

Лекция 12

12.1 Восстановление деталей механической обработкой

11.1.1 Общие сведения.

Механическая обработка нашла широкое применение при ремонте деталей. Ее используют при подготовке деталей к ремонту и после нанесения покрытия, а также при обработке деталей под ремонтный размер и при постановке дополнительных ремонтных деталей (ДРД).

Основными особенностями механической обработки ремонтируемых деталей являются:

- высокая твердость обрабатываемых поверхностей, так как большинство автомобильных деталей подвергается химико-термической обработке;
- неравномерность припуска на обработку поверхностей вследствие неравномерного износа и толщины покрытия;
- специфические физико-механические свойства покрытий, наносимых на детали при их ремонте (повышенная пористость, хрупкость, возможность посторонних включений и т. п.);
- неоднородность свойств покрытий на различных участках обрабатываемых поверхностей (пятнистость).

Эти особенности влияют на выбор метода и режима обработки. Особенно большие трудности возникают при обработке деталей, ремонтируемых наплавкой. Эти трудности обусловлены неравномерностью припусков, неоднородностью свойств наплавленного металла, включениями шлака и другими причинами ухудшения условий работы режущего инструмента.

Шлифование деталей может привести к снижению микротвердости покрытия и к возникновению шлифовочных трещин не только в покрытии, но и в основном металле. Шлифовочные трещины особенно опасны, так как они являются концентраторами напряжений и снижают усталостную прочность отремонтированных деталей. Шлифовать хромированные детали следует электрокорундовыми кругами при режиме: скорость резания 30...35 м/с, поперечная подача 0,002...0,005 мм на двойной ход стола, продольная подача 2... 10 мм/об, расход охлаждающей жидкости не менее 25...30 л/мин.

Детали с хромированными покрытиями, нанесенными с декоративными целями, подвергаются полированию, которое проводится мягкими кругами с применением полировальных паст.

Основной особенностью механической обработки деталей с покрытиями из синтетических материалов (пластмасс) является их низкая теплопроводность и недопустимость нагрева реактопластов до температуры более 150...160°C, а термопластов свыше 120 °С. При обработке пластмассовых покрытий необходимо применять хорошо заточенный инструмент из теплоустойкого материала с интенсивным охлаждением сжатым воздухом или керосином. Применение охлаждающих жидкостей недопустимо, так как при повышенной температуре они могут образовывать с пластмассой химические соединения, вредно влияющие на здоровье рабочих. Рекомендуется применять токарную обработку при высоких скоростях резания (до 250...300 м/мин) и при малых подачах (до 0,1...0,2 мм/об).

11.1.2 Обработка деталей под ремонтный размер.

При таком методе ремонта одна из деталей сопряжения, обычно наиболее сложная и дорогостоящая (например, коленчатый вал), обрабатывается под ремонтный размер, а другая (например, вкладыши подшипников) заменяется новой или отремонтированной также под ремонтный размер. Обработкой под ремонтный размер восстанавливают геометрическую форму, требуемую шероховатость и точностные параметры изношенных поверхностей деталей.

Восстанавливаемые поверхности деталей могут иметь несколько ремонтных размеров. Их значение и число зависят от износа детали за межремонтный пробег автомобиля, от припуска на обработку и от запаса прочности детали.

Метод определения значения и числа ремонтных размеров для вала и отверстия был впервые разработан проф. В. В. Ефремовым и заключается в следующем. Пусть вал и отверстие при поступлении деталей в ремонт имеют форму и размеры, показанные на рис. 1. Для того чтобы придать поверхностям правильную геометрическую форму, необходимо подвергнуть их механической обработке. После обработки размеры поверхностей деталей будут отличаться от первоначальных на удвоенный максимальный односторонний износ I и припуск Z на механическую обработку на сторону.

Следовательно, первый ремонтный размер для наружных цилиндрических поверхностей (валов)

$$d_{p,1} = d_n - 2(I_{\max} + Z),$$

где d_n — размер вала по рабочему чертежу (номинальный), мм.

