КРАЕВОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

«КРАСНОЯРСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ТЕХНИКУМ»

ПМ.01«Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта»

УП.01.01 Кузнечно-сварочная

Тема урока:

Цель: Научиться выбирать инструмент и приспособления необходимые для проведения работ определять последовательность выполнения работвспомнить теоретические знания и применить их на практике

Ход урока:

Внимательно изучить материал.

12.1. Коленчатые валы.

Коленчатые валы работают в условиях высоких нагрузок, а шейки вала подвергаются интенсивному износу. Термическая обработка коленчатых валов преследует две цели: повысить их прочность и износостойкость. Изготовляют коленчатые валы из стали и из высокопрочного чугуна. Коленчатые валы автомобиль­ных и тракторных двигателей, компрессоров изготовляют из сталей 45, 50Г, 30ХГ2, 47ГТ, 40ХН и др. (горячей штамповкой). Благодаря штамповке получается хорошая макроструктура - волокна металла не перерезаются, а соответствуют конфигурации вала (рис. 56).



Рис. 56. Схема макроструктуры коленчатого вала:

а – штампованного; б – вырезанного из заготовки.

После штамповки валы подвергают нормализации – нагреву до температуры выше точки АС3 на 40–50° С и последующему равномерному охлаждению на воздухе. Применяют также норма­лизацию штампованных заготовок коленчатых валов с исполь­зованием тепла после горячей штамповки. Например, штампован­ные заготовки валов из стали 45 подвергают нормализации в спе­циальной щелевой нормализационной печи с подвесным конвейе­ром. Перед поступлением в рабочую камеру печи, нагретую до 850° С, штампованные заготовки валов проходят через специаль­ный коридор, где охлаждаются с 1050–1100° С до 600–650° С. После нормализации штампованные заготовки проходят через ка­меру предварительного охлаждения и выдаются на воздух.

После нормализации штампованные заготовки для обработки поступают на металлорежущие станки, а затем шатунные и ко­ренные шейки валов подвергают поверхностной закалке при индукционном нагреве, для чего применяют автоматизированные установки, на которых производят последовательный нагрев и охлаждение каждой шейки. Время нагрева и охлаждения шеек регулирует реле времени. За счет сокращения длительности охлаждения проводится самоотпуск шеек (температура самоот­пуска 240–250° С). Для закалки коленчатых валов в поточной линии устанавливают специальные станки. Получают закален­ный слой толщиной 3–5 мм, а твердость поверхности шеек HRC 56–62, микроструктура слоя – мелкоигольчатый мартенсит. Если закаленный слой не доходит до переходной поверхности (рис. 57, а), то вредные напряжения растяжения, выходящие на поверхность в месте обрыва закаленного слоя, располагаются вблизи переходной поверхности.

Литые коленчатые валы из высокопрочного магниевого чугуна по сравнению со стальными штампованными валами имеют пре­имущества, а поэтому находят широкое применение в двигате­лях, например автомобилей, тепловозов и т. п. Наиболее благо­приятной структурой высокопрочного чугуна является структура зернистого перлита с шаровидным графитом. Структура зернистого перлита может быть получена только при определенном химиче­ском составе и термической обработке высокопрочного чугуна.



Рис. 57. Расположение закаленного слоя на шейке вала

Рекомендуется следующий химический состав высокопрочного магниевого чугуна для коленчатых валов автомобильных двига­телей: 3,4–3,6% С; 2–2,2% Si; 1,15–1,3% Мn; 0,15–0,25% Сr; 0,03–0,06% Мg; менее 0,005% S; менее 0,12% Р. Повышенное содержание марганца в чугуне необходимо для повышения стой­кости эвтектоидного цементита, чтобы при термической обработке происходила сфероидизация, а не графитизацияэвтектоидного цементита.

Термическая обработка коленчатых валов проводится по следующему режиму: нормализация – нагрев до 950–960° С, выдержка 8 ч, охлаждение со скоростью 30–60° С/мин до 600° С; отпуск – нагрев до 725–740° С, выдержка 8 ч, охлаждение на воздухе. Получаемая структура – зернистый перлит и шаро­видный графит, твердость НВ 207–241.

