число станков определяется:

$$X_{pc} = \frac{t_{um}}{\tau_n},$$

где $\tau_n = \frac{\Phi_{до}}{N}$ – темп работы линии;

$\Phi_{до}$ – годовой фонд времени оборудования;

N – годовой выпуск деталей.

Тогда коэффициент загрузки:

$$\eta_z = \frac{t_{um} \cdot N}{\Phi_{до} X_{nc}}.$$

Коэффициент загрузки линии:

$$\eta_{zn} = \frac{1}{m} \sum_1^{m_o} \eta_z,$$

где m – число станков в линии;

η_{zn} должен быть равен 0,75-0,85.

Важным показателем при сопоставлении вариантов является трудоемкость:

$$T = \sum_1^{m_o} t_{um},$$

где m_o – число операций в ТП.

Характеристикой сопоставляемых вариантов ТП по суммарным затратам живого и овеществленного труда служи себестоимость детали. Для сравнительного анализа можно пользоваться цеховой себестоимостью:

$$C_{ц} = M + P_z + H_{ц},$$

где M – стоимость материала за вычетом суммы, полученной за реализацию отходов;

P_z – зарплата рабочих-станочников, участвующих в изготовлении данной детали;

$H_{ц}$ – сумма цеховых накладных расходов.

Зарплату считают по формуле:

$$P_z = \sum_1^{m_o} T_{um} Z_i,$$

где t_{um} – штучное время (разное по операциям);

Z_i – заработная плата за единицу времени (разная по операциям).

Цеховые расходы берут в процентах пропорционально зарплате рабочих-станочников цеха:

$$H_{ц} = \frac{Ц_{ц}}{P_{ц}} \cdot 100,$$

где $Ц_{ц}$ – сумма годовых цеховых расходов;

$P_{ц}$ – годовой фонд зарплаты станочников (производственных рабочих) по цеху.

Себестоимость детали, как основного критерия в совокупности с другими технико-экономическими показателями дает возможность выбрать оптимальный вариант ТП механической обработки.

12. Нормирование работ

12.1 Техническое нормирование труда, его и задачи для повышения производительности труда.

Нормирование труда положено в основу производственных отношений между людьми. Нормирование, то есть измерение труда во времени возможно при соответствующей организации труда. Нормирование и организация труда неразрывны между собой, а так как технологический процесс определяет организацию рабочих мест и всего производства в целом, то техническое нормирование неразрывно с технологическим процессом. Технологическое нормирование является неотъемлемой частью технологического процесса. Первичным является организация труда, а вторичным – измерение его во времени.

Техническое нормирование труда является основной частью организации труда и оно выявляет необходимое время на изготовление и восстановление единицы продукции в виде норм времени и норм выработки.

Неуклонный рост производительности труда является важнейшим условием роста и совершенствования всего социалистического производства.

Внедрение новой техники и передовых технологических процессов, механизация производства, улучшение организации труда и техническое нормирование, обеспечивают высокую производительность труда.

Техническое нормирование позволяет эффективно использовать оборудование, выявить потери рабочего времени, узкие места производства. Техническое нормирование является большой организующей силой на производстве.

Техническая норма – величина не постоянная. Она зависит и отражает применение нового оборудования и инструментов, новых приспособлений, улучшение организации и новых технологических процессов.

При расчетах норм времени для ручных приемов работы ориентируются на навыки и производительность труда рабочих выше среднего уровня.

При расчетах норм времени для машинной работы ориентируются на наиболее производительное использование оборудования, инструментов и материалов. На этой

основе техническая норма времени и соответствующая ей норма выработки будут прогрессивными, так как они учитывают наилучшее использование средств производства, использование передового опыта новаторов производства и полную загрузку рабочего дня.

12.2 Методы технического нормирования.

Техническая норма времени всегда является конкретной для заданных производственных условий и заданного рабочего места.

Так как обработка одно и той же детали может производиться в условиях индивидуального, мелкосерийного, крупносерийного и малого производства различными способами и на различном оборудовании, то величина и требования к точности устанавливаемых норм будут различны в зависимости от масштабов производства.

Чем крупнее по масштабам производство, тем меньше нормы и тем большая точность необходима при их определении. Следовательно, гораздо большие затраты необходимы для проведения нормировочных работ.

Метод определения технической нормы времени на операцию зависит от масштаба производства. В крупносерийном и массовом производстве техническая норма времени определяется аналитически исследовательским методом, а в серийном – аналитически-расчетным.

