

решена, если использовать П-образный канал с расщепленным на две части индуктором, между которыми располагается один из двух полюсов С-образного электромагнита с катушкой. В этом устройстве реализуется возможность увеличения тока в рабочей зоне не менее чем в 2 раза без превышения максимально допустимого значения плотности тока. Соответственно ожидается повышение рабочего электромагнитного давления примерно с 25 кПа до 50 кПа без увеличения магнитной индукции между полюсами электромагнита.

УДК 621.746.047

А. Ю. Хитько, Л. А. Шапран, Л. Х.Иванова

Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

ВЫБОР МАТЕРИАЛА ДЛЯ БАНДАЖИРОВАННЫХ РОЛИКОВ МНЛЗ

В Украине в рамках разработки «Национальной программы развития ГМК Украины до 2020 года» предлагалось ввести в строй на Украине 23 машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). Одним из основных приоритетов для решения этих проблем является создание новых материалов для рабочих органов МНЛЗ, в частности роликов МНЛЗ. На отечественных заводах применяют разные по типам сплавов ролики, например, кованные ролики из низколегированных хромо-молибден-ванадиевых сталей. Эти ролики подвергаются ремонту наплавкой.

Ролики в процессе эксплуатации подвергаются различным температурным и механическим нагрузкам, при этом по мере удаления от кристаллизатора уменьшаются температурные нагрузки и возрастают механические. В соответствии с изменением температуры сляба служебные свойства материала роликов должны подбираться дифференцированно. У роликов, ближайших к кристаллизатору секций, основным видом износа является образование кольцевых трещин и налипание. Это требует применения материалов с повышенной термостойкостью. По мере снижения температуры сляба увеличивается абразивный износ поверхности роликов. Кроме того, все сплавы для изготовления роликов должны быть теплостойкими, то есть сохранять достаточный уровень твердости, износостойкости и прочности при повышенных температурах. Для рабочего слоя роликов целесообразно применять материалы с высоким сопротивлением термическому, абразивному и коррозионному разрушению.

Получение ролика с учетом предъявляемых требований к материалам возможно с использованием для бандаж бочки биметаллических центробежнолитых полых заготовок.

Целью работы были выбор материала для бандажей роликов МНЛЗ.

В качестве одной из базовых для рабочего слоя роликов была выбрана аустенитно-карбидная марки 20Х25Н19С2Л, которая характеризуется высокой стойкостью против окисления в интервале температур 20...1100°C. При комнатных температурах эта сталь обладает умеренной прочностью, высокой пластичностью и удовлетворительной свариваемостью. Продолжительный нагрев при умеренных температурах несколько изменяет ее свойства вследствие процессов дисперсионного твердения. Длительное пребывание под нагрузкой при высоких температурах также влияет на механические свойства стали, повышая твердость и уменьшая пластичность и ударную вязкость. Однако это снижение пластичности в результате длительного нагрева вполне допустимо. Важным свойством стали является отсутствие фазовых переходов при температурах эксплуатации (600...100°C), что гарантирует низкую склонность к налипанию прокатываемого металла. Все перечисленные свойства этой стали дали основание для ее выбора в После кристаллизации сталь 20Х25Н19С2Л практически не испытывала фазовых превращений. В рабочем слое заготовки структура состояла из разновеликих зерен аустенита, преимущественно ориентированных в направлении теплоотвода. Количество, так называемой, X-фазы в образцах не превышало 5%. Карбидная фаза была изолирована и сосредоточена, как правило, в углах зерен, иногда образовывала сравнительно развитую сетку. Карбидная фаза представляла собой сложнолегированный ледебурит с разным морфологическим строением. Переход между слоями был резко выражен.

После тепловой обработки для снятия структурных и внутренних напряжений и стабилизации структуры рабочего слоя ролика существенных изменений структуры заготовки из стали 20Х25Н19С2Л не наблюдали: имело место поглощение лишних зерен в рабочем слое.

Длительную прочность материала от центробежнолитых заготовок определяли на цилиндрических разрывных образцах диаметром 5 мм с резьбовыми головками в изотермических условиях ($T = 570^{\circ}\text{C}$), соответствующих условиям работы роликов МНЛЗ при напряжениях от 78,4 до 176,4 МПа с помощью машины для испытания на жаропрочность мод. АИМА-5-1. Испытания показали, что при нагрузке 176,4 МПа образцы разрушались через 1970 ч, при нагрузке 156,8 МПа – 10519 ч, при нагрузке 137,2 МПа – 17378 ч, а при нагрузках 78,4...117,6 МПа образцы простояли 27984 ч.

Таким образом, сталь 20Х25Н19С2Л имела уровень длительной прочности, близкий к аналогичным сталям, подвергающимся предварительной обработке давлением.

Исследована структура материала от центробежнолитых бандажей роликов МНЛЗ. В результате сталь марки 20Х25Н19С2Л была рекомендована для бандажей роликов, близких к кристаллизатору секций зоны вторичного охлаждения МНЛЗ.

УДК 621.771.2.073.8:621.791.756

В.Е. Хрычиков

Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

КОМБИНИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ-ЭЛЕКТРОШЛАКОВЫЙ ОБОГРЕВ ПРИБЫЛИ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ

Усадка сплавов при затвердевании обуславливает образование усадочных раковин и пор. Это особенно актуально для чугуна с отбеленной структурой рабочего слоя, плотность металла которого составляет $\approx 7660 \text{ кг/м}^3$, что выше плотности углеродистой стали $\approx 7500 \text{ кг/м}^3$ и серого чугуна $\approx 7200 \text{ кг/м}^3$. Вследствие этого усадка больше, а масса прибылей при литье чугунных прокатных валков достигает 40%, что выше по сравнению с производством, например, стальных слитков.

Моделирование процесса затвердевания отливки в комбинированной кокильно-песчаной литейной форме позволило установить влияние различных технологических факторов на направленное затвердевание отливки, образование тепловых узлов и усадочных дефектов. Расчеты показали, что направленное затвердевание отливки можно обеспечить (в большинстве случаев), если утеплить зеркало металла прибыли и сохранить высокую температуру расплава, или подвести дополнительные источники тепла. Влияние экзотермической засыпки на затвердевание валков было смоделировано с помощью подвода дополнительного источника тепла (Q) к зеркалу металла отливки. Установлено, что экзотермическую смесь целесообразно применять только для фасонных отливок. Применение формовочных теплоизоляционных смесей по сравнению с экзотермическими засыпками более эффективно для массивных отливок.

Наиболее действенным оказалось применение технологии комбинированного электродугового-электрошлакового обогрева (ЭДЭШО) прибыли чугунных прокатных валков. Ее особенность заключается в том, что после окончания заливки в прибыль