

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ «МЯГКОГО» ОБЖАТИЯ НА КАЧЕСТВО НЕПРЕРЫВНОЛИТОГО СЛИТКА ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

В. С. Путеев

*ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин,
Республика Беларусь*

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

Технология «мягкого обжатия» заключается в незначительном обжатии бьюма по толщине заготовки в промежутке времени конца лунки жидкого металла, начала образования так называемой смешанной двухфазной зоны слитка. Осуществление данного процесса обеспечивается путем давления, осуществляемого роликами правильно-тянущего механизма (ПТМ) в соответствии с заданными режимами.

Принципом работы системы является предварительный математический расчет длины жидкой сердцевинки трех участков: на первом участке подпитка усадочных пустот происходит без ограничений, на втором жидкий металл встречает сопротивление дендритной сетки и протекает в режиме фильтрации, на третьем участке усадочные поры разделены непроницаемыми перегородками, поэтому усадка металла при затвердевании вызывает образование пористости.

Особенно важно точно определить протяженность жидкой лунки, так как при слишком большой доле жидкой фазы в двухфазной зоне и применения обжатия заготовки возможно получение неблагоприятного результата, а именно – развитие внутренних трещин и микронадрывов, обогащенных ликватами на границе разделов фаз. При малой доле жидкой фазы в двухфазной зоне из-за достаточно высокого сопротивления деформации материала положительный эффект не будет достигнут либо для этого потребуются применение значительных сил обжатия, что может привести к появлению внутренних трещин в температурном интервале хрупкости.

Принципиальная схема применения «мягкого» обжатия реализована двумя способами или системами:

1. Статический – при данной системе в предполагаемой зоне обжатия заготовки устанавливаются определенные значения усилий давления прижимного ролика в зависимости от длины жидкой лунки и процентного, твердо-жидкого двухфазного состояния непрерывнолитой заготовки. Это наиболее простой метод, который тем не менее имеет эксплуатационные ограничения, поскольку для его применения необходим набор значений постоянных скоростей разлива в определенном интервале температур стали для получения стабильного количества смешанного (твердо-жидкого) состояния стали в зоне действия ПТМ.

2. Динамический – при этой системе заготовка подвергается обжатию в абсолютных значениях по высоте слитка (мм), при этом усилие обжатия определяется необходимостью достижения заданного значения высоты заготовки. Таким образом, при изменении скоростных режимов разлива зона обжатия заготовки изменяется по длине дуги и в случае выполнения заданных условий возможно применение технологии «мягкого» обжатия. Несмотря на то что данный метод является более сложным с точки зрения управления, он позволяет обеспечить более высокую степень гибкости при разливе стали, которая дает возможность выполнить программы производства сталеплавильного цеха и настроить работу МНЛЗ с учетом логистики производства стали.

При регулируемом мягком обжатии реализуются три основные концепции:

- непрерывный расчет доли твердой фракции на оси блюма с помощью математической модели, которая позволяет выдавать результаты расчетов в режиме «онлайн» с высокой частотой;
- расчет степени обжатия и ее соответствия заданной величине; передача полученных результатов в виде сигналов на каждый тянущий ролик посредством специализированной системы автоматизации;
- непрерывная адаптация ступеней мягкого обжатия к меняющимся параметрам процесса.

Верно установленные параметры обжатия гарантируют приложение необходимых усилий в каждом блоке роликов с максимальной точностью и предотвращают возникновение внутренних трещин.

В ходе освоения технологии разливки стали основное применение «мягкого» обжатия слитка осуществлялось на высокоуглеродистых марках стали для производства передельной заготовки.

Так, скорость разливки составляла от 0,80 до 1,0 м/мин, мягкое обжатие на начальном этапе выставлялось в ручном режиме, далее производилась корректировка параметров обжатия от скорости разливки, температуры металла в промежуточном ковше и анализа макроструктуры полученной заготовки.

Для определения корреляции расчетной модели затвердевания и фактической температуры поверхности блюма в зоне тянущих модулей, лазерным пирометром «Raygei 3i» производились измерения температуры поверхности разливаемого блюма в определенных точках на радиальной части МНЛЗ.