Термическую обработку коленчатых валов целесообразно про­водить в печах с защитной атмосферой, и для уменьшения короб­ления нагревать коленчатые валы на специальных поддонах.

12.2. Зубчатые колеса.

**Зубчатые колеса из цементуемых сталей.** Зубчатые колеса широко применяют в машинах, механизмах и приборах различ­ных отраслей машиностроения. Наилучшая макроструктура зуб­чатых колес получается при штамповке, когда расположение во­локон соответствует конфигурации колеса, так как в этом случае прочность на изгиб повышается.

При выборе стали для изготовления зубчатых колес необхо­димо учитывать ее стоимость, обрабатываемость, прокаливаемость и деформацию колеса при термической обработке. Так как основным элементом зубчатого колеса является зуб, применяемые стали и методы упрочнения должны обеспечивать высокую кон­тактную и усталостную прочность, прочность при изгибе, ударе и износостойкость зуба.

Цементуемые зубчатые колеса изготовляют из сталей 20Х, 12ХНЗА, 12Х2Н4А, 20Х2Н4А, 25ХГМ, 20ХН2М, 18ХГТ, 25ХГТ, 30ХГТ, 20ХГР, 18Х2Н4ВА и др.

Для подготовки структуры к обработке колес на металлоре­жущих станках и для улучшения механических свойств готовых зубчатых колес штампованные заготовки перед обработкой на металлорежущих станках подвергают термической обработке — отжигу (полному, изотермическому) или нормализации, или нор­мализации с высоким отпуском.

Наилучшей для резания (получение наименее шероховатой поверхности металла) является структура после изотермического отжига по режиму: нагрев до температуры в точке АС3 + 50° С, выдержка, кратковременное переохлаждение до 480—500° С и изотермическая выдержка при 580—600° С.

Зубчатые колеса из хромомарганцетитановых сталей (18ХГТ, 25ХГТ, 30ХГТ) подвергают газовой цементации (при температуре 920–950° С) с непосредственной закалкой из цементационной печи после предварительного подстуживания до 840–860° С. После закалки зубчатые колеса подвергают отпуску при 180–200° С. На поверхности достигается твердость HRC 56–62, а в сердцевине HRC 30–45 (нижний предел для стали 18ХГТ, верхний – для стали 30ХГТ). Микроструктура цементованного слоя – мелкоигольчатый мартенсит с мелкими включениями карбидов и небольшим количеством остаточного аустенита; сердце­вины – сорбит (для стали 18ХГТ) и троостосорбит (для стали 30ХГТ).

Зубчатые колеса из хромоникелевых сталей 12Х2Н4А, 20Х2Н4А и других непосредственной закалке не подвергают – получается большое количество остаточного аустенита, что сни­жает твердость поверхности зуба. Поэтому зубчатые колеса из этих сталей после цементации охлаждают на воздухе, подвергают высокому отпуску при 600–650° С (для подготовки структуры цементованного слоя под закалку; во время отпуска происходит распад остаточного аустенита и мартенсита и выделяются карбиды), закаливают в масле от 800–820° С и подвергают низкому отпуску при 180–200° С.

Для уменьшения деформации зубчатых колес применяют сле­дующие способы: 1) ступенчатую закалку; нагретые зубчатые колеса охлаждают в ванне с маслом или расплавленной солью с температурой 150–180° С и после выдержки в ванне для выравни­вания температуры по сечению зубчатого колеса до температуры ванны охлаждают на воздухе до температуры 20° С; 2) закалку на специальных фиксирующих оправках, которые устанавливают в отверстии зубчатого колеса; 3) ступенчатую закалку в сочета­нии с фиксирующими оправками; зубчатое колесо помещают на оправку после выдержки его в горячей среде и затем охлаждают до температуры 20° С вместе с оправкой.

**Зубчатые колеса из улучшаемых сталей.** Зубчатые колеса изготовляют из улучшаемых сталей, например 45, 40Х, 40ХН и др., а также из стали 55ПП пониженной прокаливаемости. В за­висимости от условий работы зубчатые колеса подвергают раз­личной термической обработке: нормализации, улучшению, за­калке и низкому отпуску, цианированию (нитроцементации) с последующей закалкой и отпуском.

