

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОВОЛОКИ И ПОЛОС ИЗ НИХРОМА НА ОАО «КУЗОЦМ»

Из сплавов высокого электросопротивления, отличающихся повышенными жаропрочностью и жаростойкостью, изготавливают полосы, ленты и проволоку для промышленных электрических аппаратов теплового действия, реостатов, резисторов, микропроводов и бытовых приборов. Продолжительность службы хромоникелевых сплавов зависит от температуры, условий работы (то есть от состава газовой среды и футеровки, в контакте с которыми они находятся), а также от содержания в них хрома. Наиболее приемлемые результаты отвечают содержанию хрома 20-30%, однако горячая деформация таких сплавов чрезвычайно затруднена; кроме того, сплавы с 30% хрома крайне неудовлетворительно поддаются волочению. Хромоникелевые сплавы, содержащие железо, более пластичны и, следовательно, их легче обрабатывать прокаткой и волочением, но с повышением содержания железа в ферронихромах их жаростойкость в большинстве применяемых на производстве атмосфер существенно снижается.

Информация, приведенная в отечественных стандартах, свидетельствует, что эксплуатационные характеристики нихрома Х20Н80 существенно превышают характеристики других сплавов этой группы. Например, при испытании по методу достижения табличных норм нихром Х20Н80 по показателю живучести (не менее 100 ч при температуре 1175⁰С) уступает лишь сплавам Х23Ю5 и Х23Ю5Т, однако при испытании по методу перегорания живучесть нихрома Х20Н80 (160 ч при температуре испытания 1200⁰С) значительно превосходит живучесть всех без исключения прецизионных сплавов сопротивления. Таким образом, его предпочтительность по сравнению с другими сплавами не вызывает сомнений, несмотря на его относительно высокую цену.

Проблемой производства изделий из сплавов сопротивления ОАО «КУЗОЦМ» начал заниматься в связи с заказами, поступившими от предприятий Уральского региона на проволоку и прямоугольные полосы. Проработка информации о процессах выплавки и последующей обработки сплавов сопротивления показала, что для их получения потребовались бы современные высококачественные вакуумные плавильные агрегаты, весьма дорогие и энергоемкие установки замедленного охлаждения, оборудование для обработки,ковки и фрезерования слитков и специальные печи с защитной атмосферой для замедленного нагрева заготовок перед их деформационной обработкой, так как сплавы отличаются высокой чувствительностью к термическим напряжениям и склонностью к растрескиванию. Процесс волочения должен осуществляться за несколько проходов с применением ряда промежуточных отжигов (также в защитной среде) и травлений; при этом, как правило, используют проходные агрегаты.

Поскольку реализация технологии по типу схемы, применяемой на заводах черной металлургии, с использованием слитков большой массы (до 1,5-2,0 т) на современных агрегатах и оборудовании потребовала бы чрезмерных затрат ресурсов и энергии, то на ОАО «КУЗОЦМ» были проведены промышленные эксперименты, которые показали, что можно с успехом применить разработанный ранее технологический регламент. Для решения этой задачи на заводе имеется комплекс вполне приемлемого оборудования, агрегатов и устройств как для выплавки, так и для пластической и термической обработки нихрома.

Производство нихромовых полос и лент на заводах черной металлургии проводится методами плоской прокатки: горячей прокаткой в клетях дуо до толщины 5 мм, холодной прокаткой в клетях кварто до толщины менее 5 мм. Затем прокат шириной около 300 мм разделяют на полосы требуемой ширины. Это приводит к существенному снижению их качества, зафиксированному в ГОСТ 12766.2-90: поперечное сечение полосы не имеет в углах радиусов закруглений; на кромках полосы допускаются заусенцы. Наличие такой острой кромки с заусенцем приводит к опасности травмирования обслуживающего персонала при выполнении операций формирования нагревательного элемента, что порождает низкие потребительские свойства продукции, полученной по вышеприведенной технологии, поскольку при продольной резке плоского проката появление заусенцев практически неизбежно.

Достоинством разработанной и реализованной на ОАО «КУЗОЦМ» технологической схемы является то, что прямоугольное поперечное сечение полосы имеет в углах радиусы закруглений без острой кромки и заусенцев. Тем самым устранен риск травмирования персонала при монтаже нагревательных элементов; кроме того, полученные полосы имеют более жесткие допуски по ширине, и тем самым улучшены их потребительские свойства. Такая форма поперечного сечения полосы достигнута следующими приемами обработки. Ковочные слитки круглого сечения проковывают в горячую на промежуточную заготовку квадратного сечения, которую затем подвергают горячей прокатке в калиброванных валках до получения полос, затем полосы калибруют волочением на барабанных станах с использованием волок, имеющих канал с поперечным сечением в форме прямоугольника с нормированными радиусами закругления в углах сечения.

Изготовленная на ОАО «КУЗОЦМ» продукция полностью отвечает требованиям стандартов: например, удельное электрическое сопротивление мягкой термически обработанной проволоки $\beta=1,06-1,16$ мкОм·м (для диам. 0,6–3,0 мм) и $\beta=1,07-1,18$ мкОм·м (для диам. >3,0 мм); временное сопротивление разрыву составляет $\sigma_b=660-750$ МПа (по стандарту ≤ 880 МПа); относительное удлинение $\delta=40-50\%$ (по стандарту $\delta \geq 20\%$).

Выпуск нихромовых полос сечением 2х20; 2х30; 2,5х20; 2,5х30; 3х20 и 3х30 мм и проволоки диам. 0,6-8,0 мм подтвердил результативность разработанных малоэнергоемких и ресурсосберегающих технологий производства изделий из сплавов с высоким сопротивлением.