

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПЕРАЦИИ ЗАМЕНЫ ПОГРУЖНЫХ СТАКАНОВ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОВША СЛЯБОВОЙ МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК

Ткачев М.Ю., аспирант

(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк)

Автоматизация технологических объектов, обслуживающих машин и механизмов, располагающихся выше кристаллизаторов машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ), является важной и актуальной научно-практической задачей. В первую очередь, этот аспект касается оборудования, которое обслуживает и должно осуществлять быструю замену огнеупорных защитных труб и погружных стаканов, т.к. от их нормальной работы непосредственно зависит качество непрерывно разливаемой стали, а также качество получаемых заготовок (слябов, блюмов и т.д.). Необходимость в периодической замене указанных огнеупорных элементов в сложных стесненных условиях повышенной опасности возникает из-за воздействия на них в ходе эксплуатации интенсивных температурных, механических, термомеханических, физико-химических и термохимических факторов. Несвоевременная и медленная замена труб и особенно погружных стаканов может привести к ограничению времени разливки, возможному нарушению ее технологии, общему снижению производительности МНЛЗ [1-3]. Особенно актуальным данный вопрос проявляется в условиях многосерийной разливки стали [4]. Создание надежного и автоматизированного оборудования для обслуживания и быстрой замены стаканов является одним из наиболее перспективных направлений ликвидации последствий выхода их из строя. Проведенный литературный анализ в этой области разрешают утверждать, что существующие технические решения не в полной мере соответствуют требованиям автоматизации объектов и процессов, соответственно работающих и протекающих в сложных эксплуатационных условиях, к которым, безусловно, относится непрерывная разливка стали на современных высокопроизводительных машинах непрерывного литья заготовок. Опыт промышленной эксплуатации отечественных и зарубежных образцов оборудования данного класса свидетельствует, что отсутствие достаточной степени автоматизации систем быстрой смены погружных огнеупорных стаканов зачастую влечет за собой нерациональные временные и материальные затраты при их обслуживании, а также в некоторых случаях негативно сказывается на выходе годной первосортной непрерывнолитой заготовки [4].

Проведенный патентный поиск по указанной проблеме свидетельствует о том, что к ее решению близко подходили европейские ученые и инженеры, в частности Франции и Бельгии, в 90-е гг. прошлого столетия [3]. Характерной отличительной чертой отмеченных конструкций является применение в них средств определения собственного положения относительно системы координат (средств пеленгации), средств обнаружения наличия и/или положения погружного стакана (например, лазерного детектора), блоков управления, генераторов импульсов, механизмов, имеющих достаточно большое количество степеней свободы. Попытка обеспечить максимальную гибкость систем обслуживания огнеупорных элементов, осуществляющих защиту стали от вторичного окисления на участках сталеразливочный ковш – промковш – кристаллизатор, за счет увеличения количества приводов привела к резкому увеличению стоимости манипуляторов и снижению их эксплуатационной надежности и долговечности. Следует отметить, что в применяемых в настоящее время системах быстрой замены иностранного производства (Interstop Corp., Vesuvius Group, Danieli & C. Officine Meccaniche S.p.A., Voest-Alpine, Stopping AG, Siemens VAI, Puyang Refractories Group, Metacon AG, Flocon INC) задача полной автоматизации не решена; это в свою очередь влечет отсутствие гарантий безопасности для обслуживающего

персонала по причине невозможности обеспечения дистанционности управления указанной операцией. На эволюционное развитие данного типа оборудования и его автоматизацию, безусловно, влияют уникальные эксплуатационные условия металлургического производства, так, например, применение полностью автоматизированных классических роботов-манипуляторов в известной мере ограничено из-за конфигурации свободного пространства для манипулирования огнеупорным изделием, изменения положения промежуточного ковша в ходе разливки, а также наличия экстремальных температурных условий [3].

В настоящее время среди отечественных разработок систем быстрой смены погружных огнеупорных стаканов, максимально отвечающих всем вышеупомянутым требованиям, является конструкция кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии» Государственного высшего учебного заведения «Донецкий национальный технический университет», которая включает в себя манипулятор (рис. 1) для обслуживания разливочного устройства промковша (рис. 2) [5].