Аналитический – исследовательский метод осуществляют по данным хронометражных работ, проводимых как непосредственно на рабочем месте, так и в технологических лабораториях завода.

При этом методе тщательно анализируют организацию рабочего места и проверяют режимы обработки на стойкость инструментов, жесткость станка и крепления детали.

Основные этапы проведения работ при этом методе:

1) Изучение и анализ технологического процесса на операцию, возможностей станка, приспособлений, влияния геометрии режущего инструмента и режимов обработки на затраты времени.

2) Изучение и анализ организации рабочего места и организации труда на рабочем месте.

3) На базе проведенных исследований выбирают оптимальные режимы обработки и наиболее производительные приспособления.

4) Улучшение организации рабочего места и установление способа наиболее производительного выполнения операции.

5) Разработка и внедрение организационно-технических мероприятий.

6) Определение и внедрение технической нормы времени на рабочем месте на основе проведенных исследований и организационно-технических мероприятий, инструктаж и обучение рабочего запроектированной операции.

Аналитически-расчётный метод осуществляется путем расчета нормы времени по заранее составленным нормативам режимов обработки, подготовительно-заключительного и вспомогательного времени.

Нормативы обработки определяются в условиях технологических лабораторий.

Основные этапы установления технической нормы времени при этом способе:

1) Анализ нормируемой операции по элементам.

2) Проектирование и расчет оптимального режима обработки.

3) Проектирование и расчет подготовительно-заключительного и вспомогательного времени и времени организации обслуживания рабочего места, а также, как результат, штучного времени.

4) Определение экономически целесообразной величины партии деталей и расчет нормы штучно-калькуляционного времени.

5) Внедрение технической нормы времени на рабочем месте и проведении необходимых организационно-технических мероприятий, инструктаж и обучение рабочего выполнению запроектированной операции.

Машинное время определяют путем расчета по формулам и таблицам режима обработки и по расчетным данным.

Глубина резания назначается в зависимости от припуска на обработку и жесткости крепления деталей.

Подачу выбирают в зависимости от глубины резания и чистоты обрабатываемой поверхности.

Скорость резания определяется в зависимости от твердости материала детали, глубины резания, подачи, геометрии и стойкости резца.

На скорость наплавки влияют сила сварочного тока, диаметр электродной проволоки, толщина и шаг наплавки.

Вспомогательное время определяют отдельно на установку и снятие детали по нормативным таблицам.

Подготовительно-заключительное время определяют по нормативным таблицам, составленным для разных видов обработки.

В мелкосерийном и единичном производстве нормы времени рассчитывают по более крупным комплексам работ. Установленная техническая норма времени действительна для конкретных организационно-технических условий работы и при их изменении должна пересматриваться.

12.3 Техническая норма времени, норма выработки и составные части нормы времени.

Технической нормой времени называется время, необходимое на выполнение заданной операции при определенных организационно-технических условиях. Ее еще называют штучно-калькуляционной нормой времени и она характеризует производительность труда.

