

Тема: Відновлення деталей зварюванням, наплавленням і паянням

<https://www.youtube.com/watch?v=HFMwdLmipbQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=3eaozmEUaSw>

<https://www.youtube.com/watch?v=eiHjIRYAu2k>

<https://www.youtube.com/watch?v=Su6GXRuJMxA>

1.Класифікація способів зварювання і наплавлення

2.Механізовані способи наплавлення

3. Відновлення деталей паянням

1 Зварювання і наплавлення, як способи відновлення деталей

Зварка і наплавлення є найпоширенішими способами відновлення деталей. На ремонтних підприємствах знаходять застосування немеханізовані – ручні (газова, електродуга) і механізовані способи зварки і наплавлення. Ручних способів зварки припадає на частку від 35 до 65% загальної трудомісткості зварювальних робіт. Серед механізованих способів найбільше застосування отримали: наплавлення під шаром флюсу, в середовищі захисних газів, вібруючим електродом в рідині, в середовищі водяної пари. Досвідчену перевірку проходять плазмова зварка і наплавлення, зварка тертям, наплавлення рідким металом, електрофізичні способи зварки (дифузійні, ультразвукові, лазером, електронно-променеві, імпульсно-дугові).

Продуктивність і якість зварювальних і наплавлювальних робіт залежать від виду зварки і наплавлення, властивостей і хімічного складу присадних матеріалів, захисного середовища, режимів роботи, ступеня механізації і автоматизації, досконалості підготовчих і завершальних операцій.

Широке використання зварки і наплавлення в ремонтному виробництві обумовлене простотою, універсальністю, високою продуктивністю, низькою собівартістю відновлення, застосованістю на заводах і в автотранспортних підприємствах.

Зварювальні процеси використовуються для відновлення деталей з тріщинами, пробоїнами, раковинами від корозії, а наплавні – для відновлення форми і розмірів зношених деталей.

Автомобільні деталі за особливостями зварки і наплавлення можна об'єднати в такі групи: деталі з сірого і ковкого чавуну; деталі з алюмінієвих сплавів; деталі з цинкових сплавів; деталі з тонколистової і профільної низьковуглецевої сталі 08, 10, 20; деталі з середньовуглецевих сталей 40, 45, термічно не оброблені або нормалізовані; деталі з середньовуглецевих сталей, термічно оброблені; деталі з низьковуглецевих сталей з поверхнями, що піддавалися хіміко-термічній обробці (цементації, ціануванню, азотуванню).

1.2 Газове зварювання і наплавлення деталей

При газовій зварці і наплавленні якість продукції і тривалість процесу залежать від властивостей горючого газу (ацетилену (acetylene), водню, природного газу), співвідношення горючого газу з киснем, тиску і витрати газів, вигляду і властивостей присадних матеріалів, флюсу, способу зварки (лівий, правий), розміру і швидкості руху пальника, а також від підготовчих і завершальних операцій.

1.3 Електродугове зварювання

При електричній дуговій зварці і наплавленні якість продукції і тривалість процесу залежать від виду струму (постійний, змінний), полярності струму (пряма, зворотна), виду зварки (плавким і неплавким електродом), вигляду і властивостей присадного матеріалу, флюсу і захисного середовища, ступеня механізації і автоматизації процесу (ручна, напівавтоматична, автоматична), режимів наплавлення (довжина дуги, кут наплавлення електроду, швидкість подачі електроду, частота обертання деталі, швидкість наплавлення, величина подачі, сила і напруга струму), а також від способу і режимів підготовчих і завершальних операцій для обробки зварених і наплавлених деталей.

Особливості зварювання деталей з чавуну

1.3.1 Властивості чавунів

Чавуном називають сплав заліза з вуглецем, що містить від 2,14 до 6,7% вуглецю. Найчастіше застосовуються чавуни зі змістом від 2,6 до 3,6% вуглецю, до 5% кремнію і до 2% марганцю, далі йдуть домішки сірки і фосфору. У спеціальні чавуни вводять легуючі добавки: нікель, хром, молібден, ванадій, титан. У залежності від стану вуглецю і легуючих добавок у сплаві розрізняють білі, сірі, ковкі і високоміцні чавуни.

