

А. Н. Смирнов, С. В. Куберский*, В. Е. Ухин**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

*Донбасский государственный технический университет, Лисичанск

**Донецкий национальный технический университет, Красноармейск

Динамическое управление охлаждением непрерывнолитой заготовки при переходных режимах разлива в условиях металлургических микрозаводов

Рассмотрены особенности организации серийной разлива стали в условиях металлургических микрозаводов. Показано, что сложности организации разлива длинными сериями обусловлены различиями в длительности основных технологических циклов, которые можно нивелировать варьированием скорости вытяжки заготовки. Предложена система динамического управления охлаждением непрерывнолитой заготовки, позволяющая плавно изменять интенсивность подачи охладителя в зависимости от скоростных параметров процесса и обеспечить высокое качество металла.

Ключевые слова: микрозавод, непрерывная разливка, серийность, совмещение циклов, варьирование скорости, динамическое управление, охлаждение, качество

Основу успешного функционирования микрозаводов обеспечивает выбор рациональной схемы непрерывной разлива и оптимального количества ручьев для сортовых и блюмовых МНЛЗ при условии увеличения серийности разлива (без остановки машины) [1]. По оценкам различных экспертов средняя годовая производительность одного ручья для современных сортовых МНЛЗ составляет 200-250 тыс. т/год, а блюмовых – 135-140 тыс. т/год [2, 3]. Это создаёт благоприятные условия для применения в структуре микрозаводов одноручьевых МНЛЗ. Соответственно, стоимость одноручьевой МНЛЗ в любом случае будет в 1,5-1,6 раза ниже, чем двухручьевой.

Использование преимущественно одноручьевых машин непрерывной или полунепрерывной разлива стали в условиях металлургических микрозаводов значительно повышает требования к надёжности работы всех их технологических узлов как при разливе одиночными плавками, так и при серийной разливе.

Следовательно, при разработке концепции производства стали на микрозаводах, производительность которых не превышает 100-150 тыс. т/год, должна решаться задача обеспечения стабильного процесса литья на одноручьевых МНЛЗ при подаче стали от плавильного агрегата малыми порциями. Стабильные условия разлива и качество производимой продукции достигаются в этом случае в широком диапазоне скоростей литья (1,0-7,0 м/мин для сортовых и 0,2-1,0 м/мин для блюмовых МНЛЗ).

Определённое сокращение издержек на производство стали удаётся достигнуть при согласованной работе дуговых сталеплавильных печей и МНЛЗ для обеспечения серийной разлива. Практика работы предприятий с плавильными агрегатами, а следовательно и сталеразливочными ковшами до 10-15 т, выявила проблему в организации серийной непрерывной разлива. Это связано с необходимостью совмещения длительности циклов подачи ковшей

на МНЛЗ и их разлива, которые зависят от целого ряда организационных и технологических факторов, и в первую очередь обусловлены малой ёмкостью сталеразливочного и промежуточного ковша, а соответственно и длительностью цикла разлива, который не всегда удаётся синхронизировать с циклом выплавки стали в ЭДП. Поэтому для многих микрозаводов характерна непрерывная разливка одиночными плавками небольшими сериями по 2-3 ковша, что приводит к большим потерям стали (3,5-4,5 %) и нарушает нормальную ритмичность работы ЭСПЦ. Попытки разлива стали более длинными сериями показали, что для этого необходимо варьировать скорость вытяжки заготовки в достаточно широком диапазоне, а при необходимости разливать сталь на минимальных скоростях. Наряду с обеспечением высокого качества заготовки низкие скорости разлива позволяют максимально синхронизировать работу плавильных агрегатов и МНЛЗ, и, следовательно, обеспечить разливу методом «плавка на плавку», что приводит к увеличению выхода годного и снижению себестоимости продукции. Однако при малой массе плавки в ковше (6-20 т) и ритмичности подачи ковшей 60-90 мин для серийной разлива становится необходимым варьировать скорость вытягивания заготовки от 0,12-0,20 до 0,8-0,9 м/мин, что приводит к дополнительным потерям тепла в промковше и при переливе из промковша в кристаллизатор.

