



ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЕ ШЛАНГ-ПАКЕТЫ ДЛЯ ПОДВОДНОЙ СВАРКИ И РЕЗКИ

В. Н. МАРТИНОВИЧ, Н. П. МАРТИНОВИЧ, инженеры (ООО «НПО «Виток», г. Донецк),

В. А. ЛЕБЕДЕВ, С. Ю. МАКСИМОВ, доктора техн. наук, **В. Г. ПИЧАК**, инж.

(Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины),

И. В. ЛЕНДЕЛ, инж. (Опытный з-д механ. свароч. оборуд., г. Ильница)

Рассмотрены примеры конструкций специализированной кабельной продукции для применения в механизированном оборудовании для сварки, наплавки и резки — полуавтоматов. Показаны возможности новых разработок кабелей для изготовления шланговых держателей, проанализированы их преимущества, технические характеристики, обозначены области их эффективного применения. Особое внимание уделено кабелям для питания систем полуавтоматов при их работе в экстремальных условиях.

Ключевые слова: дуговая сварка, полуавтоматы, коммуникации, кабель, шланговый держатель, конструкция, производство, условия эксплуатации

Совершенствование механизированного оборудования для сварки, наплавки и резки традиционно осуществляется посредством улучшения характеристик источников сварочного тока, механизмов подачи, систем управления и регулирования [1, 2] и др. Уделяется внимание и другим комплектующим оборудования данного типа. Это элементы коммуникаций (сварочные кабели, шланговые держатели), основу которых составляет специальный кабель [3]. При этом задачи, решаемые с помощью полуавтоматов, столь разнообразны (различные электродные проволоки, среда и условия эксплуатации и пр.), что требуют особого подхода к элементам коммуникаций, а это, естественно, предопределяет отличия в их конструкциях. И если задача выбора сварочных кабелей для обычных условий решается путем выбора из того, что уже выпускается промышленностью в достаточном количестве и хорошо себя зарекомендовало (например, сварочный кабель КОГ), то для особых условий эксплуатации (механизированная сварка под водой) требуются кабели с новыми характеристиками. Это в большей степени относится к кабельной продукции, являющейся основой для разработки и производства отечественных шланговых держателей различного назначения. Основная функция направляющего канала в шланговом держателе — обеспечить подачу электродной проволоки без рывков и заклиниваний с заданным алгоритмом движения при реализации модулированных режимов работы, движений с регулируемым импульсными составляющими.

Цель настоящей работы — на примерах новых разработок специфических кабелей рассмотреть

возможность их использования в системах полуавтоматов для сварки сплошными и порошковыми электродными проволоками.

До настоящего времени сварочные полуавтоматы для сварки в защитном газе комплектовали полыми электросварочными кабелями марки КПЭС. В них полый внутренний канал выполнен в виде стальной спирали с наружной изоляцией, на которую навиты силовая жила и жилы управления, а поверх наложена оболочка из резины. Кроме них, использовали кабели марки КПЭСГ и аналогичной конструкции зарубежные кабели. В них полый внутренний канал выполнен в виде полимерной остаточной жесткой трубки, на которую навиты силовая жила и жилы управления, а поверх также наложена резиновая оболочка. Указанные электросварочные кабели по своему техническому уровню не соответствуют современным требованиям, основными недостатками таких кабелей являются их значительная жесткость и малый срок службы. Кроме того, конструкция кабеля КПЭСГ не предусматривает подачу по нему защитного газа в зону сварки, а конструкция кабеля КПЭСГ не обеспечивает сохранение заданной формы канала после перегибов кабеля и приложения к нему поперечных нагрузок, при которых пластмассовый канал деформируется, что затрудняет установку в него сменного направляющего канала для проволоки.

С целью устранения указанных выше недостатков сварочных кабелей ОКТЬ ИЭС им. Е. О. Патона совместно с ООО «НПО «Виток» разработаны и изготовлены новые конструкции кабелей полых электросварочных гибких упрочненных марок КПЭСГУ с резиновой оболочкой и КПЭСГУВ с поливинилхлоридной (ПВХ) оболочкой, предназначенные для подвода под рабочим напряжением до 100 В постоянного тока или до

42 В переменного тока частотой 50 Гц, подачи электродных проволок и защитного газа в зону сварки, а также передачи сигналов управления.