Білий чавун має в зламі білий чи ясно-сірий колір; вуглець у ньому знаходиться в хімічно зв'язаному стані у виді карбїду заліза — цементиту Fe_3C . Цементит крихкий, має високу твердість (firmness) (800 НВ), тому і білий чавун має високу твердість і крихкість, не піддається механічній обробці й обмежено застосовується як конструкційний матеріал.

Сірий чавун (ДСТ 1412-79) має в зламі срібlistий колір, що пояснюється змістом частини вуглецю у виді пластинчастого графіту і частини вуглецю в хімічно зв'язаному стані у виді перліту.

Ковкий чавун одержують з білого спеціальною термічною обробкою для підвищення пластичних властивостей у порівнянні з властивостями сірого чавуна.

Високоміцний чавун (ДСТ 7293 - 79) містить графіт кулястої форми, одержуваний у результаті додавання в сплав деяких елементів (магній, церій і ін.) і продування через рідкий чавун азоту (azote).

Марки чавунів позначаються: СЧ 10 (сірий чавун з межею міцності при розтяганні 100 МПа і при вигині 280 МПа); КЧ 30 — 6 (ковкий чавун з межею міцності при розтяганні не менш 300 МПа і відносним подовженням не менш 6 %); ВЧ 38-17 (високоміцний чавун з межею міцності при розтяганні не менш 380 МПа і відносним подовженням не менш 17%).

Чавуни менш міцні і більш тендітні, чим сталі, не дешевше сталей і краще відливаються у форми. Тому чавуни широко використовують для виготовлення литих виробів.

1.3.2 Зварюваність чавунів

Утруднення при зварюванні чавунів порозуміваються наступними їхніми властивостями.

1. Відсутність площадки плинності чавуна і низька пластичність приводять до появи тріщин при напругах, що досягає величини тимчасового опору

розриву. Ці напруги можуть виникати при нерівномірному нагріванні й охолодженні під час чи вилівка зварювання деталей і при експлуатації виробу. Тріщини можуть утворитися як в основному металі, так і в металі шва в процесі зварювання і при охолодженні звареного виробу.

2. Схильність чавуна при високих швидкостях охолодження гартуватися з утворенням тендітних структур мартенситу, бейніта і троостита. У загартованих ділянках чавун стає твердим (800 HB) і не піддається механічній обробці. Гартівні структури шкідливі ще і тому, що їхнє утворення супроводжується появою внутрішніх напружень і утворенням далі тріщин.

3. Здатність чавуна до відбілювання при швидкому охолодженні місця зварювання звичайно приводить до утворення тонкого вибіленого прошарку на границі звареного шва і металу виробу. Цей вибілений прошарок має низьку пластичність у порівнянні з іншими ділянками звареного з'єднання і під впливом сили, що розтягує, що утвориться при охолодженні звареного з'єднання, він разом з наплавленим металом відколюється від основного чи металу викликає тріщину по границі вибіленого прошарку з основним металом.

4. Чавуни не мають тістоподібного стану при переході від рідкого до твердого. Це властивість чавуна утрудняє зварювання його в похилому і вертикальному положеннях і не дозволяє вести зварювання в стельовому положенні.

5. Схильність до утворення пористості, що порозумівається низькою температурою плавлення чавунів ($T_{\text{пл}}$ чавуна 1142°C при змісті вуглецю 4,3%; промислові чавуни звичайно мають $T_{\text{пл}} = 1200 \div 1250^{\circ}\text{C}$) і швидким переходом з рідкого у твердий стан його. Тому газу (в основному CO і CO_2 , що утворюються при окисній атмосфері) не встигають виділитися з металу.

6. Різноманітність чавунних виробів по хімічному складі, термічній обробці і структурі, що вимагає різноманітної технології і прийомів зварювання. Дрібнозернисті сірі чавуни зварюються краще, ніж грубозернисті. Погано зварюються чорні чавуни, які в зламі мають грубозерниста будівля темного кольору. Такі чавуни називають графітними, тому що в них весь вуглець знаходиться у виді вільного графіту. При зварюванні чавуна з такою структурою не виходить необхідна якість звареного з'єднання.

Високоміцні і ковкі дрібнозернисті чавуни зварюються краще, ніж сірі.

