

AWG MUST 690

Высокопрочный низководородный электрод для сталей класса 690 Н/мм², наплавки легированных сталей и буферных слоёв

Тип	Покрытый электрод
Процесс	РДС / MMA / SMAW
Стандарт	EN ISO 18275-A: E 69 5 Z Mn2NiCrMo B 4 2 H5 · AWS A5.5: E 12018-G H4
Диаметры	3,2 / 4,0 / 5,0 мм

Описание

AWG MUST 690 - покрытый электрод с основным покрытием для сварки и наплавки высокопрочных низколегированных сталей. Классификация EN ISO 18275-A: E 69 5 Z Mn2NiCrMo B 4 2 H5; AWS A5.5: E 12018-G H4.

Металл шва легирован никелем, хромом и молибденом: предел текучести не менее 740 Н/мм², предел прочности 830-950 Н/мм². Диаметры в наличии 3,2 / 4,0 / 5,0 мм, род тока DC(+).

Свариваемые стали

- высокопрочные конструкционные класса 690 Н/мм²: S690QL, S690QU, N-A-XTRA 70 (отечественные 09ХГН2МД, 12ХГН2МА)
- трубные API 5L X60-X80, классы K52-K60: 13Г1С-У и 17Г1С-У (Х60), 09ГБЮ и 12Г2СБ (Х65), 10Г2ФБ и 10Г2ФБЮ (Х70)
- мелкозернистые и цементируемые стали, ответственное стальное литьё
- легированные стали после закалки и отпуска под наплавку и восстановление размеров: 30ХГСА, 35ХГСА, 40Х
- высокопрочные судостроительные стали типа HY-100

Почему это работает

Прочность соединения на высокопрочной стали держит не основной металл, а самое слабое звено - шов. Электрод класса 500 Н/мм² на стали 690 Н/мм² даёт заведомо ослабленное соединение: расчётное сечение приходится увеличивать, и выигрыш от высокопрочной стали теряется вместе с сэкономленной массой.

Высокая прочность обычно покупается ценой вязкости. Здесь её удерживает никель: 2,5 % Ni сдвигает порог хладноломкости вниз, и металл шва сохраняет ударную вязкость при -50 °С. Хром и молибден дают вторую половину картины - наплавленный металл не разупрочняется при отпуске 560-600 °С.

Технические характеристики

Показатель	Значение
Предел текучести	не менее 740 Н/мм ²
Предел прочности	830-950 Н/мм ²
Относительное удлинение	не менее 17 %
Ударная вязкость ISO-V, -50 °С	не менее 28 Дж
Диффузионный водород	не более 4 мл/100 г
Термообработка	560-600 °С, 1 ч, воздух
Диаметры в наличии	3,2 / 4,0 / 5,0 мм
Род тока	DC(+)

Химический состав наплавки, типичный, %

C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni
0,06	0,4	1,6	0,9	0,5	2,5

Преимущества

Предел текучести не менее 740 Н/мм ² - равнопрочное соединение на сталях класса 690 Н/мм ² без утолщения шва.
Никель 2,5 % - вязкость при -50 °С; хром и молибден - стойкость к отпуску 560-600 °С.
Водород не более 4 мл/100 г - защита от холодных трещин на закаляющихся сталях.
Один электрод на сварку, наплавку и буферный слой по высокопрочным сталям.

Технологические данные

Подготовка, режимы и применение AWG MUST 690

Подготовка и техника сварки

- проковка перед сваркой: 300-350 °С, не менее 2 часов; после проковки хранить в термопленке
- род тока - постоянный, обратная полярность DC(+); на переменном токе электрод не работает
- кромки и наплавляемую поверхность зачистить до чистого металла: ржавчина, окалина, масло и влага недопустимы
- сварку вести на короткой дуге узкими валиками без поперечных колебаний; вертикальные швы - только на подъём
- подогрев и межслойную температуру назначать по углеродному эквиваленту основного металла
- отпуск для снятия напряжений: 560-600 °С, выдержка 1 ч, охлаждение на воздухе от 300 °С

Наплавка на сталь 30ХГСА

30ХГСА после закалки и отпуска имеет предел прочности порядка 1080 Н/мм² при углеродном эквиваленте около 0,7. Сталь отнесена к ограниченно свариваемым: околошовная зона закаливается на мартенсит, деталь склонна к холодным трещинам и к отпускной хрупкости.

Наплавленный металл AWG MUST 690 попадает в один класс прочности с основным, но остаётся пластичнее - восстановленная поверхность работает вместе с деталью, а не как жёсткая вставка. Никель даёт вязкость, необходимую валам, осям и штокам под ударом и вибрацией; хром и молибден - устойчивость к отпуску.

Порядок работы: подогрев 200-300 °С и сопутствующий подогрев в том же диапазоне, наплавка узкими валиками на короткой дуге, замедленное охлаждение, завершающий отпуск на 20-30 °С ниже температуры отпуска основного металла.

Типовые узлы

- рамы, стрелы и поворотные платформы кранов и экскаваторов
- ходовые тележки и рамы карьерной техники
- посадочные места валов, осей, штоков и пальцев из легированных сталей
- монтажные стыки высокопрочных балок и ферм
- трубопроводы и обвязка из сталей API 5L X60-X80
- буферный слой под твёрдую износостойкую наплавку
- заварка дефектов ответственного стального литья

Режимы сварки

Диаметр × длина	Сварочный ток
3,2 × 350 мм	90-140 А
4,0 × 450 мм	130-190 А
5,0 × 450 мм	170-240 А

Контроль качества и термообработка

Этап	Контроль
Перед сваркой	проковка 300-350 °С, не менее 2 ч
Кромки	чистота и сухость
Подогрев	по углеродному эквиваленту; 30ХГСА - 200-300 °С
Ток	DC(+), короткая дуга
Отпуск	560-600 °С, 1 ч, охлаждение на воздухе

Замечания

Третье условие холодной трещины - водород. Основное покрытие даёт не более 4 мл/100 г наплавленного металла против примерно 25 мл/100 г у рутиловых покрытий: это единственный рычаг против трещины, который находится в руках сварщика, а не конструктора.

Покрытие чувствительно к влаге: непрокалённый низководородный электрод - типичная причина пористости и водородных трещин.

Режимы тока ориентировочные; окончательные режимы уточнять по WPS и паспорту сварочного оборудования.