

УДК 622.788

Л.А. Шапран, Л.Х. Иванова, А.Ю. Хитько, А.Д. Копылов

ОЦЕНКА КОНСТРУКЦИОННОЙ ПРОЧНОСТИ РОЛИКОВ ЗОНЫ ВТОРИЧНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ МНЛЗ

Аннотация. В данной работе представлены и проанализированы результаты серии экспериментов, посвященные сравнительному исследованию прогибов опытных литых биметаллических и серийных кованных роликов зоны вторичного охлаждения машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) в разных периодах разливки стали.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

В отечественной и зарубежной практике применяются ролики: стальные кованные, составные литые, однослойные и биметаллические, а также чугунные. В то же время отсутствуют данные об особенностях эксплуатационных свойств стальных биметаллических роликов. Работа выполнена в соответствии с государственной научно-технической программой 04.01 «Ресурсосберегающие экологически чистые процессы и технологии в металлургии и литейном производстве» (приказ МН № 102 от 23.04.97 г., задание 04.01/ 0137).

Целью исследований являлось определение эксплуатационных свойств, в частности прогибов, стальных биметаллических центробежнолитых роликов и сравнение с серийными коваными.

Методика исследований. Запись прогибов в течение более 300 минут позволяет судить об их величине в установившемся и переходном режимах разливки стали на МНЛЗ, связанных с заменой погружаемого стакана. При эксплуатации роликов МНЛЗ время их выхода на установившийся температурный режим составляет 90...100 мин [1].

Перед эксплуатацией и во время ее проводили измерения прогибов опытных роликов диаметром 300 мм, работающих в условиях больших механических и температурных нагрузок.

Исследуемые кованный и биметаллические ролики устанавливали неприводными на малом радиусе технологической

линии пятого и шестого механизмов зоны вторичного охлаждения машин непрерывного литья заготовок [2].

Измерение прогиба литого ролика до эксплуатации производили под воздействием только механической нагрузки. Установлено, что величина прогиба ролика от действия груза массой 10 т составила 0,5 мм, что на 5...10 % больше прогиба кованных роликов этого же диаметра.

Уровень технологии непрерывной разливки позволяет производить замену ковшей практически без снижения скорости разливки. Серийность плавков без замены ковшей достигает 6...8. Поэтому наибольшее влияние на ритмичность и выдержку скорости разливки оказывает замена погружаемых стаканов. При замене стаканов скорость разливки снижается с 0,8 до 0,2 м/мин, что вызывает увеличение температурного перепада по сечению ролика. При этом увеличивается прогиб роликов и раствор между ними, определяющий толщину слитка по технологической линии.

Для прогнозирования изменения величины раствора между роликами при замене кованных на биметаллические, а также оценки их конструкционной прочности экспериментально определяли изменение величины прогибов сравниваемых роликов следующим образом.

До эксплуатации величину прогиба роликов оценивали с помощью специального устройства с датчиком часового типа с точностью $\pm 0,01$ мм при нагрузке контрольным грузом массой 10 т.

В процессе эксплуатации определяли максимальную величину прогиба с помощью специального устройства (рис. 1) со штоком из материала с малым коэффициентом термического расширения с точностью $\pm 0,01$ мм. Устройство было вмонтировано в водоохлаждаемую раму кассеты для роликов $\varnothing 300$ мм верхнего полотна пятого механизма зоны вторичного охлаждения.

На раме роликовой секции установлены стационарные кронштейны 1, на которых закреплено устройство, состоящее из штока 2 с малым роликом 3, пружины 4 и корпуса 5. Предварительная настройка устройства производилась с помощью прокладок 6, после чего устройство закрепляли на кронштейне болтовым соединением 7. При измерениях полый шток 2 охлаждается сжатым воздухом. Перемещение штока передается с

помощью струны 8 через блок 9 на реохордный датчик перемещения 11. Постоянное натяжение струны обеспечивается пружиной 10. Преобразованный реохордным датчиком сигнал поступает на панель 12, собранную по мостовой схеме и далее на светолучевой осциллограф 13.

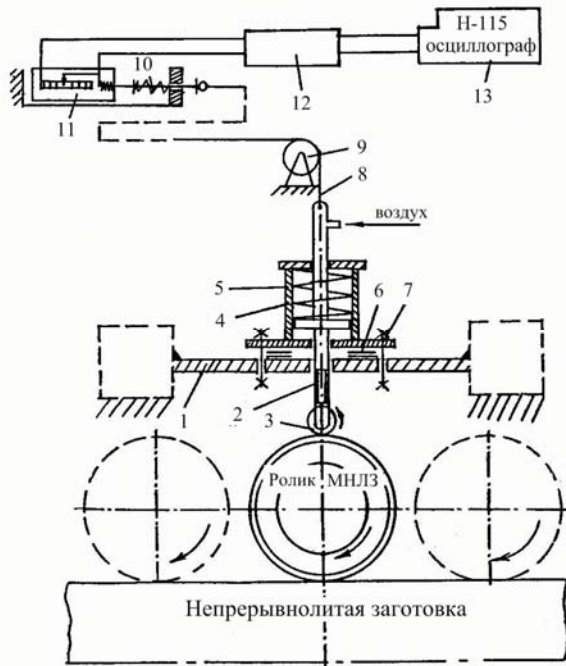


Рисунок 1 - Схема устройства для определения прогибов:

