

УДК 621.791

Бондарев С. В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРОДНОГО ПОКРЫТИЯ СО СВЯЗУЮЩИМ

В настоящее время ручная дуговая сварка остается одним из наиболее распространенных способом сварки, применяемым как в производственных условиях, так и на открытых площадках при проведении ремонтно-восстановительных работ. Доля покрытых электродов в общем количестве производимых сварочных материалов составляет более 33 %, оставаясь практически равным доле выпускаемой сварочной проволоки сплошного сечения [1]. Свыше 90 % этой группы сварочных материалов составляют электроды общего назначения, т. е. электроды, применяемые для сварки низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных сталей [2].

Неправильная транспортировка и хранение покрытых сварочных электродов могут серьезно влиять на качество сварных соединений, вызывая появления в металле шва недопустимых дефектов (пор, трещин и др.).

Качество электродов может ухудшаться под влиянием многих факторов, наиболее значимыми из которых являются [3]:

- механические повреждения покрытия;
- адсорбция атмосферной влаги покрытием;
- старение покрытия.

В результате небрежного отношения к электродам может произойти разрушение, прежде всего, покрытия, что неизбежно приведет к нарушению защиты расплавленного металла и образованию дефектов в шве. Особенно опасны отколы покрытия на торце электрода, которые в момент зажигания дуги вызывают образование «стартовой» пористости шва. Механически поврежденное покрытие может самопроизвольно отделяться от стержня в процессе сварки, затрудняя горение дуги, вызывая образование пор и крупных шлаковых включений.

Повторная прокатка электродов перед сваркой понижает прочность покрытия (особенно основного). Поэтому не допускается более одно-двукратной (в зависимости от марки) повторной прокатки электродов с основным видом покрытия.

В сварочном производстве большое внимание уделяют такой важной эксплуатационной характеристике низководородных электродов, как стойкость покрытия против поглощения атмосферной влаги [4]. Повышенное содержание влаги в покрытии электродов оказывает отрицательное влияние на качество шва, вызывая образование в нем пор и трещин, ухудшение сварочно-технологических свойств электродов [3, 5].

Один из вариантов решения данной проблемы заключается в интенсификации реакций между компонентами шихты керамических масс с целью уменьшения количества свободной влаги в покрытиях [6]. Знание реакций между компонентами шихты и связующим – жидким стеклом предоставляет возможность сознательного выбора режима тепловой обработки керамических стержней и электродов, устраняющего брак при их прокатке.

Проводились исследования взаимодействия между некоторыми компонентами шихты и жидким натриевым стеклом. Выбор исследованных компонентов был обусловлен наличием в литературе сведений о возможном взаимодействии между ними.

Основным компонентом шихты электродов основного типа, таких как УОНИ–13/55, является мрамор (около 50 %). Его термограмма, полученная дифференциальным методом, изображена на рис. 1.

