

## ОСНОВНІ ВИДИ ПОКРИТТІВ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОДІВ

Покриття зварювальних електродів це гомогенізована маса змішаних хімічних сполук, нанесених на спеціальний металевий стрижень. Головне завдання таких речовин складається в забезпеченні необхідних властивостей зварного шва і сприянні правильному, безперебійному горінню дуги при зварюванні. Залежно від кінцевої мети виробляються ті чи інші різновиди електродів з певними властивостями. Їх різноманітність, асортимент постійно оновлюються на ринку. Нижче наведено найбільш важливі існуючі різновиди електродів.

**Целюлозні електроди.** Такі покриття виготовляються з целюлози (до 50 %), яка складається з органічних матеріалів, де в основному використовується деревне борошно. До складу також можуть входити феросплави, смоли органічного походження, тальк. Целюлозні електроди тонкі, утворюють малу кількість шлаку, який легко видаляється, і є найбільш підходящими для позиційного зварювання (при роботі з вертикальними швами шлак не сповзає вниз). Хороші результати отримують при односторонньому зварюванні в будь-якому положенні та при зварюванні кореня шва на трубопроводах.

В такому випадку зворотний валик шва рівний і відносно акуратний. При нагріванні електроди дисоціюються на водень і діоксид вуглецю, які, в свою чергу, служать в якості захисних газів. Зазвичай використовується джерело постійного струму. За допомогою стабілізаторів для целюлозних електродів може використовуватися змінний струм. За ГОСТом відповідають таким типам електродів: Э42, Э46 та Э50.

**Недоліки.** Наплавлений метал містить відносно підвищену кількість водню, що знижує пластичність зварного шву, в зв'язку з чим можливі холодні тріщини. Характерні бризки.

**Електроди з рутиловим покриттям.** Як відомо, рутил це титановий мінерал. Для цього різновиду електродів в покритті використовують концентрат діоксиду титану ( $TiO_2$ ), що наноситься на сталеві стрижні. Він дає кислий шлак, забезпечує газовий захист з водню, оксидів азоту і вуглецю. Ці електроди використовуються для низьковуглецевих сталей в будь-яких просторових положеннях. У класифікації ГОСТу по механічних властивостях можна порівняти з типом Э42 та Э46. Додавання невеликої кількості целюлози в рутилові електроди забезпечує додатковий запас для газового захисту. Іноді незначне додавання целюлози в рутил дає подальше підвищення продуктивності, така комбіна-

ція називається рутил-целюлозне покриття (RC). Крім того, можуть бути комбінації з основними і кислими покриттями (RB і RA відповідно).

**Особливості.** У порівнянні з електродами на кислій основі, рутилові при зварюванні виробляють метал більш стійкий до тріщин, вони дають менше бризок і стабільне, сильне горіння зварювальної дуги при змінному струмі. Відносно несприйнятливі до іржі, окислення, вологи. Рутилові електроди дають просто відокремлюваний шлак, відмінно показують себе при зварюванні вертикальних швів. Пористість можлива в окремих випадках при порушенні технології зварювання, наприклад, якщо для тонкого металу застосовуються занадто товсті електроди або є зазори в таврових з'єднаннях. Чудово показують себе на ділянках з короткими швами, де необхідні часті перерви і повторне підпалювання дуги.

**Слабкі сторони.** Рутилові електроди, що потрапили під вплив вологи, можна використовувати лише через добу (потрібно попереднє прожарювання близько години при температурі вище 200 °C). Небажано їх експлуатація для зварювання конструкцій, що піддаються високим температурам і повзучості.

**Електроди з кислим покриттям.** Зазначений тип покриття електродів містить оксиди металів, включаючи оксид заліза, силікати і оксиди марганцю, які виробляють кислий шлак. Співвідносяться за ГОСТом з типами Э38 та Э42. Можуть використовуватися з постійним і змінним струмом. У зв'язку з високим вмістом кисню електроди з кислим покриттям підвищують температуру, роблячи метал сильно текучим. З одного боку, ці особливості сприяють швидкому зварюванню, а з іншого можуть привести до появи пор, низької міцності зварного шву та підрізів. Для нівелювання цього додаються деякі розкислювачі, що поліпшують механічні властивості і здатність шлаку легко віддалятися.