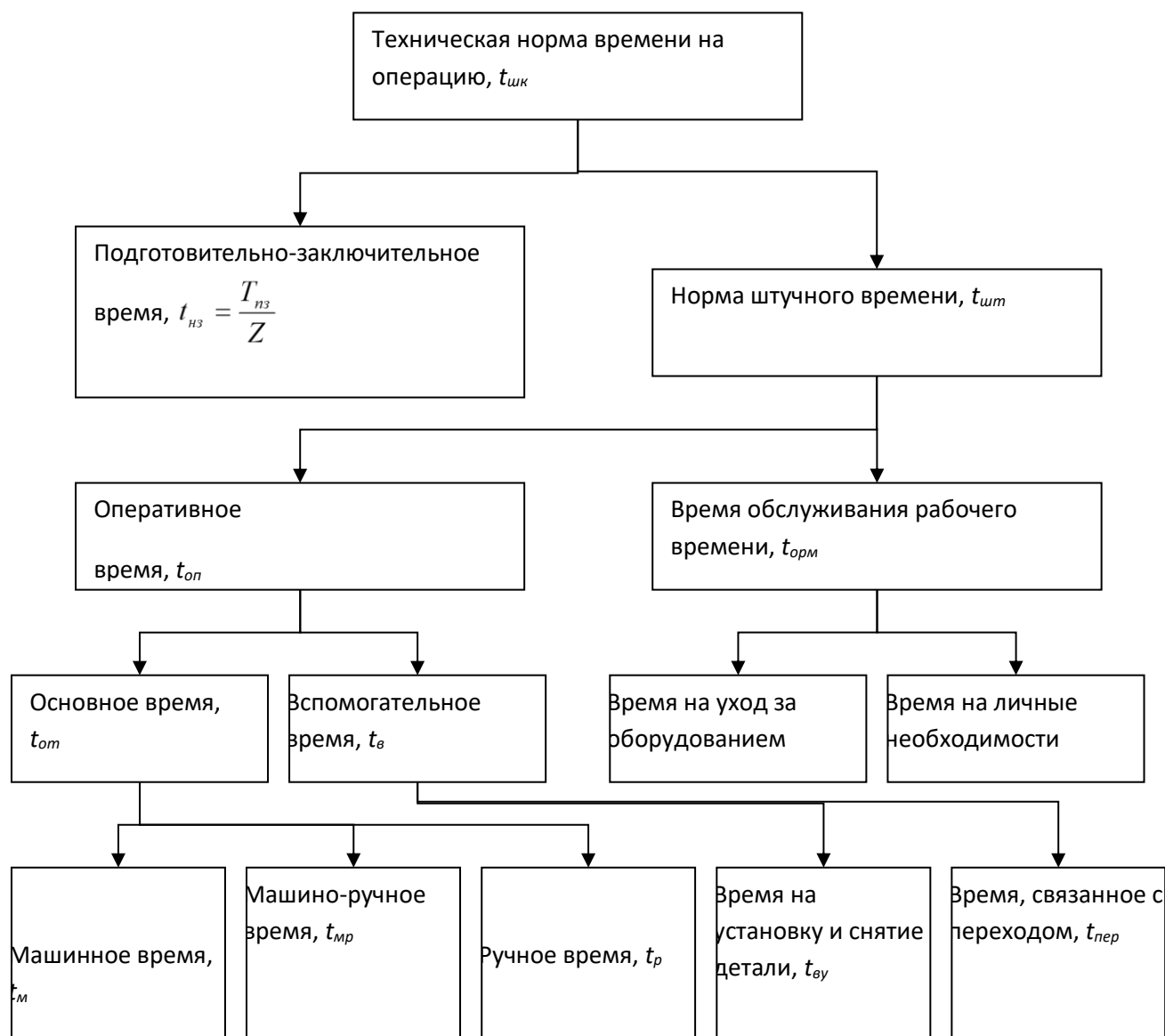
Нормо выработки называется объем работ, который рабочий может выполнить в единицу времени (час, смена, год). Норма выработки – величина, обратно-пропорциональная норме времени.

С улучшением организационно-технических условий производства меняются технические нормы времени в сторону уменьшения, а нормы выработки – в сторону увеличения.

Техническая норма времени на операцию состоит из двух основных частей: нормы подготовительно-заключительного времени и нормы штучного времени:

$$t_{шк} = \frac{T_{нз}}{Z} + t_{шт},$$

где $t_{шк}$ – штучно-калькуляционное время.



$$t_{шк} = \frac{T_{нз}}{Z} + t_{орм} + t_m + t_{мр} + t_p + \underbrace{t_{ру} + t_{пер}}_{t_e},$$

$t_{оп}$

где $T_{нз}$ – подготовительно-заключительное время, т.е. время, необходимое на получение и сдачу работы, ознакомление с рабочими чертежами и технологическим

процессом, наладку станка; получение, установку на станок, а так же снятие со станка и сдачу приспособлений и инструментов;

Z – количество деталей в партии, (шт);

$t_{шт}$ – штучное время, т.е. полное время, необходимое на непосредственную обработку одной детали;

$t_{оп}$ – оперативное время, т.е. время оперативного участия рабочего в выполнении операции;

$t_{орм}$ – время обслуживания рабочего места;

t_o – основное (технологическое) время, т.е. время, необходимое на непосредственное изменение геометрической формы, являющейся непосредственной целью данного технологического процесса;

t_e – вспомогательное время, т.е. время, необходимое на выполнение различных приёмов;

t_m – машинное время – время, затрачиваемое на изменение формы и размеров деталей машиной (станком) без непосредственного физического участия рабочего;

