

Полишко А. А. «Особенности укрупнения слитков последовательным кольцевым электрошлаковым наплавлением». Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 «Металлургия черных и цветных металлов и специальных сплавов» Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, Киев, 2011 г. Дата защиты 6 июля 2011 г.

Диссертация посвящена исследованиям особенностей процесса укрупнения слитков из высоколегированных сталей Cr–Ni–Mo и сплавов типа Инконель последовательным кольцевым ЭШНУ ЖМ, а также оценке влияния его термического цикла на структуру и свойства металла зоны сплавления модельных слитков. Применение ЭШНУ ЖМ позволяет существенно уменьшить сечение и объем кристаллизующегося металла и, соответственно, ослабить развитие ликвационных процессов в каждом наплавленном слое слитка ЭШНУ ЖМ.

Проведены исследования с использованием математического и физического моделирования процесса укрупнения слитков последовательным кольцевым ЭШНУ ЖМ и данных прямых экспериментальных и металлографических исследований модельных слитков. В результате математического моделирования определены параметры кристаллизации двухфазной зоны для укрупненных слитков ЭШНУ ЖМ диаметром до 1030...1200 мм: градиент температур; время пребывания в двухфазной зоне; дисперсность дендритной структуры. Установлено, что для слитка ЭШНУ ЖМ диаметром 520...690 мм градиент температур составляет 47 °С/см, а для обычного слитка ЭШП диаметром 690 мм – 9...10 °С/см, время пребывания в двухфазной зоне – соответственно 490 и 2200 с; расстояние между осями дендритов второго порядка для слитков ЭШНУ ЖМ с увеличением диаметра от 350...520 до 1030...1200 мм уменьшается от 127 до 105 мкм, тогда как для обычных слитков ЭШП с увеличением диаметра от 350 до 690 мм оно возрастает и составляет соответственно 130 и 174 мкм. Это объясняется уменьшением сечения и объема металла, который одновременно кристаллизуется в процессе последовательного кольцевого ЭШНУ ЖМ, а также влиянием дополнительного теплоотвода к центральному слитку.

Установлена достоверность математической модели на основе сравнения расчетных значений расстояния между осями дендритов второго порядка для слитков ЭШНУ ЖМ и данных, полученных в результате экспериментов. Так, для слитка диаметром 110...180 мм математически рассчитанное значение составляет 82 мкм, а после экспериментальных исследований – 85 мкм, для слитка диаметром 860...1030 мм математически рассчитанное значение составляет 108 мкм, а после имитации термического цикла на Gleeble 3800 – 106 мкм.

В результате применения комплексных исследований при изучении особенностей формирования слоев металла установлена высокая химическая и структурная однородность, стабильный уровень физико-механических свойств на разных уровнях по высоте модельного слитка. Показано, что ударная вязкость KCV литого металла в зоне термического влияния после ЭШНУ ЖМ составляет 240...298 Дж/см² (согласно нормативам AISI для исходной стали типа 316L (03X17H14M3), в деформированном состоянии он равен 182...312 Дж/см²).

Даны рекомендации относительно разработки концепции печи для получения крупных слитков ЭШНУ ЖМ диаметром от 1400 до 3200 мм и массой до 300 т, а также определены основные технологические этапы их изготовления.

