рого удается обеспечить создание сухой газовой атмосферы в месте наложения сварного шва. Сварку выполняют вручную штучными электродами с защитным покрытием. На свариваемую поверхность под водой устанавливают защитный кожух, имеющий форму полусферы диаметром 38 мм. Через кожух пропускают электрод. Вода из кожуха через вентиляционное отверстие вытесняется газами, которые образуются при сварке. Для полного вытеснения воды и исключения положительной плавучести кожуха его объем рассчитывают в соответствии с количеством образующихся газов. Кожух передвигается вместе с электродом вдоль сварного шва. Качество сварных швов с использованием защитного кожуха выше по сравнению со сваркой штучными электродами в открытой воде и значительно ниже по сравнению со сваркой на поверхности или в сухих стационарных камерах с полным ограждением зоны сварки от окружающей воды.

К способам «сухой» подводной сварки относятся дуговая сварка в сухих камерах-кессонах, передвигаемых вдоль шва, и в сухих стационарных сварочных камерах с полным ограждением зоны сварки от окружающей воды.

Передвижные камеры-кессоны представляют собой камеры небольших размеров, состоящие из жесткого корпуса. Для сварки конструкций различных форм и очертаний на нижней части корпуса устанавливаются съемные резиновые уплотнения, имеющие форму, соответствующую свариваемой поверхности. Уплотнение препятствует проникновению в камеру окружающей воды. Сварочный пистолет крепится к боковой поверхности камеры с помощью диафрагмы, которая позволяет свободно манипулировать им в пределах камеры. Внутри камеры предусмотрен источник света для освещения перед зажиганием дуги и в перерывах между сваркой.

Водолаз-сварщик подводит камеру к свариваемой поверхности, удерживая ее одной рукой за держатель сварочного пистолета. С поверхности воды по шлангу подается под давлением инертный газ, который вытесняет из камеры воду и создает в ней сухую атмосферу. Около сварщика располагается герметизированный блок со сварочной проволокой и устройством для ее подачи. Для регулирования и поддержания соответствующего давления газа внутри сварочной камеры предусмотрено специальное устройство, которое увеличивает расход газа в камеру при повышении окружающего ее гидростатического давления и уменьшает расход газа при снижении гидростатического давления. Пульт управления процессом сварки находится над поверхностью воды.

К недостаткам дуговой сварки в камерах-кессонах следует отнести сложность сохранения водонепроницаемости, а также необходимость использования подкладных колец для предотвращения выдувания расплавленного металла из зазора между

452

торцами свариваемых труб. В передвижных камерах-кессонах можно получить сварные швы более лучшего качества по сравнению со швами, выполненными в открытой воде.

Применение специальных сухих стационарных сварочных камер с полным ограждением зоны сварки от окружающей воды позволяет получить сварные швы высокого качества. Однако этот метод отличается очень высокой стоимостью, сложностью устройства камеры и сварочного оборудования, значительными затратами времени для выполнения сварочных операций.

Для сварки трубопроводов в стационарных подводных камерах в основном используются два метода: дуговая сварка металлическим плавящим электродом в среде защитного газа и дуговая сварка вольфрамовым электродом также в среде защитного газа. Эти способы требуют более сложного оборудования по сравнению с дуговой сваркой штучными электродами. Но поскольку при сварке штучными электродами выделяется много дыма и газов, что в условиях замкнутого объема сварочной камеры является нежелательным, этот способ не применяется.

При дуговой сварке металлическим плавящим электродом в среде защитного газа электродная проволока подается в зону сварки с определенной скоростью. Конец электрода и расплавленный металл сварного шва защищены от воздействия окружающего воздуха потоком инертного газа, подаваемого по газоподводящим шлангам к соплу, расположенному вокруг электрода. В состав сварочного оборудования входят источник электроэнергии, сварочный пистолет, механизм подачи и катушка для электродной проволоки и пускорегулировочная аппаратура. Все указанное оборудование за исключением источника электроэнергии размещается в подводной сварочной камере. Источник электроэнергии находится на обслуживающем судне на поверхности и соединяется с подводной сварочной камерой специальным электрокабелем.

С увеличением глубины погружения камеры процесс сварки в среде защитного газа несколько усложняется: повышается давление газовой среды в камере и температура дуги возрастает. Вследствие этого сварочная проволока плавится быстрее, количество расплавленного металла увеличивается, избыточный металл может явиться причиной образования дефектов в сварочном шве (наплывы, непровар). Защитный газ в условиях повышенного давления становится более плотным и приходится в несколько раз увеличивать его расход по сравнению со сваркой на поверхности. Снижение скорости плавления сварочной проволоки и тем самым устранение образования избыточного количества расплавленного металла возможно добавлением в металл сварочной проволоки или в газовую среду в зоне дуги соответствующих присадок, а также применением методов дуговой сварки с пониженным выделением тепла.