$t_{мп}$ – машинно-ручное время – время, затрачиваемое на изменение формы и размеров деталей машиной (станком) с непосредственным участием рабочего для осуществления ручной подачи;

t_p – время ручное – время, затрачиваемое на изменение формы и размеров детали или взаимного расположения частей детали, непосредственно рабочим, без применения машины (станка);

t_{ey} – вспомогательное время на установку и снятие детали, зависящее от веса и конфигурации детали, конструкции, приспособления, характера и точности установки детали на станке;

$t_{пер}$ – вспомогательное время, затрачиваемое на подвод и отвод режущего инструмента, включение и выключение станка и подачи, перемещение каретки станка, промеры, взятие пробной стружки и т.п.;

По определенной норме штучно-калькуляционного времени $t_{штк}$, определяют норму выработки по выражению:

$$Q_{ч} = \frac{60}{t_{штк}}, \left(\frac{шт}{час} \right),$$

$$Q_{см} = \frac{60}{t_{штк}} \cdot t_{см}, \left(\frac{шт}{смену} \right),$$

где $t_{см}$ – продолжительность рабочей смены в часах.

12.4 Техническое нормирование станочных, сварочных, гальванических, слесарных и сборочных работ.

1) К станочным работам относятся: токарные, сверлильные, фрезерные, строгальные, зуборезные, протяжные и шлифовальные работы.

Для всех станочных работ техническую норму (штучно-калькуляционное время $t_{штк}$) определяют по формуле:

$$t_{\text{шк}} = \frac{T_{n3}}{Z} + t_{\text{ум}} = \frac{T_{n3}}{Z} + t_{\text{ом}} + t_{\text{еу}} + t_{\text{внер}} + t_{\text{орм}}, \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное и вспомогательное время при серийном производстве выбирают по нормативным таблицам. Время обслуживания рабочего места принимают в процентах от оперативного времени, а основное время определяют на основании режимов обработки расчетным путем.

Общим для всех видов механической обработки являются главное движение, движение подачи, глубина резания, подача, скорость резания и стойкость резца.

Для осуществления процесса резания на металлорежущих станках необходимы 2 основных движения: главное движение и движение подачи.

Главное движение определяет скорость резания, а движение подач, относительное перемещение режущего инструмента и обрабатываемой детали в прямолинейном направлении.

Величина скорости резания зависит:

$$v = f(T, t, S, M, K_u, q, \Gamma_u, K_w, K_o, B, Z, D),$$

где T – стойкость инструмента, мин;

t – глубина резания;

S – подача на один оборот или двойной ход;

M – твердость обрабатываемого материала;

K_u – марка инструментального материала;

q – размеры режущего инструмента;

Γ_u – геометрия режущего инструмента;

K_w – охлаждение;

K_o – окалина или корка на поверхности;

B – ширина фрезерования;

Z – число зубьев фрезы;

D – диаметр фрезы.

В общем виде для всех видов работ, выполняемых на металлорежущих станках, основное время может быть выражено формулой:

$$t_o = \frac{L}{S_m} i, (\text{мин}),$$

где L – длина пути инструмента или детали в мм, в направлении подачи, в зависимости от кинематики движения на станке;

S_m – путь, пройденный инструментом или обрабатываемой деталью в направлении подачи в 1 минуту, мм;

i – число проходов.

$$S_m = S_n, \left(\frac{\text{мм}}{\text{мин}} \right) \text{ или } S = S_Z \cdot Z \cdot n, \left(\frac{\text{мм}}{\text{мин}} \right)$$

где S_Z – подача в мм на одно режущее лезвие инструмента (на 1 зуб);

Z – число режущих зубьев инструмента;

n – число оборотов или двойных ходов в минуту;

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi D}, \left(\frac{\text{об}}{\text{мин}} \right) \text{ – при вращательном главном движении;}$$

$$n = \frac{v \cdot 1000}{2L_x} \left(\frac{\text{дв.ход}}{\text{мин}} \right) \quad \text{— при возвратно-поступательном движении,}$$

где L_x – длина хода инструмента.

$$t_o = \frac{L \cdot \pi D}{S \cdot v \cdot 1000} i.$$

2) Сварочные работы:

- ацетилено-кислородная сварка:

$$t_o = \frac{F \cdot \gamma}{\alpha_n} + t_{o1} \cdot n_p, \text{ (мин).}$$

- электродуговая сварка:

$$t_o = \frac{60F \cdot \gamma}{\alpha_n J}, \left(\frac{\text{мин}}{\text{пог.м}} \right)$$

где F – поперечное сечение валика в мм²;

γ – удельный вес наплавленного металла, (г/см²);

α_n – коэффициент наплавки г/мин, г/(А·ч);

t_{o1} – основное время на один разогрев кромок, мин;

n_p – число разогревов на 1 пог.м шва;

J – сила сварного тока в амперах.

