

ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ТОРКРЕТИРОВАНИЯ ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ

Новиков В.А., студент; Жукова Н.В., доц., к.т.н., доц.; Федюн Р.В., доц., к.т.н., доц.
(ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР)

Удалить остатки металла и шлака из крупной дуговой печи после выпуска плавки крайне затруднительно, поэтому основная задача при эксплуатации таких печей сводится к поддержанию футеровки подины и откосов в таком состоянии, чтобы при выпуске плавки металл и шлак полностью выходили из печи и не оставались в углублениях и ямах. Это частично достигается соблюдением заданного технологического режима работы печи.

После установки печи в рабочее положение и отворота свода очищенную от шлака и металла футеровку подины и откосов заправляют сухим или увлажненным магнезитовым порошком (жидким стеклом), подаваемым специальной машиной – торкретфурмой [1,2].

Заправка футеровки, откосов и подины огнеупорными порошками исключает ручные операции, позволяет повысить производительность печи и увеличить продолжительность ее работы до капитального ремонта. Кроме того, эта операция, являясь частью технологического процесса, может быть автоматизирована и включена в автоматизированную систему управления технологическим процессом выплавки стали в ДСП. Заправка футеровки ДСП осуществляется с использованием установки торкретирования, технологическая схема которой изображена рис.1.

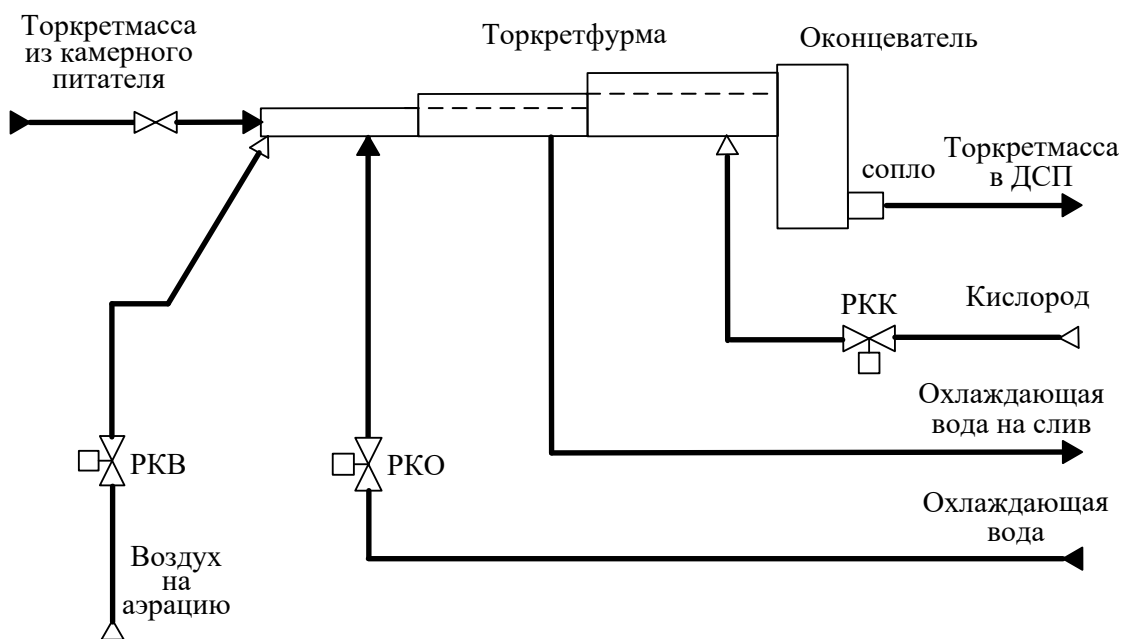


Рисунок 1 – Технологическая схема установки торкретирования ДСП

Основными конструктивными элементами установки являются: камерный питатель и торкретфурма (рис.1) [1,2].

Камерный питатель состоит из бункера, в которой находится торкрет - масса, состоящая из множества различных компонентов и добавок, среди которых песок, кокс и др. К питателю подведен сжатый воздух для аэрации, с помощью которой происходит перемещение торкретмассы из питателя в торкретфурму. Под камерным питателем находится весовое хозяйство для взвешивания массы, в которое входят весы-дозаторы и тензодатчики. Для аэрации и продувки магистрали предусмотрена система защитных

клапанов. При торкретировании работает клапан воздухораспределителя, а при продувке работают два клапана на пневмоцилиндре.

