

Юречко Д.В., Казаков А.С., Филиппова В.П., Желнин Ю.М., Алексеев А.Г.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ СЛЯБОВ ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКЕ СТАЛИ НА КРИВОЛИНЕЙНОЙ МАШИНЕ С ВЕРТИКАЛЬНЫМ УЧАСТКОМ

В настоящее время одной из основных тенденций развития непрерывной разливки стали для получения слябовых заготовок является широкое применение в современных высокопроизводительных цехах машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) криволинейного типа с вертикальным участком. Основное преимущество таких машины заключается в сочетании их высокой производительности и возможности получения заготовок достаточно высокого качества. Технологическая линия таких МНЛЗ выполняется с многоточечным загибом и разгибом отливаемой заготовки.

В электросталеплавильном цехе ОАО «ММК» с 2006 г. эксплуатируется двухручьева криволинейная слябовая МНЛЗ с вертикальным участком. Комплекс оборудования МНЛЗ № 5 спроектирован ООО «Уралмаш-МО» и включает как новое оборудование: вертикальный кристаллизатор, гидравлический механизм качания, стенды сталеразливочного и промежуточного ковшей, устройства заведения затравок, установку автоматического разогрева промежуточных ковшей, маркировщики и вертикальный участок роликового аппарата, состоящий из первой секции, зоны загиба и т.д., так и ранее эксплуатировавшееся оборудование, демонтированное из кислородно-конверторного цеха при реконструкции МНЛЗ № 2 и 3.

Для обеспечения требуемой интенсивности охлаждения непрерывно-литой заготовки вторичное охлаждение должно было производиться в девяти зонах по большому и малому радиусам, а также в торцевой зоне. Проектная схема расположения форсунок в зоне вторичного охлаждения (ЗВО) машины по большому и малому радиусам должна была позволить без перенастройки коллекторов в зонах 1–4 и с тремя перестановками коллекторов в зонах 5–9 для трёх групп слябов шириной 1250–1550, 1600–1950 и 2000–2350 мм реализовать охлаждение заготовок всего марочного сортамента. Во всех девяти зонах вторичного охлаждения в качестве охладителя предполагалось применение водовоздушной смеси. Это совместно с использованием системы внутреннего охлаждения всех поддерживающих ро-

ликов ЗВО предполагало реализацию процесса «мягкого» охлаждения слябов с низкими удельными расходами воды.

На начальном этапе эксплуатации выяснилось, что впервые применённое на такого типа машинах водовоздушное охлаждение в первой зоне вторичного охлаждения сляба является неудачным технологическим решением, так как ведёт к интенсивному образованию окалины на поверхности заготовки. Это вызывает заклинивание роликов, образование надавов на поверхности сляба, аварийные прорывы жидкого металла, увеличение простоев машины и снижение её производительности.

Нерациональной оказалась предложенная схема расположения форсунок в зоне вторичного охлаждения широких граней слябовой заготовки по малому и большому радиусам. В процессе эксплуатации МНЛЗ было установлено, что работа крайних рядов форсунок вызывает переохлаждение углов слябов шириной до 1750 мм даже при минимально возможных расходах охладителя для данного типа форсунок. Это происходило вследствие попадания факелов водовоздушной смеси на углы сляба во второй, третьей и четвёртой зонах. Низкая температура ребровой зоны сляба

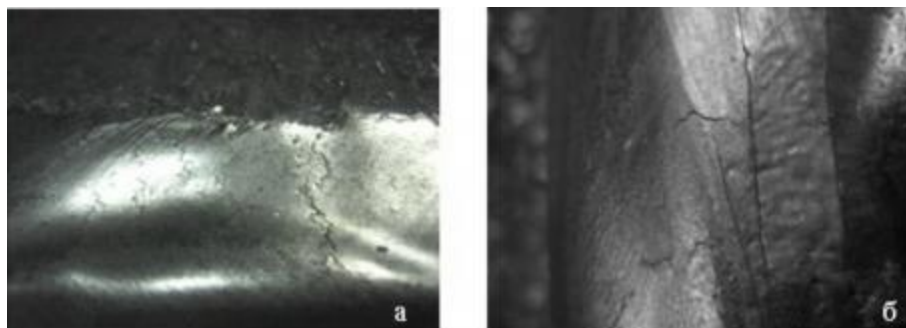


Рис. 1. Вид поперечных (а) и сетчатых трещин (б) на поверхности сляба после огневой зачистки

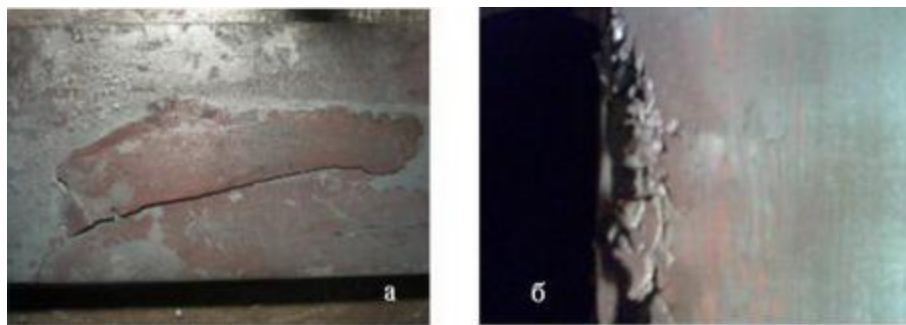


Рис. 2. Вид дефектов сталеплавильного происхождения на поверхности горячекатаного листа: трещины (а) и грубые плёны (б)

