

МОДЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УЗЛА КРЕПЛЕНИЯ СТОПОРА-МОНОБЛОКА ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОВША МНЛЗ

Рекордные показатели серийности непрерывной разливки стали на мини-заводах ведущих американских и западноевропейских фирм достигли 300 плавов, а на заводах стран СНГ этот показатель ниже в 10 раз. Главными причинами столь существенного отставания отечественных производителей непрерывнолитых заготовок являются низкое качество применяемых огнеупорных изделий (стаканов — дозаторов и стопоров — моноблоков), отсутствие четких рекомендаций по их рациональному использованию, а также несовершенство конструкций и отсутствие теории расчета энергосиловых и технологических параметров стопорных систем промежуточных ковшей. Поэтому стопорные системы, применяемые в настоящее время на отечественных металлургических предприятиях, требуют совершенствования с целью повышения стабильности функционирования их структурных элементов, включая керамический моноблок и привод его вертикального перемещения [1].

Особое внимание заслуживают поломки стопора-моноблока, вызванные появлением продольных или поперечных трещин в верхней части его корпуса в месте запрессовки элементов, обеспечивающих сочленение огнеупорного и металлического стержней.

Результаты сопоставительного анализа известных конструктивных схем крепления стопора-моноблока, свидетельствует о том, что главными предпосылками возникновения растрескивания огнеупорного изделия являются наличие в нем высоких концентраций напряжений в зоне заделки крепежных элементов (расклинивающих втулок, гаек или фиксирующих стержней), а также превышение допустимого усилия затяжки нажимной гайки при сборке стопорной системы [2].

Для качественной оценки напряженно-деформированного состояния узла крепления стопора-моноблока при различных вариантах соединения несущего резьбового стержня с телом керамического блока целесообразно использовать поляризационно-оптический метод, позволяющий получить картину распределения полей напряжений на модели изучаемого объекта. В соответствии с рекомендациями, приведенными в работе [3], изготовили действующую натурную модель стопорной системы промежуточного ковша, снабженную реечным механизмом вертикального перемещения стопора-моноблока относительно разливочного стакана (рис. 1). Дополнительно к ней подготовили комплект из трех плоских моделей керамических блоков, выполненных из эпоксидной смолы и имеющих различное конструктивное исполнение узла крепления, показанное на рисунке 2.

Указанные модели стопоров-моноблоков поочередно закрепляли на консоли модели стопорной системы, которую затем размещали между поляризатором и анализатором установки как показано на рисунке 3. В процессе силового нагружения каждой плоской модели стопора-моноблока осуществляли наблюдение за появлявшимися картинками полей напряжений в зоне ее узла крепления и вели их фотосъемку. В монохроматическом свете при взаимно перпендикулярном расположении плоскостей поляризации поляризатора и анализатора на модели стопора-моноблока появлялись темные полосы, совпадающие с направлением главных нормальных напряжений, возникающих в ее теле. На рисунке 4 показаны характерные картины распределения полей напряжений, полученные в ходе проведения лабораторных экспериментов.



Рисунок 1 — Физическая модель стопорной системы для получения качественной картины напряжений в узле крепления ее стопора-моноблока