1.3.3 Зварювання деталей з чавуну

З чавуну різних марок виготовляються блоки циліндрів, паливопроводи системи живлення, картери коробок передач, корпуси насосів, кронштейни і інші деталі. Зваркою і наплавленням в деталях цієї групи усувають такі дефекти як тріщини, облом, пробоїни. Трудність відновлення деталей з чавуну обумовлена його вибілюванням при нагріві і швидкому охолодженні, появою пор і тріщин, поганою зварною здатністю.

До технологічних заходів, направлених проти появи вибілювання і тріщин, можна віднести такі: правильний вибір способу зварки; попередження перегріву зони зварки; зниження внутрішньої напруги в металі деталі за рахунок зменшення об'єму наплавленого металу; вибір температурних режимів зварки і охолодження; проковування швів в гарячому стані.

Зварка деталей з чавуну може проводитися без підігріву, з місцевим і із загальним підігрівом. Оптимальна температура попереднього підігріву деталей знаходиться в межах 600-650°C. Нагрівання вище 750°C призводить до необоротного зростання кристалів чавуну. При низьких температурах (менше 400°C) відбувається швидке охолодження металу шва.

Для відновлення деталей з чавуну використовується газова і електродуга зварка плавким і неплавким електродом. Якість зварки регламентується показниками міцності і щільності (герметичності) зварних з'єднань.

Газова зварка деталей з чавуну проводиться ацетиленокисневим полум'ям з попереднім місцевим або загальним підігрівом. Зварка ведеться нейтральним або відновним полум'ям. Потужність пальника Q вибирається виходячи з товщини зварюваного матеріалу. Як присадний матеріал використовуються чавунні стрижні мазкий А і Б діаметром 4, 6 і 8 мм (ГОСТ 2671-70). Стрижні марки А застосовуються при зварці масивних деталей, а Б - дрібних. Видалення із зварювальної ванни оксидів здійснюється флюсами складу: технічна бура - 56%, вуглекислий натрій - 22%, вуглекислий калій 22%; газоподібним флюсом БМ-1; технічною бурою (ГОСТ 8469-69). При товщині матеріалу до 5 мм тріщини не обробляються. Поверхня в зоні тріщини очищається від масла, бруду і корозії.

Якщо товщина зварюваного матеріалу більше 5 мм, тріщини обробляються з кутом розкриття 90° і притупленням 3 мм.

При зварці деталей з чавуну як присадний матеріал можуть використовуватися дротики з латуні Л62 або стрижні марки НЧ-1 і НЧ-2. Потужність пальника при цьому приймається рівною $Q = (60-75) h$ л/ч.

Для дротиків НЧ-1 застосовують флюс ФСЧ-1, для НЧ-2 - флюс ФСЧ-2, для латуні Л62 - суміш бури - 70%, хлористого натрію - 20%, борної кислоти - 10%.

Добрі результати при зварці латунню і стрижнями НЧ дає застосування пропан-бутан-кисневого полум'я.

Зварку рекомендується вести з можливо більшою швидкістю без затримки полум'я на одному місці і відведення його від шва. Прутки занурюють в зварювальну ванну тільки після нагріву його кінця до світло-червоного кольору, оскільки холодний прутки може викликати місцеве вибілювання чавуну.

Холодна електродугова зварка деталей з чавуну проводиться на постійному струмі зворотної полярності, короткими ділянками, зворотно-ступінчастим методом. Деталь при зварці не повинна нагріватися більше 80-100°C.

При зварці товстостінних деталей (більше 10 мм) тріщини обробляють V-образним скосом, кінці тріщин насвердлюють свердлом діаметром 3- 6 мм. Після закінчення зварки шви проковують.

Для холодної зварки деталей з сірого чавуну застосовують електроди 03Ч-1, МНЧ-2, ЦЧ-4, УЗТМЧ-74, МСТ, ЦНПВТ, біметалічні, пучок з міді і заліза, порошковий дріт ПП-4-1; для деталей з ковкого чавуну - латунь Л62, монель-метал, 034-1, ЛОК-59-1-03.

Найбільше розповсюдження для зварки чавунних деталей на ремонтних підприємствах отримали електроди 03Ч-1, МНЧ-2, ЦЧ-4.

