

УДК 62-791.2:66-933.6

ОБЗОР СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ КРИСТАЛЛИЗАТОРА МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК

В. А. Диденко, к. т. н. А. Ф. Бондаренко, А. Н. Полено

Донбасский государственный технический университет

Украина, г. Алчевск

bondarenkoaf@gmail.com

С целью выбора наиболее эффективной элементной базы для построения средств контроля траектории движения кристаллизатора машины непрерывного литья заготовок, а также определения направлений их дальнейшего развития был проведен обзор и анализ известных решений. В результате анализа выделены достоинства и недостатки существующих средств контроля, определены наиболее приоритетные направления для их усовершенствования.

Ключевые слова: MEMS-акселерометр, контроль траектории движения, машина непрерывного литья заготовок, кристаллизатор, технологическая ось.

Технология непрерывного литья заготовок широко используется во всем мире при производстве стали благодаря ее более высоким экономическим показателям в сравнении с другими технологиями. Качество непрерывнолитых слитков в значительной степени зависит от точности настройки технологической оси машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) и ее поддержания в процессе разлива [1]. Это свидетельствует об актуальности задач развития существующих и создания новых средств контроля траектории движения кристаллизатора МНЛЗ.

Обзор источников выявил недостаток информации по вопросу сравнительного анализа средств контроля траектории движения кристаллизатора МНЛЗ. Такой анализ проведен в [2], однако в этой работе не уделено достаточного внимания одному из наиболее важных узлов таких систем – датчикам первичной информации о параметрах движения. Без систематизированных данных о типах и характеристиках используемых датчиков невозможно выделить наиболее перспективные решения в данной области и, соответственно, определить пути дальнейшего развития средств контроля траектории движения кристаллизатора МНЛЗ.

Целью данной работы является выбор наиболее эффективной элементной базы для построения средств контроля траектории движения кристаллизатора МНЛЗ, а также определение направлений их дальнейшего развития на основе обзора и анализа известных решений.

Авторами был проведен сбор и обобщение информации о средствах контроля траектории движения кристаллизатора МНЛЗ. Были рассмотрены системы со следующими типами первичных преобразователей: тензорезистивный, пьезоэлектрический, микроэлектромеханический (MEMS). Наиболее важными параметрами таких систем являются: точность измерения, степень автоматизации и их функциональные возможности. Необходимо отметить, что особенностями процесса качания кристаллизатора МНЛЗ являются низкая частота (1...2 Гц) и малая амплитуда (несколько миллиметров), что накладывает высокие требования на характеристики первичных датчиков движения.

Примером высокоточной измерительной системы является система, предложенная авторами [1]. В качестве датчиков смещений в направлениях, перпендикулярных технологической оси, используются балки с тензорезисторами, которые закрепляются на боковых гранях кристаллизатора. Данная система обеспечивает высокую точность измерений, которая обусловлена постоянной линейной зависимостью выходного сигнала от смещения. Однако ее практическому применению в промышленности препятствуют высокая трудоемкость монтажа тензорезистивных датчиков и невозможность проводить измерения в процессе литья.

Портативные виброметры с пьезоэлектрическим акселерометром 795М и СД-21 вполне применимы в условиях реального производства [3], однако они имеют высокую стоимость, а их использование возможно только во время технологических простоев. Кроме того, существенным недостатком таких систем является невозможность измерения ускорения свободного падения.

Более удачным решением с пьезоэлектрическим акселерометром в качестве первичного преобразователя является система KS473/КНМ (Metra Mess- und Frequenztechnik in Radebeul e.K. www.mmf.de). Конструктивное исполнение используемого в ее составе датчика позволяет производить измерения как на холостом ходу, так и в процессе литья. Система KS473/КНМ обладает высокими метрологическими характеристиками, имеет точность измерения не хуже $\pm 0,1$ мм. Главным недостатком системы KS473/КНМ является отсутствие возможности одновременной регистрации движения в четырех точках на поверхности кристаллизатора, что является важным для всестороннего анализа параметров движения кристаллизатора МНЛЗ.

Системы SIMETAL OsciMon (Siemens AG www.industry.siemens.com) и KT400 FieldMOMS (Kiss Technologies Inc www.kisstechologies.com) имеют по четыре трехосевых акселерометра, которые размещаются по углам стола качания и регистрируют параметры движения одновременно. К сожалению, установить тип применяемых для данных систем датчиков из открытых источников не представляется возможным. Система SIMETAL OsciMon обладает высокой точностью: $\pm 0,05$ мм в вертикальном направлении и $\pm 0,02$ мм в горизонтальном. Точность системы KT400 FieldMOMS не хуже $\pm 0,025$ мм. Обе системы позволяют выполнить 3D-визуализацию движения плоскости стола качания и могут выполнять измерения в процессе литья. Главные недостатки систем SIMETAL OsciMon и KT400 FieldMOMS, являющиеся основными препятствиями для широкого внедрения данных систем на металлургических предприятиях Украины, — их высокая стоимость, а также значительные расходы на их обслуживание, требующее привлечения зарубежных специалистов.

Авторами данной работы был создан прототип системы контроля на основе трехосевых MEMS-акселерометров [4], который был опробован в условиях реального производства. MEMS-акселерометры при низкой стоимости имеют достаточно высокие метрологические характеристики. Это дает возможность создать на их основе систем контроля, точность которых будет соизмерима с точностью систем SIMETAL OsciMon и KT400 FieldMOMS, а стоимость будет определяться в основном сложностью и функциональностью программного обеспечения.

Таким образом, проведенный анализ позволил выделить как наиболее эффективные для данного применения трехосевые MEMS-акселерометры, а также позволил считать наиболее приоритетными при разработке и усовершенствовании систем контроля на основе этого типа датчиков следующие направления: фильтрацию зашумленного выходного сигнала; компенсацию влияния температуры окружающей среды в условиях процесса литья на результаты измерений; формирование требований к точности стабилизации параметров движения кристаллизатора и разработку методики настройки технологической оси МНЛЗ для обеспечения высокого качества непрерывнолитой заготовки; создание экспертной системы для диагностики состояния механизма качания кристаллизатора.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Бровман М. Я., Марченко И. К., Кан Ю. Е., Иванов В. И. Усовершенствование технологии и оборудования машин непрерывного литья заготовок.— Киев: Техника, 1976.
2. Сидоров В. А., Сотников А. Л. Анализ систем контроля и диагностирования механизмов качания МНЛЗ / Наукові праці Донецького національного технічного університету.— Донецьк: ДонНТУ, 2005.— Вип. 102.— С. 46-55. (Сер.: Металургія).
3. Смирнов А. Н., Антыкуз О. В. Комплексный контроль параметров качания кристаллизаторов МНЛЗ // Металл и литье Украины.— 2009.— № 1-2.— С. 57—61.
4. Полено А. Н., Бондаренко А. Ф., Диденко В. А. Алгоритм функционирования информационно-измерительной системы для мониторинга механических колебательных процессов // Труды XIV МНПК «СИ-ЭТ». Том 1.— Украина, Одесса.— 2013.— С. 110—112.

V. O. Didenko, O. F. Bondarenko, O. M. Polyeno

The overview of tools for control of mold motion trajectory of continuous casting machine.

The overview and analysis of the known tools for control of the mold motion trajectory of the continuous casting machine were carried out to choose the most effective components for their building and to find the directions of their further development. As a result, the advantages and the disadvantages of the known control tools were distinguished and the most priority directions for their improvement were determined.

Keywords: *MEMS-accelerometer, motion trajectory control, continuous casting machine, mold, technological axis.*