Внешний вид полого электросварочного гибкого упрочненного кабеля с медными жилами представлен на рис. 1. Он содержит полый эластичный пластмассовый или резиновый канал 3, обвитый металлической однопроволочной цилиндрической спиралью 5, на которую навиты стренги 6 основной жилы и жилы 4 управления, а поверх них наложена защитная резиновая или ПВХ оболочка 7. Канал 3 обеспечивает подачу защитного газа в зону сварки; в нем размещается также сменная стальная спираль 2 для подачи сварочной проволоки 1. При использовании такой конструкции при разработке шлангового держателя для подачи проволок из алюминиевых сплавов вместо стальной сменной спирали устанавливается также сменная трубка из фторопласта или углепластика.

В результате выполнения полого канала в виде эластичной полимерной трубки, обвитой цилиндрической металлической спиралью, значительно увеличиваются гибкость кабеля при любой температуре окружающей среды, срок его службы, при любых перегибах кабеля сохраняется цилиндрическая форма эластичной полимерной трубки (канала), что обеспечивает беспрепятственную замену сменного направляющего канала (сменной стальной спирали или пластикового канала), который довольно быстро выходит из строя вследствие истирания его сварочной проволокой.

Количество и номинальное сечение жил (основной и управления), номинальные внутренний диаметр канала и наружный диаметр кабеля указаны в таблице.

Испытания конструкций шланговых держателей, созданных с применением рассмотренного кабеля, показали их высокую надежность. Сравнение со шланговыми держателями известной германской фирмы «BINZEL» в нестандартных ситуациях проводили при резких перегибах кабеля (угол 90° и более) с радиусом загиба, который образуется при усилии 200...300 кН, что достаточно часто происходит при манипулировании шланговым держателем, в частности, при транспортировании или повороте механизма подачи из-за подтягивания шлангового держателя. После нескольких таких циклов подача проволоки по каналу держателя фирмы «BINZEL» затрудняется, работоспособность шлангового держателя на основе кабеля КПЭСГУ сохраняется. Испытания рассматриваемого кабеля в составе шлангового держателя при подаче по его каналу электродных проволок типа Св-08Г2С разных диаметров показали, что проволока диаметром 1,2 мм может перемещаться с допустимыми колебаниями скорости на выходе при длине канала 3,5...4,5 м, а проволока диаметром 1,6...2,0 мм — при длине

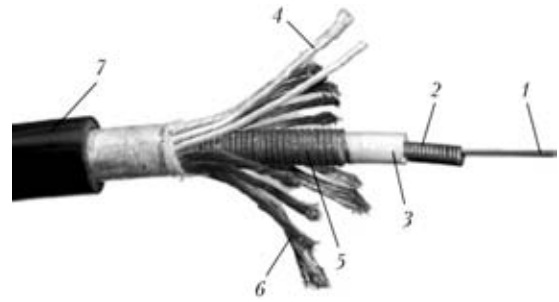


Рис. 1. Внешний вид кабеля для механизированного сварочного оборудования КПЭСГУ (1–7 — см. текст)

канала 6,0 м. Таким образом, очевидно, что новая конструкция кабеля обеспечивает существенное расширение зоны обслуживания полуавтоматов для сварки и наплавки.

Кабели КПЭСГУ постепенно вводят в конструкции шланговых держателей современных типов, которые производят в Украине (ОЗМСО г. Ильница) и РФ (фирма «Линкор», г. Ставрополь).

Следует отметить, что по согласованию с потребителем допускается изготовление кабелей, имеющих сечение основной жилы, сечение жил управления, их количество, диаметры элементов канала и кабеля, отличающиеся от указанных в таблице.

Весьма сложной является задача создания кабеля для питания электропривода механизма подачи и систем управления и регулирования сварочного полуавтомата для сварки и резки на значительных глубинах (более 200 мм) [4].

Нами проведен комплекс исследований механической прочности и электрических характеристик (нагрева, затухания сигнала управления и падения напряжения на проводах питания) кабеля. Предприятием ООО «НПО «Виток» разработан и изготавливается кабель гибкий бронированный упрочненный марки КГБУ, поперечное сечение

Технические характеристики кабелей для механизированного сварочного оборудования				
Номинальное сечение жилы, мм ²		Номинальный диаметр трубки канала, мм		Диаметр спирали канала, мм, не более
основной	управления	внутренний	наружный	
10	От 0,35 до 1,00	5,0	6,5	8,3
12		5,0	6,5	8,3
16		5,0	6,5	8,3
25		6,5	8,1	10,0
35		6,5	8,1	10,0
35		7,5	9,5	11,3
50		7,5	9,5	11,5
70		7,5	9,5	11,9
50		9,0	11,0	12,9
70		9,0	11,0	13,4