Зубчатые колеса, работающие при низких скоростях и малых давлениях, изготовляют из стали 45 и подвергают нормализации при 850–870° С (твердость НВ 170–217) или улучшению – закалке в воде от 820–840° С и отпуску при 520–550° С (НВ 220–250). Зубчатые колеса, работающие при значительных изги­бающих нагрузках и небольших скоростях, изготовляют из ле­гированных среднеуглеродистых сталей и подвергают улучше­нию–закалке в масле и отпуску при 600–650° С (НВ 230–260). Зубчатые колеса, работающие при средних скоростях, средних давлениях и небольших ударных нагрузках, изготовляют из легированных среднеуглеродистых сталей. Режимы термической обработки зубчатых колес из этих сталей следующие: а) закалка в масле и отпуск при 180–200° С (НRС 50–55); б) цианирование (нитроцементация) при 830–850° С, закалка в масле и отпуск при 180–200° С (HRC 55–60); толщина слоя должна быть в пре­делах 0,2–0,3 мм, для чего необходима выдержка 30–50 мин при цианировании и 1–2 ч при нитроцементации.

Большое распространение в заводской практике получила поверхностная закалка зубчатых колес при индукционном на­греве. Закалка в этом случае проводится двумя методами: 1) со сквозным нагревом зубьев; 2) с нагревом только контактных поверхностей зуба (закалка «по зубу») или с одновременным нагревом контактных поверхностей и впадины (закалка «по впадине»).

12.3. Полуоси.

Полуоси являются тяжело нагруженными деталями, к которым предъявляются требования высокой статической и усталостной прочности, а также достаточно высокой твердости и износостой­кости. Полуоси изготовляют ковкой-штамповкой, в результате чего направление волокон весьма точно повторяет внеш­ние очертания детали, при­давая ей наибольшую проч­ность. Поковки полуосей, изготовленных из легирован­ных сталей (например, из стали 40ХГТР), подвергают нормализации (880° С) с по­следующим отпуском при 680–700° С. После обработки на металлорежущих станках полуоси подвергают объем­ной термической обработке по режиму: нагрев 860–880° С, закалка в масле, от­пуск при 220°С с получением твердости HRC 50–52 или от­пуск при 450–500° С с ох­лаждением в горячей (50° С) воде в связи с отпускной хрупкостью с получением твердости HRC 42–45. По­луоси из среднеуглеродистых сталей и подвергают поверх­ностной индукционной за­калке с низким отпуском.



Рис. 58. Индуктор для нагрева под закалку полуоси автомобиля

Наиболее прогрессивной является технология поверхностной закалки при глубинном нагреве полуосей из стали регламенти­рованной прокаливаемости марки 47ГТ (0,44–0,50% С; 0,9–1,2% Мn; £0,17% Si, 0,06–0,12% Тi). Для поверхностной закалки при глубинном нагреве полуосей применяют специаль­ный станок-автомат. Нагрев полуоси 1 (рис. 58) осуществляется в индукторе, состоящем из одновитковой секции 2 для нагрева переходной поверхности фланца и многовитковой секции 3 для нагрева стержня (зазор 13 мм) и шлицевого конца (зазор 15 мм). Температура нагрева 890° С, общая выдержка 78 с.

12.4. Клапаны двигателей внутреннего сгорания.

Клапаны имеют грибовидную форму. Обычно их штампуют, в результате чего волокна располагаются соответственно конфи­гурации клапана. По условиям работы на двигателе клапаны разделяют на выпускные и впускные.

Условия работы головки и стержня выпускного клапана различны. Головка клапана в процессе работы сильно нагре­вается (до 600° С и выше), стержень изнашивается, а конец стержня изнашивается и сминается. Поэтому материал выпускного кла­пана должен сохранять свои механические свойства при высоких температурах (обладать жаропрочностью), не подвергаться мест­ной закалке при остывании, не давать остаточных



Рис. 59. Схема установки для алитирования клапанов

деформаций, не подвергаться коррозии при высоких температурах, обладать высоким сопротивлением износу и смятию. Указанным требова­ниям удовлетворяют окалиностойкие и жаропрочные стали 40Х9С2 и 40Х10С2М, из которых в основном и изготовляют вы­пускные клапаны.

