

кратить число их переточек, а также увеличить производство и снизить себестоимость проката, улучшить его качество и уменьшить расход валков.

Многолетнее сотрудничество ОНИЛ наплавки кафедры ОиТСП с ОАО “ММК им. Ильича” обеспечивает развитие научных исследований в области восстановления и упрочнения деталей прокатного оборудования, а также внедрение разработок в условиях реального производства.

УДК 621.791.75.

АНАЛИЗ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ «ОБО- ЛОЧКА-СЕРДЕЧНИК» ПРИ НАПЛАВКЕ ПОРОШКОВЫМ ЭЛЕКТРОДОМ

Кассов В.Д., Чигарев В.В., ПГТУ г. Мариуполь, Украина

В связи с использованием в качестве компонентов шихты материалов, чувствительных к термическому воздействию, для которых скорости реакций пиролиза лимитируются скоростью нагрева сердечника, важное значение приобретает оценка тепловых эффектов. Ее количественная точность позволяет предвидеть результаты термохимических и теплофизических превращений в системе «оболочка - сердечник», природа и кинетика которых оказывает определяющее влияние на сварочно-технологические характеристики процесса наплавки. С теплофизической точки зрения, нагрев порошкового электрода на вылете в процессе наплавки характеризуется местным выделением теплоты требуемой мощности с последующим ее распределением в объем сердечника.

Результаты исследований позволили разработать математическую модель теплового состояния вылета порошковой ленты

и формулы для расчета параметров модели, которые дают возможность определить зависимость температуры нагрева вылета оболочки от плотности сварочного тока, размеров, коэффициента заполнения и теплофизических свойств порошковой ленты. Сопоставление расчетных значений средней температуры нагрева оболочки порошковой ленты с экспериментальными данными показывает их хорошее согласование, что свидетельствует о правильном выборе расчетной схемы в математической модели теплового состояния вылета и достаточной точности формул для практических расчетов.

Рассматривая сердечник порошковой ленты как тело, ограниченное двумя параллельными плоскостями оболочки ленты, получена математическая модель нагрева сердечника, позволяющая определить температуру в любой точке сердечника на вылете порошковой ленты в зависимости от безразмерных критериев Предводителява, Био и Фурье и относительной толщины сердечника. Решение уравнения теплопроводности состоит из двух составляющих: регулярной, довольно быстро увеличивающейся с ростом числа Фурье, и нерегулярной, очень быстро уменьшающейся. Поэтому, начиная с некоторого значения числа Фурье, суммой ряда в уравнении можно пренебречь, а режим нагрева сердечника порошковой ленты становится квазистационарным. Здесь температура в любой точке сердечника будет линейной функцией времени, а распределение температуры по толщине сердечника будет параболическим.

Математическая модель теплового состояния вылета порошковой проволоки и формулы для расчета параметров модели дают возможность определить зависимость температуры нагрева вылета оболочки от плотности сварочного тока, размеров, коэффициента заполнения, неравномерности нагрева оболочки и сердечника и теплофизических свойств порошковой проволоки. Получена формула для расчета неравномерности нагрева оболочки и сердечника в зависимости от скорости нагрева оболочки, диаметра порошковой проволоки и коэффициента теплопроводности сердечника.

Для максимального перераспределения тепла между оболочкой и сердечником, уменьшения неравномерности их нагрева, а также выравнивания температуры по сечению сердечника

при дифференцированном нагреве порошкового электрода необходимо производить форсированный нагрев на участке подогрева и выдержку (т.е. наплавку на малом токе и увеличенном вылете) на вылете электрода.

При наплавке порошковым электродом с дифференцированным подогревом в сердечнике происходят термохимические и теплофизические процессы взаимодействия ингредиентов системы «оболочка-шихта», природа и кинетика которых благотворно сказывается на сварочно-технологических характеристиках процесса наплавки. Исследования теплового состояния сердечника позволяют предвидеть результаты этого взаимодействия; спрогнозировать общие закономерности изменения агрегатного состояния соединений, перепада температур, тепломассопереноса, фазовых переходов; рассчитать направление и границы физико-химических реакций; наметить пути управления технологическими параметрами процесса наплавки порошковым электродом.

Разработан программный комплекс, позволяющий производить визуализацию результатов расчета тепловых процессов, которые происходят при наплавке порошковым электродом. Использование комплекса позволило разработать технологические рекомендации при износостойкой восстановительной наплавке деталей на предприятиях региона. Использование комплекса в учебном процессе показало, что его можно применять для демонстрации на ЭВМ основных положений теории распространения теплоты в материалах с различными теплофизическими свойствами, самообучения студентов и решения реальных сложных задач нагрева электрода при сварке и наплавке.