

**РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННОГО СОСТАВА ПОКРЫТИЙ  
СВАРОЧНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**З.Д. Эрматов, Н.С. Дуняшин**

**Ташкентский государственный технический университет  
имени Ислама Каримова, г. Ташкент, Узбекистан**

В статье приведена предложенная классификационная схема компонентов шихты электродов для ручной дуговой сварки позволяющая производить первичный анализ компонентов шихты сварочных материалов. Предложен состав покрытия электрода, содержащий гексафторцирконат (VI) калия, повышающей ударно-пластические свойства металла шва за счет измельчения его структуры путем создания дополнительных центров кристаллизации, рафинирования шва по сере и фосфору.

**Ключевые слова:** Сварочные покрытые электроды, классификационная схема компонентов шихты электродов, минал, гексафторцирконат калия.

В настоящее время для снижения себестоимости электродов предприятие-производитель модернизируют состав шихты покрытий, часто в ущерб их качественным характеристикам. Кроме того, состав шихты покрытия сварочных электродов не всегда оптимизирован по количеству основных компонентов. Однако качественные характеристики сварного соединения, а именно химический состав наплавленного металла зависят от состава шихты и параметров режима сварки металла.

Покрытие электродов представляет собой спрессованную смесь мелкоизмельченных материалов с различными химическими и физическими свойствами, скрепленных жидким стеклом. Нагрев и плавление таких смесей сопровождается взаимодействием между компонентами. Некоторые химические соединения, входящие в состав электродного покрытия становятся неустойчивыми при температурах, не приводящих к плавлению покрытия и стержня сварочных электродов. Распад большинства минеральных и органических компонентов происходит до 1150°C. Поэтому очень важно рассмотреть не только процесс плавления электрода, но и процесс его нагрева. Процессы, протекающие при нагреве электрода - это испарение влаги, деструкция органических соединений, диссоциация оксидов, фторидов, карбонатов, взаимодействие между компонентами, и др. [1-4].

В свете поиска новых источников для производства традиционных компонентов сварочных материалов, а также разработки новых оригинальных рецептур покрытий сварочных электродов, необходимо учитывать требования, предъявляемые к качеству сырья для таких материалов.

Для производства покрытий электродов ручной дуговой сварки используют сырьевую базу, которую условно делится на: минеральное сырье, ферросплавы, металлы для раскисления, легирования и модифицирования наплавленного металла, органические вещества и искусственные химические материалы.

Первоначальный анализ компонентов шихты в покрытия электродов для ручной дуговой сварки проводится согласно разработанной классификации (рис. 1).

