снижает устойчивость последнего. При дуговой сварке штучными электродами объем сварки в потолочном направлении целесообразно уменьшить. Для этого сварку стыков трубопроводов при ликвидации разрывов и свищей выполняют с использованием так называемых бугелей, представляющих собой отрезок трубы со скошенными торцами, имеющими продольный разрез в узкой части [19].

Недостатком этого способа сварки по сравнению с другими является нарушение непрерывности процесса сварки в связи с необходимостью смены электродов.

Получение сварных соединений без пор и шлаковых включений могут обеспечить только водолазы-сварщики высокой квалификации. Однако даже самые опытные водолазы-сварщики выполняют эту работу в несколько раз медленнее, чем на воздухе.

Полуавтоматическая подводная сварка плавящимся электродом в несколько раз производительнее ручной подводной сварки. Для полуавтоматической подводной сварки используется та же аппаратура, что и для сварки на воздухе. Механизм подачи электродной проволоки выполняется водонепроницаемым и защищенным от коррозии. В качестве электрода применяется тонкая проволока диаметром 1,2—1,6 мм марки Св-08Г2С. Сварка ведется током обратной полярности (плотность тока — 180—220 А/мм²). Защиту расплавленного металла сварочной ванны от воздействия составляющих парогазового пузыря осуществляют подачей в зону горения дуги углекислого газа или аргона. Защитный газ изменяет состав парогазового пузыря и уменьшает растворимость водорода в металле шва.

Применение электродной проволоки с медным покрытием увеличивает содержание меди в сварном шве. Содержание меди в сварном шве до 0,1—0,3% приводит к повышению пластичности и коррозионной стойкости сварного соединения.

Полуавтоматической подводной сваркой плавящимся электродом в среде защитного газа можно получить более высокое качество сварных соединений по сравнению со сваркой штучными электродами с защитным покрытием.

Полуавтоматическая подводная сварка порошковой проволокой отличается от предыдущей в основном конструкцией электрода. Порошковая проволока представляет собой непрерывный электрод трубчатой конструкции, полость которой заполнена порошкообразным наполнителем. Назначение наполнителя, как и электродного покрытия,— защита расплавленного металла от вредного влияния парогазового пузыря, стабилизация дугового разряда, раскисление и легирование металла, связывание азота в стойкие нитриды. Для сварки порошковой проволокой применяют полуавтоматы типа «Нептун», которыми можно сваривать различные конструкции и трубопроводы в разных пространственных положениях.

Полуавтоматы «Нептун» состоят из пульта управления, погружаемого в воду контейнера с механизмом подачи электродной проволоки, блока уравнения давления, кассеты для электродной проволоки и из держателя со шлангом. Электродная проволока подается по специальному шлангу, скорость подачи ее изменяется с помощью электродвигателя постоянного тока. Блок уравнения давления уравнивает давление в полости электродвигателя с давлением окружающей воды при изменении глубины погружения.

Аналогичен по устройству и полуавтомат А 1660, разработанный Институтом электросварки им. Е. О. Патона АН УССР и предназначенный для подводной сварки различных изделий из малоуглеродистых и низколегированных сталей во всех пространственных положениях. Им можно пользоваться в морской и пресной воде на глубинах, доступных водолазу-сварщику. Сварка ведется от специального источника питания АСУМ-400, имеющего жесткую внешнюю характеристику, или от других источников с аналогичной характеристикой. На небольшой глубине допускается использование в качестве источника питания сварочного генератора ПСГ-500.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛУАВТОМАТА А 1660

Подводимое напряжение, В (частота 50 Гц)	220 (380)
Потребляемая мощность, кВт	0,6
Диаметр электродной проволоки, мм	1,6—2,0
Скорость подачи проволоки, м/ч	100—1000
Сварочный ток, А	Постоянный, 450
Полярность	Прямая или обратная
Длина гибкого шланга держателя, м	3,5
Количество электродной проволоки на катушке, м	400
Габаритные размеры контейнера (длина, ширина, высота), мм	500×330×350
Масса контейнера без электродной проволоки, кг	30
Габаритные размеры шкафа управления (длина, ширина, высота), мм	400×320×425
Масса шкафа управления, кг	35

Известны способы подводной сварки, сочетающие в себе преимущества «мокрого» и «сухого» способов. Так, в работе [38] предлагается способ подводной сварки с местным осушением, представляющей собой полуавтоматическую дуговую сварку в среде защитного газа с подачей в зону сварки водяной струи для создания стабильного газового объема вокруг сварочной дуги. При этом способе используется двухсопловая горелка, по наружному соплу которой подается водяная струя или так называемая водяная завеса, а по внутреннему (в зону дуги) — углекислый газ.

К смешанным способам сварки можно отнести подводную сварку с использованием защитного кожуха, с помощью кото-