Эти стали имеют высокие критические точки: для стали 40Х9С2, температура в точке АС1900° С, а .в точке АС3 970° С; для стали 40Х10С2М температура в точке АС1 900° С, а в точке АС3 950° С. После штамповки клапаны подвергают отжигу при 850–900° С (НВ 197–241). Закалку клапанов проводят двойную – всего клапана и затем конца стержня. Первая закалка (всего клапана) от 1050–1100° С с охлаждением в масле, затем отпуск при 800–850° С с охлаждением в воде (для предотвращения отпускной хрупкости), HRC 30–36. Вторая закалка (конца стержня кла­пана на длине 4–7 мм) от 1050–1100° С с охлаждением в масле, затем отпуск при 720–750° С, HRC – 40. Нагрев конца стержня клапана для закалки проводится с помощью т. в. ч. или в уста­новке для концевого нагрева в электролите.

Для повышения жаростойкости головку клапана целесооб­разно подвергать алитированию. На рис. 59 показана схема установки для алитирования клапанов методом погружения в рас­плавленный алюминий. Клапаны 1, предварительно обезжиренные паром, конвейером подаются к ванне 2 и погружаются голов­ками в расплавленный флюс (40% NаС1, 40% КС1, 10% крио­лита А1F3·3NaFe, 10% фтористого алюминия А1F3), где выдер­живаются 3 мин. В этой же ванне находится тигель 3 с расплав­ленным алюминием, который автоматически поднимается в тот момент, когда над ним проходит клапан и головка клапана погру­жается в расплавленный алюминий (температура 720–735° С) и выдерживается 5 с. Затем тигель 3 опускается, и клапан пере­мещается в камеру 4, где излишек алюминия сдувается горячим воздухом. В результате алитирования на поверхности головки клапана образуется слой общей толщиной 0,04–0,05 мм, состоя­щий из слоя чистого алюминия и диффузионного слоя химического соединения Fe2А15. В связи с тем, что условия работы головки и стержня клапана различны, а стержень в процессе работы не нагревается, для экономии жаропрочной стали клапаны иногда изготовляют сварными: головка из жаропрочной стали, а стержень из менее легированной стали (обычно из стали, применяемой для впускных клапанов).

Впускные клапаны изготовляют в основном из сталей 40Х и 40ХН. Клапаны из стали 40Х закаливают в масле от 850–870° С и отпускают при 600–630° С (HRC 30–36). Затем закали­вают конец стержня клапана от 820° С с охлаждением в масле (HRC 40–45).

Термическую обработку впускных клапанов можно проводить с использованием тепла после штамповки. При таком способе осуществляют: 1) непосредственную закалку в масле после штам­повки с предварительным подстуживанием до 800–850° С или без подстуживания и отпуск при 600–630° С; 2) изотермическую закалку по режиму: штамповка поковок, перенос их в изотермическую среду (щелочь или селитру) с температурой 390–500° С, выдержка 15 мин, охлаждение в воде, промывка в растворе

хром­пика и окончательная промывка в проточной воде. Наиболее, целесообразным является первый вариант как более простой.

12.5. Пружины и рессоры.

**Общие сведения.**Пружины и рессоры испытывают в работе многократные знакопеременные нагрузки и после снятия нагрузки должны полностью восстанавливать свои первоначальные размеры. В связи с такими условиями работы металл, применяемый для изготовления пружин и рессор, должен обладать, кроме необходимой прочности в условиях статического, динамического или циклического нагружений, достаточно хорошей пластичности, высокими пределами упругости и выносливости и высокой релаксационной стойкостью, а при работе в агрессивных средах (атмосфере пара, морской воде и др.) должен быть также и коррозионно-стойким.

Высокие свойства (максимальные пределы упругости и вы­носливости) пружины и рессоры имеют при твердости HRC 40–45 (структура–троостит), которая достигается после закалки (с рав­номерным и полным мартенситным превращением по всему объему металла) и среднего отпуска при 400–500° С (в зависимости от стали).

Для изготовления пружин применяют углеродистые и легиро­ванные стали, а для приборов – сплавы цветных металлов, глав­ным образом бериллиевую бронзу. Рессоры изготовляют только из легированных сталей.

