

621.791.721

Патюпкин А. В.

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ ПОД ФЛЮСОМ В ЗАЗОР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАНУЛИРОВАННОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПРИСАДКИ В НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Современные темпы развития нефтяной и газовой промышленности требуют от газового и нефтяного машиностроения значительного ускорения работ по обеспечению производства машин и аппаратов новых типов, работающих в условиях воздействия высокого давления и низких температур. Данное оборудование изготавливается из малоуглеродистых и низколегированных сталей толщиной в основном от 20 до 50 мм.

Увеличение толщин деталей приводит к ухудшению условий получения качественного сварного соединения, что связано с рядом причин:

- неблагоприятные реакции на термический цикл сварки (остаточные напряжения после сварки, увеличение зерна в зоне термического влияния и т.п.);
- образование более твердых и хрупких структур в зоне термического влияния, что связано со значительным увеличением скорости охлаждения;
- повышена жесткость конструкций, которая не зависимо от способа сварки может привести к образованию трещин;
- при изготовлении изделий больших толщин особое требование к подготовке под сварку (разделка кромок должна обеспечивать провар и сплавление между слоями, а также возможность удаления шлака; шов и околошовная зона должны перед сваркой прогреты до «точки выпадения росы»).

В связи с этим, повышение производительности изготовления металлоемких конструкций может быть достигнута применением только новых технологий и высокопроизводительных способов сварки, которые при минимизации времени будут способствовать получению высокого качества сварных соединений и оборудования в целом.

Проблема повышения производительности сварки толстолистового металла остро стоит в нефтегазовой промышленности при изготовлении аппаратов воздушного охлаждения (АВО).

Аппараты воздушного охлаждения (АВО) предназначены для конденсации и охлаждения парообразных, газообразных и жидких сред, применяемых в технологических процессах газовой, нефтеперерабатывающей, нефтехимической и других смежных отраслях промышленности.

АВО изготавливаются следующих типов:

- зигзагообразные (АВЗ);
- малопоточные (АВМ) горизонтальные и вертикальные;
- горизонтальные (АВГ).

АВО типа АВГ-55МГ, АВГ-75МГ, АВГ-100МГ, АВГ-120МГ и АВГ-160МГ предназначены для охлаждения природного газа на компрессорных станциях магистральных газопроводов, дожимных компрессорных станциях и компрессорных станциях подземного хранения газа на рабочее давление 5,4 МПа, 7,36 МПа, 8,34 МПа, 9,1 МПа, 12,0 МПа и 16,0 МПа при температуре атмосферного воздуха до -60°C .

АВО состоит из теплообменного блока, вентиляторных блоков и металлоконструкции. Аппарат должен соответствовать требованиям ГОСТ Р 51364-99, ПБ 03-576-03, ПБ 03-584-03, ПБ 03-585-03, ПБ 03-590-03, ПБ 08-624-03, ПБ 09-540-03, а также техническим условиям на его изготовление.

Теплообменный блок состоит из 2-х секций. Основными элементами теплообменной секции являются:

- камеры входа и выхода газа, изготавливаемые из низколегированной стали 09Г2С-12 ГОСТ5520-79;
- труба оребренная, состоящая из теплонесущей трубы $\varnothing 25 \times 2,5$ мм из стали 20 ГОСТ 8733-87, оребренной методом накатки алюминиевым сплавом АД 1 ГОСТ 18482-79.
- коллектора входа и выхода газа, которые состоят из корпуса, изготовленного из трубы $\varnothing 426 \times 18$ мм сталь 20 ГОСТ 8733-87; двух днищ эллиптических $\varnothing 426 \times 22$ мм сталь 09Г2С-12 ГОСТ 5520-79; тройника сталь 20 ГОСТ8733-87; вставки из трубы $\varnothing 426 \times 18$ мм сталь 20 ГОСТ8733-87 (рис. 1).



Рис. 1. Монтаж АВО на компрессорной станции магистрального газопровода

Наиболее трудоемкими операциями при изготовлении АВО являются:

- сварочные работы, так как камеры теплообменных секций состоят из толстостенного металла толщиной до 40 мм и требуют предварительный подогрев и окончательную термообработку после сварки;
- калибровка многопроходных сварных швов, выполненных в вертикальном и горизонтальном положениях.

