

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГОСИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ БЫСТРОЙ ЗАМЕНЫ ПОГРУЖНЫХ СТАКАНОВ ДЛЯ СЕРИЙНОЙ РАЗЛИВКИ СТАЛИ

Ткачев М.Ю., магистрант

(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г.Донецк, Украина)

Рациональная технология непрерывной разливки стали является весьма важным составляющим элементом сталеплавильного производства, определяющим технико-экономические показатели работы цеха и себестоимость металлопродукции. В настоящее время главными условиями улучшения показателей технико-экономической эффективности производства качественной заготовки на слабовых машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) являются повышение её производительности путем увеличения серийности непрерывной разливки и улучшения качества отливаемой заготовки за счет организации защиты стали от вторичного окисления на участках сталеразливочный ковш – промежуточный ковш – кристаллизатор. Важно отметить, что в ходе промышленного опробования различных защитных приспособлений, разработанных отечественными и зарубежными специалистами [1], установлено, что наилучшие результаты достигаются в случае использования специальных огнеупорных изделий – труб и погружных стаканов, экранирующих струю от окружающей атмосферы.

В условиях непрерывной разливки стали длинными сериями с применением защитных погружных стаканов стабилизация скоростных режимов истечения металла из промежуточного ковша в кристаллизатор МНЛЗ является важной технологической задачей, решение которой требует создания специальных устройств, позволяющих при необходимости осуществлять быструю замену огнеупорного элемента, экранирующего струю расплава от окружающей атмосферы [2, 3]. Многообразие схем относительного расположения оборудования современных МНЛЗ и особенности его функционирования являются главными предпосылками для разработки систем быстрой замены погружных стаканов, которые в наибольшей мере соответствуют условиям непрерывной разливки металла конкретного сталеплавильного цеха.

Результаты литературного и патентного поиска, выполненного по изучаемой проблеме, показали, что в последние годы практически отсутствуют работы, в которых изложены в доступной форме методология расчета конструктивных и энергосиловых параметров образцов оборудования, введенных в эксплуатацию за рассмотренный пятнадцатилетний период. Это обусловлено стремлением зарубежных разработчиков (фирмы «Interstop Corp.» (Швейцария), «Vesuvius Group» (Бельгия) и «Danieli & C. Officine Meccaniche S.p.A.» (Италия)) защитить свои технические секреты от возможных конкурентов, поэтому они, как правило, ограничиваются предоставлением информации, носящей рекламный характер. Отсутствие результатов теоретических и практических исследований нового металлургического оборудования вносит значительные осложнения в дальнейшее развитие и совершенствование функциональных систем МНЛЗ [4]. Поэтому разработки, направленные на создание систем быстрой смены погружных стаканов, использование которых позволит исключить проблемы, вызванные прерыванием струи металла, истекающей из промежуточного ковша в кристаллизатор МНЛЗ во время разливки, являются наиболее перспективными. Также требует дальнейшего развития и экспериментальных исследований методика расчета конструктивных и энергосиловых параметров систем быстрой смены, т.к. приведенные в технической литературе теоретические и экспериментальные данные, посвященные ударным явлениям, которые протекают в механических системах бурения скважин и забивке свай, не могут в чистом виде быть применены для разработки разливочных систем.

С целью оптимизации энергосиловых параметров процесса смены огнеупорных элементов и снижения силы трения между контактными поверхностями металлической обоймы погружного стакана и опорной части разливочного устройства промковша МНЛЗ, вызывающей интенсивный износ контактной поверхности прижимных элементов, что требует их частой замены, при разработке усовершенствованной конструкции разливочного устройства решалась задача по снижению сил трения между контактными поверхностями его подвижно сопряженных элементов путем изменения в разливочном устройстве конструктивного исполнения узла прижатия погружного стакана.

