

УДК 621.746.047:658.011.56

**КОМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД МОДЕЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
УСЛОВИЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СТОПОРНОЙ СИСТЕМЫ
ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОВША МНЛЗ**

С.П. Еронько, М.Ю. Ткачев, В.М. Пильгаев
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Рассмотрена методология комплексных экспериментальных исследований на физических моделях условий работы наиболее нагруженных узлов стопорной системы промежуточного ковша МНЛЗ, направленных на повышение надежности разливочных устройств данного типа.

Ключевые слова: промежуточный ковш, стопорный механизм, огнеупорный моноблок, напряженное состояние, вибрация.

The methodology of complex experimental studies on physical models of operating conditions of the most loaded assemblies of the locking system of the intermediate ladle of continuous casting machine aimed at improving the reliability of the tapping devices of this type is considered.

Key words: tundish, stopper mechanism, refractory monoblock, stress state, vibration.

Непрерывная разливка стали длинными сериями, позволяющая существенно повысить производительность машин непрерывного литья заготовок, может быть реализована только при обеспечении надежной работы разливочной системы, с помощью которой осуществляется регулируемая подача жидкой стали из промежуточного ковша в кристаллизатор МНЛЗ [1].

Несмотря на многообразие технических решений, заложенных в конструкцию разливочных устройств промежуточных ковшей, их можно разбить на две основные группы, состоящие из стопорных и шиберных систем [2]. При этом следует отметить тот факт, что в настоящее время, несмотря на ряд достоинств устройств шиберного типа, в большинстве своем промежуточные ковши МНЛЗ оборудованы стопорными устройствами.

Современная стопорная система промежуточного ковша, как известно, включает огнеупорный моноблок, удерживаемый

рычажным механизмом, приводимым в действие силовым гидроцилиндром или специальным мотор-редуктором.

Из перечисленных структурных элементов стопорной системы в наиболее неблагоприятных условиях работает керамическое изделие, подвергающееся разрушающему воздействию агрессивного шлака и потоков жидкой стали, изгибающих и виброударных нагрузок, а также пульсаций давления инертного газа, вдуваемого через канал стопора в разливочный канал с целью снижения интенсивности процесса его зарастания [3]. Учитывая то обстоятельство, что указанные факторы, отрицательно влияющие на срок службы огнеупорного стопора-моноблока, одновременно действуют в течение всей серийной разливки, при оценке степени их влияния и поиске решений, направленных на устранение или ослабление вызываемого ими негативного эффекта, необходимо принятие комплексных мер. Поскольку проведение всеобъемлющих исследований условий функционирования стопорных систем во время реализации технологического процесса литья заготовок жестко ограничено требованиями техники безопасности и невозможностью снижения производственного ритма, для успешного решения поставленных задач следует считать целесообразным использование методов физического моделирования и соответствующих контрольно-измерительных средств. Модельные эксперименты в первую очередь должны быть направлены на изучение напряженно-деформированного состояния наиболее нагруженных узлов стопорной системы; влияния газодинамических процессов, протекающих в жидкой ванне промежуточного ковша в зоне расположения огнеупорного моноблока и стакана-дозатора, на уровень возбуждаемой ими вибрации, воздействующей на стопорную систему в целом. С этой целью на кафедре «Механическое оборудование заводов черной металлургии» имени профессора Седуша В.Я. Донецкого национального технического университета создан лабораторный комплекс, включающий: установку для изучения поляриционно-оптическим методом напряженного состояния отдельных структурных элементов стопорной системы; объемную прозрачную модель промежуточного ковша, снабженную действующими моделями стопорных механизмов с гидравлическим и электромеханическим приводами; набор контрольно-измерительных средств, позволяющих фиксировать в режиме реального времени значения таких важных параметров, как скорость потоков жидкости в заданной точке ванны модели промежуточного ковша и уровень вибрации модели стопорной системы [2, 4].

Использование поляризационно-оптической установки при изучении нагруженного состояния моделей элементов стопорной системы, изготовленных из органического стекла, являющегося оптически чувствительным материалом и обладающего свойством двойного лучепреломления, позволяет получить информацию о местах концентраций напряжений, поскольку световой луч, проходящий через прозрачную кристаллическую среду, разлагается на две взаимно перпендикулярные плоскополяризованные составляющие. В этом случае при помещении модели из органического стекла в рабочее поле между поляризатором и анализатором на ее изображении наблюдаются интерференционная картина, называемая изохромами. Все точки модели, соединенные темными линиями являются линиями одинакового направления главных напряжений. В качестве примера на рис. 1 и 2 приведены характерные изображения изохром при исследовании напряженно-деформированного состояния узлов крепления моноблока и элементов разливочной системы при различных условиях их взаимодействия.

