

# Основные параметры сварки под флюсом, швов при сварки труб.

---

---

---

- Одностороннюю многопроходную сварку с ручной подваркой корня шва применяют при сооружении магистральных трубопроводов. Корневой слой шва выполняют на месте центровки и сборки труб - трубосварочной линии или сборочном кондукторе. Стыки собирают с зазором, который для электродов с основным покрытием составляет 2-3,5 мм, а для электродов с целлюлозным покрытием - 1,5-2,5 мм. Сварку первого слоя выполняют чаще снаружи трубы в поворотном или неповоротном положении.

- Первый слой шва, во избежание получения прожогов при автоматической сварке под флюсом, должен иметь толщину не менее 4 мм, а в местах с увеличенным зазором (более 3 мм) и при смещении кромок стыка - не менее 5 мм. При сооружении магистральных трубопроводов из низколегированных сталей с пределом прочности до 530 МПа для сварки первого (корневого) слоя шва применяют электроды с целлюлозным покрытием марки ВСЦ-4 диаметром 4 мм или электроды с основным покрытием марки УОНИ-13/55 диаметром 3-3,25 мм. При сварке труб из сталей  $\sigma_B > 530$  МПа первый слой выполняют электродами марки ВСЦ-4А. Трубы из сталей повышенной и высокой прочности перед сваркой корневого слоя шва предварительно подогревают.

- Первый заполняющий слой накладывают при помощи автоматической сварки под флюсом по корневому слою. Толщину заполняющего слоя выбирают с учетом толщины корневого слоя, так как при сварке на повышенном режиме корневой слой можно прожечь мощной дугой. Число слоев автоматической сварки устанавливают в зависимости от толщины стенки трубы. Для стенки толщиной 12,5 мм автоматическую сварку выполняют в два слоя, при большей толщине стенки - не менее чем в три слоя.

- Сварку труб диаметром 1020-1420 мм с толщиной стенки до 20 мм, изготовленных из низколегированных высокопрочных сталей, выполняют с гарантированным проваром корня шва. Для этого выполняют внутреннюю подварку корня шва как электродами, так и автоматической сваркой под слоем флюса. При ручной подварке стык собирают с указанным зазором и подварку выполняют тотчас после завершения сварки корня шва. Если автоматическую подварку выполняют тотчас после сварки корня шва, то стык собирают без зазора и сваривают корневым швом без обязательного провара. После этого автоматом под слоем флюса подваривают корень шва внутри трубы. В этом случае разделку кромок труб выполняют с меньшими углами, что требует меньшего количества присадочного металла и исключается прожог при сварке заполняющих слоев.

- Подварку корня шва выполняют и как завершающую операцию после полной сварки стыка. Такая подварка гарантирует полный провар корня шва и устраняет дефекты несплавления первого слоя с корневым. На выбор оптимального режима сварки заполняющих слоев шва оказывают значительное влияние толщина корневого слоя, род тока и его полярность, свойства сварочных материалов, особенно марка флюса в сочетании со сварочной проволокой и т. п.

- Автоматическую сварку под флюсом АН-348А стыков труб из *малоуглеродистых сталей* ( $\sigma_B < 550$  МПа), целесообразно производить с применением электродной проволоки Св-08А, Св-08АА. Все заполняющие слои шва выполняют последовательно один за другим электродом диаметром 2-3 мм. При многослойной сварке поворотных стыков трубопроводов последний (верхний) слой является облицовочным. После наложения каждого слоя шлак удаляют с помощью ручного ударного инструмента. Первый слой при сварке под флюсом накладывают таким образом, чтобы корневой слой мог быть переплавлен на достаточную глубину, а остальная часть его подвергнута сопутствующей термической обработке (нормализации) от нагрева заполняющим слоем. Кроме этого, в наплавленном металле корневого слоя могут быть поры и другие дефекты, а структура этого слоя из-за быстрого и неравномерного охлаждения может иметь недостатки.

- Формирование заполняющих слоев должно быть таким, чтобы переход от поверхности шва к поверхности кромок был плавным без подрезов, так как даже в неглубоких подрезах застревает шлак, который трудно удаляется механическим путем. Плавное формирование заполняющих слоев шва достигается выбором соответствующего сварного режима и применением качественных материалов - флюса и проволоки. Флюс должен быть хорошо просушен (температура не ниже 250 - 300 °С в течение 1-1,5 ч), а поверхности свариваемых кромок и электродной проволоки тщательно очищены от ржавчины и загрязнений. Для снижения трудоемкости по зачистке проволоки в трассовых условиях, а также для повышения качества сварных соединений промышленность выпускает омедненную сварочную проволоку. Медное покрытие обеспечивает стабильный подвод тока к сварочной проволоке, что значительно повышает устойчивость сварочного процесса.