Торкретфурма (рис.1) состоит из трех труб различного диаметра (50, 80, 100 мм), расположенных одна в одной. Оконцеватель торкретфурмы заканчивается соплом, через которое выбрасывается торкретмасса. Для получения требуемого состава и качества торкретмассы в торкретфурму подаются вспомогательные материальные потоки: охлаждающая вода, воздух на аэрацию и кислород (рис.1). Требуемое изменение технических параметров данных материальных потоков достигается за счет управляемых клапанов с электроприводами, которые установлены на подающих в торкретфурму трубопроводах охлаждающей воды РКО, воздуха на аэрацию РКВ и кислорода РКК (рис.1).

Рассмотренные выше особенности установки торкретирования ДСП, а также анализ ее технических параметров и характеристик позволили сформировать схему материальных потоков торкретфурмы, которая приведена на рис.2.

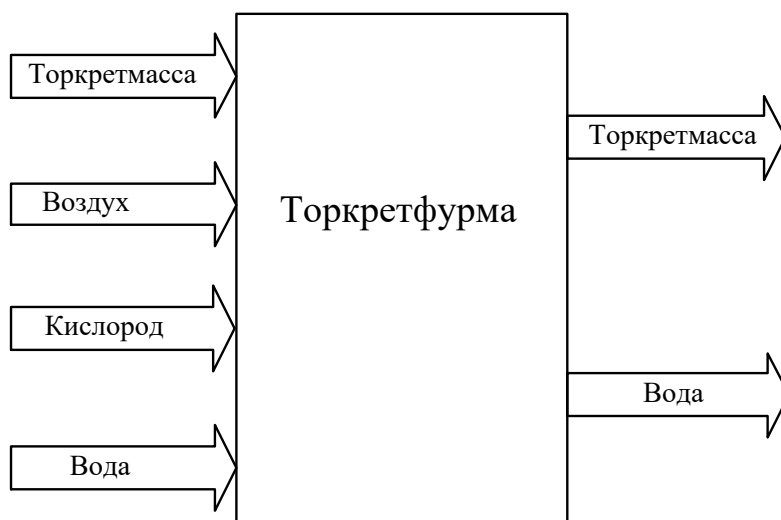


Рисунок 2 – Схема материальных потоков торкретфурмы ДСП

На основании схемы материальных потоков торкретфурмы, а также с учетом ее особенностей и технических характеристик получена схема торкретфурмы, как объекта автоматического управления, которая приведена на рис.3.

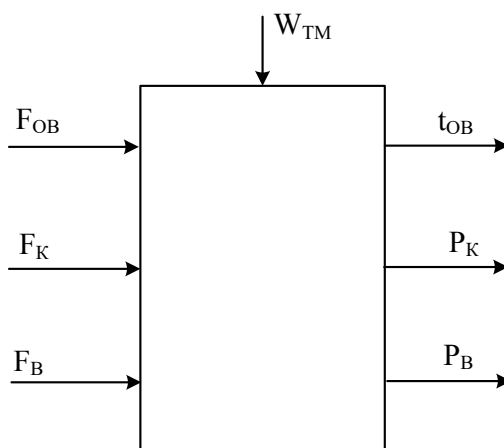


Рисунок 3 – Торкретфурма ДСП как объект управления

Основными управляемыми переменными, которые оказывают существенное влияние на состав получаемой в торкретфурме торкретмассы, а значит, и на качество всего процесса торкретирования ДСП являются (рис.3):

- температура охлаждающей воды на выходе торкретфурмы $t_{ОВ}$;
- давление кислорода, подаваемого в торкретфурму $P_{К}$;
- давление воздуха, подаваемого в торкретфурму для аэрации $P_{В}$.