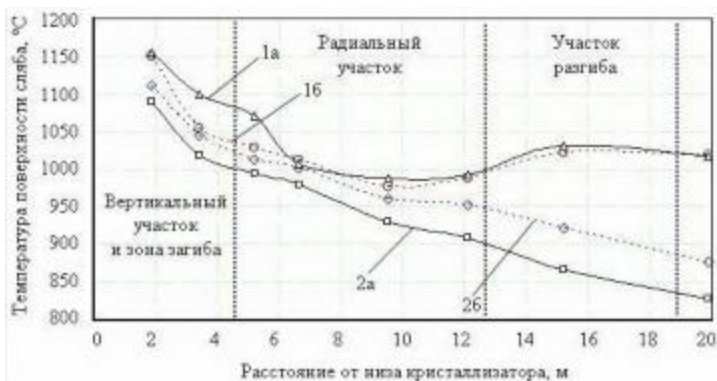


Рис. 3. Изменение температуры поверхности верхней широкой грани сляба шириной 1560 мм при использовании существовавшего ранее (а) и опытного (б) режимов вторичного охлаждения: 1 – по центру грани; 2 – по углу грани

на участке разгиба приводила к образованию грубых поперечных трещин глубиной до 30 мм (рис. 1, а), появлению угловых поперечных и сетчатых трещин глубиной до 10 мм (рис. 1, б).

При дальнейшей прокатке слябов данные дефекты трансформировались в трещины и грубые плёны на поверхности горячекатаного листа (рис. 2).

Для решения первой проблемы – уменьшения образования окалины была осуществлена замена в первой зоне вторичного охлаждения охладителя – водовоздушной смеси на воду. Это благоприятно повлияло на увеличение продолжительности безаварийной работы МНЛЗ. Однако применение более «жесткого» водяного охлаждения обострило вторую проблему – переохлаждение углов слябовой заготовки в последующих зонах.

Для предотвращения воздействия факела водовоздушной смеси на углы слябов шириной до 1750 мм были заглушены крайние ряды форсунок во второй, третьей и четвертой зонах. Параллельно с этим было сокращено общее количество зон, участвующих в охлаждении сляба, – с девяти до шести. Всё это способствовало снижению удельного расхода воды в зоне вторичного охлаждения МНЛЗ.

Для сравнительного анализа температуры поверх-

ности слябов при использовании существовавшего ранее и опытного режимов охлаждения было произведено пиromетрирование сляба со стороны малого радиуса по центру широкой грани и около угла. На одном ручье машины применялся существовавший ранее режим охлаждения, а на другом – опытный. На МНЛЗ разливалась сталь марки Ст. 3сп со скоростью вытягивания заготовок из кристаллизаторов, равной 0,7 м/мин. Температура измерялась при помощи высокоточного пирометра «Термоскоп-800». Результаты измерений представлены на рис. 3.

При использовании опытного режима охлаждения температура середины широкой грани сляба изменяется по более плавной кривой, чем при применении существовавшего ранее режима. Кривая изменения температуры угла опытного сляба располагается выше, чем кривая изменения температуры контрольного сляба. На участке разгиба сляба разница между этими температурами достигает примерно 50°С. При этом температура угла опытной заготовки не опускается ниже 945–885°С, в то время как температура контрольного сляба изменяется в интервале 900–830°С. Известно, что при температуре металла ниже 900°С резко возрастает опасность образования поперечных трещин на поверхности заготовки в процессе её деформации при разгибании из-за провала пластических свойств металла.

Сравнительная оценка качества поверхности 667 темплетов, отобранных из слябов различного марочного сортамента, показала, что на опытном металле в зависимости от интенсивности регламентируемых режимов охлаждения для разных групп марок стали – № 1, 2 или 3 количество поверхностных дефектов снизилось на 16–42% (отн).

Таким образом, проведённые мероприятия по совершенствованию режима вторичного охлаждения слябов непрерывно-литой заготовки с размерами поперечного сечения 250×(1250–1750) мм позволили существенно снизить аварийность при разливке стали на криволинейной МНЛЗ с вертикальным участком и улучшить качество поверхности отливаемой заготовки.

УДК 669.187.25

Алексеев Л.В., Столяров А.М.

ОСОБЕННОСТИ ВЫПЛАВКИ ПОЛУПРОДУКТА В СВЕРХМОЩНОЙ ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ С РАЗЛИЧНЫМ РАСХОДОМ ЖИДКОГО ЧУГУНА

В электросталеплавильном цехе ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» с 2006 года эксплуатируются две дуговые сталеплавильные печи (ДСП) фирмы «VAI-FUCHS» вместимостью по 180 т. Каждая электродуговая печь имеет удельный объём около 1,0 м³/т и оборудована многоступенчатым трансформатором удельной мощностью 0,83 МВА/т. Поэтому эти печи относятся к сверхмощным электрическим плавильным агрегатам. Для интенсификации процесса выплавки стали в ДСП предусмотрена возможность

применения в качестве шихтового материала жидкого чугуна в количестве до 40% от массы металлической шихты [1–3]. В настоящей работе предпринята попытка анализа влияния расхода жидкого чугуна на основные показатели работы электропечи, состав выплавляемого полупродукта и шлака.

Для решения этой задачи на первом этапе исследования было произведено сравнение результатов выплавки полупродукта 68 плавов для получения самой распространённой стали марки Ст. 3сп при рабо-