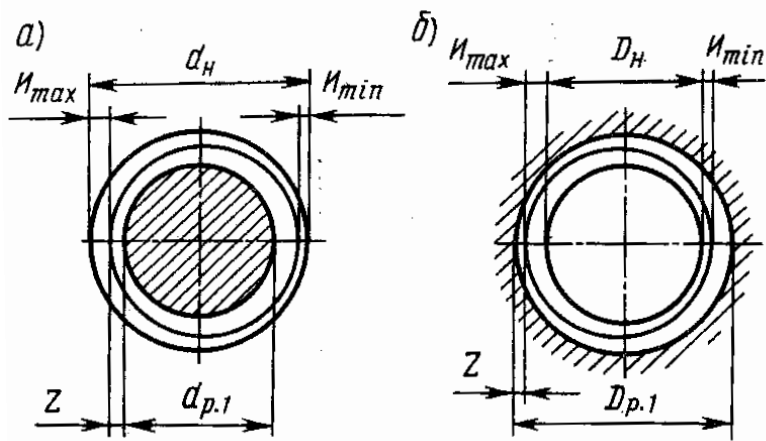


Рисунок 11.1 - К определению ремонтных размеров для вала (а) и отверстия (б)

Припуск Z зависит от вида обработки: при чистовом точении 0,05...0,1 мм, при шлифовании 0,03... 0,05 мм на сторону. Износ I_{max} может быть определен опытным путем.

Однако при контроле и сортировке деталей обычно измеряют не максимальный износ, а износ I на диаметр за межремонтный пробег.

Поэтому, чтобы упростить пользование формулой для определения ремонтного размера, в нее вводят коэффициент неравномерности износа $\beta = I_{max}/I$.

При симметричном износе детали, когда $I_{max} = I_{min} = I/2$, коэффициент неравномерности износа $\beta = I_{max}/I = 0,5$. При одностороннем износе $I_{min} = 0$, а $I_{max} = I$, поэтому $\beta = I_{max}/I = 1$. Таким образом, значения коэффициента

неравномерности износа могут изменяться от 0,5 до 1. Для конкретных деталей коэффициент β устанавливают опытным путем.

Имея в виду, что $I_{max} = \beta I$, и подставляя это значение в формулу для определения ремонтного размера для вала, получим $d_{p.1} = d_n - 2 \times (\beta I + Z)$. В этой формуле величина $2(\beta I + Z) = \gamma$ называется межремонтным интервалом. Следовательно, расчетную формулу для определения ремонтных размеров для наружных цилиндрических поверхностей (валов) можно представить окончательно в следующем виде:

$$d_{p.1} = d_n - \gamma;$$

$$d_{p.2} = d_n - 2\gamma;$$

$$d_{p.n} = d_n - n\gamma,$$

где n — число ремонтных размеров.

По аналогии для внутренних цилиндрических поверхностей можно записать:

$$D_{p.1} = D_n + \gamma;$$

$$D_{p.2} = D_n + 2\gamma;$$

$$D_{p.n} = D_n + n\gamma.$$

Число ремонтных размеров можно определить по формулам: для валов

$$n_B = (d_n - d_{min}) / \gamma;$$

для отверстий

$$n_{OTB} = (D_{max} - D_n) / \gamma,$$

где d_{min} — минимальный диаметр вала; D_{max} — максимальный диаметр отверстия.

Минимальный диаметр вала и максимальный диаметр отверстия определяют по условиям прочности детали, из конструктивных соображений или исходя из минимально допустимой толщины слоя химико-термической обработки поверхности детали.

Обработка деталей под ремонтный размер нашла широкое применение при ремонте автомобильных деталей. Этим способом ремонтируют коренные и шатунные шейки коленчатых валов, опорные шейки распределительных валов, гильзы цилиндров и многие другие детали. К преимуществам этого способа ремонта деталей следует отнести простоту технологического процесса и применяемого оборудования, высокую

экономическую эффективность, сохранение взаимозаменяемости деталей в пределах определенного ремонтного размера. К недостаткам этого способа относятся увеличение номенклатуры запасных частей, поставляемых промышленностью, и некоторое усложнение организации процессов комплектования деталей, сборки узлов и хранения деталей на складах.

11.1.3 Постановка дополнительных ремонтных деталей (ДРД). Этот метод применяют с целью компенсации износа рабочих поверхностей деталей, а также при замене изношенной или поврежденной части детали.

В первом случае ДРД устанавливают непосредственно на изношенную поверхность детали. Этим способом восстанавливают посадочные отверстия под подшипники качения в картерах коробок передач, задних мостов, ступиц колес, отверстия с изношенной резьбой и другие детали.

В зависимости от вида восстанавливаемой поверхности ДРД могут иметь форму гильзы, кольца, шайбы, пластины, резьбовой втулки или спирали (рис. 2).

