



## РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОДОВ С ВЫСОКИМИ СВАРОЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ НАПЛАВКИ

**М. И. КУЧЕРОВА**, инж., **Ю. М. БЕЛОВ**, канд. техн. наук, **А. А. РАНЦЕВ**, **Д. В. АРСЮКОВ**, инженеры  
(ЗАО «Электродный завод», г. С.-Петербург, РФ)

Приведены сведения о разработке серии электродов нового поколения, предназначенных для наплавки уплотнительных поверхностей арматуры, рабочих поверхностей подшипников, режущих кромок, деталей, работающих в средах высокой агрессивности.

*Ключевые слова:* дуговая наплавка, покрытие электроды, износостойкость, сварочно-технологические свойства, испытания

Наряду с расширением номенклатуры ЗАО «Электродный завод» постоянно занимается проблемой совершенствования сварочно-технологических свойств электродов для сварки и наплавки. В последние годы разработаны четыре марки наплавочных электродов нового поколения: ЭЛЗ-Н2, ЭЛЗ-Н3 (для наплавки углеродистых), ЭЛЗ-НВ-1, ЭЛЗ-НВ-4 (для наплавки углеродистых и высоколегированных сталей).

Электроды марок ЭЛЗ-НВ-1 и ЭЛЗ-НВ-4 с рутилово-основным видом покрытия предназначены для наплавки уплотнительных поверхностей арматуры, рабочих поверхностей подшипников трения и скольжения оборудования энергомашиностроения, режущих кромок тяжело нагруженных штампов горячей штамповки, кромок ножей оборудования для измельчения щепы в целлюлозно-бумажной и гидроизоляционной промышленности, а также других деталей, эксплуатирующихся в средах высокой агрессивности при температурах до 600 °С. Наплавка осуществляется в нижнем положении на постоянном токе обратной полярности. Существенными технологическими преимуществами этих электродов являются следующие:

возможность выполнения наплавки деталей без предварительного и сопутствующего подогрева с гарантированным отсутствием холодных и горячих трещин и других дефектов в наплавленном металле;

стабильное горение дуги в широком диапазоне сварочного тока;

обеспечение отличного формирования наплавленных валиков;

легкое отделение шлаковой корки от поверхности наплавленных валиков;

легкое повторное зажигание дуги после ее обрыва без удаления оплавленного покрытия с торца электрода;

возможность наплавки последующих валиков без удаления шлака с предыдущих.

Одновременно эти электроды удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым к металлу для наплавки уплотнительных поверхностей арматуры, работающей в различных агрессивных средах — концентрированных кислотах, растворах кислот и щелочей, теплоносителях АЭС и др. Кроме того, у них полностью отсутствуют недостатки, присущие электродам марки ЦН-2, ЦН-12М, а также стеллитам различных составов.

Электроды гарантируют получение следующих физико-механических свойств наплавленного металла: твердость наплавленного металла в исходном состоянии *HRC* 20...38, а после соответствующей термической обработки (отпуск при заданной температуре, выдержка, охлаждение на воздухе) *HRC* 40...55 для электродов ЭЛЗ-НВ-1 и более *HRC* 56 для ЭЛЗ-НВ-4. Наплавочные электроды марки ЭЛЗ-Н2 с основным видом покрытия были созданы с целью замены известных, широко применяемых в различных отраслях промышленности электродов марки Т-590.

Необходимость разработки новых электродов обусловлена тем, что электроды марки Т-590 имеют целый ряд недостатков: низкую износостойкость наплавленного металла при работе в условиях интенсивного ударно-абразивного воздействия; невозможность выполнения многослойной наплавки большой толщины; высокую склонность наплавленного металла к хрупкому разрушению и отколу от основного металла в процессе эксплуатации; плохое формирование наплаваемых валиков и др. Кроме того, при производстве электродов марки Т-590 систематически возникают трудности с получением качественных покрытий на электродных стержнях.