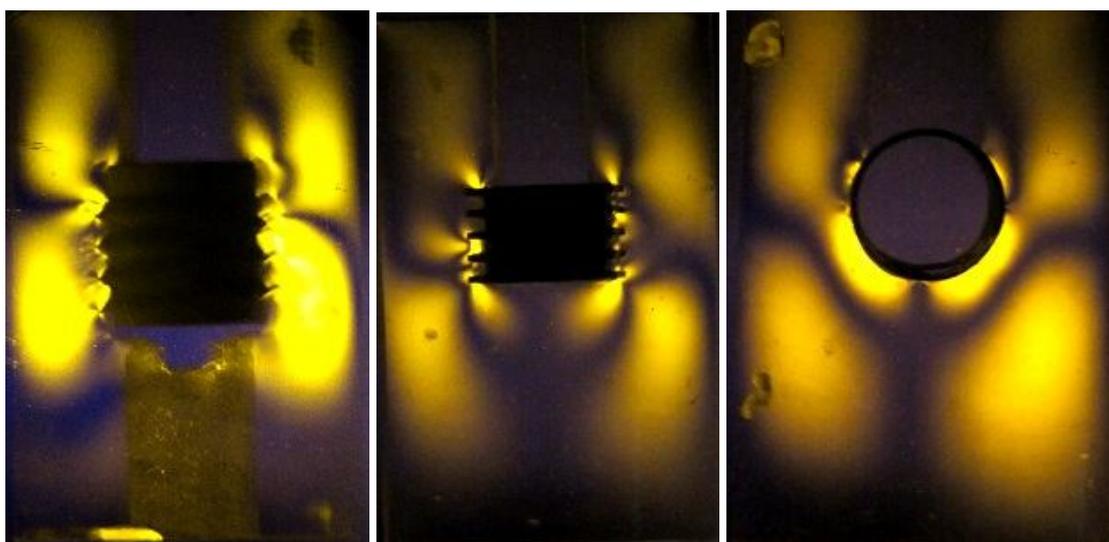


Рисунок 1 – Картина распределения линий одинакового направления главных напряжений в узле крепления стопора-моноблока при различном конструктивном исполнении гайки для фиксации металлического стержня

Исследование динамики потоков жидкости в объемной модели промежуточного ковша с использованием зонда для контроля их скоростей (фото на рис. 3 а) дает возможность сделать качественную и количественную оценку воздействия на стопор-моноблок динамического напора расплава. Для этого предварительно необходимо с помощью контрольно-измерительного комплекса,

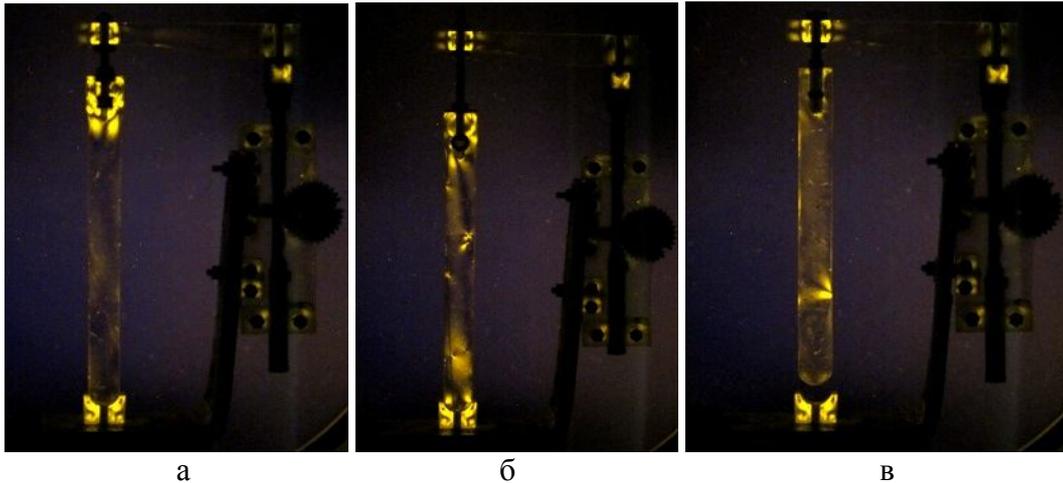
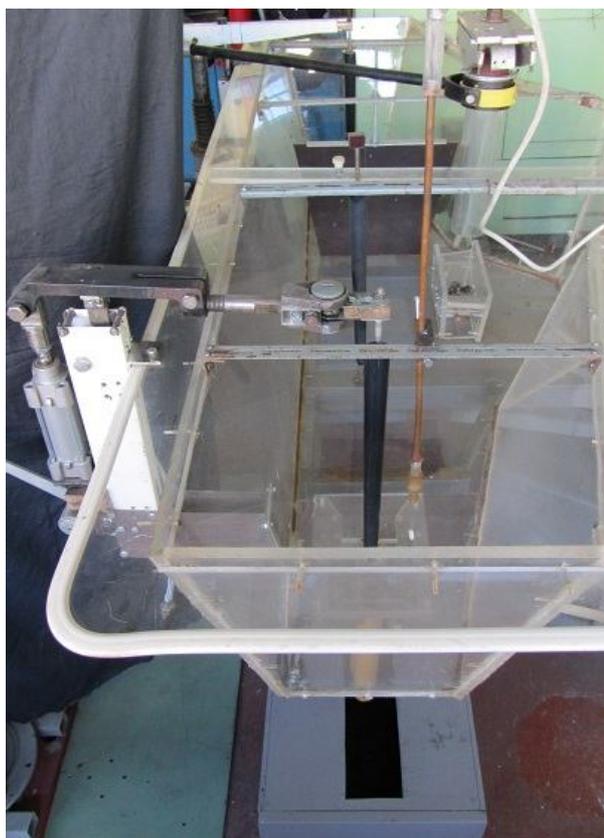
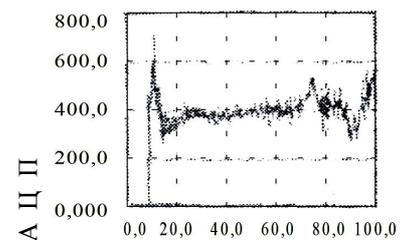


