

УДК 621.791.042/.947/.03

Разработки и внедрения самозащитных материалов, технологий и автоматизированного комплекса для подводной сварки и резки

Паршин Сергей Георгиевич¹

parshin@spbstu.ru

SPIN-код: 5399-6783

Левченко Алексей Михайлович²

info@untc-svarka.ru

Кархин Виктор Акимович¹

victor.karkhin@mail.ru

¹ СПбПУ, Санкт-Петербург, Россия

² ООО «УНТЦ «Сварка», Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Приведены результаты исследований и разработок сварочных материалов, технологий и оборудования для подводной мокрой сварки и резки. Представлены характеристики сварных соединений из сталей высокой прочности.

Ключевые слова: подводная сварка и резка, порошковые проволоки, сварочное оборудование, высокопрочные стали, аустенитные стали, никелевые сплавы

Введение. Развитие нефтегазовой, судостроительной, атомной промышленности, освоение Арктики, прокладка трубопроводов через водные преграды и моря, ремонт подводных конструкций, аварийно-спасательные операции и судоподъем обуславливают актуальность разработки самозащитных материалов, технологий и оборудования для подводной сварки и резки [1].

Методы и материалы; результаты. Для подводной мокрой сварки сталей высокой прочности разработаны самозащитные порошковые проволоки ППС-АПЛ [2]. Проволока ППС-АПЛ2 при мокрой сварке сталей D36–D40 обеспечила прочность шва 490–530 МПа, предел текучести более 330 МПа, относительное удлинение 12–19 %, ударную вязкость KCV при 0 °C 67–95 Дж/см² при возможности сварки на глубинах до 60 м. Технология мокрой сварки с индукционным подогревом сталей D40 и АБ2 толщиной до 20 мм с порошковой проволокой ППС-АПЛ2 уменьшила скорости охлаждения в 2,2–2,9 раза, снизила остаточные напряжения и образование холодных трещин. Для подводной мокрой сварки судостроительных сталей разработаны электроды ЭППС-500 с покрытием TiO₂-CaF₂-LaF₃-Na₃AlF₆ с стержнями Св-08А и Св-10Х16Н25АМ6, которые обеспечили прочность 530–566 МПа, ударную вязкость KCV₀ = 50–60 Дж/см² [3]. Для подводной мокрой резки разработаны самозащитные проволоки ППР-АПЛ [4], которые разрезают стали и сплавы толщиной до 20 мм при токе 240–350 А и напряжении 35–37 В со скоростью до 200 мм/мин.

Для подводной механизированной сварки и резки самозащитными проволоками разработан комплекс КОПС, который состоит из погружного блока подачи порошковой проволоки, корабельного блока управления, источника питания, кассеты с проволокой, горелки и кабелей [5]. Комплекс КОПС, самозащитные проволоки ППС-АПЛ, ППР-АПЛ аттестованы в НАКС и РМРС

для сварки морских конструкций, внедрена нормативная документация в ПАО «Газпром» и РМРС. Сварка самозащитными проволоками увеличила производительность в 3–5 раз, снизила стоимость подводных работ до 10 раз. Самозащитные материалы, оборудование и технологии сварки и резки успешно внедрены на шельфе Каспийского, Черного, Балтийского, Баренцева, Восточно-Сибирского, Охотского морей при монтаже и ремонте подводных морских конструкций.

В 2025 г. ООО «УНТЦ «Сварка» и СПбПУ в интересах ПАО «Росатом» разработали самозащитные проволоки ППС-Н1 из никелевого сплава и технологии подводной мокрой роботизированной сварки аустенитных сталей при ремонте дефектов бассейнов выдержки отработанного ядерного топлива АЭС на глубинах до 20 метров в растворе борной кислоты при наличии ионизирующего излучения.

Заключение. Таким образом, решена важная научно-техническая проблема по разработке, серийному производству и внедрению оборудования, сварочных материалов, технологий и нормативной документации для подводной мокрой сварки и резки на глубинах до 60 метров в нефтегазовой, судостроительной и атомной промышленности.

Список источников

- [1] Паршин С.Г. *Материалы и технологии подводной сварки*. Санкт-Петербург, Изд-во Политех-Пресс, 2023, 468 с.
- [2] Паршин С.Г. *Низколегированная самозащитная порошковая проволока для подводной мокрой сварки высокопрочных сталей*. Патент № 2832711 С1 РФ, 2024, бюл. № 3, 9 с.
- [3] Паршин С.Г., Гао Ю. *Покрытый электрод для подводной мокрой сварки*. Патент № 2825112 С1 РФ, 2023, бюл. № 23.
- [4] Паршин С.Г. *Универсальная порошковая проволока для подводной мокрой резки металлических материалов*. Патент № 2833463 С1 РФ, 2024, бюл. № 3.
- [5] Левченко А.И., Баранкевич А.И. *Устройство для подводной сварки и резки (КОПС-М)*. Патент № 223015 U1 РФ, 2023, бюл. № 3.