Електроди 03Ч-1 і 03Ч-1П є мідним дротом з фтористо-кальцієвим покриттям, що містить залізний порошок. Метал шва містить 89% міді і 11% залоза. Електроди 03Ч-1 рекомендується застосовувати для зварки в нижньому, вертикальному і напівстельовому положеннях на постійному струмі зворотної полярності, електроди 03Ч-1П - на змінному і постійному струмі.

При підвищених вимогах до якості обробки і щільності зварного з'єднання електроди 03Ч-1 рекомендується застосовувати в комбінації з електродами МНЧ-2 (перший шар - 03Ч-1; верхній шар МНЧ-2).

Електроди МНЧ-2 і МНЧ-2П є дротом із сплаву НМЖМЦ 28-2 (монель) або МНМЦ - 40-1,5 (константан) з фтористо-кальцієвим покриттям. Електроди МНЧ-2 застосовують для зварки в нижньому, вертикальному і напівстельовому положеннях на постійному струмі зворотної полярності, а МНЧ-2П - на змінному і постійному струмі. Наплавлений метал від електродів МНЧ є залізо-нікель-мідним сплавом, твердість якого рівна 135 НВ, а перехідної зони - 160 НВ.

Електроди ЦЧ-4 є дротом Св-08 (Св-08А) з фтористо-кальцієвим покриттям, що містить ванадій (у металі до 9,5%).

Для напіваавтоматичної зварки чавуну застосовується дріт діаметром 1- 1,2 мм марки МНЖКТ 5-1-02-02. Зварка ведеться в середовищі аргону марки А (ГОСТ 10157-62). Наплавлений метал піддається механічній обробці.

1.4 Особливості зварювання деталей з алюмінієвих сплавів

З алюмінієвих сплавів виготовляються блоки циліндрів, кришки розподільних шестерень, головки циліндрів, впускні трубопроводи, корпуси масляних насосів, картери зчеплень і ін. Характерними дефектами цих деталей є тріщини, пробоїни, раковини.

Зварка деталей з алюмінієвих сплавів є складним процесом, оскільки на їх поверхні завжди присутня тугоплавка (2050°C) плівка оксидів; сплави володіють високою теплопровідністю і великим коефіцієнтом лінійного розширення, а також прихованою теплотою плавлення.

Основними утрудненнями при зварюванні є погана сплавлюваність металу, велика усадка (shrinkage) остигаючого алюмінію, яка може привести до утворення тріщин, а також утворення пор в металі шва. Для відновлення деталей з алюмінієвих сплавів застосовують газове, електродугове і аргонодугове зварювання.

Газова зварка деталей з алюмінієвих сплавів характеризується великою тепловою дією полум'я на зварюваний метал, що може приводити до зміни структури і властивостей зварних з'єднань. При зварці деталей з алюмінієвих сплавів дуже важливо правильно вибрати потужність пальника і діаметр

присадного матеріалу. Зв'язок між цими параметрами характеризується даними, які наводяться в табл. 1.4.

Таблиця 1.4. Режими газової зварки алюмінієвих деталей

Товщина зварюваного металу, мм	2-3	4-6	7-10	11-15
Діаметр присадочного стержня, мм	3	4	4-5	5-6
Потужність газового пальника, л/год.	200-300	400-600	700-1100	1100-1700

Підготовка деталей під зварку включає операції: механічну обробку шва (зачистка або оброблення), хімічне знежирення ацетоном і каустиком, промивку водою, освітлювання 20-процентним розчином азотної кислоти і повторну промивку водою.

Зварка ведеться нейтральним полум'ям. Напрямок зварки - праве, кут нахилу пальника 20-40°, кут нахилу присадного дроту 45°. Зварка ведеться безперервно, без відриву полум'я від зварювальної ванни, кінцем присадного дроту розміщується розплавлений метал.

Для зварки алюмінієвих деталей використовують флюс АФ-4А складу %: хлористий калій - 50, хлористий літій - 14, хлористий натрій - 28, фтористий натрій (fluoro patron) - 8 і флюс марки ЗЧ-А.

Як присадний матеріал рекомендується застосовувати зварювальний дріт з алюмінієвих сплавів марки Амц, Амг по ГОСТ 7871-63 або прутки, відлиті з вибракуваних деталей.