Для решения поставленной задачи модернизированное разливочное устройство (рис. 1), включает металлический корпус 1, снабженный средствами крепления в виде штырей 2 с отверстиями под клинья 3 к наружной поверхности дна промежуточного ковша 4. Корпус 1 имеет центральное вертикальное отверстие, в котором размещена нижняя часть сталевыпускного стакана 5, закрепленного в гнездовом блоке 6. В теле корпуса 1 выполнен продольный направляющий паз для размещения рабочего 7 и резервного 8 огнеупорных погружных стаканов, верхние части которых помещены в металлические обечайки.

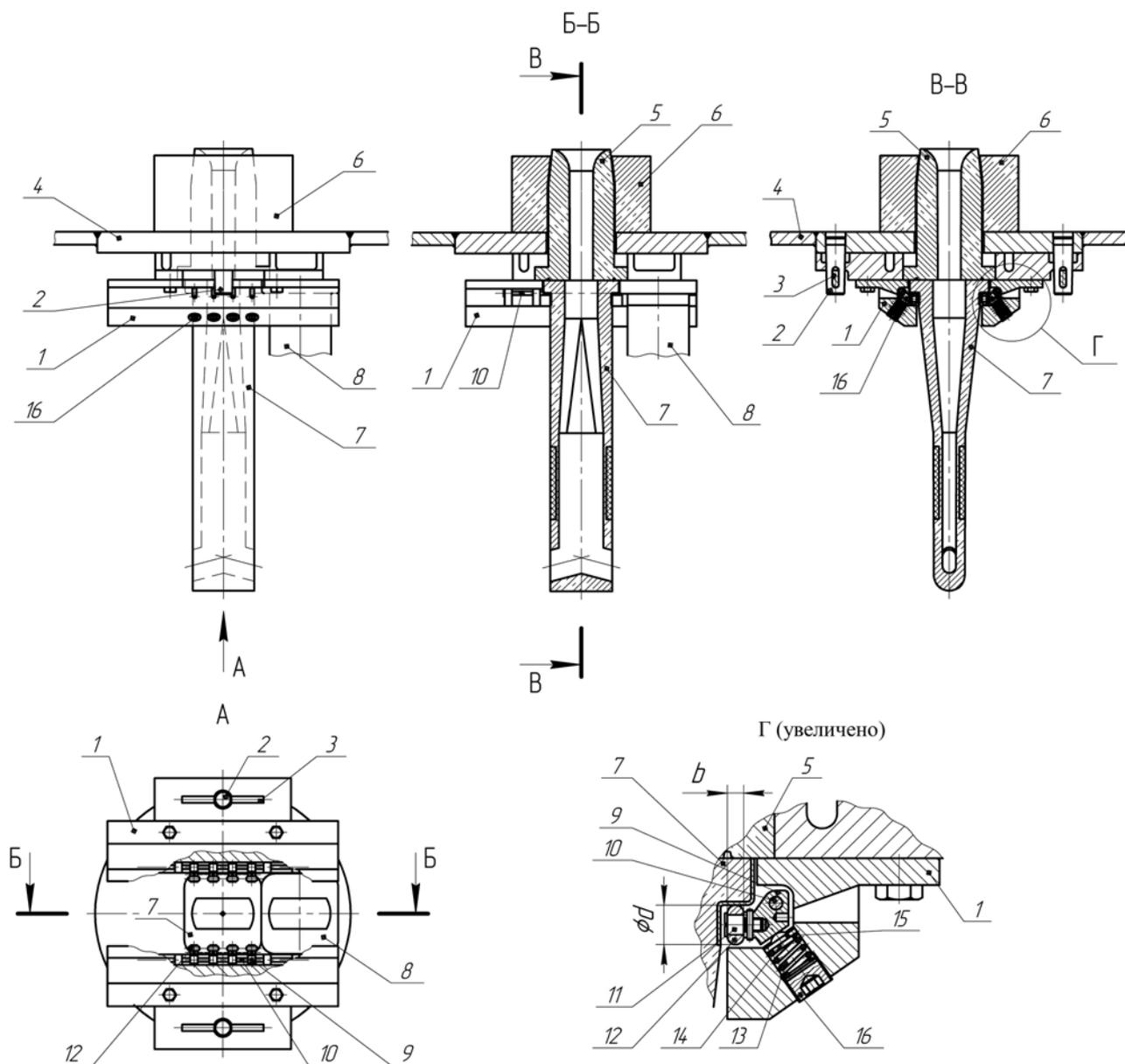


Рисунок 1 – Конструктивное исполнение усовершенствованного разливочного устройства