Для достижения и поддержания требуемых значений управляемых переменных в разрабатываемой САУ торкретированием согласно рис.3 используются следующие управляющие воздействия:

- расход охлаждающей воды на входе в торкретфурму $F_{ОВ}$;
- расход кислорода, подаваемого в торкретфурму $F_{К}$;
- расход воздуха, подаваемого в торкретфурму для аэрации $F_{В}$.

Требуемое изменение перечисленных управляющих воздействий достигается за счет использования исполнительных механизмов с регулирующими органами – управляемых клапанов с электроприводами, которые установлены на соответствующих подающих трубопроводах (рис.1).

Основным возмущающим воздействием, которое оказывает влияние на все вышеприведенные управляемые переменные является вес торкретмассы $W_{ТМ}$, поступающей в торкретфурму (рис.3). Изменение веса торкретмассы $W_{ТМ}$ поступающей в торкретфурму вызывает соответствующее изменение в рассмотренных управляемых переменных - температуре охлаждающей воды на выходе из торкретфурмы $t_{ОВ}$; давлении кислорода, подаваемого в торкретфурму $P_{К}$ и давлении воздуха, подаваемого в торкретфурму для аэрации $P_{В}$.

Реализация разрабатываемой САУ процессом торкретирования ДСП предлагается с использованием принципа регулирования по отклонению по основным управляемым переменным торкретфурмы – температуре охлаждающей воды на выходе из торкретфурмы $t_{ОВ}$; давлению кислорода, подаваемого в торкретфурму $P_{К}$ и давлению воздуха, подаваемого в торкретфурму для аэрации $P_{В}$ (рис.3).

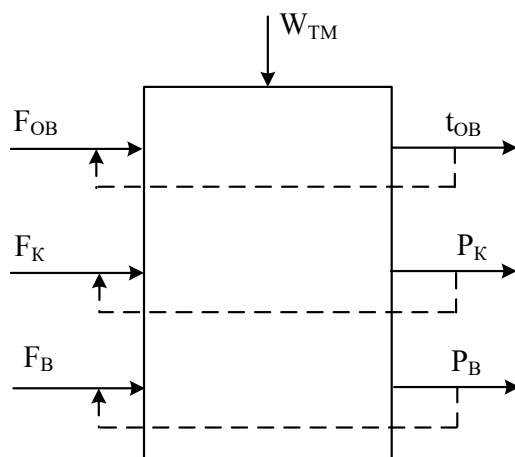


Рисунок 4 – Укрупненная структурная схема концепции построения САУ

Предложенная концепция построения САУ торкретированием ДСП основана на принципе регулирования по отклонению и предполагает три идентичных по структуре контура управления: САУ температурой охлаждающей воды, САУ давлением кислорода, САУ давлением воздуха (рис.4).

В состав каждой САУ входят следующие элементы: объект управления – торкретфурма по соответствующему каналу регулирования; исполнительный механизм с регулирующим органом – управляемый клапан с электроприводом; регулятор; элемент сравнения – входной сумматор и соответствующий технологический датчик в цепи обратной связи. Поддержание требуемых температуры и давления в каждой из САУ осуществляется идентично за счет изменения расхода соответствующего материального потока – охлаждающей воды, кислорода и воздуха, путем необходимого воздействия регулятора через исполнительный механизм на регулирующий орган.

Как показал выполненный анализ особенностей процесса торкретирования ДСП и существующих средств и систем его автоматизации, улучшения качества управления данным процессом можно добиться введением дополнительных контуров автоматического управления.

Согласно схемы торкретфурмы как объекта автоматического управления (рис.3) и укрупненной структурной схеме концепции построения САУ (рис.4) все управляющие воздействия в разрабатываемой САУ – это расходы различных материальных потоков: $F_{ОВ}$; F_K ; F_B . От точности изменения каждого из управляющих воздействий очень сильно зависит качество и экономичность процесса торкретирования ДСП. Поэтому, для достижения поставленной цели - повышения эффективности и качества процесса торкретирования ДСП необходимо при разработке САУ каждым технологическим параметром использовать каскадные системы управления с обязательным внутренним контуром управления соответствующим расходом. Таким образом, получена обобщенная структурная схема автоматического управления отдельным параметром процесса торкретирования, которая приведена на рис.5.

