

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.



Результаты испытаний опытных партий электродов типа УОНИ-13/55 (с миналом) диаметром 4 мм

Пред- приятие	Маркировка партии электродов (дата испытаний)	Химический состав наплавленного металла, %					Механические характеристики наплавленного металла					
		C	Si	Mn	S	P	σ_b , МПа	σ_T , МПа	δ , %	ψ , %	Работа удара KV, Дж/м ² , при T, °C	
											-40	-60
ПО «Севмаш»	Св-08АА (02.12.2004)	0,07	0,45	1,43	0,013	0,014	559...569	461...466	33	75	80...124	68...102
ЭФП «Инстрэл»	Св-08А (10.06.2004)	0,07	0,44	1,23	0,019	0,012	570...580	450...485	27...31	76...78	64...124	42...71

Исходя из литературных источников, например [1, 2], в которых освещается проблема получения адсорбентов на основе использования щелочных растворов, можно констатировать следующее:

водорастворимые силикаты являются веществом, из которого получают кремнеземные коллоиды и гели;

жидкие стекла — водные растворы щелочных силикатов (золы) при высушивании образуют гидрогель кремнезема. Образование геля начинается при комнатной температуре, с повышением которой процесс ускоряется;

чем дольше жидкое стекло находится при комнатной температуре, тем больше образуется зародышей геля кремнезема и тем меньше их размер, вследствие чего химическая активность геля возрастает;

в товарных сортах жидкого стекла с модулем менее 4 формируются частицы геля размером от 30 до 100 нм;

частицы образующегося при высушивании геля состоят из кремнезема $\text{Si}(\text{OH})_4$ и ионов HSiO_3^- , находящихся с ним в состоянии равновесия;

при получении алюмосиликатов в виде цеолитов (адсорбентов) для реакции с мономером кремнезема нужен гидроксид алюминия.

Если в смеси присутствует порошок алюминия или его оксид, то они в течение короткого промежутка времени полностью гидролизуются.

Реакция взаимодействия мономерного кремнезема с ионами Al^{3+} протекает с образованием галлуазита $\text{Al}_{12}\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_8$, выделяющего воду при 650 °C (реже при 800 °C).

Наиболее интенсивно образование цеолитов происходит при температуре 90 °C в случае выдерживания (старения) гидрогеля при комнатной температуре [3].

Приведенный выше небольшой экскурс в специальную литературу по зольгельной технологии, безусловно, не затрагивает многих практических

аспектов. Однако на основании его можно судить о наличии аналогичных процессов в обмазочных массах и электродных покрытиях, если в их составе присутствует алюминий или оксид алюминия в форме глинозема и других соединений (каолина, нефелина, кианита). Следствием этих процессов является удерживание воды в виде гидроксильных групп, окружающих катионы металлов (кремния и алюминия) слоями, имеющими различную прочность связей и отцепляющихся от катионов при нагреве до температуры от 400 до 800 °C. Подобные явления могут иметь место в обмазочных массах, содержащих оксиды титана, марганца, кальция, магния и других металлов.

Следовательно, для того чтобы избежать возникновения упомянутых реакций гидрогеля кремнезема, необходимо порошки компонентов электродных покрытий сделать малоактивными. Одним из практических решений этой проблемы является использование минеральных сплавов, подобных сварочным плавным флюсам. Их состав должен отвечать несколько иным требованиям, учитывающим композицию электродных покрытий.

Поставленные задачи частично решены в ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей».

В 2003 г. закончена разработка электродного покрытия на основе кальций-магниев-титановой композиции и соответствующего минерального сплава (его условное название минал).

Завершается разработка сварочных электродов серии УОНИ-13 на основе этой композиции. В таблице приведены результаты испытаний опытных партий электродов.

1. Айлер Р. Химия кремнезема: В 2 т. — М.: Мир, 1982. — 1127 с.
2. Корнеев В. И., Данилов В. В. Производство и применение растворимого стекла. — Л.: Стройиздат, 1991. — 177 с.
3. Жданов С. П. Общие закономерности и особенности кинетики кристаллизации цеолитов // Адсорбция и адсорбенты: Тр. VI Всесоюз. конф. по теоретическим вопросам адсорбции. — М.: Наука, 1987. — 270 с.

Experience of using mineral alloys in electrode coverings containing aluminium in the form of alumina, kaolin or nepheline is described. It is shown that additions of mineral alloys decrease reactivity of powder components of electrode coverings.

Поступила в редакцию 12.10.2005