Погружной стакан 7 примыкает снизу к сталевыпускному стакану 5 и установлен с возможностью перемещения вдоль продольного паза силовым гидроцилиндром, смонтированным на платформе манипулятора. Прижатие погружного стакана к нижней части сталевыпускного стакана осуществляется механизмом, который включает поворотные элементы 9 с отверстиями, симметрично установленные на осях 10 по обе стороны погружного стакана 7 вдоль оси его перемещения в направляющем пазу металлического корпуса 1. Причем каждый поворотный элемент 9 снабжен консольно закрепленным пальцем 11, несущим свободно вращающийся ролик 12. Тело ролика имеет форму поверхности вращения с образующей в виде дуги с радиусом $0,5b \dots 0,5d$, где b и d – соответственно внешний диаметр ролика и его толщина в поперечном сечении симметрии, находящиеся между собой в соотношении $d/b=2 \dots 2,5$. Благодаря указанным значениям геометрических параметров ролика обеспечивается его постоянный контакт с опорной поверхностью металлической обечайки огнеупорного стакана независимо от угла поворота элемента, несущего сам ролик.

Передача усилия прижатия погружному стакану осуществляется благодаря кинематической связи поворотных элементов с предварительно сжатыми пружинами 13, которые установлены в выполненных в корпусе 1 наклонных цилиндрических каналах на направляющих стержнях 14 с поджатием к их опорным буртикам 15 с помощью ввинченных в цилиндрические каналы пробок 16. Каждая из пробок своей торцевой частью выходит наружу металлического корпуса 1. Для поворота пробок на их выходящих торцевых частях предусмотрены шлицы под отвертку или головки под ключ.

Разработанная усовершенствованная система быстрой смены погружных стаканов при серийной разливке стали на слябовых МНЛЗ выгодно отличающаяся от известных зарубежных аналогов тем, что при ее использовании обеспечивается механизированное выполнение всех операций, связанных с подачей и установкой сменного огнеупорного элемента на разливочное устройство, креплением к нему силового гидроцилиндра и последующим выводом его из зоны интенсивного теплового воздействия, вызванного излучением жидкой стали, находящейся в кристаллизаторе.

Благодаря применению в опорном узле разливочного устройства прижимных элементов, снабженных роликами, существенно снижается нагрузка на гидропривод за счет уменьшения силы трения между подвижными контактными поверхностями, устраняется их интенсивный износ, в связи с чем сокращаются эксплуатационные затраты, обусловленные потребным расходом изнашиваемых деталей и проведением ремонтных работ по их периодической замене.

Для проверки правильности принятых технических решений и корректности полученных расчетных зависимостей, описанных в работе [3], а также для исследования энергосиловых параметров системы быстрой замены погружных стаканов для серийной разливки стали был разработан, спроектирован и изготовлен физический аналог исследуемой механической системы, схема которого приведена на рисунке 2.

Рамка 12 лабораторного стенда посредством сварочных соединений связана с корпусом разливочного устройства 1 и служит для центрирования сталевыпускного стакана 9, а также для установки в нее шпилек 4, неподвижно фиксирующих упорный фланец 5. Приведение системы в действие осуществляется с помощью гайки 16, которая может вращаться и непосредственно связана с ходовым винтом 15, что обеспечивает его поступательное движение. Усилие от ходового винта передается при помощи 2-х тяг 8 на толкатель 7, непосредственно воздействующий на сменный погружной стакан 10. Одновременно усилие, которое необходимо преодолеть приводу во время смены стаканов, контролируется при помощи динамометра общего назначения ДПУ-2-2 ГОСТ 13837-79, связанного 2-мя проушинами 13 с одной стороны с ходовым винтом 15, а с другой – с системой тяг 8.