Манипулятор (рис. 1) позволяет в заданной последовательности обеспечить подачу сменного погружного стакана по расчетной траектории на приемные салазки разливочного устройства промежуточного ковша и силового гидроцилиндра, осуществляющего по команде перемещение стакана из исходной позиции в рабочую. Манипулятор состоит из основания 16, на котором смонтирована поворотная колонна 15, установленная в нижней 17 и верхней 14 неподвижных подшипниковых опорах и снабженная пустотелой консолью 2, жестко связанной с платформой 9. На этой платформе размещен силовой гидроцилиндр 7 и на цапфах 4 и 6 закреплена скоба 8, несущая сменный погружной стакан 5. Скоба 8 имеет возможность поворота в вертикальной плоскости относительно пустотелой консоли с помощью механизма, включающего трансмиссионный вал 3, установленный внутри консоли в подшипниковых опорах 10 и 11 и удерживающий на конце, обращенном к поворотной колонне 15, рычаг 12, снабженный роликом 13, размещенным в профилированном направляющем пазу, выполненном на наружной цилиндрической поверхности корпуса верхней неподвижной подшипниковой опоры 14 поворотной колонны. Другой конец трансмиссионного вала жестко связан с цапфой 4 несущей скобы 8. Нижняя часть поворотной колонны 15 снабжена зубчатым венцом 1, посредством зубчатых передач связанным с электромеханическим приводом 18, закрепленным на основании 16.

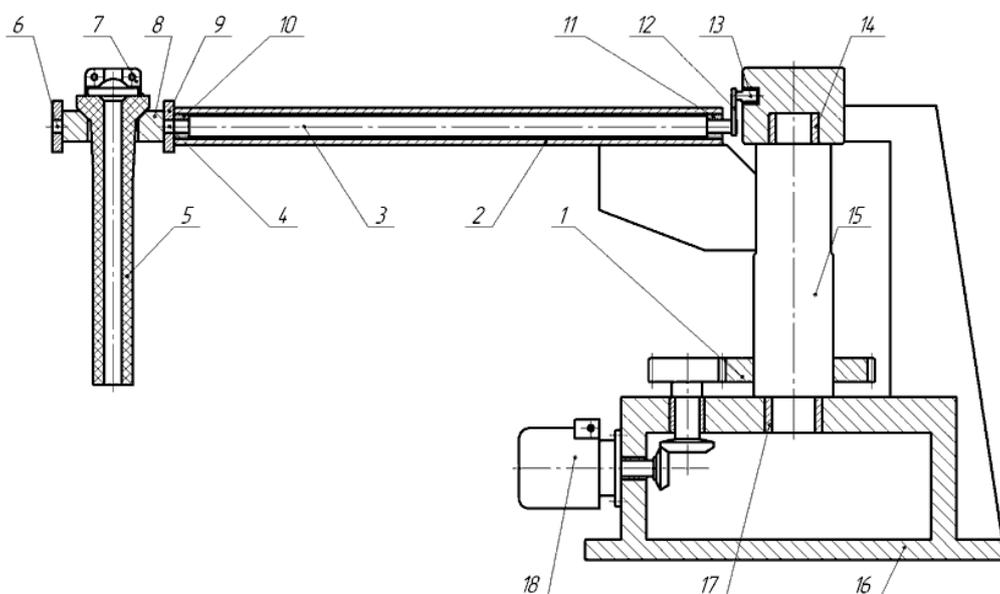


Рисунок 1 – Схема манипулятора системы быстрой смены погружных стаканов

Разливочное устройство (рис. 2), включает металлический корпус 1, снабженный средствами крепления в виде штырей 2 с отверстиями под клинья 3 к наружной поверхности дна промежуточного ковша 4.