Между тем на предприятиях, работающих с крупнотоннажными агрегатами, проблема синхронизации дискретных циклов выплавки стали и её непрерывной разлива решается использованием агрегатов «ковш-печь» (АКП). Но эти агрегаты не всегда удаётся эффективно вписать в технологическую схему металлургических микрозаводов, что в немалой степени связано с невозможностью организации эффективно дугового подогрева при значительной скорости охлаждения стали в малых сталеразливочных ковшах.

При использовании плавильных агрегатов малой ёмкости (до 10 т) проблематичным является использование традиционных агрегатов для внепечной обработки стали, а для сталеразливочных ковшей 15-30 т наблюдается повышенный износ футеровки вследствие воздействия на неё дуг электродов при обработке на АКП.

Для микрозаводов, реализующих стратегию производства небольших объёмов эксклюзивной продукции, имеющей повышенный спрос и высокую добавленную стоимость, проблема повышения производительности не является первоочередной задачей. А иногда снижение объёмов реализации такой продукции на рынке позволяет предприятию сохранить или поднять уровень сложившихся цен при обеспечении приемлемой рентабельности производства. Поэтому варьирование скорости разливки в широком диапазоне и разливка стали с минимально возможной скоростью могут быть эффективными приёмами, позволяющими синхронизировать работу технологических агрегатов и обеспечить серийную разливку для повышения выхода годного и снижения издержек.

Так, при непрерывной разливке блюмов в условиях одного из микрозаводов было установлено, что в процессе серийной разливки даже одной марки стали варьирование скорости вытяжки заготовки может происходить в пределах 0,2-0,6 м/мин. Такой широкий диапазон изменения скорости вытяжки заготовки требует дополнительной корректировки интенсивности охлаждения в зоне вторичного охлаждения (ЗВО). В противном случае отдельные участки непрерывнолитой заготовки будут охлаждаться с различной интенсивностью, что может приводить к снижению качества непрерывнолитого металла по внутренним дефектам [3].

Поэтому для обеспечения стабильности процесса разливки длинными сериями актуальной задачей является коррекция интенсивности охлаждения заготовки в ЗВО непосредственно в процессе литья, что может быть реализовано с использованием оперативной системы управления режимами охлаждения заготовки, учитывающей происходящие изменения в технологии литья в режиме текущего времени.

В практике управления процессами затвердевания непрерывнолитой заготовки известны два основных подхода: пропорционально-скоростной и динамический режимы управления [3-6].

Пропорционально-скоростной режим управления является наиболее распространённым для сортовых МНЛЗ. Он базируется на использовании табличных данных изменения расхода воды в зависимости от скорости разливки. При этом изменение расхода воды происходит во всех секциях ЗВО одновременно с изменением реальной скорости разливки. Технологическая база табличных данных или управляющих уравнений составляется для всего сортамента разливаемой продукции с учётом типоразмера, химического состава и температур разливки стали. Скоростной режим управления позволяет достаточно точно поддерживать необходимый температурный профиль при стационарном режиме разливки. Однако неотъемлемой частью технологии непрерывного литья яв-

ляются переходные режимы, обусловленные прежде всего изменением скорости разливки, что вызывает появление переохлаждённых или перегретых участков непрерывнолитой заготовки, вследствие одновременного изменения расхода охладителя во всех секциях, и может быть причиной образования трещин, внутренних мостов и, в конечном счёте, снижения качества продукции. Следовательно, такая схема управления может эффективно работать только при изменении скорости вытяжки в небольшом диапазоне (0,1-0,15 м/мин).

Динамический режим управления процессом охлаждения в ЗВО широко используется при непрерывной разливке качественных сталей и позволяет свести к минимуму негативное воздействие переходных процессов на температурный профиль непрерывнолитой заготовки. В металлургической практике известны различные алгоритмы динамической системы управления. Базовым параметром для всех алгоритмов является контроль за так называемой средней скоростью движения металла в различных сечениях непрерывнолитой заготовки вдоль технологической оси и монотонное изменение расходов воды автономно по секциям в соответствии с её значениями. Технологическая база данных, используемая для реализации алгоритма, представляет собой управляющие уравнения, полученные на основе математической модели, описывающей процессы затвердевания непрерывнолитой заготовки [7-12].