Пружины и рессорные листы упрочняют следующими спосо­бами: 1) холодной пластической деформацией с последующим низкотемпературным нагревом (отпуском, старением); 2) закалкой с последующим отпуском (упрочнение в результате мартенситного превращения); 3) закалкой с последующим старением (упроч­нение в результате дисперсионного твердения).

**Упрочнение холодной пластической деформацией.** Для изготовления средних и мелких витых пружин широко применяют патентированную проволоку (диаметром до 8 мм), изготовляемую из среднеуглеродистых сталей с содержанием марганца 0,3–0,6% и сталей 65Г и 70Г с содержанием марганца 0,7–1,0%, а также из углеродистых инструментальных сталей. После навивки в хо­лодном состоянии пружины подвергают низкому отпуску (175–250° С, выдержка 15–20 мин в зависимости от диаметра проволоки) для снятия напряжений, повышения пределов упругости и вынос­ливости, релаксационной стойкости и обеспечения стабильности размеров пружины.

**Упрочнение закалкой с последующим отпуском.** Для изго­товления пружин, упрочняемых термической обработкой (закал­кой и отпуском), применяют углеродистые (65, 75) и легирован­ные (60С2А, 50ХФА, 60С2Н2А и др.) стали, для рессор – только легированные стали, для пружин, работающих в агрессивных средах–нержавеющие стали 30X13, 40X13, 12Х18Н10Т и др.

Углеродистые стали в связи с их малой прокаливаемостью применяют для изготовления пружин из проволоки диаметром до 6 мм. Преимущество кремнистой стали по сравнению с угле­родистой – ее повышенная прокаливаемость и более высокие прочность и пластичность. Недостатком этой стали является повышенная склонность к образованию поверхностных дефектов при горячей обработке, обезуглероживанию и графитизации. В результате обезуглероживания наружной поверхности пружин или рессор резко снижается их сопротивляемость длительным нагрузкам. Поэтому нагрев пружин и рессор необходимо проводить с предохранением от обезуглероживания или (для устранения вредного влияния обезуглероженного слоя) подвергать их после термической обработки обдувке дробью.

Нержавеющие стали применяют для изготовления пружин, работающих в коррозионной среде и повышенных (до 400° С) температурах. Пружины из высокохромистых нержавеющих ста­лей мартенситного класса (30X13, 40X13 и др.) закаливают от температуры 1000–1050° С в масле (пружины из стали 40X13 можно охлаждать также и на воздухе); структура после закалки – мартенсит. Отпуск после закалки проводят в зависимости от условий работы пружин: при 550–500° С для пружин, работа­ющих при повышенных температурах, и при 300–350° С – для пружин, работающих при температуре 20° С (при более высокой температуре отпуска понижается стойкость к коррозии под на­пряжением). Очень высокая прокаливаемость этих сталей позво­ляет изготовлять из них пружины больших сечений.

Цилиндрические пружины нагревают в горизонтальном поло­жении. Для предупреждения коробления при нагреве на поду печи располагают швеллерные балки, на которые укладывают пружины. Для закалки пружин сжатия применяют приспособле­ние, показанное на рис. 60, представляющее собой стальной ста­кан (внутренний диаметр которого на 0,3–0,4 мм больше наруж­ного диаметра пружины, а высота на 10–12 мм больше высоты пружины) с отверстием в дне, равным среднему диаметру пру­жины. В приспособление помещают пружину и загружают его в печь. После нагрева до заданной температуры и выдержки приспособление вместе с пружиной вынимают из печи и охлаж­дают в масле (в горизонтальном положении при непрерывном покачивании). Закаленную пружину выталкивают из приспособления, нажимая на нее со стороны отверстия в стакане.

Коробление пружины, полученное при закалке (рис. 61, а), можно устранить при отпуске. Закаленную пружину надевают на оправку и зажимают клином (рис. 61, б). В таком состоянии осуществляют отпуск пружины. После отпуска на оправке ко­робление пружины, полученное при закалке, устраняется

Задание для студентов:

Составить технологическую карту для термообработки пластины металла пластина должна стать прочной и твердой но не хрупкой .