Проведенный комплекс НИР и всесторонних промышленных испытаний электродов марки ЭЛЗ-Н2 показал следующее:

при работе в жестких ударно-абразивных условиях эксплуатации (дробление и разлом феррохрома, феррованадия, ферровольфрама и др.) абсолютная износостойкость металла, наплавленного новыми электродами ЭЛЗ-Н2, в 3-4 раза больше, чем металла, наплавленного электродами марки Т-590;

твердость наплавленного металла в состоянии после наплавки *HRC* 58...60;

возможность выполнять наплавку в несколько слоев суммарной толщиной до 15...20 мм;

высокую сопротивляемость наплавленного металла образованию горячих и холодных трещин;

хорошее формирование наплавляемых валиков при легком удалении шлаковой корки с их поверхности;

высокую технологичность покрытия при изготовлении электродов в серийном производстве на электрообмазочных прессах.

В 2003–2004 гг. на предприятии были разработаны новые электроды марки ЭЛЗ-НЗ для наплавки изношенных рабочих поверхностей штампов горячей штамповки. Металл (типа 4ХЗВ2М2Ф), наплавленный этими электродами, в исходном состоянии имеет твердость *HRC* 45...48. Из-за на-

личия в наплавленном металле 10...15 % остаточного аустенита он обладает повышенной сопротивляемостью образованию горячих трещин, что дает возможность осуществлять наплавку достаточно больших поверхностей в 3...5 слоев суммарной толщиной 8...12 мм. После отпуска в результате распада остаточного аустенита твердость повышается до *HRC* 51...52.

Металл, наплавленный электродами ЭЛЗ-НЗ, обладает горячей твердостью, высокой износостойкостью при температуре до 650 °С. Горячая твердость при температуре 600...650 °С находится в диапазоне *HRC* 32...35, что обеспечивает износостойкость наплавленной поверхности штампов в процессе горячей штамповки.

Опытно-промышленные испытания электродов марки ЭЛЗ-НЗ на автозаводе «КАМАЗ» подтвердили приведенные выше данные.

Data is given on development of a series of new generation electrodes, designed for surfacing the sealing surface of R-bars, working surface of bearings, cutting edges, exposed to highly aggressive media in operation.

Поступила в редакцию 10.10.2005

УДК 621.791.75.042

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА СВАРОЧНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

**А. В. БАРАНОВ**, инж., **Ю. Д. БРУСНИЦЫН**, канд. техн. наук, **Д. А. КАЩЕНКО**, **А. А. СОКОЛОВ**, инженеры  
(ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей», г. С.-Петербург, РФ)

Описан опыт использования минеральных сплавов в электродных покрытиях, содержащих алюминий в форме глинозема, каолина или нефелина. Определено, что добавки минеральных сплавов снижают активность порошковых компонентов электродных покрытий.

*Ключевые слова:* дуговая сварка, покрытые электроды, производство, обмазочная масса, жидкое стекло, минеральные сплавы

Предприятия-производители сварочных электродов заинтересованы в создании условий, обеспечивающих нужный уровень технологичности опрессовки, основных показателей качества покрытия, сварочно-технологических свойств электродов и механических свойств наплавленного металла сварных швов.

При опрессовке электродов с фтористо-кальциевым покрытием нередко происходят затвердевание обмазочной массы (вплоть до ее затвердевания в цилиндре пресса), а также изменение толщины покрытия. Затвердевание обмазочной массы имело место при введении в покрытие порошков алюминия и магния, пигментных сортов диоксида титана, в том числе марки «ТСМ», известняка Угловского месторождения, мрамора вскрышных пород, кремнефтористого натрия, а в отдельных случаях — кальцинированной соды.

В связи с ухудшением качества ферротитана возникает проблема предотвращения пористости в

наплавленном металле сварных швов. Пористость в нем появляется при введении в покрытие таких компонентов, как глинозем, каолин, нефелин, полевой шпат, т. е. содержащих оксид алюминия.

На основании упомянутого выше можно сделать вывод о развитии в обмазочной массе и покрытии электродов процессов формирования кристаллических гидратированных соединений и коллоидных новообразований, возникающих при затвердевании цемента.

Выявлено, что вода из покрытий сварочных электродов так же, как и из сварочных агломерированных флюсов, в процессе их прокаливания при температуре 360...400 °С полностью не удаляется; значительная ее доля сохраняется вплоть до 650...800 °С. При этом наличие сухого остатка жидкого стекла не является тому причиной. Как показал дифференциальный термический анализ трех проб жидкого натриевого и натриево-калиевого стекла, выполненный д-ром техн. наук С. И. Печенюк (ИХТРЭМС КНЦ РАН), вода из сухого остатка полностью удаляется при нагреве до 400 °С.