Средняя скорость движения заготовки v_{cp} оценивается в средней точке каждой секции ЗВО (рисунок). Для того чтобы в начале разливки определить данную скорость для каждой секции, необходимо расстояние от начала секции до её середины поделить на целое количество участков длиной Δl_s (s – номер секции ЗВО).

Исходя из вышесказанного, разбивку секций ЗВО можно осуществить с помощью следующей формулы

$$\Delta l_s = \frac{l_s}{2 \cdot n_s}, \quad (1)$$

где l_s – длина s -ой секции ЗВО; Δl_s – длина участка каждой зоны s -ой секции; n_s – целое число, определённое для каждой секции.

Рекомендации по выбору рациональных параметров охлаждения были разработаны для следующих этапов разливки:

- начало разливки (переход заготовки из кристаллизатора в первую секцию);
- перемещение заготовки до середины секции;
- достижение заготовкой середины секции;
- перемещение заготовки после середины секции;
- переход заготовки между секциями ЗВО.

После включения механизма вытягивания заготовки начинается слежение за её перемещением, то есть рассчитывается (фиксируется) общая длина перемещения торца L . Также фиксируется общее время T после начала разливки и время прохождения заготовкой участков секции Δt_s (в данном случае кристаллизатора). С этого момента на каждом цикле опроса перемещения контролируется выполнение условия $L \geq l$ (кр).

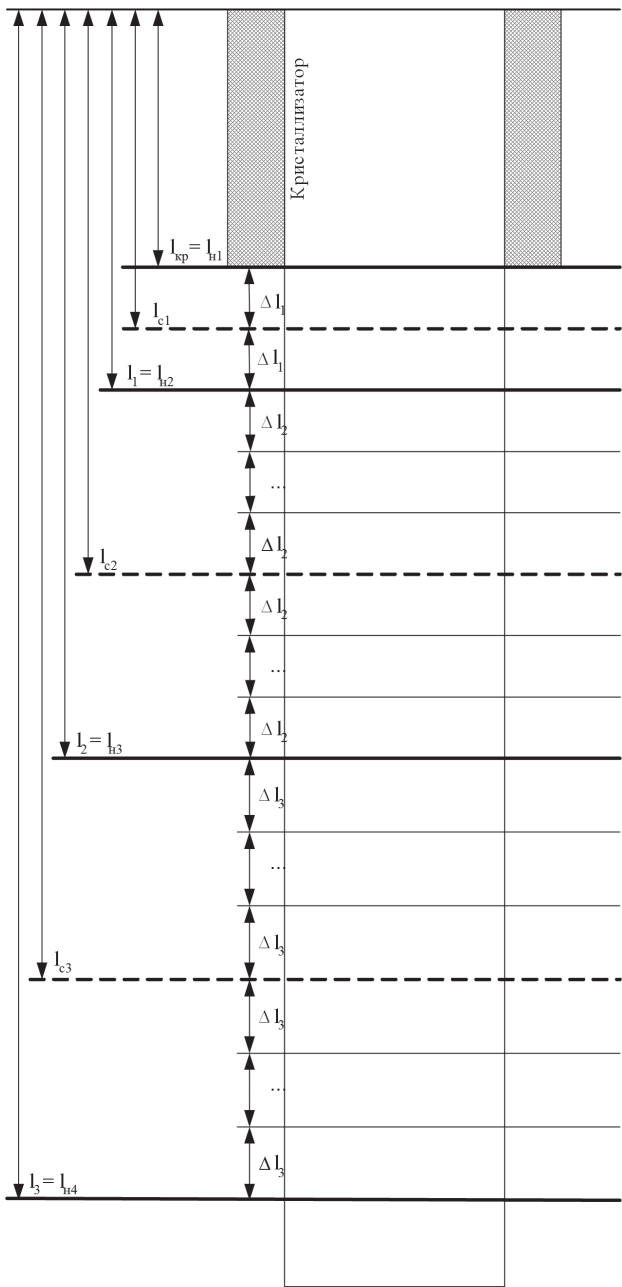


Схема размещения участков секций ЗВО

Как только перемещение заготовки достигло величины длины кристаллизатора $L \geq l$ (кр), начинается формирование усреднённой средней скорости для первой секции ЗВО в соответствии со временем (Δt_s) прохождения заготовкой текущего участка секции Δl_s . Время Δt_s при переходе из кристаллизатора в первую секцию равно времени прохождения заготовкой расстояния l (кр). С учётом дискретизации опроса датчика перемещения (скорости) рассчитывается время прохождения заготовкой кристаллизатора по формуле

$$t_s = t_{кр} = T - \frac{L - l(кр)}{v_{мгн}}, \quad (2)$$

где $v_{мгн}$ – значение мгновенной скорости разливки, зафиксированное за последний такт до события.