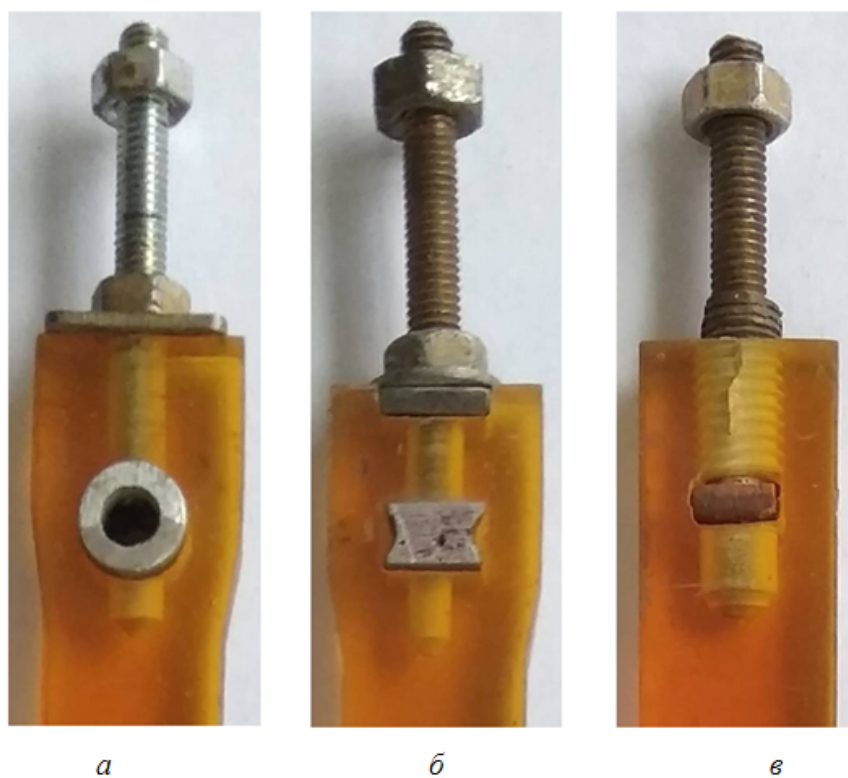


Рисунок 2 — Конструктивное исполнение узла крепления моделей стопоров-моноблоков



Рисунок 3 — Общий вид использовавшейся поляризационно-оптической установки

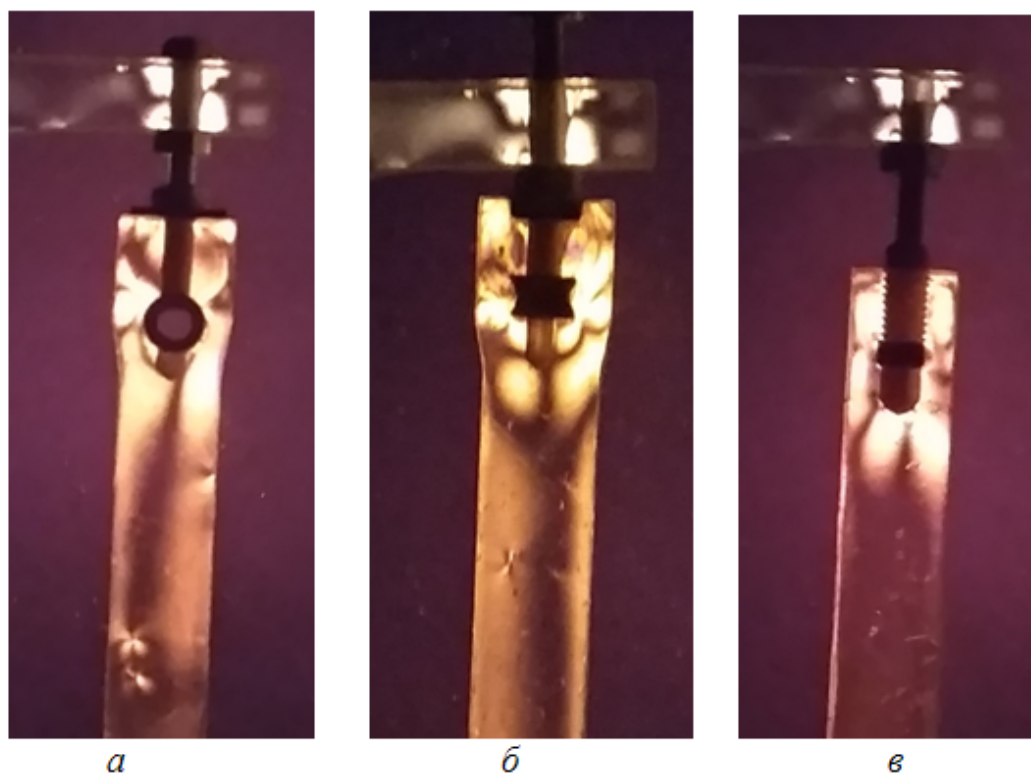


Рисунок 4 — Картины полей напряжений в зоне узла крепления модели стопора-моноблока при различном его конструктивном исполнении

Из приведенных снимков видно, что размеры полей напряжений и их конфигурация в значительной мере разнятся в зависимости от формы металлических элементов, обеспечивающих соединение огнеупора с несущим резьбовым стержнем. Наличие перекоса модельного стопора-моноблока относительно вертикальной оси разливочного стакана приводит к возникновению напряжений в теле огнеупорного элемента на значительной его длине ниже узла крепления (рис. 4, *а* и *б*).

Результаты выполненных модельных исследований позволили установить качественную картину степени нагруженности стопора-моноблока. При этом наибольшие напряжения возникают в зоне расположения его узла крепления. Поэтому одним из главных направлений дальнейших исследований, направленных на повышение надежности стопорной системы промежуточного ковша МНЛЗ, является поиск новых способов соединения несущего резьбового металлического стержня с верхней частью огнеупорного стопора-моноблока.

Список литературы

1. Процессы непрерывной разливки / А. Н. Смирнов [и др.]. — Донецк : ДонНТУ, 2002. — 536 с.
2. Еронько, С. П. Разливка стали. Оборудование. Технология / С. П. Еронько, С. В. Быковских. — К. : Техніка, 2003. — 216 с.
3. Пригоровская, Н. И. Методы и средства определения полей деформации и напряжений / Н. И. Пригоровская. — М. : Машиностроение, 1988. — 248 с.