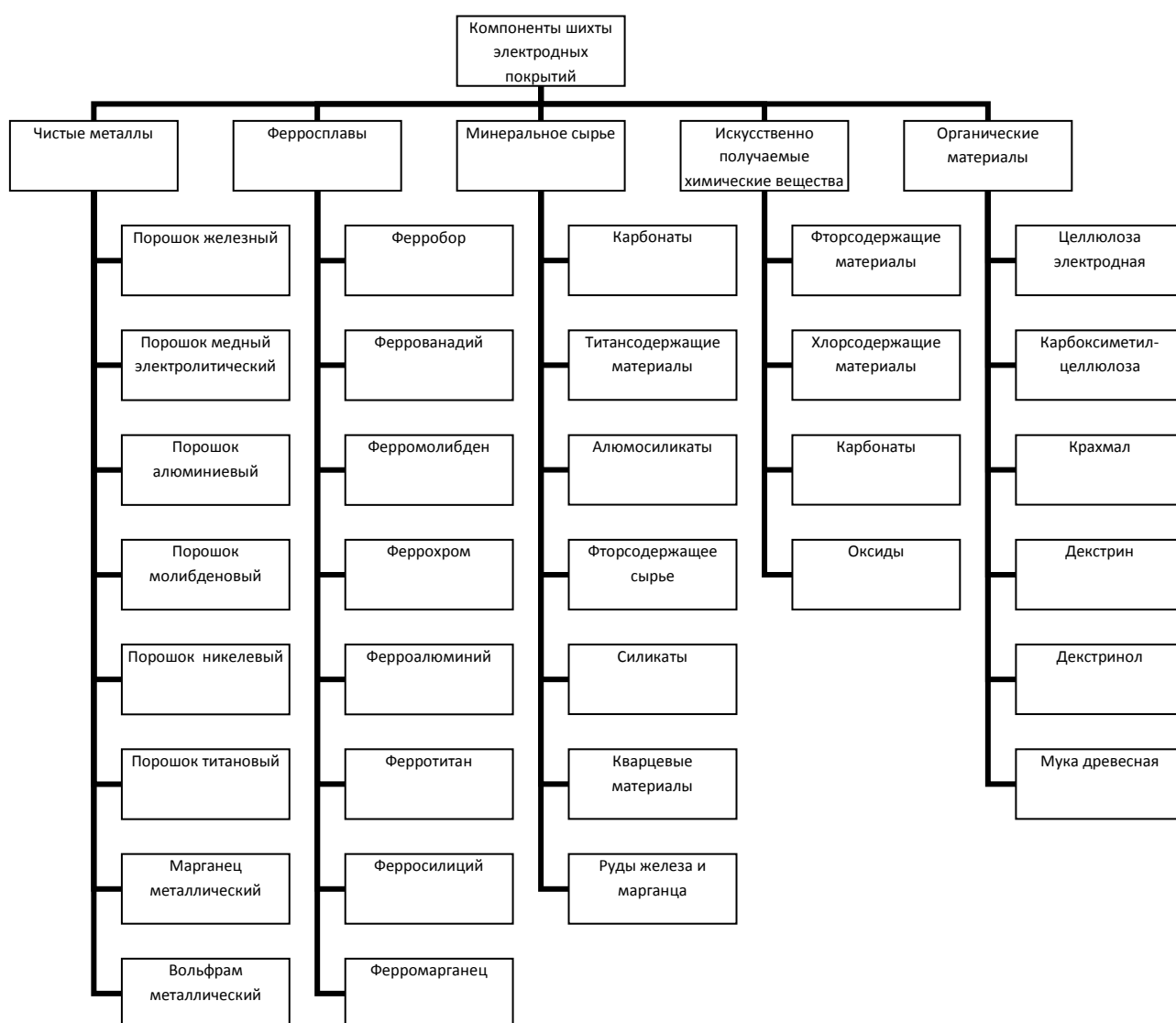


Рисунок 1. Классификационная схема компонентов шихты электродных покрытий.

Известно, что минерально-сырьевая база делится по назначению компонентов, входящие в состав сварочных материалов на следующие группы: стабилизирующие, шлакообразующие, раскисляющие, легирующие,

газообразующие, пластифицирующие и связующие. По критериям выбора минерального сырья для производства сварочных материалов компоненты шихты ограничены содержанием примесей серы и фосфора, содержанию железа.

Использование ультрадисперсных компонентов в составе сварочных материалов может способствовать формированию оптимальных структур электродных покрытий, которые обеспечат более эффективное использование компонентов сварочных материалов. Оптимальный температурный режим при изготовлении электродов с использованием наноматериалов позволит регулировать содержание воды и гидроксильных групп в составе сварочных материалов, влияющих на содержание водорода в металле шва и прочностные эксплуатационные характеристики сварных изделий и пористость металла шва. Наличие гидроксильных групп в прекурсорах наноразмерных компонентов на основе природных и синтетических золь, гидрогелей и оксигидроксидов позволяет надеяться на возможность их использование в качестве новых связующих в производстве электродов.

Одной из задач, решаемых в данной работе, является введение в компоненты сварочных материалов небольших количеств легирующих элементов, таких как редкоземельные элементы, цирконий и др. для улучшения сварочно-технологических характеристик шва. При этом распределение данных элементов должно быть по возможности равномерным по всему объему покрытия сварочного электрода. Такого распределения на практике не удавалось добиться при введении малых добавок необходимых элементов непосредственно в состав покрытия, следовательно, и переход в состав металла шва также является не равномерным.

Введение в состав покрытий легирующих элементов осуществляли методом получения плавящихся компонентов – миналов, содержащих в числе прочих легирующие элементы. При плавлении миналов были использованы рекомендуемые нами очищенные компоненты, а также оксиды редкоземельных элементов как источник легирующих элементов. Данный метод обеспечивает получение однородных продуктов, низкую их реакционную способность по отношению к жидкому стеклу, простоту дозирования малых количеств легирующих добавок.

Разработанный состав покрытия электрода содержит, мас. %: мрамор – 52–60, песок кварцевый – 8–11, плавиковый шпат – 17–21, каолин обогащенный – 3,8–5,4, сода – 1,5–1,9, целлюлоза электродная 0,8 – 1,6, гексафторцирконата (VI) калия – 12,5–18,9, ферромарганец – 1,9–2,1, ферросилиций 3,2–3,8, ферротитан – 11,0–15,0.

Механизм положительного воздействия заключается в рафинировании металла шва по сере и фосфору, путем связывания их в безвредные соединения цирконий фосфористый и цирконий сернистый, которые всплывает в расплавленный шлак.

Введение в состав электродного покрытия менее 12,5 мас. % гексафторцирконата (VI) калия не повышает значение ударной вязкости металла шва, т.к. данного количества достаточно для достижения нужного уровня активности сварочного шлака, при котором наблюдается его рафинирование. Увеличение содержания  $K_2ZrF_6$  выше 18,9% резко ухудшает сварочно-технологические свойства флюса.

Покрытые электроды по геометрии состояния поверхности ровные, гладкие, без дефектов. На определение прочности покрытия по методике удара электродов с определенной высоты об бетонную поверхность откол покрытия не наблюдался. Таким образом, изготовленные сварочные электроды обладают требуемым качеством по нанесению покрытия, равномерностью распределения компонентов, отсутствием дефектов, все это говорит о качестве используемого минерального сырья в шихте электродных покрытий.

Таким образом сварка покрытым композиционным составом электродами производится в СП «Ташкентский трубный завод» на постоянном токе обратной полярности и переменном токе. Производительность (для диаметра 4,0 мм) 10,5 г/(А·ч); 1,6 кг/ч. Расход электродов на 1 кг наплавленного металла 1,8 кг.

#### Библиографический список

1. Бороненков В.Н., Зиниград М.И., Леонтьев Л.И., Пастухов Э.А., Шалимов М.П.. Моделирование структуры, свойств и процессов межфазного взаимодействия в системе металл - оксидный расплав - газ / Под ред. академика Л.И. Леонтьева. Екатеринбург: УрОрЛК, 2016. 452 с.
2. Абралов М.А., Дуняшин Н.С., Эрматов З.Д., Абралов М.М. Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник: Т.:Komron press, 2014. 460 с.
3. Вотинова Е.Б., Шалимов М.П. Парциальные коэффициенты перехода углерода, марганца и кремния при ручной дуговой сварке// Обработка сплошных и слоистых материалов, 2015. №1. С. 34-41.
4. Марченко А.Е. Влияние технологических факторов изготовления электродов на содержание водорода в наплавленном металле//Автоматическая сварка, 2013. № 8 С. 14-25.