Для расчёта усреднённой скорости для первой секции используется уравнение

$$v_{ср} (1) = \frac{l_s}{t_s}, \quad (3)$$

где $l_s = l_{кр} = l_{н1}$ – расстояние от мениска металла в кристаллизаторе до торца заготовки, если он не дошёл до середины секции; $t_s = t_{кр}$ – время перемещения торца заготовки от мениска до начала первой зоны (выхода из кристаллизатора) $l_{кр} = l_{н1}$, рассчитанное с учётом дискретизации.

Таким образом, по усреднённой скорости для первой секции $v_{ср}$ задаётся расход воды в этой секции. Для всех остальных секций расход воды остаётся неизменным.

После того как заготовка достигла начала первой секции, то есть выполнилось условие $L \geq l$ (кр), на каждом цикле опроса датчика перемещения оценивается положение начала заготовки относительно середины первой секции ЗВО $L \geq l_c$ (1). Если это условие не выполняется, то необходимо отслеживать перемещение торца заготовки на расстояние, равное участку первой секции Δl_j . При этом необходимо также рассчитывать время перемещения заготовки по секции на расстояние Δl_j .

Расчёт времени прохождения участка секции выполняется по формуле

$$\Delta t_s = n \cdot \Delta \tau, \quad (4)$$

где $\Delta \tau$ – дискретность опроса датчика скорости, с; $\Delta t_s = \Delta t_1$ – время прохождения заготовкой участка первой секции Δl_j ; n – номер цикла опроса датчика скорости, начиная с которого выполняется условие

$$\sum_{j=1}^n \Delta \tau \cdot v_j \geq \Delta l(s), \quad (5)$$

где v_j – мгновенное значение скорости разливки при j -ом опросе; $\Delta l(s) = \Delta l(1)$ – длина участка первой секции.

Учитывая дискретность опроса датчика скорости, необходимо скорректировать значение Δt_s . С учётом коррекции формула расчёта времени имеет вид

$$\Delta t_s = n \cdot \Delta \tau - \frac{\sum_{j=1}^n \Delta \tau \cdot v_j - \Delta l(s)}{v_j}, \quad (6)$$

где $\Delta l(s) = \Delta l(1)$; $\Delta t_s = \Delta t_1$.

Для полученной величины Δt_s рассчитывается усреднённая скорость для первой секции

$$v_{ср} (1) = \frac{l_s}{\Delta t(s)}, \quad (7)$$

где, $l_s = l_{кр} + \Delta l_1 = L$; $\Delta t(s) = \Delta t(1) = \Delta t(1) + \Delta t_1$

После корректировки скорости и очередного перемещения заготовки на расстояние Δl_1 возвращаемся к проверке условия достижения торцом заготовки середины первой секции. Цикл повторяется до тех пор,

пока не выполнится данное условие достижения заготовки середины секции.

После того как головная часть заготовки достигла середины первой секции $L = l_c(1)$, средняя скорость рассчитывается по формуле (7). Учитывая, что $l_s = L = l_c(1)$, получим

$$v_{cp}(1) = \frac{l_s}{\Delta t(s)} = \frac{l_c(1)}{\Delta t(1)}. \quad (8)$$

После пересечения началом заготовки середины первой секции $L > l_c(1)$ при каждом перемещении заготовки на расстояние участка секции выполняется перерасчёт средней скорости. Так как расчёт расхода воды в секции ЗВО выполняется для середины зоны, то дальнейшее перемещение начала заготовки по секции не влияет на значение l_s . После достижения заготовкой середины секции это значение необходимо рассчитывать по формуле

$$l_s = l_c(s). \quad (9)$$

В свою очередь, значение времени $\Delta t(s)$ прохождения заготовкой от мениска до середины секции будет изменяться при изменении скорости разливки. Для корректировки времени прохождения заготовкой данного участка определяется промежуток времени, за который он пройдёт расстояние Δl_s , двигаясь со скоростью $v_{cp}(s)$.