- 1 – кронштейн;
- 2 – шток;
- 3 – ролик;
- 4 – пружина;
- 5 – корпус;
- 6 – прокладки;
- 7 – болтовое соединение; 8 – струна;
- 9 – блок;
- 10 – пружина;
- 11 – датчик перемещения;
- 12 – электропанель;
- 13 – осциллограф

Разработанная измерительная схема позволяет вывести реохордный датчик перемещения из зоны воздействия высоких температур, т.е. за пределы зоны вторичного охлаждения. Тарировку измерительной схемы производили непосредственно в МНЛЗ. Для измерения температуры поверхности роликов были изготовлены контактные термопары типа ХЖ с переносным милливольтметром и протарированы в интервале температур 20...500⁰С. Для измерения прогибов роликов применяли расходные датчики типа ЛХ707 со специальными передаточными устройствами, позволяющими вынести датчик из зоны высоких температур. Тарировку датчиков перемещения проводили непосредственно на МНЛЗ с помощью мерных пластин толщиной 0,1 мм, вводимых между поверхностью ролика и штоком датчика. При этом учитывали температурные удлинения механических связей.

Температурное поле поверхности бочки ролика исследовали при разливке на МНЛЗ крупногабаритных заготовок сечением

300x1850 мм. Контактные термопары подводились с тыльной стороны ролика. Это позволило провести измерения температуры поверхности роликов в установившемся режиме. Интервал температур, установленный при измерениях, составил 120...140⁰С. Используя эти данные и результаты проведенных ранее исследований температурных полей серийных роликов, методом аппроксимации были получены максимальные значения температуры в зоне контакта ролика со слитком – 470⁰С. Температурное удлинение передающих элементов учитывали при обработке данных по конечному расхождению величин сигнала после выхода слитка и проверялось расчетом, для чего определяли температуру элементов конструкции контактной термопарой. Величину прогибов измеряли с помощью реохордных датчиков типа ЛХ-705 с точностью ± 0,01 мм. Показания датчиков перемещения регистрировали светолучевым осциллографом Н-115. Одновременно на эту же осциллограмму записывали скорость разливки, изменяющуюся при смене ковшей, замене разливочного стакана, в начале и конце разливки и др. Запись производили непрерывно.

Одновременно производили измерение прогибов двух роликов: экспериментального биметаллического 2 и серийного ковального 1 ролика, установленных средними в верхних кассетах соответственно шестого и пятого механизмов пятого ручья МНЛЗ № 3.

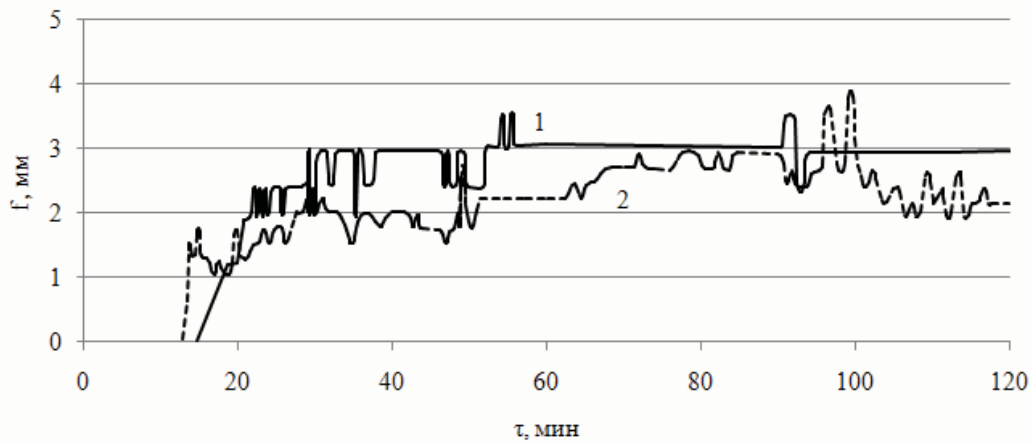
Результаты измерений регистрировались на одной осциллограмме, что позволило сравнить изменение прогибов в процессе эксплуатации при всех скоростных режимах разливки. Экспериментальные данные использовались при расчете соотношения толщин слоев биметалла и напряжений в них, а также для определения необходимой жесткости роликов.