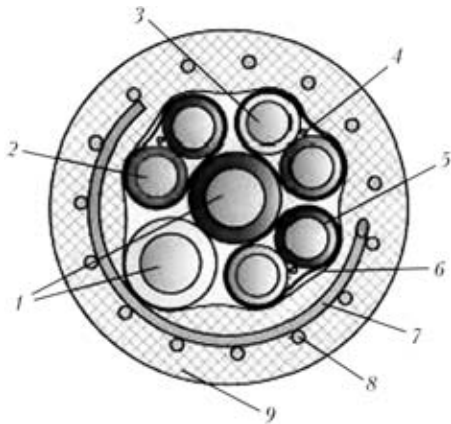


Рис. 2. Поперечное сечение кабеля полуавтомата для подводной сварки и резки (1–9 — см. в тексте)

которого представлено на рис. 2. Кабель предназначен для управления аппаратами для подводной сварки при напряжении постоянного тока до 220 В и выполнен из изолированных ПВХ пластиком гибких медных жил: двух жил 1 сечением $2,5 \text{ мм}^2$, трех витых пар жил 2, 3 и 5 сечением $0,75 \text{ мм}$, экранированных фольгированной пленкой (фолсаном, алюмофлексом) и медной проволокой 4 диаметром не менее $0,15 \text{ мм}$, проложенной продольно под фольгированной пленкой.

Все витые пары и жила 1 скручены вокруг центральной жилы 1. Поверх скрученных жил последовательно наложены полиэтилентерефталатная пленка ПЭТ-Э 6 с перекрытием не менее чем в три слоя, гибкая броня в виде витков однопроволочной спирали 7 из стальной плоской проволоки толщиной $(0,85 \pm 0,10) \text{ мм}$ и шириной $(2,5 \pm 0,3) \text{ мм}$ с осевым зазором между ее витками, составляющим не более двух размеров ширины проволоки, упрочняющие полиэфирные нити 8 и ПВХ оболочка 9.

Жилы витых пар скручены между собой с шагом скрутки не более 10 наружных диаметров по скрутке. Фольгированная пленка навита на скрученную пару с перекрытием не менее 10 %.

Наружный диаметр кабеля составляет не более $20,5 \text{ мм}$, минимальный внутренний радиус петли изгиба кабеля — не менее 7 его наружных диаметров, разрывное усилие кабеля — не менее 1900 Н. Расчетная масса кабеля — $0,61 \text{ кг/м}$.

Наличие гибкой брони из стальной плоской проволоки обеспечивает прочностные характеристики кабеля в осевом и радиальном направ-

лениях (в случае работы в глубоководной среде) при сохранении необходимой гибкости.

Испытания кабеля, в том числе в водной среде с солесностью 3,5 %, показали его высокое качество, по совокупности параметров он практически не имеет аналогов.

Для изготовления указанных кабелей ООО «НПО «Виток» (г. Донецк) по изобретениям [5, 6] разработало и изготовило уникальное оборудование для непрерывной навивки невращающихся металлических однопроволочных цилиндрических спиралей на любые заготовки, например в виде гибких труб, жил кабелей, в том числе скрученных. С использованием таких спиралей в качестве гибкой брони разрабатывают и изготавливают многие конструкции грузонесущих кабелей повышенной гибкости с повышенными взрыво-, электро- и пожаробезопасными свойствами. Их срок службы увеличился не менее чем в три раза по сравнению с кабелями с аналогичными жилами, но без гибкой брони. Эти разработки могут быть применены для сварочного, наплавочного и режущего оборудования, эксплуатируемого в экстремальных условиях.

Следует отметить, что в Украине имеется высокоэффективное предприятие ООО «НПО «Виток» по выпуску качественной кабельной продукции широкого спектра применения, оснащенное собственным оборудованием для обеспечения полного цикла производства с применением современных материалов. Это предприятие способно осуществить разработку и выпуск специальных конструкций кабелей по заданиям заказчика и в соответствии с его требованиями.

