

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу Ткачева Михаила Юрьевича, на тему: «Обоснование параметров и совершенствование системы быстрой смены погружных стаканов промежуточного ковша при производстве слябовой заготовки», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (металлургия)

Ткачев М.Ю. после окончания с отличием в 2014 году магистратуры в Государственном высшем учебном заведении «Донецкий национальный технический университет» был оставлен на работу в должности инженера 1-й категории по срочному трудовому договору научно-исследовательской части и в декабре 2014 года поступил в аспирантуру с отрывом от производства.

Основной предпосылкой выбора темы диссертации и направления исследований Ткачева М.Ю. были необходимость реализации программы импортозамещения продукции тяжелого машиностроения металлургического профиля и отсутствие методологического обеспечения проектно-изыскательных работ, связанных с созданием отечественных образцов эффективного оборудования, входящего в состав современных высокопроизводительных машин непрерывного литья заготовок. В качестве объекта исследования была выбрана система быстрой смены погружных стаканов, предназначенная для реализации серийной разливки стали с обеспечением ее защиты от вторичного окисления на участке промежуточный ковш – кристаллизатор слябовой МНЛЗ.

Целью исследования являлось обоснование конструктивных, кинематических и энергосиловых параметров усовершенствованной системы, включающей разливочное устройство промежуточного ковша и специальный манипулятор с механической автоматикой для механизированной замены комплекта защитных огнеупорных стаканов.

Для достижения поставленной цели соискателем были решены следующие важные задачи:

1. По результатам выполненного анализа выявлены недостатки существующих технических систем быстрой смены погружных стаканов.

2. С использованием физического моделирования установлено негативное влияние условий проведения замены огнеупорных погружных стаканов на гидродинамику жидкостных потоков в кристаллизаторе слябовой МНЛЗ.

3. Разработаны принципы создания высокоэффективных систем быстрой смены погружных стаканов в процессе серийной разливки стали.

4. Предложены методики расчета конструктивных, кинематических и энергосиловых параметров структурных механизмов усовершенствованных систем быстрой смены стаканов промежуточных ковшей слябовых МНЛЗ, оборудованных разливочными устройствами стопорного и шибберного типов.

5. Оценена технико-экономическая эффективность использования предложенной разработки в условиях сталеплавильного производства.

В процессе решения отмеченных задач в диссертационной работе соискателем получены новые научные результаты, сущность которых заключается в следующем:

1. Впервые разработана математическая модель манипулятора системы быстрой смены погружных стаканов, включающая формулы для расчета момента сопротивления (M), действующего на привод механизма подачи нового стакана, $M = f_1(I_c, M_T, F_{И}, X, F_c, y, r_p, \varphi)$, и силы сопротивления (F), действующей на привод механизма уборки отработанного стакана, $F = f_2(I_{c3}, M_{T3}, F_{И3}, F_{тр}, X_2, y_3, \varphi_3, \eta, d)$, в зависимости от факторов: I_c, I_{c3} – моментов инерции структурных групп; M_T, M_{T3} – моментов трения в опорах; $F_{И}, F_{И3}$ – сил инерции структурных групп; X, X_2 – реакций в опорах; F_c – силы сопротивления перемещению ролика; $F_{тр}$ – силы трения в опоре зубчатой рейки; y, y_3 – массива координат центров тяжести и опор; r_p – расстояния до оси поворотной колонны от направляющей поверхности паза, по которой перекачивается ролик; φ, φ_3 – углов поворота колонны манипулятора и водила (балки) механизма уборки; η – КПД планетарной передачи; d – геометрических параметров колес планетарной передачи. Модель обеспечивает учет ограничений, налагаемых свободным объемом рабочего пространства разливочной площадки.

2. Впервые предложено в качестве критериальной оценки совершенства конструкций манипуляторов с механической автоматикой, обслуживающих системы быстрой смены погружных стаканов в условиях ограниченного пространства и состоящих из нескольких функциональных механизмов, использовать отношение суммы независимых и зависимых координат, описывающих движение захватных устройств, к числу приводов, обеспечивающих реализацию этих движений. Значение данного критерия находится в пределах 1 – 3 и с его повышением в пределах указанного диапазона пропорционально уменьшаются на 17 – 68 % масса, 17 – 47 % стоимость и 22 – 35 % энергопотребление приводов манипулятора.