В частности, при изготовлении аппаратов высокого давления АВГ-160МГ для газоперекачивающих станций, одной из трудоемких операций технологического процесса является сварка камер входа и выхода их секций (рис. 2), где необходимо соединять листы толщиной 30+40 мм из стали 09Г2С-12, ГОСТ 5520-79.

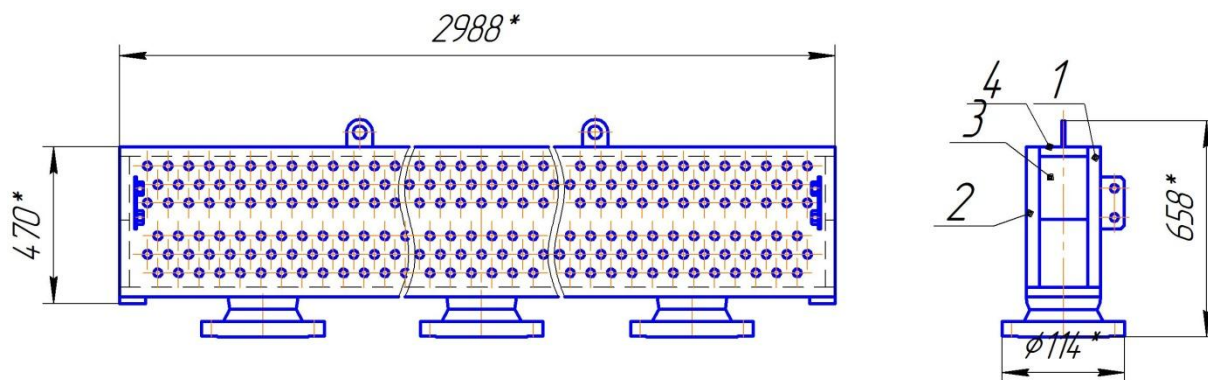


Рис. 2. Камера входа и выхода АВО

Камера состоит из крышки передней (1) и задней (2), которые привариваются к нижней крышке и верхней (4), образуя закрытый короб с крышками (3). К нижней крышке приваривают три фланца. Конструктивно камера входа и выхода отличается высотой патрубков фланцев. По требованиям заказчика сварка основных элементов конструкции камер должна осуществляться полуавтоматическим способом с использованием сварочной проволоки Св-08Г2С Ø1,2 мм и при этом разделка свариваемых кромок должна обеспечивать провар и сплавление между слоями в условиях многопроходной сварки. Время на многопроходную сварку одного шва в зависимости от разделки (учитывая длину сварного соединения 3000 мм и толщины 30+40 мм) составляло от 8 до 16 часов.

В настоящее время одним из актуальных способов увеличения производительности при изготовлении толстостенных конструкций является использование автоматической сварки под флюсом. Однако применение этого способа было ограничено из-за высоких значений сварочного тока для таких толщин, что приводит к короблению конструкции и перегреву металла околошовной зоны (ОШЗ).

Одним из эффективных и производительных способов сварки толстолистовых металлических конструкций является сварка с обязательным зазором и заполнением его гранулированными металлическими присадками (ГМП) в виде рубленной проволоки [1-3].

С целью повышения производительности операций сварки на ООО «Укрспецмаш» (г. Бердянск) на опытных образцах отработана технология механизированной сварки камер аппаратов воздушного охлаждения с применением гранулированной металлической присадки (ГМП).

При отработке необходимых параметров режима сварки базовыми значениями служили научные исследования доцента кафедры Кременчугского национального университета Цыгана Б.Г. [4].

Образцы изготавливали из стали 09Г2С толщиной 30+40 мм аналогично, как и у камер АВО. В качестве сварочных материалов использовали проволоку Св-08Г2С (корневые швы), проволоку Св-08ГС (сварка под флюсом АН-348А).

Все сварные соединения выполнены за один проход с проваркой корня шва без разделки кромок с зазором (рис. 3).