### Позначення типів покриттів електродів

Міжнародне позначення ISO	Позначення по ГОСТ 9466-75	Тип покриття електродів
A	A	Целюлозне
B	Б	Рутилове
R	Р	Кисле
C	Ц	Основне
AR	АР	Кислорутилове
RB	РБ	Рутилово-основне
RC	РЦ	Рутилово-целюлозне
S	П	Інші (змішані)
RR	РЖ	Рутилові з залізним порошком



**Недоліки.** Подовжена дуга, наявність іржі, окислів суттєво підвищують ймовірність гарячих тріщин і пор в зварному шві. Електроди з кислим покриттям підвищують вміст водню в зварювальній ванні. Вони токсичні, мають підвищене виділення брызг.

**Основні електроди або електроди з низьким вмістом водню.** Базовий електрод містить карбонат кальцію, карбонат магнію, фторид кальцію та інші мінерали (такі як плавииковий шпат). Ці електроди повинні зберігатися в сухому стані і правильно підігріватися перед використанням. Газовий захист включає вуглекислий газ з низьким вмістом водню та кисню. Контроль водню забезпечує захист від впливу атмосфери, робить електроди придатними для високо- і низьколегованих сталей, для сталей з низьким вмістом вуглецю. При зварюванні під впливом високих температур дуги відбувається дисоціація карбонатів, яка в кінцевому підсумку сприяє підвищеній основності шлаків, появі захисного середовища газів практично без виділення водню. Додатково водневу складову пов'язує фтористий кальцій. Через такі особливості різновид отримав свою другу назву – фтористо-кальцієві електроди. Вони незамінні для споруд із жорсткою основою, для загартованих сталей, схильних для появи холодних тріщин,

а також утворюють шви, не схильні до швидкого старіння. Електроди з низьким вмістом водню для ручного дугового зварювання використовують незалежно від просторового положення. Шви можуть бути значної товщини. Тип відповідно до ГОСТ 9467-75 з механічними властивостями, що наплавляється, близький до Э42А–Э50А.

**Слабкі сторони.** Можливе виникнення пор у разі, якщо зварюваний метал матиме іржу, окислення. Дуга при горінні менш стабільна ніж у інших видів електродів. Застосовується переважно з постійним струмом. Для змінного струму потрібен поташ або спеціальні калій-натрієві з'єднання, поєднані з прогріванням електродів (до 400 °С).

**Електроди з домішкою залізного порошку.** Залізний порошок додають в усі типи покриттів для підвищення ефективності електродів. Додатковий порошок заліза збільшує швидкість осадження. Це зменшує напругу, дозволяє целюлозним електродом впоратися зі змінним струмом. Крім того, добавка контролює в'язкість шлаку. Властивість дуже корисна для зварювання в різних положеннях.

Покриття зварювальних електродів відрізняється своїми параметрами, властивостями, сферою застосування.

Тип покриття електродів	Переваги	Недоліки	Застосування
Целюлозне	Хороший провар. Мало шлаку.	Високі концентрації водню при зварюванні. Шов середньої якості. Хороші показники в основному для кореня шва. Для змінного струму потрібно застосування додаткового обладнання.	При зварюванні трубопроводів (особливо для кореня шва). Робота в важкодоступних місцях. Одностороннє зварювання в будь-якому положенні.
Рутилове	Зниження витрат. Стабільна дуга. Просто формується шов. Постійний і змінний струм. Просте зберігання.	При зварюванні характерні висока плинність і низька хімічна чистота металу шва. Зварювальна ванна має відносно підвищені концентрації водню.	Зварювання конструкцій з маловуглецевих і низьколегованих сталей в будівництві та машинобудуванні. Горизонтальне положення.
Кисле	Зниження витрат. Стабільна дуга. Шлак легко видаляється. Постійний і змінний струм. Просте зберігання. Високий ступінь розкислення.	Значна кількість водню в металі шва. Недостатня хімічна чистота. Висока плинність металу шва при зварюванні. Токсичність.	Низьковуглецеві сталі. Зварювання в горизонтальному положенні.
Основне	Хороша хімічна чистота і механічні характеристики шва, особливо в плані ударної в'язкості. Мінімальна кількість водню в металі, що наплавляється.	Складнощі при зберіганні. Нестабільна і коротка дуга. Можуть виникати труднощі при відділенні шлаку.	Для легованих сталей. Для ручного дугового зварювання розкислених спокійних сталей з підвищеним вмістом вуглецю. Для зварювання металу великої товщини, а також конструкцій, що працюють при великих динамічних і знакозмінних навантаженнях. Застосовується у всіх просторових положеннях.