Зварка електродуги алюмінієвих деталей проводиться електродами ОЗА-2, виготовленими з дроту Св-ак5 ГОСТ 7871-63 з покриттям галогенного типу. Зварка ведеться на постійному струмі зворотної полярності. Силу струму приймають рівною 30-40 діаметрам електроду. В процесі зварки електрод тримають перпендикулярно до шва і переміщують без поперечних коливань. У зв'язку з труднощами повторного запалення дуги через шлак зварку ведуть безперервно. Повторне запалення дуги проводиться за кратером. Швидкість зварки приймається рівною 0,4-0,6 м/хв.

Аргонодугове зварювання деталей з алюмінієвих сплавів порівняно з іншими видами зборки має ряд переваг: надійний газовий захист зварювальної ванни від дії навколишнього повітря; максимально зберігається хімічний склад металу зварних з'єднань; концентровану дію дуги забезпечує незначне викривлення деталі; відпадає необхідність в попередньому загальному або місцевому підігріві, що значно знижує трудомісткість зварювальних робіт. Попередній нагрів застосовується тільки при відновленні деталей складної конфігурації (наприклад, головки циліндрів).

Аргонодугове зварювання ведеться неплавкими вольфрамовими електродами діаметром 3-6 мм. Як присадний матеріал використовуються прутки із сплаву Ал4. Зона дуги захищається аргоном марки А або Б (ГОСТ 10157-62).

Аргонодуговому зварюванню властиві деякі особливості:

- розпочинати дугу потрібно в стороні від місця зварки на графітовій пластинці (для зменшення насичення вольфрамом (tungsten) зварного шва і економії вольфрамових електродів);
- розпочинати зварювання слід після появи на кінці електроду розплавленого металу. Під час зварки не допускати зіткнення кінця вольфрамового електроду із зварювальною ванною або присадним прутком. Виліт електроду

з сопла пальника 2- 4 мм; довжина дуги – 3- 4 мм; сила струму 150-200 А при діаметрі електроду 3- 5 мм; витрата аргону 7-10 л/хв. при тиску 0,2-0,4 кгс/см².

При зварюванні вольфрамовий електрод слід нахилити убік, протилежний напрямку зварки на 20-30°, кут між електродом і присадним дротом витримувати рівним 90°.

Для аргонодугового зварювання застосовують установки УДГ-301, УДГ-501 «Шторм». Установки для аргонодугового зварювання складаються з джерела живлення змінного струму (трансформатор з дроселем насичення), шафи управління, комплекту зварювальних пальників і газового балона з редуктором. Зварювальні пальники мають три виконання:

- мале – для зварювання при силі струму до 200А електродами діаметром 2- 4 мм;

- середнє – для зварювання при силі струму до 400А електродами діаметром 3- 6 мм;

- велике – для зварювання при силі струму до 550А електродами діаметром 5- 10 мм.

2.Механізовані способи наплавлення зношених деталей

Механізовані способи наплавлення застосовуються для відновлення зношених деталей класу валу. Вибір способу наплавлення проводиться за такими показниками: застосованості, продуктивності, вартості відновлення, довговічності відновлених деталей.

Наплавлення деталей класу «вали» здійснюється на спеціальних установках, в яких механізовані процеси обертання деталей, подачі зварювального дроту, переміщення зварювальних головок щодо деталей.

Зазвичай, такі установки вмонтовуються на токарно-гвинторізних верстатах, переобладнаних стосовно певного виду наплавлення. Для зниження швидкості обертання між електромотором і коробкою передач верстата встановлюється додатковий редуктор, на супорті верстата вмонтовується пристосування для кріплення зварювальної головки, на передній бабці - щиток приладів.

Кожен з видів наплавлення має свої особливості.

Наплавлення деталей під шаром флюсу застосовується для відновлення відповідальних деталей. Цим видом наплавлення, наприклад, відновлюються колінчасті вали, напівосі, вилки карданних шарнірів і інші деталі.

Дуга горить в зоні, захищеній рідким шлаком розплавленого флюсу і газами, що перешкоджає освіті оксидних і нітридних з'єднань в металі, що наплавляється; сприяє формуванню якісних швів; попереджає розбризкування металу, що наплавляється; забезпечує протікання структурних змін; покращує умови роботи зварювачів. Наплавлення під шаром флюсу дозволяє набувати необхідних властивостей покриттів за рахунок підбору електродного дроту і флюсу. Висока продуктивність процесу порівняно з іншими видами наплавлення забезпечується за рахунок застосування великої щільності струму, кращого використання присадних матеріалів і електричної енергії.

