

## СИСТЕМА КОНТРОЛЯ УРАВНОВЕШЕННОГО СОСТОЯНИЯ МЕХАНИЗМА КАЧАНИЯ КРИСТАЛЛИЗАТОРА МНЛЗ

**Сотников А.Л., к.т.н., доц.; Родионов Н.А., аспирант.**

*(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)*

Механизм качания кристаллизатора (МКК) является неотъемлемой составной частью современных машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). Назначение механизма качания заключается в обеспечении колебательного движения кристаллизатора МНЛЗ в соответствии с заданными параметрами.

В процессе непрерывной разливки стали на МНЛЗ из-за изменений скорости разливки, условий взаимодействия кристаллизующегося слитка с рабочими гранями гильзы кристаллизатора, а также изменения технического состояния механизма качания происходит искажение заданных параметров колебательного движения кристаллизатора. В результате появляются поверхностные дефекты на непрерывнолитой заготовке, повышается вероятность прорыва жидкого металла на выходе из кристаллизатора и ускоряется износ узлов МКК из-за возрастания динамических и статических нагрузок.

Мониторинг и диагностика рычажных механизмов качания кристаллизаторов (МКК) машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) выполняется при помощи различных автоматизированных систем как иностранного, так и отечественного производства [1-3]. Диагностика технического состояния МКК осуществляется либо в режиме холостого хода, либо непосредственно в процессе разливки стали. Как правило, при этом регистрации и мониторингу подлежат параметры вибрации (виброперемещения, виброскорости и виброускорения). Для этого используются в качестве первичных преобразователей акселерометры, устанавливаемые по периметру стола качания (выходного звена механизма качания на котором установлен и закреплен кристаллизатор с дополнительным оборудованием) либо на промежуточных звеньях и механизмах привода МКК. Для оценки условий взаимодействия слитка с рабочими гранями гильзы кристаллизатора используются датчики вертикального перемещения и тензометры. Мониторинг регистрируемых параметров позволяет определить степень отклонения фактических параметров режима работы ММК от заданных значений. Полученная при помощи систем мониторинга и диагностики информация позволяет производить оценку технического состояния узлов и механизмов привода МКК, а также относительную оценку условий взаимодействия кристаллизующегося слитка с рабочими гранями гильзы кристаллизатора. При этом не уделяется достаточного внимания прогнозированию качества непрерывнолитой заготовки и распознаванию на ранних стадиях неисправностей механизма качания. Кроме этого, существующие системы мониторинга и диагностики, не предоставляют однозначной информации необходимой для обеспечения путем регулировки уравновешенного состояния МКК, т.е. не являются в прямом смысле системами контроля. Регулирование уравновешенности механической системы рычажно-шарнирного ММК становится необходимым из-за периодических изменений технологических нагрузок и технического состояния ММК в процессе непрерывной разливки стали на МНЛЗ [4].

Целью настоящей работы является обобщенная разработка системы контроля, которая позволит реализовать оптимальную методику уравновешивания рычажно-

шарнирных МКК с учетом конструктивных и кинематических параметров механизма, а также с учетом зависимости уравнивающего усилия от технологических нагрузок.

Уравнивание рычажной системы МКК осуществляется при помощи пневматических амортизаторов создающих уравнивающее усилие пропорциональное усилию вытягивания слитка из кристаллизатора.

Разрабатываемая авторами система контроля ММК предполагает оперативное изменение уравнивающего усилия  $P$ , создаваемого поддерживающими пневматическими амортизаторами, с целью корректировки положения общего центра масс механизма качания, обуславливающего степень его уравнивания.

С учетом того, что необходимое динамическое уравнивание МКК в настоящий момент может осуществляться только косвенным способом, необходимо осуществлять мониторинг кинематических и динамических характеристик его входных и выходных звеньев.

Контроль закона колебательного движения кристаллизатора  $s(t)$ , в разрабатываемой системе контроля, предполагается осуществлять с помощью акселерометров по изменению временных форм ускорения, скорости и перемещения. Акселерометры устанавливаются по периметру стола качания. Изменение крутящего момента на валу двигателя  $M_{\text{дв}}$  контролируется при помощи установки на валу двигателя тензодатчиков с токосъемным устройством либо магнитоупругих датчиков перекрестного типа (тордукторов) [5].

Зная оптимальные расчетные значения момента на двигателе  $M_{\text{дв}}^p$ , перемещения кристаллизатора  $s(t)_{\text{кр}}^p$  и радиус-вектора общего центра масс МКК  $r_s^p$ , производится регулировка уравнивающего усилия из условия максимального приближения реальных значений контролируемых параметров ( $r_s$ ,  $M_{\text{дв}}$  и  $s(t)_{\text{кр}}$ ) к их оптимальным значениям.

В результате обработки полученных при помощи датчиков данных на промышленном (управляющем) компьютере системы контроля МКК, уравнивающее усилие пневматического амортизатора определяется как зависимость:

$$P = f(r_s \rightarrow r_s^p, M_{\text{дв}} \rightarrow M_{\text{дв}}^p, s(t)_{\text{кр}} \rightarrow s(t)_{\text{кр}}^p).$$

Схема работы системы контроля уравнивленного состояния МКК выглядит следующим образом (рисунок 1): данные датчиков, установленных на звеньях механизма качания, поступают на промышленный компьютер, где происходит их сопоставление со статической информацией (т.е. заданной), обработка и вывод на монитор в виде числовых и графических зависимостей для обслуживающего персонала МНЛЗ. По результатам расчетов определяется необходимое уравнивающее усилие и осуществляется соответствующее ему автоматическое регулирование давления в пневмоамортизаторах.