$$\Delta t^* = \frac{\Delta l_s}{v_{cp}(s)}. \quad (10)$$

Затем определяется разница между фактическим временем прохождения заготовкой расстояния Δl_s и рассчитанным по формуле (10)

$$\Delta t^{**} = \Delta t_s - \Delta t^*. \quad (11)$$

После возможной фильтрации значения, рассчитанного по формуле (11), определяется средняя скорость с учётом изменения времени

$$\Delta t(s) = \Delta t(s) + \Delta t^{**}. \quad (12)$$

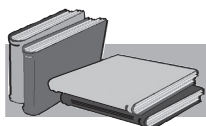
После проведения корректировки средней скорости разливки цикл алгоритма повторяется.

Как только начало заготовки достигнет начала следующей секции, расчёт средней скорости для новой секции аналогичен расчёту, описанному для перехода из кристаллизатора в первую зону. Разница будет только при выборе шага перемещения слитка Δl_s . При вхождении в новую зону этот шаг должен выбираться в соответствии с методикой, описанной выше. Корректировка средней скорости для предыдущих зон также осуществляется с шагом перемещения соответствующей секции, в которой в текущий момент находится начало заготовки.

Разработанная система динамического управления охлаждением заготовки в ЗВО при переходных режимах разливки адаптирована и отработана на промышленных МНЛЗ. Выполненные замеры колебаний температуры поверхности заготовки в ЗВО (с помощью пирометра) показали, что при использовании системы динамического управления охлаждением заготовки колебания температуры поверхности заготовки переходных участков при изменении скорости вытяжки заготовки не превышают 2-3 °С. Для аналогичных условий при пропорционально скоростной схеме корректировки охлаждения колебания температуры поверхности отдельных участков составили 12-15 °С.

Таким образом, разработанная система динамического управления охлаждением заготовки в ЗВО обеспечивает существенное снижение температурного градиента по поверхности заготовки даже при наличии переходных режимов (ступенчатое изменение скорости разливки), что является достаточно актуальным для условий металлургических микроразводов.

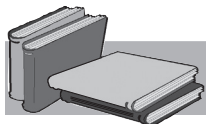
При варьировании скоростью вытягивания заготовки для согласования технологических циклов выплавки и непрерывной разливки сериями предложенная система позволяет плавно изменять интенсивность охлаждения в соответствии с реальными скоростными параметрами, что способствует повышению качества металла. Особенно это важно при снижении скорости разливки, когда для предотвращения образования пористости и мостов требуется существенно снизить интенсивность подачи охладителя во всех секциях ЗВО.



ЛИТЕРАТУРА

1. Yasunaka H. Improvement of surface quality of continuously cast steel by high cycle mold oscillation / H. Yasunaka // Steelmaking Conference Proceedings, ISS-AIME. – Warrendale: ISS-AIME. – 1986 (Vol. 69). – P. 497-502.
2. Sung-Kwang Kim. Improvement of slab subsurface quality by change of casting parameters in continuous-cast ultra-low-carbon steel / Sung-Kwang Kim, Ho-Jung Shin, Go-Gi Lee e.a. // SEAIISI. – 2007. – Vol. 36. – № 3. – P. 64-68.
3. Смирнов А. Н. Непрерывная разливка стали / А. Н. Смирнов, С. В. Куберский, Е. В. Штепан // Донецк: ДонНТУ. – 2011. – 482 с.
4. Современная концепция вторичного охлаждения непрерывнолитой заготовки ООО «Уралмаш-Инжиниринг» / В. Ю. Авдонин, Л. В. Буланов, Е. В. Гельфенбейн и др. // Сталь. – 2008. – № 5. – С. 16-19.
5. Харсте К. Оптимизация процесса непрерывного литья стали и наблюдение за его ходом / К. Харсте, В. Банненберг, Б. Бегрман, К. Шпицер // Чёрные металлы. – 1993. – № 7. – С. 16-25.