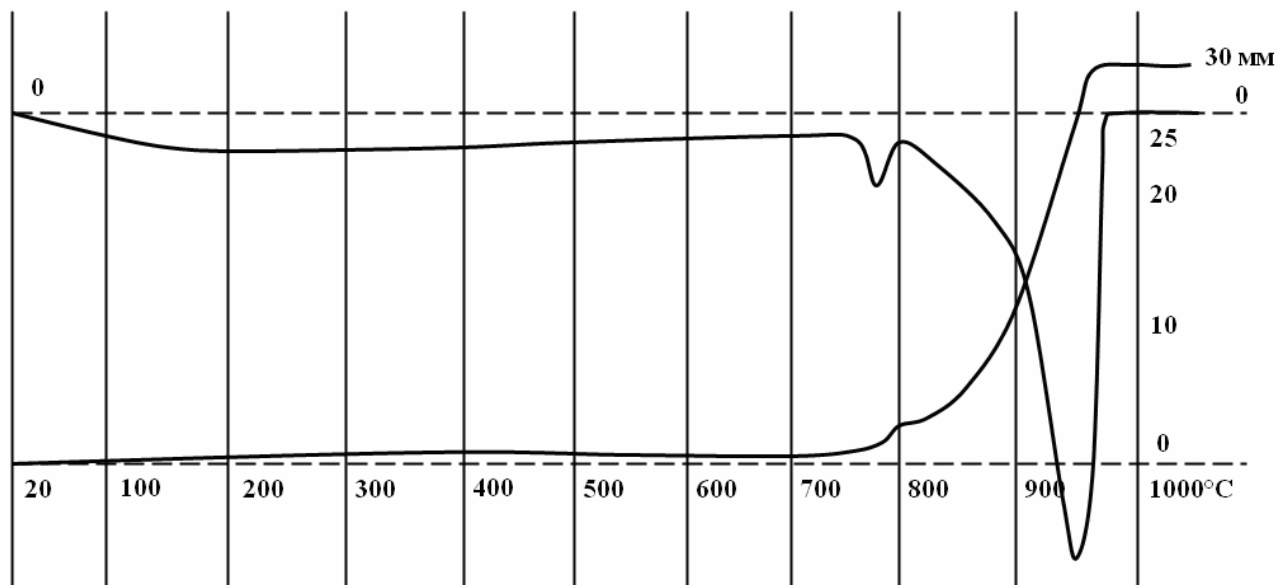


Рис. 1. Термограмма компоненты шихты исследуемой керамической массы – мрамора

Характерной особенностью мрамора является наличие значительного экзотермического эффекта при 950–960 °С с разложением мрамора на окись кальция и двуокись углерода.

Наличие слабого эндотермического эффекта при 780 °С говорит о присутствии в мраморе некоторого количества доломита. Грубые оценки величины доломитового эндоэффекта свидетельствует о наличии около 12 % доломита в составе мрамора. Незначительная потеря веса в интервале 100–200 °С связана с удалением поглощенной из атмосферы влаги. Общая потеря веса мрамором после его прокалики до 1000 °С составляет около 43 %. Прокалка окиси магния вызывает лишь удаление поглощенной при хранении влаги, как следует из рис. 2. Других реакций при этом не наблюдается.

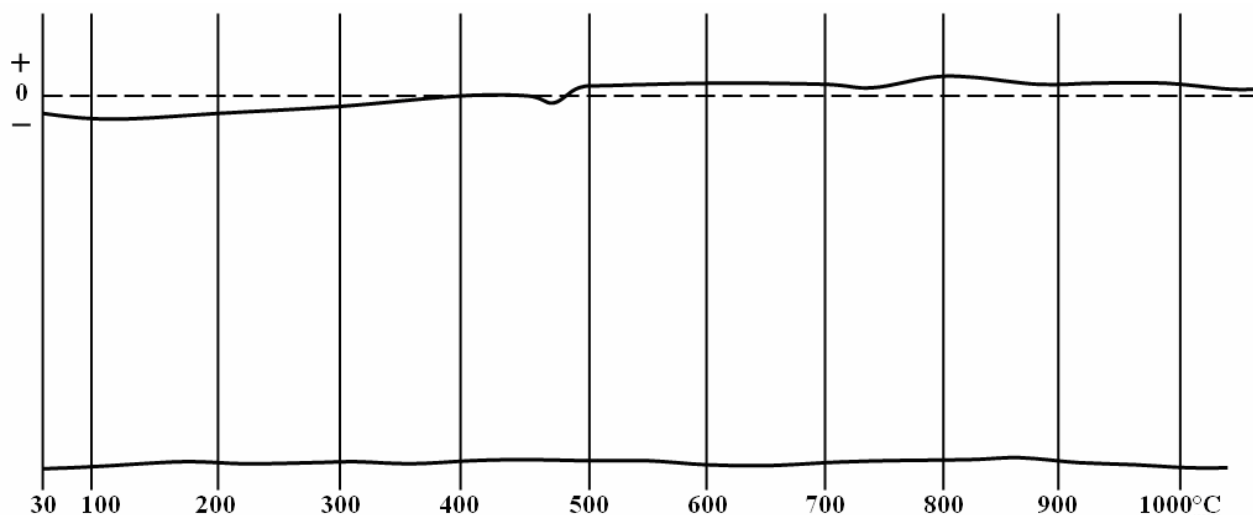


Рис. 2. Термограмма компоненты шихты исследуемой керамической массы – магнезии

Поглощение тепла ферросилицием во всем интервале исследованных температур и незначительные эндоэффекты при 920 °С и 990 °С связаны, вероятно [7], с образованием Fe_2SiO_4 , возможном в этом интервале температур. Увеличение веса при этом равно 2,9 % (см. рис. 2). Более интенсивные реакции протекают при прокаливании ферромарганца

(рис. 3). Для ферромарганца, используемого в качестве компоненты шихты керамических стержней и электродов, в интервале температур 25–1000 °С возможно образование следующих окислов [8]: MnO_2 , MnO , Mn_3O_4 , Mn_2O_3 .