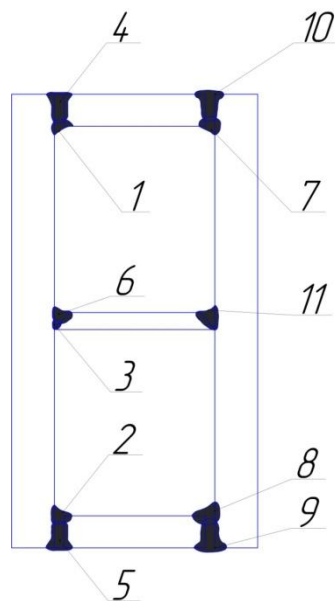


Рис. 3. Схема сварки макета камеры АВО

Изначально после сборки макета камеры АВО и заполнения зазоров ГМП произвели сварку корневых швов (2) и (8), сварку швов (6) и (11), соединяющих перегородку со стенками. После этого производили кантовку на 360° и проварку корневых швов (1) и (7).

Готовый короб установили на специализированную установку для автоматической сварки под флюсом и, поочередно и кантуя, произвели сварку швов (4), (10), (5) и (9).

Таким образом, разработанная технология позволяет практически в 20 раз сократить время на изготовление камер, соответственно снизить расходы электроэнергии и сварочных материалов, металла на снятие кромок под сварку, зачистку швов после сварки и, соответственно, снизить себестоимость изделия, что позволяет конкурировать на рынке производителей данной продукции.

Ультразвуковой контроль сварных соединений позволил установить отсутствие дефектов типа шлаковых каналов, пор и трещин.

При изготовлении металлических конструкций, работающих под давлением 16,0 МПа и температурой окружающей среды до -60°C важным моментом является макро- и микроструктура металла шва и ОШЗ.

Макроструктура сварного соединения показала грибовидный шов с меньшим подплавлением ОШЗ, что свидетельствует на основное тепловложение на расплавление ГМП и меньший вклад тепла в ОШЗ. Микроструктура металла швов феррито-перлитная. Дендриты по вертикальной оси шва стыкуются между собой под тупым углом, что говорит об отсутствии слабины.

Основной металл вблизи линии сплавления несколько отличается от основного, что является следствием влияния термического цикла сварки.

По мере удаления от шва величина зерна уменьшается. Таким образом, использование автоматической сварки с обязательным зазором и ГМП позволяет получить более мелкозернистую структуру металла шва вследствие более высокой скорости охлаждения, чем при обычной сварке под флюсом, что подтверждается в работах [5, 6].

ВЫВОДЫ

Разработанная технология автоматической сварки под флюсом с применением ГМП позволяет существенно повысить производительность изготовления камер аппаратов воздушного охлаждения при постоянстве качества изделия в целом. Применение высокопроизводительных методов делает продукцию нефтяного и химического машиностроения на современном европейском рынке конкурентноспособной. Меньшее воздействие сварочного термоцикла на ОШЗ позволяет повысить качество сварных соединений и снизить деформацию и коробление конструкций камер АВО.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стамбирский А.П. Автоматическая сварка стыковых соединений листов толщиной до 25 мм без разделки кромок / А.П. Стамбирский, В.П. Петров // Заводское изготовление строительных металлических конструкций. – ЦБТИ. – Главстальконструкция, 1959. – С.123–143.
2. Юнгер С.В. Автоматическая сварка толстолистовой нефтеаппаратуры без скоса кромок / С. В. Юнгер // Автогенное дело. – 1953. – №1. – С.55–62.
3. Цыган Б.Г. Сварка с добавкой металлических присадок при изготовлении химоборудования / Б. Г. Цыган // Сварочное производство. – 1972. – №4. – С.41–48.
4. Цыган Б.Г. Исследования и разработка технологии изготовления химического оборудования из толстолистовой стали с применением гранулированных металлических присадок : дис. канд. техн. наук. – Днепропетровск, 1977. – 179 с.
5. Автоматическая дуговая сварка под флюсом с применением порошкообразного присадочного металла / И.И. Ивочкин, А.И. Алексеев [и др.] // Сварочное производство. – 1978. – №2. – С.58–64.
6. Электрошлаковая сварка с применением порошкообразного присадочного металла / И.И. Ивочкин, А.И. Алексеев [и др.] // Сварочное производство. – 1972. – №5. – С.34–42.