6. Некоторые аспекты организации производства в условиях современного микро-завода / А. Н. Смирнов, А. Ю. Цупрун, Е. В. Штепан, Е. В. Новикова // *Металл и литьё Украины*. – 2009. – № 1-2. – С. 16-20.
7. Динамическое управление температурным состоянием заготовок МНЛЗ / А. Е. Батраева, Б. Н. Парсункин, Е. Н. Ишметьев и др. // *Известия вузов. Чёрная металлургия*. – 2007. – № 11. – С. 20-25.
8. Математическое описание механизма использования охлаждающей воды в зоне вторичного охлаждения МНЛЗ / З. Г. Салихов, Е. Н. Ишметьев, Р. Т. Газимов, К. З. Салихов // *Там же*. – 2010. – № 3. – С. 59-62.
9. Затвердевание сляба при переходных режимах разливки в машине непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) / С. В. Лукин, Ю. А. Калягин, А. В. Усачев, А. Р. Мусин // *Фундаментальные проблемы металлургии. Сб. материалов 3-й межвуз. науч.-техн. конф.* – Вестник УГТУ – УПИ. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ – УПИ. – 2003. – № 5 (20). – С. 75-78.
10. Управление вторичным охлаждением непрерывнолитых слябов / А. М. Ламухин, С. В. Лукин, Ю. А. Калягин и др. // *Сталь*. – 2003. – № 4. – С. 24-27.
11. Масальский С. С. Оптимизация вторичного охлаждения непрерывнолитых слитков / С. С. Масальский, В. Н. Селиванов // *Известия вузов. Чёрная металлургия*. – 2000. – № 1. – С. 57-60.
12. Целесообразность динамического управления зоной вторичного охлаждения / А. Н. Минтус, А. Ю. Цупрун, Д. А. Денисенко, В. Ю. Мариничев // *Наукові праці Донецького НТУ. Серія: «Електротехніка і енергетика»*. – 2007. – Вип. № 7(128). – С. 91-94.



REFERENCES

1. Yasunaka H. Improvement of surface quality of continuously cast steel by high cycle mold oscillation / H. Yasunaka // *Steelmaking Conference Proceedings, ISS-AIME*. – Warrendale: ISS-AIME. – 1986 (Vol. 69). – P. 497-502.
2. Sung-Kwang Kim. Improvement of slab subsurface quality by change of casting parameters in continuous-cast ultra-low-carbon steel / Sung-Kwang Kim, Ho-Jung Shin, Go-Gi Lee e.a. // *SEAIISI*. – 2007. – Vol. 36. – № 3. – P. 64-68.
3. Smirnov A. N. Nепrерывная разливка стали / A. N. Smirnov, S. V. Kuberskiy, E. V. SHtepan // *Doneck: DonNTU*. – 2011. – 482 s.
4. Sovremennaya koncepciya vtorichnogo ohlazhdeniya nepreryvnolitoj zagotovki OOO «Uralmash-Inzhiniring» / V. YU. Avdonin, L. V. Bulanov, E. V. Gel'fenbeyn i dr. // *Stal'*. – 2008. – № 5. – P. 16-19.
5. Harste K. Optimizaciya processa nepreryvnogo lit'ya stali i nablyudenie za ego hodom / K. Harste, V. Bannenberg, B. Begrman, K. SHpicer // *CHernye metally*. – 1993. – № 7. – P. 16-25.
6. Nekotorye aspekty organizacii proizvodstva v usloviyah sovremennogo mikro-zavoda / A. N. Smirnov, A. YU. Cuprun, E. V. Shtepan, E. V. Novikova // *Metall i lit'e Ukrainy*. – 2009. – № 1-2. – P. 16-20.
7. Dinamicheskoe upravlenie temperaturnym sostoyaniem zagotovok MNLZ / A. E. Batraeva, B. N. Parsunkin, E. H. Ishmet'ev i dr. // *Izvestiya vuzov. CHernaya metallurgiya*. – 2007. – № 11. – P. 20-25.
8. Matematicheskoe opisanie mekhanizma ispol'zovaniya ohlazhdayushchey vody v zone vtorichnogo ohlazhdeniya MNLZ / Z. G. Salihov, E. H. Ishmet'ev, R. T. Gazimov, K. Z. Salihov // *Izvestiya vuzov. «CHernaya metallurgiya»*. – 2010. – № 3. – P. 59-62.
9. Zatverdevanie slyaba pri perekhodnyh rezhimah razlivki v mashine nepreryvnogo lit'ya zagotovok (MNLZ) / S. V. Lukin, YU. A. Kalyagin, A. V. Usachev, A. R. Musin // *Fundamental'nye problemy metallurgii. Sб. materialov 3-y mezhvuz. nauch.-tekh. konf.* – Vestnik UGTU – UPI. – Ekaterinburg: GOU VPO UGTU – UPI. – 2003. – № 5 (20). – P. 75-78.
10. Upravlenie vtorichnym ohlazhdeniem nepreryvnolityh slyabov / A. M. Lamuhin, S. V. Lukin, YU. A. Kalyagin i dr. // *Stal'*. – 2003. – № 4. – P. 24-27.
11. Masa'skiy S. S. Optimizaciya vtorichnogo ohlazhdeniya nepreryvnolityh slitkov / S.S. Masa'skiy, V.N. Selivanov // *Izvestiya vuzov. CHernaya metallurgiya*. – 2000. – № 1. – P. 57-60.
12. Celesoobraznost' dinamicheskogo upravleniya zonoj vtorichnogo ohlazhdeniya / A. N. Mintus, A.YU. Cuprun, D. A. Denisenko, V. YU. Marinichev. // *Naukovi praci Donec'kogo NTU. Seriya: «Elektrotehnika i energetika»*. – 2007. Vip. № 7(128). – P. 91-94.