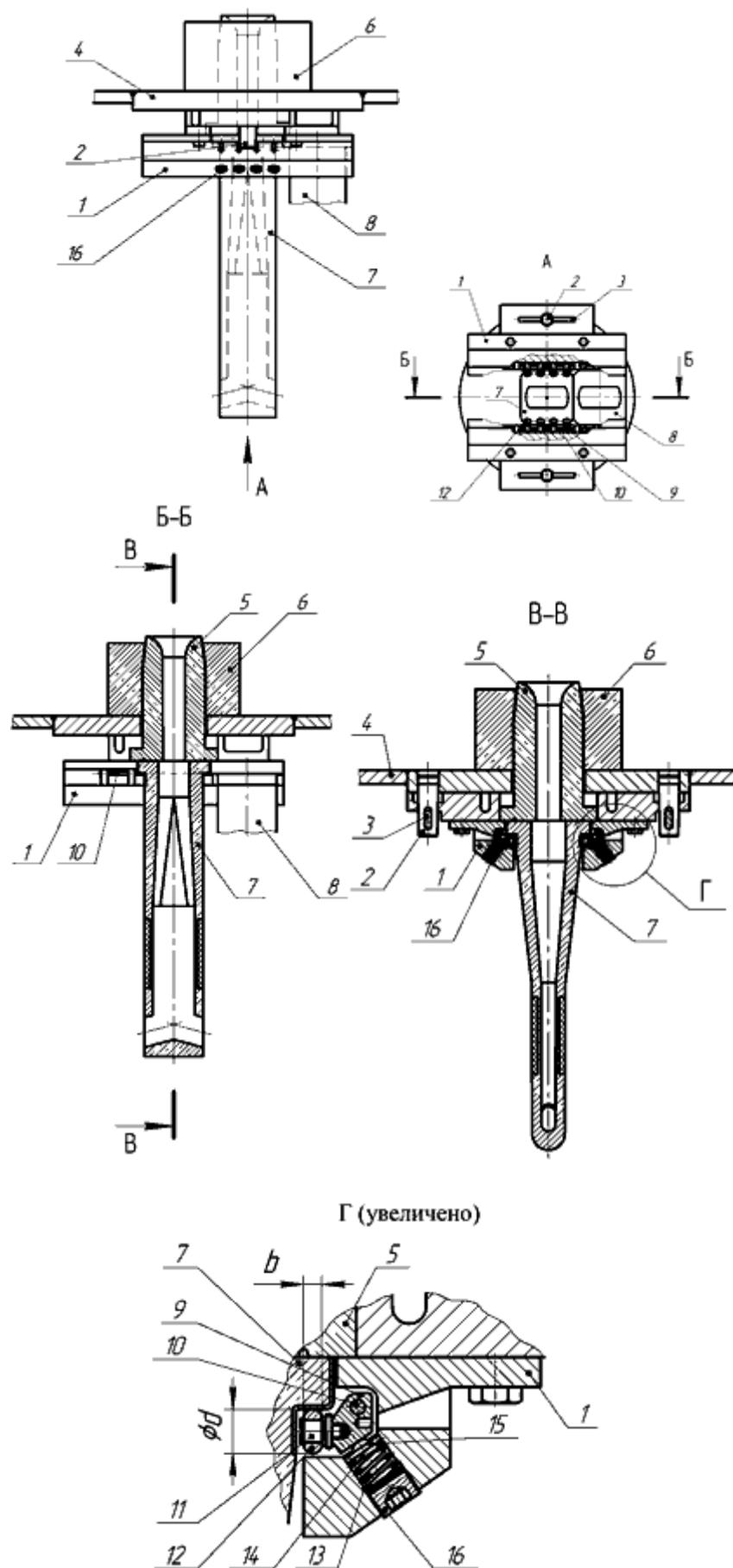


Рисунок 2 – Схема разливочного устройства системы быстрой смены погружных стаканов

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.

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.

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 со своей торцевой частью выходит наружу металлического корпуса 1.

Следует отметить, что разработку системы быстрой смены погружных стаканов значительно ускорило, особенно манипулятора, применение систем автоматизированного проектирования и твердотельного моделирования (КОМПАС-3D и SolidWorks). С помощью КОМПАС-3D определялись координаты центра тяжести структурных групп и моменты их инерции при расчете энергосиловых параметров манипулятора. Использование же SolidWorks позволило проверить правильность принятых конструкторских решений посредством создания твердотельной модели и наложения на ее узлы кинематических связей (рис.3), и учесть выявленные недостатки при создании физической модели (рис. 4).

