

2. Верник А. Б. Мостовые краны большой грузоподъемности / А. Б. Верник. — М.: Машгиз, 1956.
3. Соколов С. А. Строительная механика и металлические конструкции машин / С. А. Соколов. — СПб.: Политехника, 2011. — 422 с.
4. Сухарев И. П. Исследование по оптимизации проушин, выполненное поляризационно-оптическим методом / И. П. Сухарев // Тр. Всесоюз. конф. по поляризационно-оптическому методу исследования напряжений. — Таллин: Изд. АН Эстонской ССР, 1971. — Т. III.
5. Ковальский Б. С. Расчет проушин / Б. С. Ковальский, Ф. Ф. Сороковенко // Вестник машиностроения. — 1969. — Вып. 10.

УДК 621.646.2

Е. О. Ольховик,
канд. техн. наук, доцент,
ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова;

Ю. А. Резник,
ведущий специалист
ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ СИЛЬФОННЫХ СБОРОК ДЛЯ СУДОВОЙ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ

DEVELOPMENT OF LASER WELDING TECHNOLOGY OF BELLOWS ASSEMBLIES FOR SHIP PIPELINE VALVES

В статье рассмотрены актуальные проблемы надежности судовой трубопроводной арматуры с сильфонным уплотнением для автоматизированных судовых котлов, использующих высокотемпературный органический теплоноситель (термомасло). Проведен анализ причин известных неисправностей запорного узла арматуры, выявлены недостатки существующих технологий сварки сильфонной сборки. Предложена новая технология лазерной сварки, обеспечивающая более надежное и качественное соединение сильфона.

The article describes current problems of reliability of ship pipeline valves with bellows seal for automated marine boilers using high-temperature organic heat transfer fluid (thermo oil). The analysis of reasons of known fault isolation valve assembly is given, the shortcomings of existing technologies of welding of bellows assembly are revealed. The new technology of laser welding, providing a more reliable and quality connection for bellows is offered.

Ключевые слова: надежность, судовая трубопроводная арматура, сильфонное уплотнение, лазерная сварка, высокотемпературный органический теплоноситель.

Key words: reliability, ship pipe fittings, bellows, laser welding, high temperature organic coolant.

Введение

Арматура с сильфонным уплотнением штока получила широкое распространение в машиностроении, судостроении и энергетике, поскольку обладает повышенными техническими характеристиками по своей надежности и долговечности. Срок ее эксплуатации составляет не менее 15 лет. Однако для ряда конструктивных и технологических решений сильфонный узел не всегда обеспечивает необходимую долговечность, при этом 75 % неисправностей относится к нарушению герметичности затвора и только 25 % — к остальным неисправностям [1].

В судовой арматуре основные проблемы возникают при работе с высокотемпературными органическими теплоносителями при режимах свыше 200 °С и также связаны с разгерметизацией

сильфона. Традиционные методы крепления сильфона на шпинделе предусматривают его сварку, припайку, реже — роликовую сварку или механический обжим. Данные технологии хорошо зарекомендовали себя, полностью отработаны и проверены на практике, но имеют собственные недостатки.

Задача исследований

Анализ разрушений сильфонных сборок для арматуры в диапазоне условных проходов от 50 до 150 мм показал, что трещины и надрывы образуются в области околосшовной зоны приварки или паяного соединения со шпинделем или верхним фланцем. Также известной причиной разрушения сильфонной сборки является превышение действующего гидравлического давления. Сильфоны [2] изготавливаются из коррозионно-стойких сталей марок 12X18H10T, 10X17H13M3T или аналогичных по ГОСТ 5632 и 10498. При традиционной технологии присоединения сильфонов используют специальные втулки и кольца по ГОСТ 21557, которые изготавливают из материалов, аналогичных сильфону. Приварку сильфона производят аргонодуговой сваркой с использованием неплавящегося вольфрамового электрода методом оплавления цилиндрической части сильфона или элементов его крепления. Использование специальных припоев на основе тугоплавких элементов ограничено, поскольку они снижают как пластические свойства, так и свойства сопротивления усталостному разрушению всего соединения.