3. Впервые установлена зависимость диаметра плунжера гидроцилиндра переталкивающего устройства $d_{п} = 2 \sqrt{\frac{F_p + F_{тп1} + F_{тп2}}{\sqrt{E\rho} \pi v}}$ от его динамической

жесткости, определяемой как отношение силы на плунжере $F_{\Pi} = F_p + F_{\text{ТР1}} + F_{\text{ТР2}}$ к скорости его перемещения v , где: $F_p \approx 0,8 F_{\Pi}$ – сила сопротивления, возникающая при разрушении слоя отложений в канале стакана; $F_{\text{ТР1}} \approx 0,14 F_{\Pi}$ – сила трения между рабочими поверхностями керамических элементов погружных стаканов; $F_{\text{ТР2}} \approx 0,05 F_{\Pi}$ – сила трения между металлической поверхностью обоймы стаканов и роликами в опорном узле разливочного устройства. Использование модели позволило снизить массу силового цилиндра на 24 %.

Научные положения теоретически обоснованы и экспериментально подтверждены. Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждена обоснованностью принятого построения математической модели усовершенствованной системы быстрой смены погружных стаканов, разработанной с учетом фундаментальных законов механики и гидравлики; результатами экспериментальных исследований, выполненных с использованием физических моделей и натуральных образцов разработанных систем и современных контрольно-измерительных комплексов, включающих аналого-цифровые преобразователи ЭВМ.

Практическая ценность полученных результатов заключается в следующем.

1. Математическая модель манипулятора системы быстрой смены погружных стаканов позволила обосновать необходимые для условий сталеплавильного цеха значения мощностей его приводов, которые для механизмов подачи нового и уборки отработанного погружных стаканов соответственно составили 0,25 кВт и 0,18 кВт. Применение в системе нового принципа взаимодействия между ее элементами (совмещенного и параллельного выполнения ими отдельных этапов операции быстрой смены погружных стаканов) позволило сократить в 3,8 раза длительность действия неблагоприятных гидродинамических условий кристаллизации непрерывнолитой слябовой заготовки.

2. Благодаря использованию предложенной критериальной оценки совершенства конструкций манипуляторов с механической автоматикой системы быстрой смены удалось формализовать анализ конструкций, что позволило проводить сравнение с учетом примененных в них кинематических цепей.

3. Вследствие учета динамической жесткости плунжера при определении значения его диаметра по разработанной зависимости сокращаются временные затраты на минимизацию массы приводного гидроцилиндра переталкивающего устройства системы быстрой смены, а

также повышается эффективность передачи энергии удара перемещаемому комплексу погружных стаканов.

Практическое значение работы заключается в возможности увеличения производительность слябовых МНЛЗ и выхода годной заготовки за счет повышения серийности непрерывной разливки стали и ее защиты от вторичного окисления при использовании усовершенствованной системы быстрой смены погружных стаканов.

Поставленные в диссертационной работе цель и задачи решены в полном объеме. Текст диссертации написан в логической последовательности, с корректным обращением к литературным источникам и содержит необходимые пояснения и обоснованные выводы по каждому разделу работы.

Полученные в диссертации результаты достаточно полно отражены в 6 статьях, опубликованных в ведущих научно-технических журналах, а новизна предложенных технических решений защищена 2-мя патентами. Основные положения, выносимые в диссертации на защиту, были заслушаны и получили положительную оценку на 11 международных и региональных научно-практических конференциях.

Научные и технические решения, разработанные Ткачевым М.Ю. в диссертационной работе, были использованы при расчете и конструировании опытно-промышленного образцов систем быстрой смены погружных стаканов промежуточных ковшей слябовых МНЛЗ, оборудованных разливочными устройствами стопорного и шибберного типов. Подготовленная конструкторская документация передана ООО «О-МЕТ» для изготовления усовершенствованного разливочного устройства с обслуживающим его специальным манипулятором и последующего их использования в сталеплавильных цехах металлургических предприятий Донецкого региона.

Результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии» ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет» при чтении лекций, проведении лабораторных работ и курсовом проектировании по дисциплинам «Механическое оборудование сталеплавильных цехов», «Основы промышленной робототехники», «Основы научных исследований и техника эксперимента».

Диссертационная работа «Обоснование параметров и совершенствование системы быстрой смены погружных стаканов промежуточного ковша при производстве слябовой заготовки» соответствует паспорту научной специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (металлургия), имеет теоретическое и практическое значение, соответствует

требованиям Высшей аттестационной комиссии Донецкой Народной Республики, предъявляемым к кандидатским диссертационным работам, а ее автор – Ткачев Михаил Юрьевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (металлургия).

Научный руководитель:

д.т.н., проф., заведующий кафедрой
«Механическое оборудование заводов
черной металлургии» ГОУ ВПО «Донецкий
национальный технический университет»



С.П. Еронько

Подпись профессора Еронько С.П. заверяю:
начальник отдела кадров ГОУ ВПО «Донецкий
национальный технический университет»



К.М. Садлова

