

УДК 621.771

## **УМЕНЬШЕНИЕ ОСЕВОЙ ЛИКВАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ В НЕПРЕРЫВНОЛИТОЙ ЗАГОТОВКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСХОДУЕМЫХ МАКРОХОЛОДИЛЬНИКОВ В УСЛОВИЯХ КОНВЕРТЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА ОАО «СЕВЕРСТАЛЬ»**

Михаил Александрович Голенков

*Студент 5 курса*

*Российская Федерация, г.Москва, Московский Государственный Технический Университет имени Н.Э.Баумана, кафедра «Оборудование и технологии прокатки»*

*Научный руководитель: Г.С.Никитин,*

*доктор технических наук, профессор кафедры «Оборудование и технологии прокатки»*

В связи с постоянным ужесточением требований к качеству металла является актуальной задача минимизации степени осевой ликвации в непрерывнолитых заготовках путем ввода макрохолодильников (тонкой стальной ленты или проволоки) в жидкую лунку кристаллизатора. За счет нагрева и плавления макрохолодильника компенсируется перегрев жидкой стали, поступающей в кристаллизатор, что способствует переходу от последовательной кристаллизации к объемной, улучшаются условия формирования зоны равноосных кристаллов в средней части по сечению сляба, происходит существенное снижение степени осевой ликвации химических элементов.

При введении проволоки в расплав будут протекать последовательно два явления: намораживание металла на проволоку с одновременным ее нагревом и ее плавление. Для того чтобы добиться гарантированного плавления проволоки, рекомендуется применять проволоку с содержанием углерода более 0,4%. При использовании низкоуглеродистой проволоки с более высокой температурой ликвидуса возможен отрыв отдельных ее фрагментов еще до полного растворения проволоки и армирование ими матричного металла [1].

Был проведен расчет максимальной и рекомендуемой скоростей введения проволоки в кристаллизатор, а также предложена формула для определения уменьшения перегрева жидкой лунки. Эти данные получены для различных начальных условий системы: для диаметров проволоки от 10 до 16 мм; для значений перегрева стали 15, 20, 25, 30, 35 градусов; для скоростей разливки от 0,6 до 1,5 м/мин.

Глубину жидкой лунки определяют скорость разливки, химсостав разливаемой стали (в большей степени содержание углерода,

понижающего температуру ликвидуса), а также режим охлаждения. Для некоторых типов сталей были выведены теоретические зависимости для определения глубины жидкой лунки по линии ликвидуса от скорости разливки.

Время расплавления определялось экспериментально путем ввода проволоки различного диаметра и марочного состава в промежуточный ковш МНЛЗ при различной температуре разливки.

Для гарантированного предотвращения прорыва или армирования проволокой корочки кристаллизующейся заготовки рекомендуется полученные значения скоростей ввода проволоки уменьшить на 40 %.

Изменением скорости введения проволоки можно стабилизировать температурный режим разливки, т.к. температура поступающего в кристаллизатор жидкого металла понижается к концу каждой плавки по причине остывания сталь-ковша.

Перспективным является процесс введения порошковой проволоки. Во-первых, оболочка такой проволоки имеет малую толщину (0,4-0,5 мм), в результате чего ее нагрев и плавление произойдут за считанные секунды. Во-вторых, частицы содержащегося в проволоке наполнителя сразу после потери сплошности оболочки будут увлекаться турбулентными потоками жидкого металла, распределяясь по объему жидкой фазы и становясь центрами кристаллизации. Порошковые инокуляторы обеспечат ускоренное и более равномерное затвердевание стали в жидкой лунке, диспергирование зерна, измельчение и рассредоточение неметаллических включений.

Для лучшего расплавления проволоки и увеличения массовой доли вносимой в расплав твердой фазы на проволоку предлагается накладывать упругие колебания, которые позволят увеличить коэффициент теплоотдачи конвекцией от жидкого расплава к вносимой твердой фазе.

Результаты работы представлены в виде номограмм, определяющих скорость введения проволоки различного диаметра в кристаллизатор в зависимости от скорости разливки и температуры перегрева. Для ускорения проведения трудоемких вычислений в среде Delphi 7.0 была разработана программа, в интерактивном режиме выполняющая расчет по определению скорости введения проволоки в кристаллизатор и уменьшения перегрева жидкой лунки при этом процессе.

## Литература

1. *Белый А.П., Исаев О.Б., Матросов Ю.И., Носоченко А.О.* Центральная сегрегационная неоднородность в непрерывнолитых листовых заготовках и толстолистовом прокате. – М.: Металлургиздат, 2005.