- автоматическая:

$$t_o = \frac{L}{n \cdot S} i, \text{ (мин),}$$

где L – длина наплавки, мм;

n – число оборотов детали, об/мин;

i – число слоёв наплавки;

S – подача, мм/об.

$$t_{\text{ук}} = [(t_o + t_{o1})L + t_{o2}] K_1 K_2, \text{ (мин),}$$

где t_{o1} – вспомогательное время для осмотра и очистки кромок или валика, мин;

L – длина шва или валика, м;

t_{o2} – вспомогательное время для установки, поворотов и снятия детали, мин;

K_1 – коэффициент учитывающий время обслуживания рабочего места;

K_2 – коэффициент учитывающий время подготовительно-заключительных работ.

- гальванопокрытия:

$$T = \frac{b \cdot \gamma \cdot 1000 \cdot 60}{D_k \cdot C \cdot \eta}, \text{ (мин),}$$

где b – толщина слоя покрытия (на сторону), мм;

γ – удельный вес осаждённого металла, г/см³;

D_k – катодная плотность тока, А/дм²;

C – электрохимический эквивалент, т.е. количество металла, выделяющегося в процессе электролиза, г/(А·ч);

η – выход металла на катоде по току, %.

Заключение

Потребность в ТО и Р возникла вместе с появлением автомобилей. Длительное время автомобили ремонтировали индивидуально. Основным признаком индивидуального ремонта автомобилей – отсутствие раскомплектования, т.е. снятые детали и узлы сохраняются за ремонтируемым объектом.

Увеличение численного состава автомобильного парка при сокращении разномарочности создали благоприятные условия для перехода к промышленному восстановлению агрегатов и автомобилей, с использованием преимуществ серийного и массового производства.

Метод промышленного ремонта заключается в том, что подлежащие восстановлению агрегаты и автомобили полностью разбирают и раскомплектованные детали (без учета их принадлежности к автомобилям, с которых они были сняты) после тщательного контроля и восстановления направляют на сборку. Вместо выбракованных деталей используют новые запасные части.

При этом автомобили и агрегаты собирают как и новые по принципу взаимозаменяемости. Это увеличивает производительность труда и снижает стоимость капитального ремонта. КР промышленным методом требует хорошо организованного авторемонтного производства, при котором можно получить экономическую эффективность восстановления за счет реализации остаточной долговечности деталей.

Под автотранспортным производством следует понимать промышленный КР автомобилей, технология и организация которого обеспечивают экономически оправданную реализацию долговечности детали по условия их взаимозаменяемости.

Продукцией авторемонтного завода по существу является заново изготовленный автомобиль или агрегат (вторично изготовленный) из деталей, бывших в эксплуатации, и новых запасных частей.

Список литературы

Основная литература

1. Технология и организация восстановления деталей и сборочных единиц при сервисном обслуживании [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.Т. Лебедев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2014.— 96 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47366>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю;

2. Коломейченко, А.В. Технология ремонта машин. Лабораторный практикум: учебное пособие в 2 ч. Ч. I [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Коломейченко, В.Н. Логачев, Н.В. Титов [и др.]. — Электрон. дан. — ОрелГАУ (Орловский государственный аграрный университет), 2013. — 180 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71447 — Загл. с экрана.;

3. Коломейченко, А.В. Технология ремонта машин. Лабораторный практикум: учебное пособие в 2 ч. Ч. II [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Коломейченко, В.Н. Логачев, Н.В. Титов [и др.]. — Электрон. дан. — ОрелГАУ (Орловский государственный аграрный университет), 2013. — 156 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71419 — Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Обработка и упрочнение поверхностей при изготовлении и восстановлении деталей [Электронный ресурс]/ В.И. Бородавко [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2013.— 464 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29485>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю;

2. Сорокин Г.М. Основы механического изнашивания сталей и сплавов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Сорокин Г.М., Малышев В.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2014.— 308 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27268>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю;

3. Фещенко В.Н. Слесарное дело. Слесарные работы при изготовлении и ремонте машин. Книга 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Фещенко В.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Инфра-Инженерия, 2013.— 464 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13546>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.