Контроль усилия прижатия рабочего погружного стакана 2 поворотными элементами 3 к нижней части сталевыпускного стакана 9 осуществляется посредством установленной тензометрической мессдозы 6, с одной стороны опирающейся на металлическую обойму

сталевого выпускного стакана, а другой – в упорный фланец 5 через мягкие прокладки 11. Такое конструктивное исполнение позволяет варьировать степень прижатия огнеупорных элементов и измерять усилие смены стаканов при различных ее значениях. Рабочий элемент мессдозы был выполнен из легированной стали 30ХГСА с последующей термообработкой – нормализацией [5]. Мягкие прокладки 11 изготовлены из резины и предназначены для равномерного распределения давления на рабочий элемент, что существенно повышает точность измерений. Толщина прокладок 1 – 2 мм.

На тензометрической мессдозе, выполненной в форме гильзы, закреплено 4 проволочных датчика с сопротивлением 200 Ом каждый, соединенных по мостовой схеме (рис. 3). Рабочие тензодатчики, включенные в противоположные плечи моста, расположили в направлении образующих цилиндра рабочего элемента (направлении главной деформации), а компенсационные, включенные относительно рабочих датчиков в смежные плечи моста – в окружном направлении, т.е. перпендикулярно рабочим.

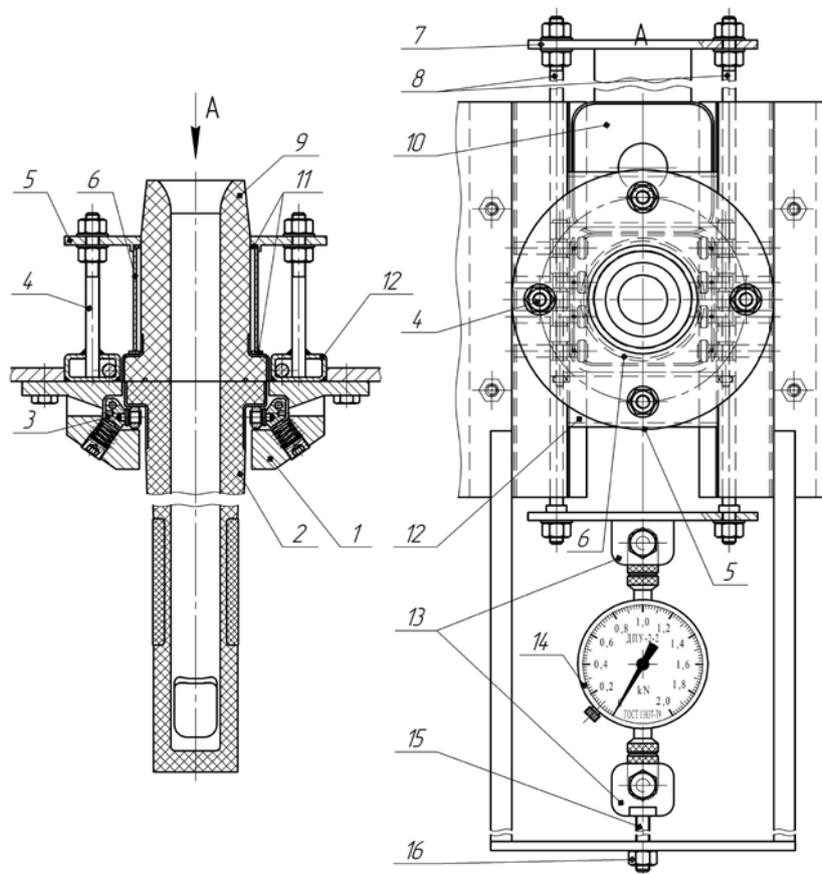


Рисунок 2 – Схема лабораторного стенда

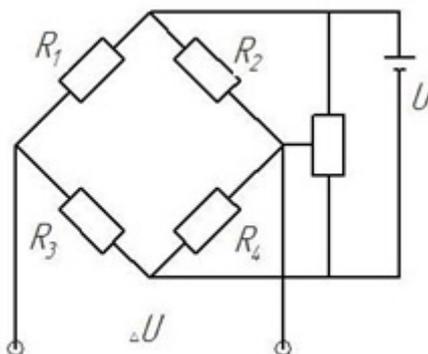


Рисунок 3 – Мостовая схема соединения тензодатчиков

Электрический сигнал, возникающий при разбалансе измерительного моста, по экранированному кабелю поступает на вход одного из каналов четырехканального усилителя переменного тока УТ4-1 ТУ 25.06.1377-82. Далее усиленный сигнал, представляющий собой напряжение переменного тока, преобразуется многоканальным аналого-цифровым преобразователем (АЦП) в двенадцатиразрядный числовой код. Последующая обработка цифрового представления сигнала выполняется совместимым с компьютером IBM (ЭВМ) и установленной на его шине платой L-154 12-ти разрядного АЦП в реальном масштабе времени, при помощи прикладной программы OSCILLOSCOPE фирмы L-CARD, поставляемой в комплекте с АЦП (рис. 4). Обработка цифрового представления сигнала, поступающего от тензометрической мессдозы, выполняется на ЭВМ в реальном масштабе времени при помощи прикладной программы Power Graph-2.0.