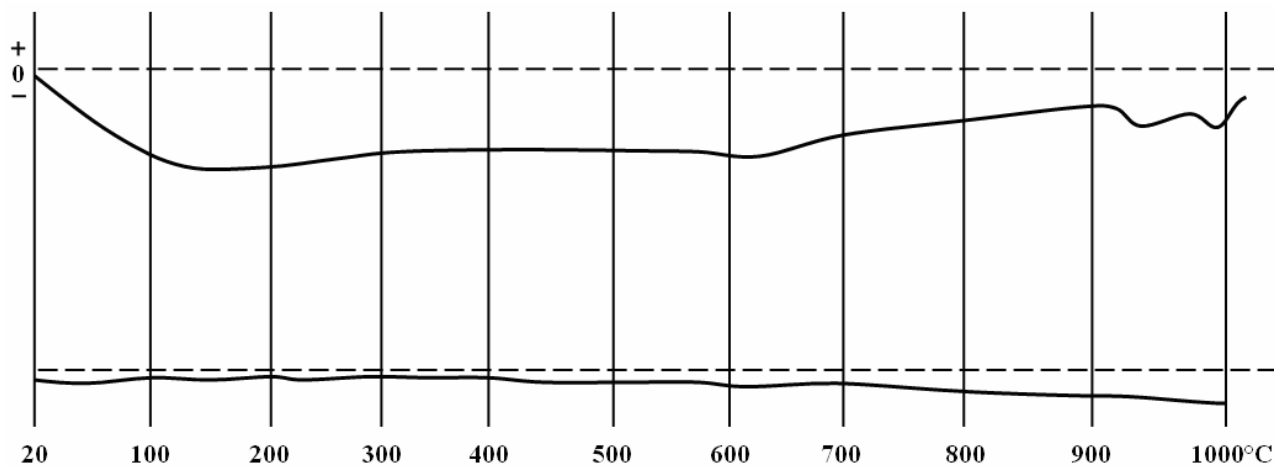


Рис. 3. Термограмма компонента шихты исследуемой керамической массы – ферросилиция

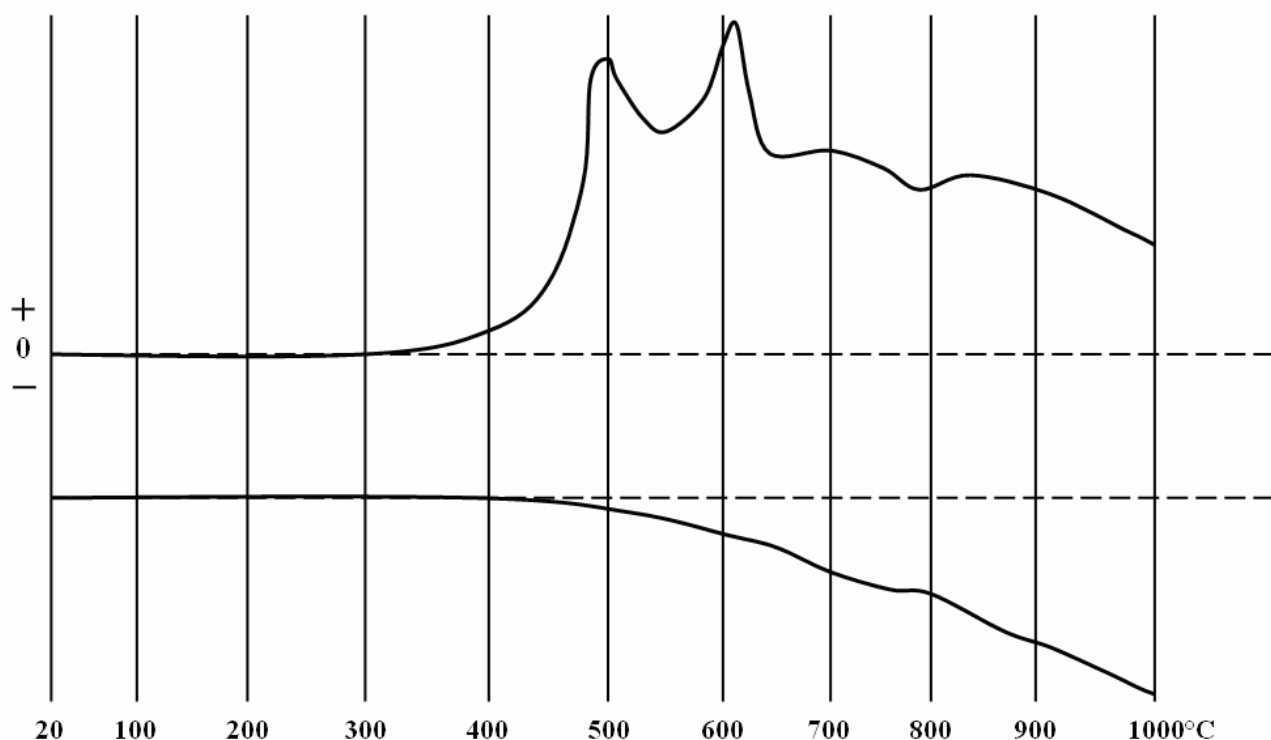


Рис. 4. Термограмма компонента шихты исследуемой керамической массы – ферромарганца