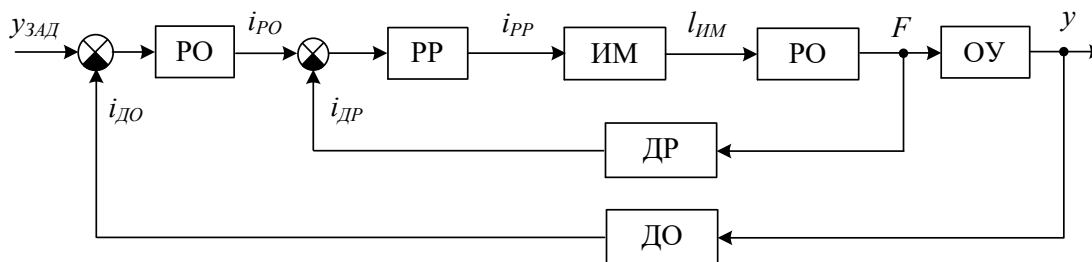


Рисунок 5 – Обобщенная структурная схема автоматического управления отдельным параметром процесса торкретирования

Внутренний контур управления расходом соответствующего материального потока – охлаждающей воды $F_{ОВ}$, кислорода F_K ; воздуха F_B состоит из следующих элементов (рис.5): регулятора расхода РР, исполнительного механизма ИМ, регулирующего органа РО и датчика расхода ДР в цепи внутренней обратной связи.

Задающим воздействием для внутреннего контура управления расходом выступает выходной сигнал основного регулятора РО. Кроме основного регулятора РО в состав внешнего контура управления входит основной датчик ДО – для контроля соответствующей управляемой величины на выходе объекта управления ОУ – температуры охлаждающей воды на выходе из торкретфурмы $t_{ОВ}$; давления кислорода, подаваемого в торкретфурму P_K и давления воздуха, подаваемого в торкретфурму для аэрации P_B .

Для реализации предложенной концепции построения САУ (рис.4, рис.5) и необходимых функций контроля и управления разработана функциональная схема САУ процессом торкретирования дуговой сталеплавильной печи, которая приведена на рисунке 6.

В состав САУ процессом торкретирования дуговой сталеплавильной печи входят следующие системы автоматизации (рис.6): САУ температурой воды, охлаждающей торкретфурму; САУ давлением кислорода, подаваемого в торкретфурму; САУ давлением воздуха на аэрацию торкретфурмы.

Локальный регулятор давления кислорода, который осуществляется программно в ПЛК, реализует алгоритм управления давлением кислорода на основе текущего значения давления кислорода, получаемого от датчика давления ДДК и текущего значения расхода кислорода, получаемого от датчика расхода ДРК, подаваемых на аналоговые входы ПЛК, и требуемого по технологии (заданного) значения давления кислорода, устанавливаемого оператором установки торкретирования (рис.6). Локальный регулятор давления кислорода вычисляет, формирует и выдает управляющее воздействие для необходимого изменения расхода кислорода через аналоговый выход ПЛК на исполнительный механизм – электропривод регулирующего клапана подачи кислорода РКК (рис.6).

Локальный регулятор температуры охлаждающей воды, который осуществляется программно в ПЛК, реализует алгоритм управления температурой охлаждающей воды на основе текущего значения температуры воды, получаемого от датчика температуры охлаждающей воды на выходе из торкретфурмы ДТО и текущего значения расхода охлаждающей воды, получаемого от датчика расхода ДРО, подаваемых на аналоговые

входы ПЛК, и требуемого по технологии (заданного) значения температуры охлаждающей воды на выходе торкретфурмы, устанавливаемого оператором установки торкретирования (рис.6). Локальный регулятор температуры охлаждающей воды вычисляет, формирует и выдает управляющее воздействие для необходимого изменения расхода охлаждающей воды через аналоговый выход ПЛК на исполнительный механизм – электропривод регулирующего клапана подачи охлаждающей воды РКО (рис.6).