Для судовой арматуры с сильфонным уплотнением при эксплуатации в составе автоматизированных котлов с органическим теплоносителем согласно п. 20.6.3 [3] не допускается применение меди и ее сплавов для элементов трубопроводов, находящихся в контакте с органическим теплоносителем.

Таким образом, задача по разработке новых технологий герметичного крепления сильфона в составе судовой запорной арматуры является весьма актуальной. Основными эксплуатационными требованиями для сильфонной сборки является число циклов нагружений до разрушения и стойкость соединения сильфона к межкристаллитной коррозии.

Методы исследований

Одним из основных дефектов, проявляющихся при традиционной сварке сильфонной сборки, является перекося или сдвиг торцевой части сильфона относительно шпинделя или верхнего фланца. Даже самое небольшое смещение относительно центральной оси сильфона приводит к образованию сил внецентренного сжатия и снижению величины критического давления [4]. Эффективная площадь сильфона, а значит, и свойства сопротивления усталостному разрушению остаются постоянными только в условиях осевого растяжения–сжатия. Наличие перекося приводит к постоянному силовому нагружению сильфона изгибающим моментом, что отрицательно сказывается на его долговечности. Также глубокое проплавление вольфрамовым электродом приводит к значительному прогреву как самого сильфона, так и шпинделя, что добавляет в конструкцию внутренние температурные напряжения, для снижения которых необходимо применять дополнительную термообработку. Для данной технологии требуется последующая механическая обработка места сварки, что для отдельных соединений снижает их прочность.

В последние годы для приварки сильфонов применяют микроплазменную сварку. Такая технология позволяет избежать появления термических напряжений и практически отказаться от механической обработки, однако микроструктура шва имеет пористую структуру и подвержена межкристаллитной коррозии.

В настоящее время нами разрабатывается технология лазерной приварки сильфонов к шпинделю для последующей работы в составе судовой трубопроводной арматуры. Основным отличием от существующих методов является то, что сварку производят в условиях совместного вращения шпинделя и сильфона. Это позволяет обеспечить их точную взаимную центровку и избежать перекося. Предлагаемая схема лазерной приварки сильфона к шпинделю представлена на рис. 1.

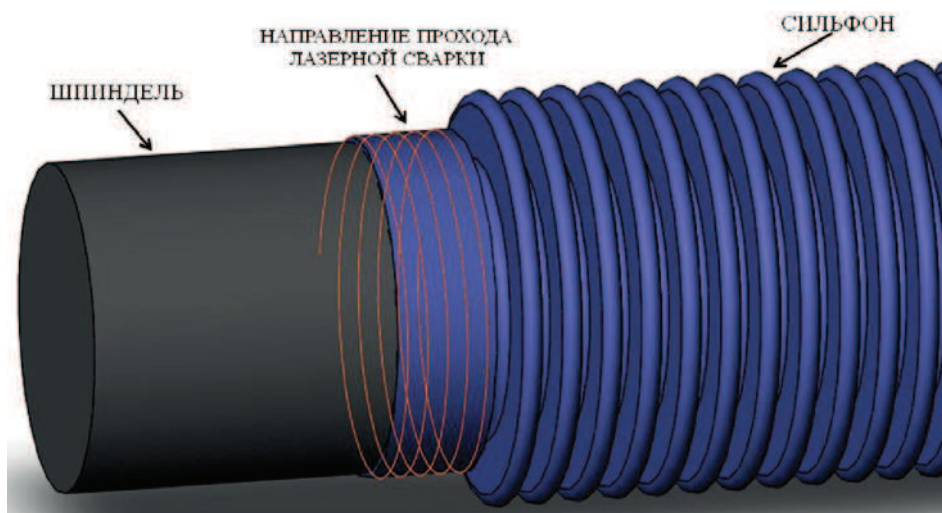


Рис. 1. Принципиальная схема технологии лазерной сварки сильфона к шпинделю судовой трубопроводной арматуры

Описание разработанной технологии

Сильфон, имеющий по краям цилиндрические припуски, размещается непосредственно на шпинделе, который затем приводится во вращение. Лазерную сварку осуществляют в один или несколько проходов методом кинжального проплавления. Далее луч лазерной сварки по цилиндрической (в несколько проходов) или спиралевидной траектории выполняет глубокое проплавление припуска сильфона к шпинделю, что обеспечивает надежное и герметичное соединение. Сварочный шов образуется за счет перемешивания основного металла. Практическое отсутствие усадочных напряжений позволяет производить процесс без предварительного подогрева и окончательной термообработки. Механическая обработка шва, полученного с использованием лазерной сварки, не требуется.