Если на детали сложной формы изношены отдельные ее поверхности, то ее можно отремонтировать путем полного удаления поврежденной части и постановки вместо нее заранее изготовленной дополнительной ремонтной детали. Этот способ применяют при ремонте крышек коробок передач, блоков шестерен, ведущей шестерни коробки передач, кузовов и кабин автомобилей и других деталей.

Дополнительные ремонтные детали обычно изготавливают из того же материала, из которого изготовлена ремонтируемая деталь. При восстановлении, посадочных поверхностей в чугунных деталях втулки могут быть изготовлены также из стали. Рабочая поверхность ДРД по своим свойствам должна соответствовать свойствам ремонтируемой детали. В связи с этим ДРД в случае необходимости должны подвергаться соответствующей термической обработке.

Крепят ДРД обычно за счет посадок с натягом. В отдельных случаях могут быть сварка по торцу, стопорные винты или штифты. Для обеспечения прочной посадки ДРД, имеющих форму втулок, необходимо обработку сопрягаемых поверхностей втулки и детали производить по допускам посадки $H7/j6$ второго класса точности с шероховатостью $Ra \leq 1,25 \dots 0,32$ мкм. При запрессовке втулок для предупреждения их деформации рекомендуется сопрягаемые поверхности покрывать смесью машинного масла или графита. После постановки и закрепления дополнительных ремонтных деталей производят их окончательную механическую обработку до требуемых размеров.

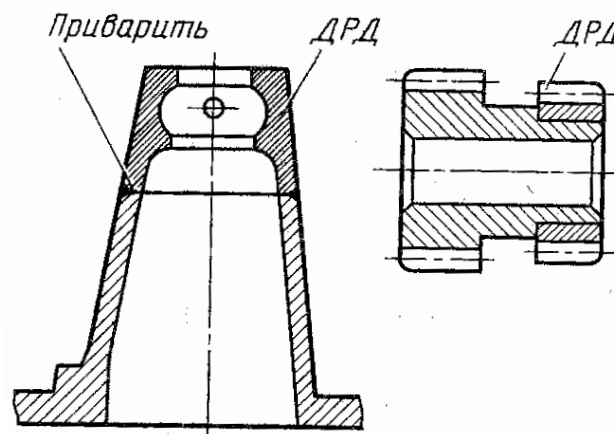


Рисунок 11.2 - Детали, восстановленные установкой дополнительных ремонтных

11.2 Устранение дефектов деталей и сборочных единиц пайкой

11.2.1 Общие сведения

Сущность этого способа заключается в соединении двух металлических поверхностей, находящихся в твердом состоянии при помощи припоя, имеющего температуру плавления меньшую, чем у основного металла. Применяется в АРП при ремонте радиаторов, топливных баков, топливопроводов, карбюраторов, лужение втулок распредвала и т.д.

При пайке кромки соединяемых деталей нагревают до такой температуры, при которой припой полностью расплавляется, смачивает поверхности и заполняет зазоры между ними. При охлаждении припой кристаллизуется и образует достаточно прочное соединение деталей. Прочность пайки будет тем выше, чем более полной будет взаимная диффузия припоя и материала соединяемых деталей. Степень диффузии зависит от свойств припоя и основного металла, от чистоты поверхности соединяемых деталей, от температуры пайки и времени выдержки при этой температуре. Для очистки поверхностей от окислов и защиты их от окисления в процессе пайки применяют специальные флюсы.

11.2.2 Припой и их свойства

В качестве припоев применяются как чистые металлы, так и их сплавы. К припоям предъявляются следующие требования:

температура плавления припоя должна быть ниже температуры плавления паяемых металлов;

при температуре пайки припой должен хорошо смачивать спаиваемые поверхности изделия и заполнять соединительные зазоры;

припой должен обеспечивать получение соединений с требуемыми свойствами по механической прочности, коррозионной стойкости, электропроводности и т.д.;

коэффициенты термического расширения припоя и паяемого металла должны быть близкими по своей величине;

припой не должен содержать дефицитных элементов и быть технологичным в изготовлении и применении.

Наибольшее распространение в автомобилестроении получили оловяносвинцовые, медноцинковые, серебряные и алюминиевые припои.

Оловяносвинцовые припои применяют при низкотемпературной пайке деталей из стали, меди и ее сплавов. Эти припои имеют температуру плавления не более 280°C, обладают достаточно высокой коррозионной стойкостью и высокими технологическими свойствами.