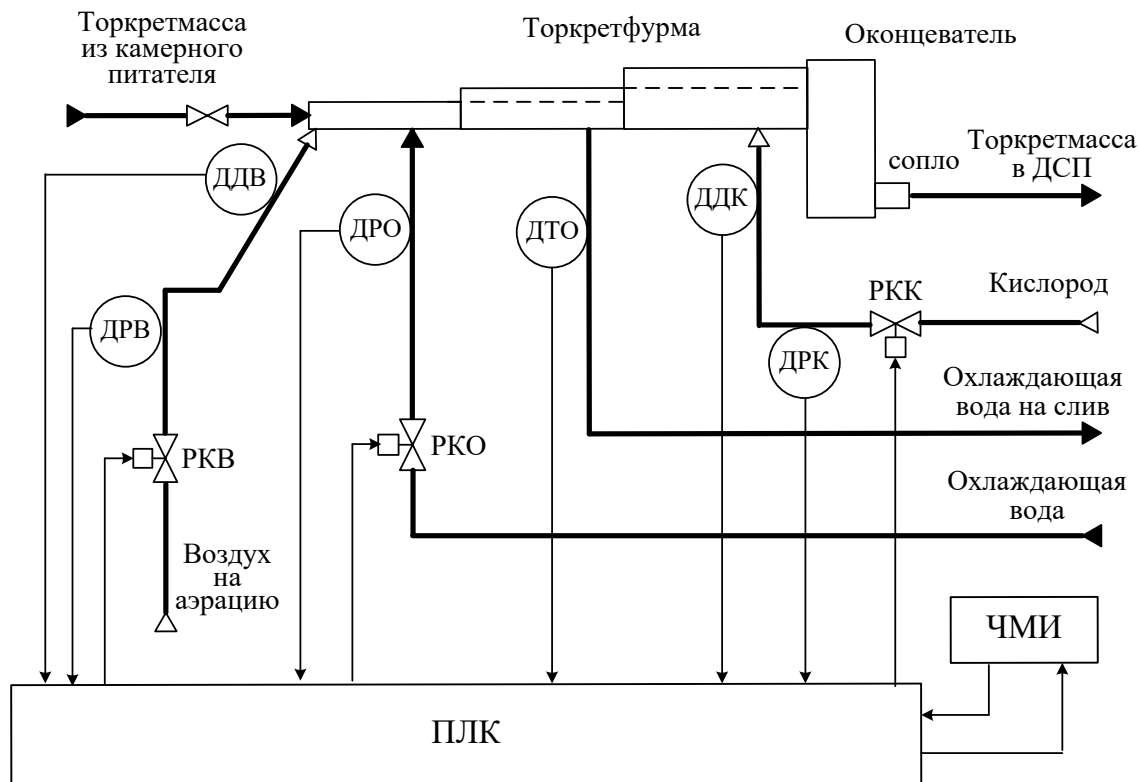


Рисунок 6 - Функциональная схема САУ процессом торкретирования ДСП

Локальный регулятор давления воздуха на аэрацию, который осуществляется программно в ПЛК, реализует алгоритм управления давлением воздуха на основе текущего значения давления воздуха, получаемого от датчика давления ДДВ и текущего значения расхода воздуха, получаемого от датчика расхода ДРВ, подаваемых на аналоговые входы ПЛК, и требуемого по технологии (заданного) значения давления воздуха, устанавливаемого оператором установки торкретирования (рис.6). Локальный регулятор давления воздуха вычисляет, формирует и выдает управляющее воздействие для необходимого изменения расхода воздуха через аналоговый выход ПЛК на исполнительный механизм – электропривод регулирующего клапана подачи воздуха РКВ (рис.6).

Применение предложенной САУ торкретированием ДСП позволяет повысить точность поддержания рассматриваемых параметров – температуры охлаждающей воды, давления кислорода и давления воздуха, что в свою очередь дает возможность повысить качество процесса торкретирования, продлить межремонтный интервал футеровки ДСП, а также снизить эксплуатационные затраты (прежде всего – затраты на электроэнергию, воду и кислород).

Перечень ссылок

1. Великин, Б.А. Торкретирование металлургических печей / Б.А. Великин. - Москва: Металлургия, 1972. – 280 с.
2. Агурин, А. П. Торкретирование тепловых агрегатов. \ А.П. Агурин, А.С. Денисов, А.С. Лукашевич – М.: Стройиздат, 1989. – 368 с.