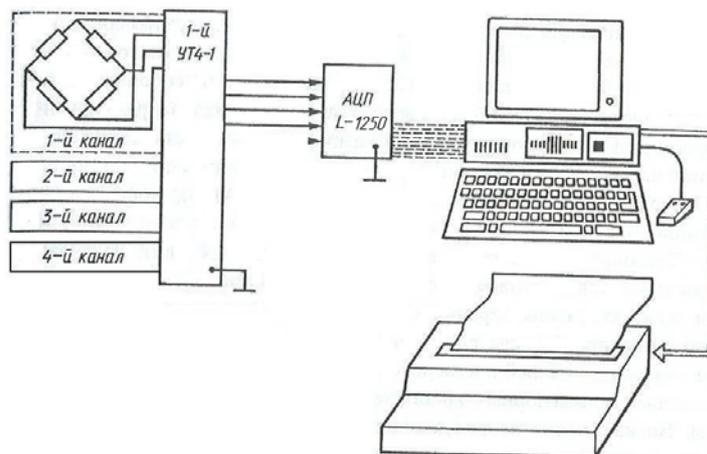


Рисунок 4 – Контрольно-измерительная схема усилия прижатия погружного стакана

Таким образом, рассмотренные контрольно-измерительные средства для исследования энергосиловых параметров устройства быстрой замены погружных стаканов для серийной разливки стали позволят фиксировать нагрузки на гидропривод рассматриваемой системы при различных усилиях прижатия рабочего погружного стакана к сталевыпускному стакану. Результаты экспериментальных исследований позволят дать оценку адекватности полученных теоретических зависимостей разработанной методики расчета энергосиловых параметров системы быстрой смены погружных стаканов для непрерывной разливки стали. Также полученные данные могут послужить основой уточненным теоретическим положениям, что позволит более успешно решать практические задачи, связанные с расчетом и конструированием современных разливочных устройств, которые используются в сталеплавильном производстве.

Перечень ссылок

1. Смирнов, А.Н., Фоменко А.П., Орлов И.А., Совершенствование защиты стали от вторичного окисления при разливке на МНЛЗ // Сталь. – 1998. – №11. – С. 19-24.
2. Еронько С.П., Быковских С.В. Разливка стали: Оборудование. Технология. – К.: Техніка, 2003. – 216 с.
3. Расчет и конструирование системы быстрой замены погружных стаканов при непрерывной разливке стали / С.П. Еронько, А.Л. Сотников, М.Ю. Ткачев и др. // Металл и литье Украины. – 2011. – №12. – С. 36-44.
4. Еронько С.П., Сотников А.Л., Ткачев М.Ю. Совершенствование системы быстрой смены погружных стаканов для серийной разливки стали на слябовых МНЛЗ // Металлургические процессы и оборудование. – 2012. – №3. – С. 26-38.
5. Пироженко Н.Г. Основы научных исследований. – Норильск.: изд. КПИ, 1983. – 75 с.