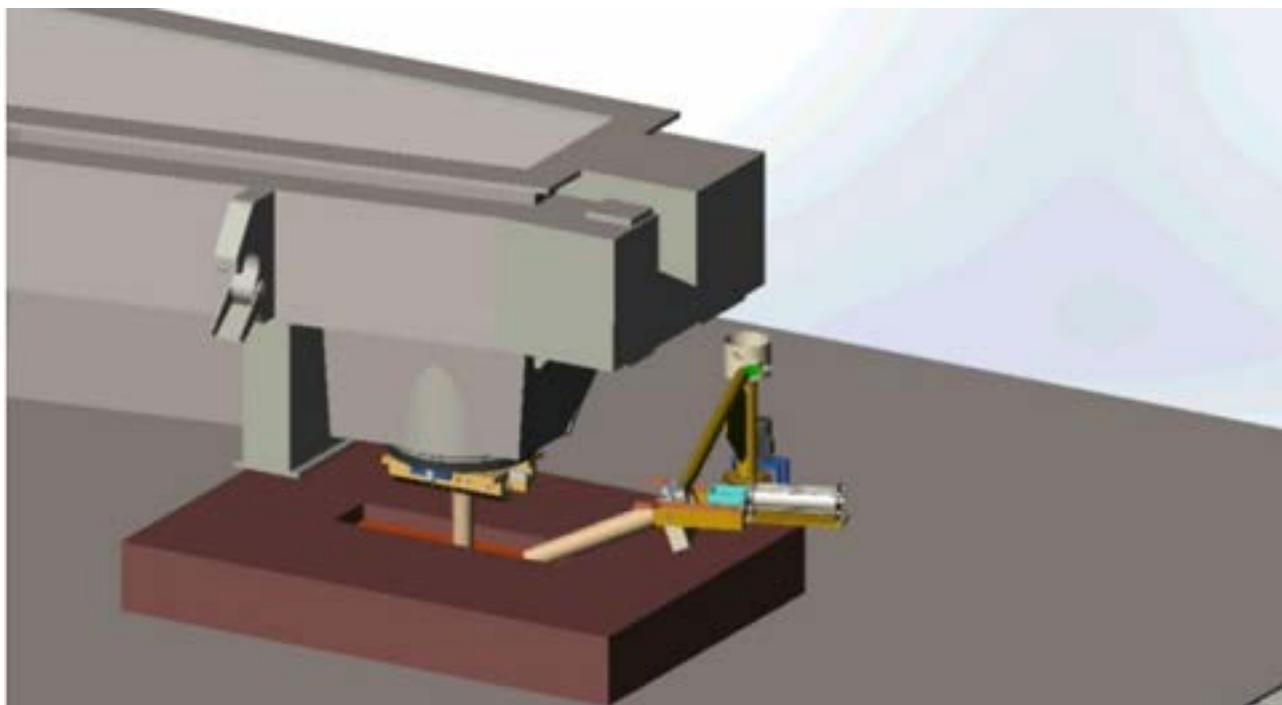


Рисунок 3 – 3-D модель промышленного образца системы быстрой замены погружных стаканов для серийной разливки стали

Особенностью разработанной конструкции является низкая степень ее автоматизации, что положительно влияет на ее стоимости и сроке окупаемости. Тем не менее, даже при такой компоновке она в полной мере обеспечивает дистанционность управления операцией замены и безопасность обслуживающего персонала МНЛЗ.



Рисунок 4 – Физическая модель системы быстрой замены погружных стаканов для серийной разливки стали

Таким образом, разработанная система быстрой смены погружных стаканов слябовой машины непрерывного литья заготовок выгодно отличается от западноевропейских аналогов, обеспечивает полную автоматизацию операции замены, безопасность персонала разливочной площадки МНЛЗ, отсутствие прерывание струи разливаемой стали. Промышленное применение системы позволит повысить на 0,15% производительность МНЛЗ, улучшить качество непрерывнолитой заготовки, рационализировать временные и материальные затраты на ее обслуживание и ремонт. Ее дальнейшее совершенствование и модернизация намечены в направлении механизации операции уборки погружного стакана от разливочного устройства, а также оснащения ее современными средствами автоматизации, которые обеспечат более качественное позиционирование захватного приспособления манипулятора относительно направляющих разливочного устройства.

Перечень ссылок

1. Brevet 901564 Royaume de Belgique, B22D41/56. Dispositif d'amenée et d'échange d'un tube de coulée / S. Szadkowski, S. Knapik; S. Szadkowski, S. Knapik. № 19850214385; date de dépôt 24.01.1985; publié 24.07.1985. – 13 p.
2. Sylvain Peruzzi. Simulation numérique du comportement thermomécanique de pièces réfractaires de coulée continue: thèse de doctorat: matériaux céramiques / Sylvain Peruzzi. – Limoges, 2000. – 194 p. – Bibliogr.: p. 193-194.
3. Brevet 1011299 Royaume de Belgique, B22D41/56. Appareil de manutention automatique d'un tube de coulée / S.J. Knapik; S.J. Knapik. № 09700638; date de dépôt 23.07.1997; publié 06.07.1999. – 18 p.
4. EUR 7904 – 10 années de recherche acier Ceca. Rapport de la Commission des Communautés européennes. Série: Recherche technique acier. – Luxembourg: Office des publications officielles des Communautés européennes; Bruxelles: CECA-CEE-CEEA, 1983. – 106 p.
5. 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.