Анотація

Смирнов О. М., Куберський С. В., Ухін В. Є.

Динамічне управління охолодженням безперервнолитих заготовок за перехідних режимів розливання в умовах металургійних мікрозаводів

Розглянуто особливості організації серійного розливання сталі в умовах металургійних мікрозаводів. Показано, що складності організації розливання довгими серіями обумовлені відмінностями в тривалості основних технологічних циклів, які можна нівелювати варіюванням швидкості витяжки заготовки. Запропоновано систему динамічного управління охолодженням безперервнолітої заготовки, яка дозволяє плавно змінювати інтенсивність подачі охолоджувача в залежності від швидкісних параметрів процесу і забезпечити високу якість металу.

Ключові слова

мікрозавод, безперервне розливання, серійність, суміщення циклів, варіювання швидкістю, динамічне управління, охолодження, якість

The features of the organization of serial casting in metallurgical micromills had been inspecting. It is shown that the complexity of the organization long sequences of casting due to differences in the length of the main technological cycles that can neutralize the varying speed of drawing billets. The system of dynamic cooling control continuous casting allows smoothly changing the flow rate of the coolant depending on the speed of the process parameters and providing high-quality metal.

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ И ПОДПИСЧИКОВ!**Порядок приёма статей в редакцию журнала****«Металл и литьё Украины»**

В журнале «Металл и литьё Украины» публикуются результаты исследований, которые ранее не издавались и законченные экспериментальные работы, оформленные в виде статей. Статьи публикуются на русском языке.

Комплект документов, необходимых для регистрации статьи:

- *один экземпляр рукописи, пронумерованной с первой до последней страницы и подписанной на последней странице текста всеми авторами, а также электронный вариант статьи;*
- *соглашение о передаче авторских прав, подписанное всеми авторами и рецензия на статью*
- *сведения об авторах (ФИО – полностью)*

В электронном виде по e-mail: mlu@ptima.kiev.ua предоставляются:

- *рукопись, идентичная бумажной версии (просьба называть файл по фамилии первого автора статьи, например, *sidorov.doc* или *Сидоров.doc*);*
- *все иллюстрации в чёрно-белом варианте в одном из стандартных графических форматов «tif» или «jpeg»;*
- *информация об авторах: фамилии, имена и отчества всех авторов, выделив одного из них, с кем следует вести переписку, факс и номер телефона (с кодом), а также названия учреждений, в которых выполнена работа.*