Для сравнения традиционной и разрабатываемой технологии было выполнено травление образцов сварки в 10 %-ном растворе подогретой до 50 °С серной кислоты в течение 1 ч с целью определения стойкости к межкристаллитной коррозии. Результаты в обоих случаях удовлетворительные.

Выводы

Предлагаемая технология, основанная на применении методов лазерной сварки для соединения сильфонов, позволяет достичь более высокого качества сварочного шва за счет более стабильного технологического процесса сварки, отсутствия прогаров, непроваров, шлаковых и металлических образований по длине сварочного шва, что обеспечивает надежность его соединения при эксплуатации. Дополнительным преимуществом разрабатываемой технологии является отсутствие механической обработки сварного шва и его стойкость к межкристаллитной коррозии.

Список литературы

1. Прочность и надежность нефтегазового оборудования: материалы межотр. семинара. — М. : ГУП НИКИЭТ, 2003.
2. ГОСТ Р 55019-2012. Арматура трубопроводная. Сильфоны многослойные металлические. Общие технические условия.

3. Правила классификации и постройки морских судов. НД № 2-020101-077. — Т. 2.
4. Сильфоны. Расчет и проектирование / под ред. Л. Е. Андреевой. — М.: Машиностроение, 1975. — 156 с.

УДК 621.384.6;620.178.16

С. Г. Чулкин,

д-р техн. наук, профессор,
ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова;

В. М. Петров,

д-р техн. наук, профессор,
ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова;

А. А. Буцанец,

ведущий специалист по НТП
ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ СУДОВОЙ ЗАПОРНОЙ АППАРАТУРЫ

PROMISING TECHNOLOGICAL METHODS TO INCREASE WEAR RESISTANCE OF SURFACES OF SHIP LOCKING DEVICES PARTS

В статье приведены данные о существующих технологиях ионно-лучевой обработки поверхностных слоев ответственных деталей, применяемых в судостроении и машиностроении с целью повышения их эксплуатационных свойств. Дана классификация видов данной обработки. Отмечены их достоинства и недостатки. Отдельно рассмотрены вопросы технологии ионной азотации.

In article the data about existing technologies of ion-beam processing of the surface layers of the critical parts used in shipbuilding and engineering to improve their operational properties are given. A classification of the species of the given processing is presented, their advantages and disadvantages are marked. The problems of ion nitration technology are considered separately.

Ключевые слова: судовые трубопроводы, запорная арматура, технологии упрочнения, ионная имплантация, азотирование поверхностей.

Key words: marine pipelines, stop valves, technologies of hardening, ion implantation, surface nitration.



ЛЕМЕНТЫ судовой запорной трубопроводной арматуры работают в тяжелых условиях эксплуатации. Транспортируемые жидкости по трубопроводам и элементам запорной аппаратуры находятся под давлением и, как правило, нагреты до 300 °С. Высокие температуры в совокупности с агрессивными свойствами и химической активностью органических перегретых теплоносителей негативно влияют на состояние поверхностей внутренних элементов запорной аппаратуры (уплотнительные втулки, сильфоны, клапаны, седла и т. п.), что приводит к общему снижению работоспособности и сокращению срока службы изделия. Для функциональных деталей запорной арматуры широко применяют высоколегированные коррозионно-стойкие стали согласно ГОСТ 5632, наплавочные износостойкие покрытия СТ ЦКБА 053-2008. Однако повышение эксплуатационных свойств методом наплавки не всегда дает желаемый результат,