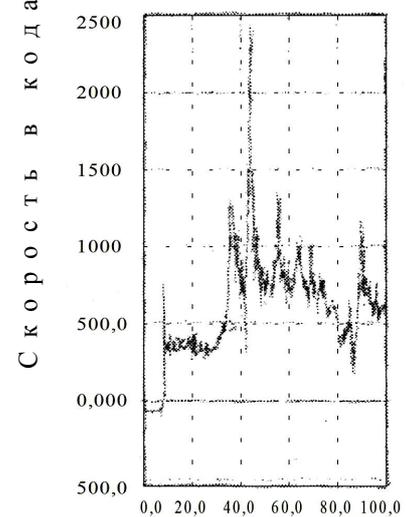
Рисунок 2 – Характерные картины распределения главных напряжений в элементах стопорной системы при перекрытии разливочного канала в случаях соосного (а) и несоосного (б) положения огнеупорного моноблока и стакана-дозатора, а также в момент полного открытия канала стакана-дозатора



а



б



Время, с

в

Рисунок 3 – Положение зонда для контроля скорости жидкостных потоков, действующих на нижнюю часть модели стопора-моноблока (а), и характерный вид сигналов, зарегистрированных при установившемся режиме разлива (б) и во время нарушения организации струи модельной жидкости (в)

включающего кроме зонда усилитель переменного тока, аналого-цифровой преобразователь и ЭВМ с печатающим устройством, получить в закодированном виде значения скоростей потоков модельной жидкости (рис. 3 б и 3 в). Затем, выполнив тарировку тензорезисторного преобразователя зонда, с использованием полученного графика тарировочной зависимости осуществить расшифровку зарегистрированных сигналов.

Результаты исследований гидродинамики потоков на объемной модели промежуточного ковша МНЛЗ и ее влияние на технологические нагрузки, действующие на стопор-моноблок, послужили исходной информацией при получении теоретических зависимостей для расчета энергосиловых параметров гидравлического и электрического приводов стопорных систем с учетом конструктивных особенностей применяемых в них рычажного или реечного механизмов, обеспечивающих вертикальное перемещение огнеупорного элемента при регулировании объемного расхода истекающего в кристаллизатор жидкого металла [5].

Выводы. Таким образом, благодаря использованию предложенного комплексного метода модельных исследований условий функционирования стопорной системы промежуточного ковша МНЛЗ, получены результаты, позволившие выдать рекомендации по расчету, конструированию и эксплуатации новых разливочных устройств, обеспечивающих повышение эффективности технологического процесса получения непрерывнолитой заготовки за счет повышения серийности разлива.

Список литературы

1. Разработка эффективных разливочных систем промежуточных ковшей МНЛЗ / С.П. Еронько [и др.] // *Металлургические процессы и оборудование*. – 2009. – № 2. – С. 39-48.
2. Исследование условий стабильности функционирования системы дозирования стали в промковше МНЛЗ / С.П. Еронько [и др.] // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2004. – № 8. – С. 126-129.
3. Условия работы стопора-моноблока при регулировании истечения стали из промковша МНЛЗ / А.Н. Смирнов [и др.] // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2004. – № 4. – С. 96-99.
4. Исследование напряженно-деформированного состояния узла крепления стопора-моноблока промежуточного ковша МНЛЗ С.П. Еронько [и др.] // *Металл и литье Украины*. – 2010. – № 9-10. – С. 33-39.
5. Расчет энергосиловых параметров и модельные исследования стопорной системы промежуточного ковша МНЛЗ / С.П. Еронько [и др.] // *50 лет непрерывной разливки стали в Украине: сб. науч. тр. конф., 4-5 ноября 2010 г., Донецк*. – Донецк: Ноулидж. – 2010. – С. 397–408.