

Леонов Антон Владимирович

аспирант

ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный
университет (НИУ)»

г. Челябинск, Челябинская область

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ MPC ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОМЕННОЙ ПЕЧЬЮ

Аннотация: применение регуляторов, которые хорошо себя зарекомендовали в течение многих лет, таких как ПИД-регуляторы, уже не актуально на очень сложных системах. В настоящее время, когда имеется доступ к большим вычислительным ресурсам, можно и нужно использовать новые методы управления, которые приведут к лучшим результатам.

Ключевые слова: Model Predictive Control, MPC, доменная печь, ПИД, система управления, математическая модель, Matlab, Simulink.

Развитие большинства металлургических комбинатов идет на повышение объемов производства и усиления конкурентоспособности продукции, что в первую очередь связано с улучшением процесса выплавки в доменных печах чугуна.

Повышение уровня производства чугуна и снижение его себестоимости в доменных печах является приоритетной задачей [1].

Теоретические разработки различных явлений доменного процесса и методов управления им значительно продвинулись с первой половины XX века и особенно за последние годы. Но на настоящий момент остается еще ряд нерешенных вопросов, имеющих большое научное и практическое значение для доменного производства.

Доменное производство является сложным технологическим процессом имеющим разные режим работы. Для достижения наибольшей эффективности работы требуется оптимизация каждого из режимов.

Таким образом, цель работы заключается в разработке математических моделей, алгоритмов и программного обеспечения для расчета оптимальных режимов (тепловой, шлаковый, дутьевой и газодинамический) работы доменной печи.

Доменный процесс представляет собой совокупность явлений газодинамики, движения шихты, теплообмена, восстановления, размягчения и других, которые могут рассматриваться как относительно независимые подсистемы, так как характеризуют различные стороны доменного процесса и описываются различными уравнениями, что доказывает сложность разрабатываемых моделей.

Ключевыми характеристиками, влияющими на показатель эффективности работы доменного производства, являются: содержание кремния в чугуна и температура чугуна в доменной печи.

Контроль за содержанием кремния в чугуна в заданных пределах позволит снизить массу восстанавливаемого кремния, а значит, снизит потребность в коксе, который является очень дорогим компонентом в производстве чугуна. А точное управление тепловым состоянием позволит поддерживать оптимальный режим, что в свою очередь существенно снизит потерю железа при производстве чугуна.

Для управления динамической системой с большой степенью инерционности (до 6 часов на реакцию на воздействие и несколько дней на получение результатов некоторых видов экспертиз) предлагается применять регуляторы с моделью предсказания.

Такие регуляторы позволяют предсказывать будущие значения управляемых сигналов, основываясь на предыдущих значениях переменных состояния и соответствующе настраивать управляющие воздействия. Способность моделирования процессов взаимодействия часто позволяет регуляторам с моделью предсказания превосходить(заменять) несколько контуров управления с ПИД регуляторами, которые требуют индивидуальной

настройки и применения других техник для уменьшения взаимовлияния контуров [2].

Одним из современных методов анализа и синтеза систем управления, базирующихся на математических методах оптимизации, является теория управления динамическими объектами с использованием прогнозирующих моделей – Model Predictive Control (MPC) [3].

Этот подход начал развиваться в начале 60-х годов для управления процессами и оборудованием в нефтехимическом и энергетическом производстве, для которых применение традиционных методов синтеза было крайне затруднено в связи с исключительной сложностью их математических моделей.

В настоящее время сфера применения этих методов существенно расширилась и охватывает такие отрасли как химическую, аэрокосмическую, легкую промышленности и т. д. [3].

Model Predictive Control Toolbox™ предоставляет инструменты для систематического анализа, разработки и настройки регуляторов с моделью предсказания. Можно проектировать регуляторы и выполнять симуляцию регуляторов с моделью предсказания при помощи функций MATLAB или блоков Simulink. Можно задавать и изменять модель предсказания, горизонты управления и прогнозирования, ограничения на входе, на выходе и весовые значения. Инструментарий позволяет диагностировать проблемы, которые могут привести к сбоям во время работы и дает советы по изменению значений весовых коэффициентов и ограничений для улучшения работы и повышения надежности [2].

Исходя из вышесказанного, можно предположить, что MPC-регулятор возможно использовать в системе управления доменной печью в целях улучшения процесса выплавки чугуна.

Список литературы

1. Павленко Н.И. История металлургии в России XVIII века. Заводы и заводовладельцы. – М.: Издательство АН СССР, 1962. – 566 с.

2. Matlab [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://matlab.ru/products/model-predictive-control-toolbox/model-predictive-toolbox.pdf>

3. Веремей Е.И. Введение в задачи управления на основе предсказаний // Всероссийская научная конференция «Проектирование научных и инженерных приложений в среде MATLAB» / Е.И. Веремей, В.В. Еремеев. – М., 2004. – С. 98–115.