Из оловяносвинцовых припоев наибольшее применение нашли припои: ПОС-90 для пайки деталей из стали и медных сплавов, требующих повышенную коррозионную стойкость; ПОС-61 для этих же металлов, не допускающих высокого нагрева; ПОС-40 для пайки радиаторов, коллекторов электрических машин, проводов и др.; ПО-10, ПОССу-18-2, ПОССу-4-6 для тех же металлов при пониженных требованиях к прочности.

Цифры 90, 61, 40, 10, 18, 4, указывают на примерное содержание в припое олова. Паять детали чистым оловом не рекомендуется, так как при температуре 13,2°C оно претерпевает аллотропическое превращение, переходя в порошкообразное состояние. Остальное в составе припоя свинец с небольшой добавкой сурьмы.

Для пайки деталей из стали, меди и ее сплавов работающих в тропических условиях рекомендуются *припои на основе олова* ВПр-6, ВПр-9. Эти припои, кроме олова, содержат также серебро, сурьму и медь (в общем в пределах 8...15 %).

Медноцинковые припои это сплавы, содержащие от 36 до 65% меди (остальное - цинк) и имеющие температуру плавления от 825 до 905°C. Эти припои обеспечивают высокую прочность паки, имеют хорошие технологические свойства и высокую коррозионную стойкость. Пайку деталей медноцинковыми припоями производят пламенем сварочных горелок и индукционным нагревом. Наибольшее распространение при ремонте автомобилей получили припои: ПМЦ-36, ПМЦ-48 для пайки деталей при пониженных требованиях к прочности соединения; ПМЦ-54, Л-63, ЛОК-62-06-04 для пайки деталей при повышенных требованиях к прочности соединений.

Припои для пайки алюминия и его сплавов подразделяются на две группы: тугоплавкие на основе алюминия и легкоплавкие на основе олова, цинка и кадмия. Легкоплавкие припои применяют для пайки алюминия и его сплавов при невысоких требованиях к прочности соединений. Припои на основе алюминия (наиболее распространенный припой 34А) обладают высокой коррозионной стойкостью и прочностью соединений.

12.2.3 Флюсы, применяемые при пайке

Прочное соединение спаиваемых деталей возможно только в том случае, если с их поверхности будут удалены окисные пленки, которые удаляют с помощью флюсов. Флюсы предохраняют спаиваемые поверхности и припой от дальнейшего окисления в процессе пайки.

К флюсам предъявляются следующие требования:

они должны вступать в химическое взаимодействие или растворять окислы, прежде чем расплавится припой;

уменьшить силы поверхностного натяжения жидкого припоя и улучшать его растекаемость;

хорошо смачивать в расплавленном состоянии поверхности металлов;

не оказывать сильного коррозионного воздействия на соединяемые детали и припой;

легко удаляться с поверхности деталей после пайки.

Состав флюса зависит от состава припоя и металла, из которого изготовлены паяемые детали.

При пайке оловяносвинцовыми припоями, а также припоями на основе олова и свинца наиболее часто применяют водные растворы хлористого цинка ($ZnCl_2$) и хлористого аммония (NH_4Cl). При пайке деталей электрооборудования легкоплавкими припоями рекомендуется применять бескислотные флюсы на основе канифоли, в которые иногда вводят активирующие добавки (хлористый цинк, хлористый аммоний, салициловую кислоту и др.), которые способствуют более интенсивному удалению окислов.

При пайке медными, медноцинковыми и серебряными припоями применяют флюсы на основе соединений бора. В их состав входят бура ($Na_2B_4O_7$), борная кислота (H_3BO_3), борный ангидрид (B_2O_3), фтористый калий (KF) и фтороборат калия (KBF_4).

При пайке алюминия и его сплавов с применением припоя на основе алюминия применяются специальные флюсы, состоящие из смеси хлористых и фтористых соединений металлов. Эти флюсы

активно растворяют тугоплавкие окислы алюминия. В качестве растворителя в эти флюсы вводят фтористый натрий. Наиболее распространенные флюсы для пайки алюминия и его сплавов: -34А, содержащий хлористые соединения калия, лития, натрия, цинка; - Ф320А и Ф380А, содержащие хлористые соединения калия, лития, цинка и фтористый натрий.

11.2.4 Технология пайки низкотемпературными припоями

Процесс пайки низкотемпературными оловяносвинцовыми припоями состоит из трех основных операций: подготовки деталей к пайке, пайки и обработки после пайки.

Подготовка деталей к пайке включает в себя зачистку кромок деталей от загрязнений и окислов, подогрев деталей до температуры пайки, флюсование и лужение соединяемых поверхностей. Далее производится сборка изделий с обеспечением оптимального зазора между спаиваемыми поверхностями. От величины зазора зависит прочность пайки, поэтому он должен быть выдержан в пределах 0,1...0,2 мм.