Наплавлення деталей під шаром флюсу виконується електродним дротом мазкий Св-08; Св-08Г2С, Св-12Г2Х, Св-15, Св-18ХГСА, Св-18ХМА, Св-30ХГСА (ГОСТ 2246-70); пружинними проволочками (ГОСТ 9389-60), проволочками із сталей 45, 60, 75 (ГОСТ 1050—60), порошковими проволочками Пп-х12, Пл-х12вф, ПП-25Х5ФМС-0, Пп-у25х17т і ін.

Захист зони горіння дуги проводиться безмарганцевистими, середньомарганцевистими і високомарганцевистими плавленими і керамічними флюсами. Для наплавлення відповідальних деталей автомобілів найбільше застосування знайшли високомарганцевисті плавлені флюси мазкий АН-348А, АН-348АМ, ОСЦ-45 і керамічні АНК-18, ЖСН-1 з легуючими добавками. При напавленні колінчастих валів використовують флюс АН-348А з добавкою 2,5% графіту і 2% ферохрому.

На якість наплавлювальних робіт великий вплив мають параметри електричного струму (напруга і сила струму), швидкість наплавлення і швидкість подачі дроту, її хімічний склад, діаметр і положення щодо деталі.

Якість формування валів при напавленні залежить від щільності струму і швидкості наплавлення. Малі і великі швидкості наплавлення приводять до непровару і поганої якості напавлених швів. Оптимальні швидкості наплавлення залежать від діаметру електродного дроту, конструкції і розмірів деталей. При відновленні деталей автомобілів застосовують електродний дріт діаметром від 0,8 до 3,2 мм

3. Відновлення деталей паянням

Паяння використовують при ремонті машин, апаратів, трубопроводів і приладів автоматики для з'єднання і закріплення тонкостінних деталей і деталей з різнорідних металів, ущільнення різьбових з'єднань, усунення пористості зварних швів, пористості чавунних і бронзових виливків, складання схем електричного управління.

Технологія процесу пайки складається з наступних операцій: 1) механічного очищення поверхонь; 2) нагрівання місця пайки до температури плавлення припою; 3) видалення оксидів з поверхонь і запобігання їх від окислення під час паяння; 4) введення припою у місце паяння; 5) обробки шва.

У залежності від технічних вимог і паяльних з'єднань застосовують паяння легкоплавкими (температура плавлення до 500°C) або тугоплавкими припоями (понад 500°C).

Механічне очищення поверхонь при паянні деталей із сталі і чавуну виконується напилком, шабером або наждаковим папером.

Для видалення з поверхонь деталей, що з'єднуються, плівки окислів і інших домішок, що перешкоджають пайці, використовують флюси у

вигляді порошків або паст, які насипають або намазують у необхідному місці. Як флюси, застосовують буру, соляну кислоту, каніфоль, нашатир, хлорид цинку і фторид натрію. Бура рекомендується при паянні твердими припоями, а решта флюсів - при паянні м'якими припоями є каніфоль.

Температура паяння повинна бути на 45 - 50°C вище температури розплавлення припою. При паянні м'якими припоями після очищення місця спаю покривають флюсом і деталі міцно з'єднують одну з іншою за допомогою паяльників. Оптимальні зазори між сполученими поверхнями шва - 0,1 - 0,15 мм. При паянні тугоплавкими припоями паяння виконують мідно-цинковими, мідно-фосфорними або срібними припоями, а також латунями. Поверхні деталей, що сполучаються повинні бути щільно припасовані і стягнуті дротом для забезпечення їх нерухомості. Великі деталі попередньо з'єднують заклепками.

Паяння алюмінію та його сплавів виконується або з механічним видаленням оксидної плівки загостреним інструментом (абразивна пайка), або з хімічним її розчиненням високоактивними флюсами (Ф380А; 34А), що містять фториди і хлориди калію, натрію й літію.

Для припаювання до міді, сталі та їх сплавів алюміній попередньо лудять чистим цинком, після чого пайку виконують звичайним способом. По закінченні пайки залишки флюсу (щоб уникнути роз'єднання) повинні видалятися з швів щітками. Потім шви слід промити спочатку гарячою водою, а потім холодною.