Экспериментальная часть. Прогиб роликов в процессе эксплуатации оценивали по максимальному отклонению контрольного щупа с фиксатором. Щуп контактировал с роликом перпендикулярно широкой грани сляба и вводился в контакт через трубу, сваренную в продольную балку роликовой секции. После прохождения серии плавок отклонение щупа измерялось с помощью штангенциркуля. Измерения показали, что максимальный прогиб роликов при смене промежуточного ковша и скорости разливки 0,2 м/мин составил для опытных роликов исполнений 17X12МФЛ–20Л и

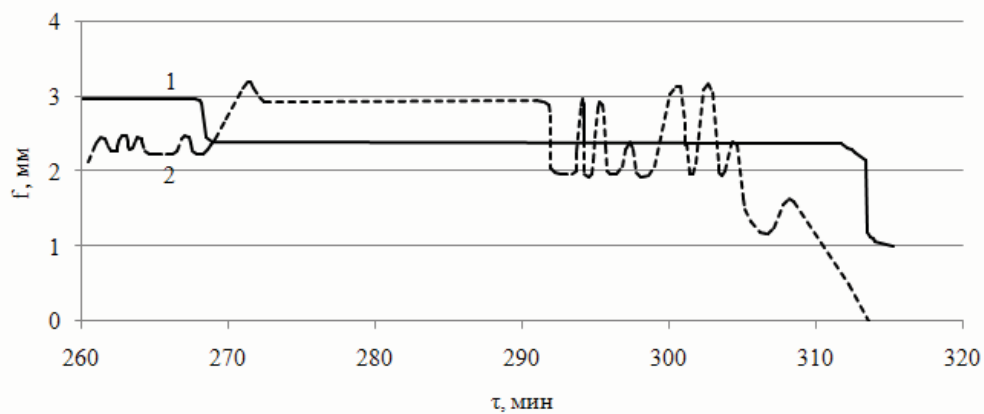
20X25H19C2Л–20Л 2,5 и 3,5 мм, соответственно. Определенное значение прогиба одного из опытных роликов превышало прогибы кованных роликов, которые составляют 2,5...2,8 мм.

На рис. 2 приведены графические изображения прогибов биметаллического (1) и кованого (2) роликов. Кривые характеризуют изменение прогибов от начала разливки стали до выхода слитка. При этом была произведена замена трех погружаемых стаканов.

Опытный ролик к тридцатой минуте от начала разливки вышел на установившийся режим и далее величина его прогиба была постоянной и равной 3 мм, с изменениями до 0,5 мм при снижении скорости во время замены погружаемых стаканов (см. рис. 2).



А



Б

Рисунок 2 - Изменение прогибов биметаллического (1) и кованого (2) роликов в начальном и установившемся периодах (А), а также в заключительном периоде (Б)

Колебательное изменение прогибов при этом практически отсутствовало. Для сравнения кованный ролик получал приращение прогиба в течение 80 мин от начала заливки. Изменение скорости вызывало в нем колебательное изменение прогибов в течение 10...15 мин, с увеличением максимума амплитуды до 4 мм (см. рис. 2).

Прогибы измеряли с целью установления истинного значения изменения межроликового расстояния в МНЛЗ при использовании биметаллических роликов и возможного влияния состояния роликотной проводки на качество слитков. Установлено, что прогибы биметаллических роликов исполнения 17Х12МФЛ – 22ХМФЛ при установившемся режиме работы МНЛЗ (скорость разливки 0,6...0,8 м/мин) составляли 2...2,8 мм. При переходных режимах, например, при замене разливочного стакана, когда скорость разливки уменьшалась до 0,2 м/мин, величина прогибов биметаллических роликов возрастала до 3,5...4 мм.

Полученные значения величины прогибов биметаллических роликов были на 15...20 % ниже, чем у серийных кованных роликов.

В процессе эксплуатации проводили измерение прогибов и температуры поверхности бочек роликов. Установлено, что максимальный прогиб биметаллического ролика составляет 2,3 мм при скорости разливки 0,2 м/мин во время замены разливочного стаканчика. Измерения температуры поверхности роликов показали, что они работали в нормальном температурном режиме, не перегреваясь. Т. е. большая по сравнению с кованными площадь внутренней теплоотводящей поверхности в биметаллических роликах обеспечивала эффективный отвод тепла.

Выводы. Приведенные результаты исследования прогибов показывают, что применение биметаллических роликов окажет положительное влияние на стабильность межосевого расстояния, как в течение всей кампании, так и при изменении скоростных режимов во время разливки стали отдельных серий

Проведенные исследования термонагруженного состояния биметаллических роликов позволили установить, что при использовании роликов новой конструкции происходило уменьшение прогибов и стабилизировалось межроликовое расстояние по технологической длине МНЛЗ, что положительно влияло на качество разливаемых стальных заготовок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проведение испытаний с целью выявления причин отказов и разработка варианта подшипникового узла роликов МНЛЗ, обеспечивающего работоспособность в условиях повышенных нагрузок и температур: Отчет о НИР / Днепроп. металлургич. ин-т (ДМетИ). – Руководитель Г. Ф. Кравченко. – 082401; № ГР 80027756. – Д., 1980. – 60 с.
2. Исследование, разработка, изготовление и испытание экспериментальных биметаллических роликов из центробежнолитых заготовок с упрочненным внутренним слоем: Отчет о НИР / Днепроп. металлургич. ин-т (ДМетИ) – Руководитель И. В. Адамов. – К 522080007; № ГР 01870063718. – Д., 1988. – 76 с.