Пайка деталей низкотемпературными припоями чаще всего производится паяльником или погружением деталей в расплавленный припой. Перед пайкой кромки деталей флюсуют. Припой и кромки спаиваемых деталей при пайке нагревают до температуры, превышающей на 40...50°C температуру полного расплавления припоя.

После пайки детали медленно охлаждают до температуры полного затвердевания припоя, а затем паяный шов промывают горячей водой от остатков флюса и зачищают от наплывов припоя.

Пайка деталей из алюминия и его сплавов низкотемпературными припоями имеет некоторые особенности, которые объясняются интенсивным окислением алюминия с образованием на поверхности деталей прочной и тугоплавкой окисной пленки. Эта окисная пленка препятствует соединению припоя с деталью. Применять флюсы при пайке алюминия и его сплавов нельзя, так как они при сравнительно невысокой температуре не взаимодействуют с окислами и не растворяют их.

Пайку алюминия и его сплавов низкотемпературными припоями обычно производят абразивным или ультразвуковым паяльником.

При пайке абразивным паяльником спаиваемые детали подогревают до температуры плавления припоя и затем обслуживают, натирая абразивным бруском, состоящим из смеси порошков припоя (90% по массе) и асбеста (10%). Соприкасаясь с подогретой деталью, припой абразивного бруска будет плавиться и, следовательно, очистка поверхности спаиваемых деталей от окислов будет происходить под слоем расплавленного припоя. В этих случаях обеспечивается прочное сцепление припоя с основным металлом. После обслуживания детали спаивают, пользуясь обычным паяльником.

Хорошие результаты при пайке алюминия и его сплавов дает применение ультразвукового паяльника. Он состоит из магнетострикционного излучателя ультразвуковых колебаний и медного стержня со спиральной электроподогрева. Обмотка магнетострикционного излучателя питается от генератора ультразвуковых колебаний. Промышленность выпускает ультразвуковой паяльник УП-21, который работает на частоте 18...22кГц, имеет мощность генератора 40 Вт, мощность подогревателя 100Вт, напряжение 220В. При пайке этим паяльником в расплавленном припое возникают ультразвуковые колебания, которые разрушают окисную пленку на деталях. Очищенные от окислов детали хорошо соединяются с припоем и образуют прочное паяное соединение.

11.2.5 Технология пайки деталей высокотемпературными припоями

Пайку высокотемпературными припоями применяют при восстановлении деталей из тех же материалов, с которыми эти припои образуют твердые растворы: при восстановлении трубопроводов системы смазки и системы питания, при пайке контактов приборов электрооборудования, а также при восстановлении деталей из стали, чугуна и алюминиевых сплавов. Процесс пайки этими припоями включает подготовку деталей к пайке, нагрев и пайку деталей и обработку их после пайки.

Подготовка к пайке заключается в подгонке поломанных деталей, изготовление накладок для заделки пробоин, разделку кромок трещин и т.п. При пайке деталей из алюминиевых сплавов спаиваемые поверхности обезжиривают раствором кальцинированной соды и промывают водой.

Кромки спаиваемых деталей зачищают от окислов и затем покрывают флюсом. Флюс на место пайки наносят в виде порошка или пасты. После флюсования в шов укладывают припой в виде пластинок, кольца, проволоки и т.п. в зависимости от формы шва и детали.

После наложения припоя приступают к пайке. Деталь в месте пайки нагревают до температуры несколько превышающей температуру полного расплавления припоя и выдерживают при этой температуре в течение некоторого времени. Выдержку при температуре пайки выбирают на основе экспериментальных данных. Она должна быть такой, чтобы обеспечить расплавление припоя, заполнение им зазора и наиболее полное протекание диффузионных процессов между жидким припоем и подогретыми кромками спаиваемых деталей.

В зависимости от способа нагрева деталей различают следующие виды пайки высокотемпературными припоями: газопламенную, электрическую и в печах или ваннах. Чаще всего применяется газопламенная, обеспечивающая высокое качество пайки, но требующая от исполнителя больших навыков, так как высокая температура пламени и трудность контроля температуры нагрева деталей создают угрозу перегрева металла детали и припоя.

После пайки любым из перечисленных способов детали медленно охлаждают, очищают от наплывов припоя и промывают от остатков флюса.

Качество пайки контролируется испытанием деталей на герметичность (радиаторы, баки, топливопроводы).