- Для автоматической сварки труб из *низколегированных сталей* ( $\sigma_B < 550$  МПа) в средней и южной климатических зонах наиболее подходит применение флюса АН-348А в сочетании с малоуглеродистыми марганцовистыми проволоками (Св-08ГА и Св-10ГА), что обеспечивает требуемую ударную вязкость металла шва  $a_K = 0,4 \div 0,5$  МДж/м<sup>2</sup> при температуре - 40 °С.
- Сварку под флюсом АН-22 применяют в сочетании с марганцовистыми проволоками Св-08ГА, Св-10ГА для северной климатической зоны, особенно для надземной прокладки трубопроводов, для обеспечения гарантированных значений ударной вязкости металла шва в области отрицательных температур.

- При автоматической сварке стыков трубопроводов из *низколегированных сталей повышенной прочности* ( $\sigma_B > 550$  МПа) целесообразно применять флюс АН-22 в сочетании с малоуглеродистыми и низколегированными молибденсодержащими сварочными проволоками Св-08ХМ и Св-08МХ, что обеспечивает весьма высокую прочность металла шва  $\sigma_B > 700$  МПа и гарантирует ударную вязкость  $a_K = 0,4 \div 0,6$  МДж/м<sup>2</sup> при температуре  $-60$  °С. Оптимальные прочностные свойства сварных соединений обеспечиваются при  $q_{II} = 36 \div 40$  кДж/см.
- Сварку под флюсом АН-47 в сочетании с проволоками Св-08ГА, Св-08ХМ, Св-08МХ применяют во всех климатических зонах для сталей с пределом прочности  $\sigma_B > 550$  МПа. Применение флюса АН-47 с проволокой Св-08ХМ обеспечивает высокие механические свойства наплавленного металла ( $\sigma_a = 725$  МПа,  $a_K = 0,6 \div 0,8$  МДж/м<sup>2</sup> при температуре  $-60$  °С.)

- Сварка под флюсом АН-60 отличается той особенностью, что позволяет вести процесс на повышенных скоростях с одновременным увеличением погонной энергии. Этот флюс используют для сварки трубопроводов из малоуглеродистых и низколегированных сталей ( $\sigma_B < 550$  МПа), которые прокладывают под землей в средних и южных климатических зонах. Флюс АН-60 можно применять в сочетании с проволоками марок Св-08, Св-08А, Св-08АА и Св-08ГА.
- Сварку под керамическим флюсом КВС-19 применяют для монтажа трубопроводов, изготовленных из малоуглеродистых и низколегированных сталей ( $\sigma_B = 550$  МПа), которые укладывают под землей в средних и южных климатических зонах. Флюс КВС-19 используют в сочетании с проволоками Св-08А, Св-08АА и Св-08ГА. Сварные соединения, выполненные проволокой Св-08ГА, имеют  $\sigma_B = 480 \div 500$  МПа,  $a_K = 0,55 \div 0,75$  МДж/м<sup>2</sup> при температуре -40 °С.

- Сварка под керамическим флюсом ВСКФ-60 малоуглеродистыми проволоками Св-08А, Св-08АА позволяет обеспечить предел прочности шва  $\sigma_{\text{В}} = 660$  МПа и  $a_{\text{К}} = 0,72 \div 0,85$  при температуре  $-60^{\circ}\text{С}$  благодаря обеспечению в металле шва легирующих добавок (примерно 0,4% молибдена, 1,2-1,4% марганца и 0,25-0,4% кремния). Флюс ВСКФ-60 применяют для сварки труб из низколегированных сталей с пределом прочности  $\sigma_{\text{В}} > 550$  МПа в северных районах.
- Односторонняя многопроходная сварка с автоматической и полуавтоматической подваркой корня шва в среде углекислого газа производится на сварочной базе в различных климатических зонах. Корневой слой шва поворотных и неповоротных стыков трубопроводов ( $\sigma_{\text{В}} > 550$  МПа) выполняют на специальном промежуточном сварочном стенде. Сварку ведут проволокой Св-08Г2С, обеспечивая предел прочности наплавленного металла  $\sigma_{\text{В}} = 738$  МПа,  $a_{\text{К}} = 0,63$  МДж/м<sup>2</sup> при температуре  $-60^{\circ}\text{С}$ .

- Первый слой шва, во избежание получения прожогов при автоматической сварке под флюсом, должен иметь толщину не менее 4 мм. Последующие заполняющие слои шва выполняют также автоматической сваркой под флюсом.