Как видно из термограммы на рис. 4, эти реакции действительно имеют место. Интенсивное образование окислов, происходит от 450 °С до 550 °С и от 500 °С до 620 °С. Рентгенографирование ферромарганца осуществлялось на хромовом излучении. Оказалось, что вплоть до 400 °С технический ферромарганец, используемый при изготовлении керамических стержней и электродов представлен α -фазой Mn. При повышении температуры до

530 °С наблюдалось появление окисла Mn_3O_4 причем рентгенограммы образцов, прокаленных при 450 °С, 500 °С и 530 °С идентичны. Основная масса ферромарганца представлена фазой марганца. Увеличение температуры прокаливания до 570°С приводит к появлению других окислов MnO , Mn_3O_4 , Mn_2O_3 .

Соединение MnO_2 в пробе не наблюдалось, хотя его образование при этих температурах возможно [10]. Образованием этом соединение обусловлены, вероятно, экзотермические эффекты при 700 °С и 850 °С (см. рис. 4). До 400 °С никаких реакций ферромарганца с жидким натриевым стеклом выявить не удалось. Высушенная при 80 °С смесь дает на рентгенограмме линии α -фазы марганца и сильную вуаль, обусловленную диффузным рассеянием рентгеновских лучей аморфным сухим остатком стекла. Такая картина сохраняется до 600 °С. При этой ой температуре в пробе появляется β -фаза марганца и соединение MnO , других же соединений не обнаружено. Не удалось также обнаружить реакций и при тепловой обработке смеси мрамора и жидкого натриевого стекла вплоть до 600°С. На рентгенограммах присутствуют линии $CaCO$ и вуаль от некристаллической компоненты смеси – жидкого стекла. Аналогичное имеет место и при исследовании взаимодействия ферросилиция с жидким натриевым стеклом. Рентгенограммы проб, прокаленных до 400 °С, совершенно подобны и в свою очередь таковы, как и рентгенограмма ферросилиция без жидкого стекла. Ферросилиций в исходном состоянии представлен следующими соединениями: Fe_5Si_3 , $FeSi$, $FeSi_2$. Температурная обработка до 400 °С многокомпонентной смеси, состоящей из мрамора, ферромарганца, феррсилиция и жидкого стекла приведет лишь к возникновению при 400 °С β -фазы марганца и соединения Mn_3O_4 . Реакцией между компонентами смеси обнаружить не удалось. Ренгенограмма смеси, высушенной при 80°С, содержит сильные линии мрамора и слабые α -фазы марганца. Кроме того, на рентгенограмме наблюдается сильная вуаль.

ВЫВОДЫ

Приведенные результаты исследований позволяют дать рекомендации по усовершенствованию существующего технологического режима изготовления электродов и керамических стержней. Так, использование смеси калиево-натриевых стекол целесообразно лишь при изготовлении электродов с малыми толщинами керамических покрытий, например, электродов УОНИ–13/55. Применение же смеси стекол в производстве керамических стержней и электродов с большой толщиной покрытия приведет к более длительному их подвяливаню и снизит качество изделий после их прокалики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Производство сварочных электродов // *Металлургический бюллетень*. – 2003. – № 15–16.
2. Явдоцин И. Р. Сварочные электроды общего назначения / И. Р. Явдоцин // *Сварщик*. – 1999. – № 4. – С. 58–63.
3. Скорина Н. В. Требования к условиям хранения и подготовки к сварке покрытых металлическим электродов / Н. В. Скорина, Б. В. Юрлов // *Сварщик*. – 1999. – № 3. – С. 120–126.
4. Скорина Н. В. Литиевые жидкие стекла в производстве электродов с основным покрытием / Н. В. Скорина, А. Е. Марченко // *Сварщик*. – 2002. – № 1. – С. 115–118.
5. Бабушкин П. Л. Определение водорода в виде влаги в электродных покрытиях основного вида и флюсующих материалах металлургического производства / П. Л. Бабушкин, В. Ю. Персиц // *Сварочное производство*. – 1990. – № 4. – С. 36–40.
6. Бондарев С. В. Исследование кинетики сушки капиллярно-пористых керамических масс и покрытий электродов : материалы Межд. научн.-техн. конф. «АВИА-2004», т. 4 / С. В. Бондарев, В. Д. Кассов. – Киев : НАУ. – 2004. – С. 41.12–41.15
7. Добычин Д. П. Физическая и коллоидная химия / Д. П. Добычин. – М. : Высшая школа, 1986. – 220 с.
8. Термодинамические свойства неорганических веществ : справочник / Верятин У. Д. и др. – М. : Атомиздат, 1965. – 250 с.