

На рабочей поверхности стали в литом состоянии наблюдается 12,3% меди, а после лазерного воздействия количество меди увеличивается до 46%. После трения количество меди составляет соответственно 12,8 и 13,3%. При этом следует отметить, что на контртелах из стали 20X13 появляется медь в количестве 3,0 и 4,3% соответственно.

Лазерное воздействие на рабочую поверхность увеличило количество γ – фазы с 50 до 83% по отношению к исходному состоянию. При этом величина микроискажений II рода $(\Delta a/a)_\gamma$ уменьшается до нуля, а микроискажения III рода $(\sqrt{u^2})_\gamma$ увеличиваются в 2 раза. Размер блоков D_γ уменьшается в 3 раза, а плотность дислокаций ρ_γ уменьшается в 2 раза.

После трения количество γ – фазы в поверхностном слое трения уменьшается до 30 и 70% соответственно для стали в литом состоянии (а) и после лазерного воздействия (б). Микроискажения II рода $(\Delta a/a)_\gamma$ после трения стали с лазерным воздействием (б) не изменяются по отношению к исходному состоянию и равны нулю.

Таким образом, лазерное воздействие на рабочую поверхность стали приводит к существенному увеличению количества меди на поверхности стали, изменению её фазового состава и тонкой структуры, а также способствует интенсификации переноса меди на поверхность контртела, что способствует плакированию контактируемых поверхностей. Это приводит к уменьшению интенсивности изнашивания и коэффициента трения.

УДК 669.18:621.771:621.74

А.В. Ноговицын, И.Р. Баранов

Физико-технологический институт металлов и сплавов (ФТИМС) НАН Украины

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОЦЕССА ДВУХВАЛКОВОЙ РАЗЛИВКИ-ПРОКАТКИ СТАЛЬНОЙ ПОЛОСЫ

Валковая разливка-прокатка является одним из наиболее перспективных и эффективных процессов производства тонкого стального листа. К преимуществам этой технологии относятся компактность агрегата и экономия до 80-89% энергоресурсов за счет минимизации промежуточных технологических операций. Однако наладить устойчивый высокопродуктивный промышленный процесс двухвалковой разливки и обеспечить стабильное получение качественной полосы на сегодня в

полной мере не удастся. Ряд проблем, связанных со сложностью управления гидродинамическими, температурными, кинетическими процессами литья-прокатки требуют дальнейших исследований и усовершенствований всех этапов технологического процесса. В Физико-технологическом институте металлов и сплавов (ФТИМС) НАН Украины проведен цикл экспериментальных и теоретических исследований процесса разлива-прокатки стальной полосы. Установлено, что решающей характеристикой процесса формирования полосы в валковом кристаллизаторе является положение точки смыкания затвердевших корочек относительно плоскости оси валков (точки "S"). Если точка "S" значительно выше линии осей валков («бесслитковая прокатка»), то в результате деформации затвердевшего металла усилие на валки возрастает. С одной стороны это вызывает необходимость увеличивать мощность привода и прочность конструкции кристаллизатора, с другой, может привести к появлению трещин вследствие эффекта прокатки. Наоборот, если точка смыкания фронтов кристаллизации находится ниже линии осей валков («жидкая прокатка»), то из валков выходит полоса с жидкой сердцевиной. Рассчитаны скорости разлива стальных полос толщиной от 1 до 5 мм с обжатием (15%) и без обжатия в валках различного диаметра. Из расчетов следует, что осуществление валковой разлива полосы с обжатием приводит к заметному снижению скорости разлива-прокатки. Например, для стальной полосы толщиной 2 мм при обжатии 15% скорость разлива снижается в 3 раза (с 164 до 52 м/мин) по сравнению с разливкой без обжатия. Увеличение угла контакта металла с валком (уровня залива металла) приводит к существенному росту скорости разлива. Так, для полосы толщиной 1 мм увеличение угла кристаллизации-деформации на 10^0 приводит к росту скорости разлива в два раза. Полученные результаты расчетных скоростей разлива для стальных полос количественно близки к показателям существующей коммерческой установки Castrip компании Nucor. Сопоставив применяемую на данной установке при разливе полосы 1,6 мм в валках диаметром 500 мм рабочую скорость 80 м/мин, можно сделать вывод, что разлива-прокатка полосы осуществляется с обжатием 15%. Скорость разлива должна регулироваться пропорционально изменению высоты налива. Увеличение высоты налива при постоянной (нерегулируемой) скорости приводит к увеличению степени деформации, которая может достигать критической величины, приводящей к появлению в полосе трещин. Важным фактором стабильной технологии валковой разлива является обеспечение постоянной температуры металла, подаваемого в валки-кристаллизаторы. Показано, что

изменение температуры металла на 10°C приводит к изменению толщины корочки стали на 0,05 мм, что приводит к изменению обжатия на 3% (абс.) при постоянной скорости разливки, что в свою очередь может приводить к продольной разнотолщинности полосы, а также может содействовать появлению трещин.

Немаловажную роль в валковой разливке играет способ подачи расплава в валки-кристаллизаторы. Проведенное исследование показало, что увеличение длины щелевого питателя от 25 до 100% длины валка-кристаллизатора обеспечивает более равномерное распределение температуры в межвалковом канале, а перепад температур по ширине полосы на выходе из валков уменьшается с 80°C до 10°C. Таким образом, установленные закономерности показали, что необходимыми условиями для стабильного процесса валковой разливки являются постоянство температуры и расхода подаваемого в валки-кристаллизаторы металла, равномерное его распределение по длине межвалкового зазора. Решение этой задачи возможно путем применения МГД-оборудования. В ФТИМС НАН Украины разработана концепция и принципиальная схема процесса валковой разливки стали, главным признаком которой является использование магнитодинамического промежуточного ковша (МД-ПК), созданного на базе магнитодинамического миксера-дозатора жидкой стали.

УДК: 621.74.04

А.С. Нурадинов, В.Ю. Шейгам, А.Г. Пригунова, Т.Г. Цир, Л.К. Шеневидько

Физико-технологический институт металлов и сплавов

НАН Украины, Киев

Тел.: 0444241150, e-mail: onmlptima@ukr.net

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОГО КРИСТАЛЛООБРАЗОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ВИБРАЦИИ

Накопленные к настоящему времени экспериментальные и теоретические данные раскрывают возможность активного воздействия на процессы кристаллизации, формирование структуры и свойств отливок, слитков и литых заготовок путем использования различных приемов внешнего физического воздействия на жидкий и кристаллизующийся металл (вибрация, ультразвук, электромагнитное перемешивание и т.п.). Но для эффективного управления этими процессами необходимо даль-