

AWG 904L

Супераустенитный электрод E385-16 для сварки сталей типа 904L: серная и фосфорная кислота, хлоридные среды

Тип	Покрытый электрод
Процесс	РДС / MMA / SMAW
Стандарт	AWS A5.4: E385-16 (тип 904L)
Диаметры	2,5 / 3,2 / 4,0 мм

Описание

AWG 904L - покрытый электрод с рутиловым покрытием для сварки супераустенитных коррозионностойких сталей типа 904L (UNS N08904, 1.4539). Классификация AWS A5.4: E385-16. Металл шва 20Cr-25Ni-4,5Mo-1,5Cu - низкоуглеродистый, полностью аустенитный.

Марка предназначена для восстановительных кислотных сред, где обычные аустенитные стали 304L и 316L уже не держат: разбавленная серная кислота, горячая фосфорная кислота, органические кислоты, хлоридсодержащие растворы. Медь и молибден металла шва работают именно на эти среды.

Свариваемые стали

- супераустенитные 904L (UNS N08904, 1.4539) и стали состава 20Cr-25Ni-4,5Mo-1,5Cu
- отечественный сплав того же назначения 06ХН28МДТ (ЭИ943): металл шва легирован молибденом сильнее основного металла
- высоколегированные аустенитные стали типа 317 и 317L
- разнородные соединения перечисленных сталей с аустенитными хромоникелевыми

Почему это работает

Медь - не примесь, а рабочий элемент. В восстановительных средах (разбавленная серная и горячая фосфорная кислота) она тормозит анодное растворение там, где хром бессилен: пассивная плёнка держится на хrome только в окислительных условиях. Молибден 4,6 % поднимает стойкость к питтингу и щелевой коррозии в хлоридах, никель 24,5 % даёт запас против хлоридного коррозионного растрескивания. Расчётный PREN металла шва - около 36 (Cr + 3,3 Mo; азот в расчёт не входит).

Технические характеристики

Показатель	Значение
Классификация	AWS A5.4: E385-16
Тип металла шва	904L (UNS N08904, 1.4539)
Предел прочности	585-590 Н/мм ² (норма 520)
Относительное удлинение	41,5-41,7 % (норма 30)
Структура металла шва	полностью аустенитная
Покрытие	рутиловое
Диаметры в наличии	2,5 / 3,2 / 4,0 мм
Род тока	DC(+) / AC

Химический состав металла шва, %

Элемент	Норма класса	Типично
C	не более 0,03	0,025
Si	не более 0,90	0,84
Mn	1,0-2,5	1,45
S	не более 0,02	0,011
P	не более 0,03	0,024
Cr	19,5-21,5	21,3
Ni	24,0-26,0	24,5
Mo	4,2-5,2	4,6
Cu	1,2-2,0	1,5

Преимущества

Медь в металле шва: стойкость в восстановительных средах - разбавленной серной и горячей фосфорной кислоте, где хромистая пассивация не работает.
Молибден 4,6 % и расчётный PREN около 36: запас по питтингу и щелевой коррозии в хлоридах выше, чем у обычных Cr-Ni-Mo швов.
Углерод 0,025 % - вдвое ниже допуска класса: стойкость к межкристаллитной коррозии без стабилизации титаном и без термообработки после сварки.
Сера 0,011 % и фосфор 0,024 % - вдвое ниже допуска: главный ресурс против горячих трещин у полностью аустенитного шва, в котором нет феррита.

Технологические данные

Среды, подготовка, режимы и применение AWG 904L

Где работает металл шва

Серная кислота. Сталь 904L создавалась под разбавленную серную кислоту и держит её во всём диапазоне концентраций при умеренных температурах; с ростом температуры и концентрации область применимости сужается, и её проверяют по конкретному режиму, а не по марке.

Фосфорная кислота. Экстракционная фосфорная кислота несёт хлориды, фториды и абразив - среда восстановительная, и медь металла шва работает именно здесь. Отсюда основные узлы: выпарные аппараты, теплообменники, трубопроводы и ёмкости производства минеральных удобрений.

Хлориды. Никель 24,5 % и молибден 4,6 % дают хорошую, но не абсолютную стойкость к хлоридному коррозионному растрескиванию: в кипящих растворах хлорида магния защиты не даёт ни один аустенит этого класса. В оборотной, морской и солоноватой воде марка работает как материал теплообменных узлов.

Подготовка и техника сварки

- род тока - постоянный обратной полярности DC(+); допускается переменный
- сварка без подогрева, межпроходная температура не выше 150 °C: тепловложение держать низким
- валики узкие, ширина не более 2,5 диаметра электрода, поперечные колебания минимальные
- кратер обязательно заваривать: полностью аустенитный шов наиболее уязвим к горячей трещине именно в кратере
- зону шва зачистить до металлического блеска, инструмент и щётки - только для нержавеющей сталей
- после сварки шлак удалить полностью, шов травить и пассивировать: несмытый шлак и цвета побежалости снижают стойкость

Режимы сварки

Диаметр × длина	Сварочный ток
2,5 × 350 мм	60-85 А
3,2 × 350 мм	85-110 А
4,0 × 350 мм	110-145 А

Контроль качества

Проверка	Результат
Радиография	без замечаний
Угловой шов	без замечаний
Феррит по WRC-1992	полностью аустенитная структура

Типовые узлы

- выпарные аппараты, теплообменники и кислотные холодильники
- ёмкости и резервуары хранения кислот, реакторы
- технологические трубопроводы и обвязка
- скрубберы и оборудование очистки отходящих газов
- травильные ванны и оборудование травильных линий
- теплообменники на оборотной и морской воде

Ограничения

Марка не универсальный конструкционный материал: применимость проверяют по конкретной среде - концентрации, температуре, наличию окислителей и абразива.

Концентрированная азотная кислота и окислительные среды - область других материалов; в кипящем хлориде магния стойкость не обеспечивается.

Не предназначен для углеродистых и низколегированных конструкционных сталей, чугуна и цветных металлов.

Режимы тока ориентировочные; окончательные режимы уточнять по WPS.