1. Бельфор М. Г., Патон В. Е. Оборудование для дуговой и шлаковой сварки и наплавки. — М.: Высш. шк., 1974. — 338 с.
2. Лебедев В. А., Пичак В. Г., Смолярко В. Б. Механизмы импульсной подачи электродной проволоки с регулированием параметров импульсов // Автомат. сварка. — 2001. — № 5. — С. 31–37.
3. Четверо А. И., Пичак В. Г. Оборудование для дуговой и шлаковой сварки и наплавки. — Киев: Наук. думка, 1983. — 56 с.
4. Новое поколение полуавтоматов для подводной механизированной сварки и резки / К. А. Ющенко, В. А. Лебедев, В. Г. Пичак, С. Ю. Максимов // Сварка и диагностика. — 2009. — № 4. — С. 31–37.
5. А. с. 1440590 СССР. Устройство для навивки спирали / Н. П. Мартинович, Э. П. Путилов. — Оpubл. 07.01.87; Бюл. № 44.
6. А. с. 1688961 СССР. Устройство для навивки спирали / Н. П. Мартинович. — Оpubл. 24.08.89; Бюл. № 41.

Considered are the examples of designs of special cable products for application in mechanized equipment for semi-automatic welding, surfacing and cutting. Possibilities of new cable developments for manufacture of hose holders were shown, their advantages and technical characteristics were analyzed, and areas of their effective application were described. Special attention was focused on cables for power supply of semi-automatic systems at their work under extreme conditions.

Поступила в редакцию 12.03.2010

УДК 621.791.052:620.179.16

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ДЕФЕКТОВ В КОНСТРУКЦИЯХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

В. А. ТРОИЦКИЙ, д-р техн. наук, **В. П. ДЯДИН**, **Е. А. ДАВЫДОВ**, кандидаты техн. наук
(Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины)

Проанализированы результаты диагностики нефтехимического оборудования, полученные специалистами ИЭС им. Е. О. Патона НАН за последние 10 лет. Определены наиболее характерные участки аппаратов, склонных к эксплуатационным повреждениям, и предложены методы их контроля на базе УЗД. Отмечено, что наиболее часто встречающейся ошибкой при ремонте сварных соединений теплоустойчивых сталей является неполный их отпуск в зонах стыковки элементов, выполненных из различных конструкционных материалов. Предложены рекомендации по выбору материалов при замене оборудования, исчерпавшего свой срок эксплуатации.

Ключевые слова: сварные конструкции, эксплуатационный дефект, диагностика, низкотемпературное водородное расслоение, трещина, высокотемпературное растрескивание, термообработка, влияние среды, ультразвуковой контроль

В связи с резким увеличением цен на энергоносители и износом основного оборудования значительная часть предприятий нефтегазового комплекса нуждается в техническом переоснащении. Проведение реконструкции в первую очередь связано как с необходимостью уменьшения энергозатрат при производстве того или иного вида продукции, так и с увеличением глубины переработки используемого сырья.

Учитывая, что значительная часть дорогостоящего оборудования находится в эксплуатации более 20–30 лет, речь может идти только о его поэтапной модернизации.

Таким образом, возникает необходимость дальнейшего использования части технологического оборудования, отработавшего свой нормативный срок эксплуатации, что, в свою очередь, требует разработки более точных методов неразрушающего контроля и оценки возможной его дальнейшей эксплуатации.

В последние годы появились достаточно совершенные методы ультразвукового (УЗ) контроля на основе анализа времени прихода дифрагированных УЗ волн, отраженных от острых краев внутренних дефектов. Эти методы, условно обозначаемые как TOFD, SAFT, тандем и т. п., позволяют находить трещины, коррозионные, водородные и другие растрескивания, которые возникают в процессе эксплуатации.

К основным условиям эксплуатации сварных конструкций обычно относят среду, с которой они контактируют, нагрузки, температуру, радиацию и время их совокупного воздействия.

Влияние нагрузки различают по длительности воздействия и скорости приложения (статические, циклические, динамические и др.). Нагрузки могут возникать как от внешних воздействий, так и собственных деформаций при структурных превращениях и неравномерных нагревах. В сочетании с формой сварных соединений и элементов конструкций образуются сложные локальные напряжения, которые оказывают влияние на прочность и дальнейшую работоспособность сварных конструкций.

Различают циклический и динамический характер нагружения, который также относят к наиболее тяжелым режимам работы сварных конструкций. Многие стали чувствительны к скорости приложения нагрузок, особенно при наличии концентраторов напряжений, что, в свою очередь, требует проведения термической обработки после сварки и предъявления более жестких требований к нормам неразрушающего контроля ответственных элементов.

Для обеспечения устойчивости сварных конструкций при воздействии больших сжимающих усилий основное значение играет толщина применяемого металла, форма конструктивных элементов. Температурные требования также существенно зависят от материала. Например, черные металлы характеризуются пониженной прочностью при наличии концентраторов напряжений, что диктует определенные требования к выбору металла, его термообработки и к допускаемым размерам дефектов.