В данный период производства стали более 20 % плавов стали 80К имели значения подусадочной ликвации более 3-х баллов, а также наблюдались внутренние «залеченные» надрывы от обжатия, что в итоге не позволило получить необходимый уровень качества в катанке \varnothing 5,5 мм.

Также оценочным параметром качества заготовки # 125 мм являлось отношение содержания углерода в центре темплета к среднему содержанию углерода в середине образца, отобранное в четырех местах ($K = C_1/C_{cp2} \leq 1,06$). Таким образом, учитывая неудовлетворительное качество полученной макроструктуры, а также в связи с низкой эксплуатационной стойкостью датчиков положения уровня ПТМ, что зачастую не позволяло использовать режим «мягкого обжатия», было принято решение подбора обжатия в статическом режиме – применения постоянных значений усилий в определенных температурно-скоростных интервалах разливки стали.

Опробованное применение статического метода обжатия заготовки показало возможность снижения ликвации углерода при условии выполнения определенных требований технологического процесса. Эмпирическим путем были определены: скорость разливки, зона применения обжатия, значения усилий ПТМ, а также суммарная величина обжатия слитка.

Для оценки качества структуры металла, разлитого с применением «мягкого» обжатия, отбирались продольные и поперечные темплеты. На примере нескольких плавов стали марки 80К можно проследить изменения в макроструктуре металла. Таким образом, степень «мягкого» обжатия применяемая в определенном сечении относительно продольной оси блюма является одним из основных вариантов необходимого регулирования сегрегации углерода в осевой зоне. Точность определения условий затвердевания, величин усилий в зависимости от доли твердой фазы является решающим фактором, обуславливающим получение достоверных результатов при использовании модели.

В результате работы выполнен подбор параметров «мягкого» обжатия для высокоуглеродистых марок стали (70, 80, 90К) как статического, так и для динамического вариантов обжатия непрерывнолитой заготовки; установлены интервалы применения и количество участвующих в обжатии ПТМ в двухфазной зоне в зависимости от марки стали; уровень подсадочной ликвации снижен до 1–1,5 балла, при среднем значении 1,7 балла; увеличена производительность передела на сортовом стане за счет исключения слиттинг процесса.

ЗАВИСИМОСТЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ СВИВКИ МЕТАЛЛОКОРДА ИЗ ТОНКОЙ СТАЛЬНОЙ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТОЙ ПРОВОЛОКИ

В. А. Петрусевич

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

Прогнозирование моделируемых процессов или объектов возможно путем представления их поведения в виде функции. При этом в модель, как правило, вводятся постоянные (коэффициенты), описывающие специфику поведения процесса. При этом вводимые постоянные характеризуют непосредственно процесс без уточнения физического смысла самих постоянных.

Ранее разработана зависимость для расчета величины или численного критерия относительной обрывности металлокорда, позволяющей прогнозировать величину относительной обрывности перед началом производства или снижать эту величину в действующем производстве металлокорда:

$$B = \frac{E \varepsilon_{св}}{\sigma_b \delta} \cdot \frac{K_{констр} K_C K_V}{K_N}, \text{ обр/т,}$$

где E – модуль упругости Юнга тонкой проволоки, Па; σ_b – предел прочности при растяжении тонкой проволоки, Па; δ – относительное удлинение тонкой проволоки при растяжении, %; $\varepsilon_{св}$ – максимальная эквивалентная деформация проволоки в процессе свивки, %; $K_{констр}$ – коэффициент, учитывающий конструкцию металлокорда; K_C – коэффициент, учитывающий влияние содержания углерода в стали проволоки на обрывность м/корда при свивке; K_N – коэффициент, учитывающий программу выпуска металлокорда; K_V – коэффициент, характеризующий влияние скорости тонкого волочения на обрывность проволоки при свивке в металлокорд.

На основании анализа технологических параметров определен коэффициент $K_{констр}$, учитывающий влияние сложности конструкции металлокорда на его обрывность при свивке на канатной машине, который равен:

1) для металлокорда, свиваемого на канатной машине TD2:

$$2 \times 0,30 \text{ НТ} - K_{констр} = 1,2;$$

$$2 + 1 \times 0,30 \text{ НТ} - K_{констр} = 2,4;$$

$$2 + 2 \times 0,30 \text{ ШТ} - K_{констр} = 3,8;$$