Следует отметить, что современные рессорные конструкции МКК (как правило, оборудованные гидравлическим приводом) также оснащаются системами контроля, работа которых базируется на регистрации параметров колебательного движения кристаллизатора, скорости вытягивания слитка и равномерности нагрузки в горизонтальных направлениях.

При этом конструкция рессорных ММК также требует контроля и регулировки уравнивленного состояния механической системы с учетом воздействия динамических нагрузок, что частично удается компенсировать упругими свойствами рессор. Поэтому разрабатываемые алгоритмы и способы контроля режима работы рычажно-

шарнирного ММК также могут быть применены и для рессорных механизмов качания.

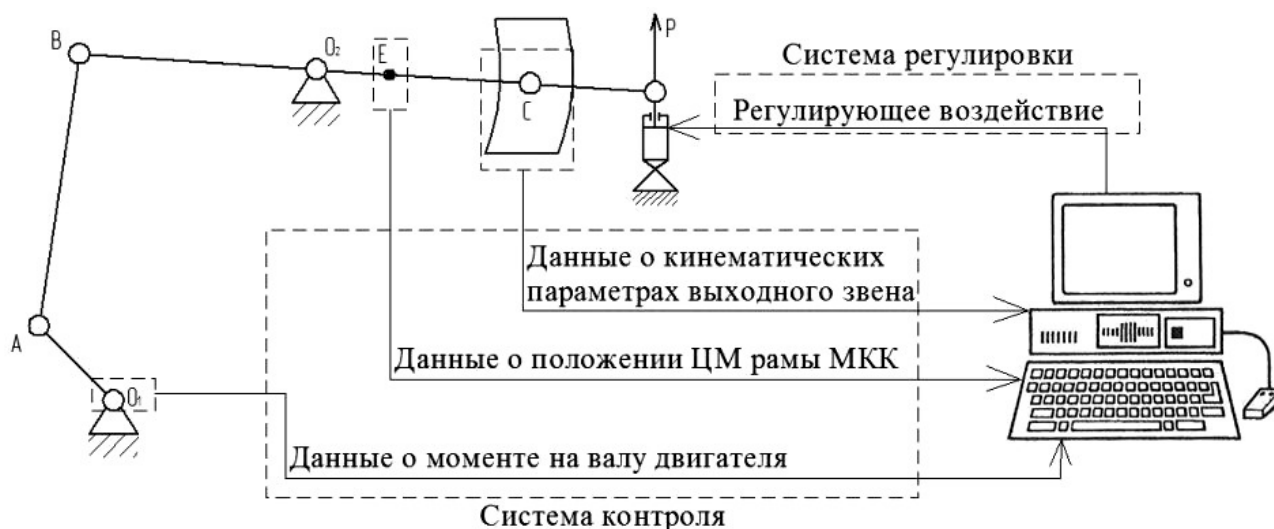


Рисунок 1 – Структурная схема системы контроля ММК:  
 ЦМ – центр масс;  $P$  – уравнивающее усилие пневмоамортизаторов

Разрабатываемая система контроля рычажно-шарнирного ММК позволяет поддерживать уравновешенное состояние механизма качания в процессе непрерывной разливки стали на МНЛЗ, обеспечить относительное постоянство параметров колебательного движения кристаллизатора и крутящего момента на валу двигателя привода механизма качания. Это позволит стабилизировать нагрузки, возникающие в узлах механической системы ММК и снизить износ его отдельных деталей. Вместе с тем, пневматические амортизаторы, как и другие средства уравнивания рычажных механизмов, не могут в полной мере обеспечить компенсацию динамической неуравновешенности, а способны только минимизировать ее. Кроме этого в настоящий момент нет однозначных методик динамического уравнивания ММК в частности, и рычажных механизмов в общем, что требует проведения дополнительных теоретических и экспериментальных исследований.

#### Перечень ссылок

1. Сидоров В.А., Сотников А.Л. Анализ систем контроля и диагностирования механизмов качания МНЛЗ / Наукові праці ДонНТУ. Металургія. Випуск 102 / Редкол.: Мінаєв О.А. (голова) та інш. – Донецьк: ДонНТУ, 2005. – С. 46-55.
2. Mould guidance checker – TMS. Measuring System Development. – Linz: Voestalpine Mechatronics GmbH, 2004. - 15 p.
3. Mold Oscillator Test Cast Study. – Westlake: PRES, Inc., 2004. - 1 p.
4. Оптимизация режимов работы кристаллизаторов МНЛЗ / Г.Н. Еланский, И.Ф. Гончаревич // Сталь. - 2006. - N 10. - С. 18-21.
5. Жук А.Я., Мальшев Г.П., Желябина Н.К., Клевцов О.М. Техническая диагностика. Контроль и прогнозирование. Монография. – Запорожье: Запорожская гос. инженерная академия, 2008. – 500 с.