

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДУГОВОЙ ПЕЧИ

Сиренко И., студент; Новиков Е.Н., к.т.н., доц.

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

В настоящее время для массовой выплавки стали применяют дуговые электропечи (ДП), которые питаются переменным током, индукционные печи и получающие распространение в последние годы дуговые печи постоянного тока. Первые из них получили более широкое применение в металлургической промышленности. Дуговые печи имеют емкость 3 – 80 т и более. В электрических печах можно получать очень высокие температуры (до 2000 °C), расплавлять металл с высокой концентрацией тугоплавких компонентов иметь, иметь основной шлак, хорошо очищать металл от вредных примесей, создавать восстановительную атмосферу или вакуум (индукционные печи) и достигать высокого раскисления и дегазации металла. Нагревание и расплавление шихты осуществляется за счет тепла, излучаемого тремя электрическими дугами. Электрические дуги образуются в плавильном пространстве печи между вертикально подвешенными электродами и металлической шихтой. Дуговые печи, являющиеся плавильными агрегатами периодического действия, в основном используются для плавки стали, а в ряде случаев и чугуна в литейных цехах [1].

Технологический процесс плавки в дуговых печах предполагает необходимость осуществления автоматического зажигания дуги на различных стадиях технологического процесса плавки: первичном включении печи, обрыве дуги, ликвидации технологических коротких замыканий, возникающих при обвале шихты и т.д. Точность и быстродействие системы управления дуговой плавильной печью определяют её производительность и энергетическую эффективность.

Регуляторы мощности ДП имеют относительно простую кинематику[2], однако они характеризуются нелинейностями[4] и разноплановым характером связей, затрудняющих определение параметров регуляторов [3]. Как показано в главе 1 рациональным следует считать применение гидравлического привода перемещения электродов. Принцип построения регулятора мощности ДП иллюстрируется функциональной схемой рис. 1.

С помощью датчиков тока и напряжения ДТ и ДН выделяются сигналы обратной связи, которые поступают на блок измерения и сравнения БИС, после сравнения с заданием разность сигналов поступает на усилительно-регулирующее устройство УРУ, которое в соответствии с выбранной регулируемой величиной (по току, по напряжению, дифференциальный и т.д.) вырабатывает управляющее воздействие и при помощи системы управления СУ переключает ступени напряжения силового трансформатора Т переключателем ступеней напряжения ПСН или управляет механизмом перемещения электродов, состоящим из преобразователя частоты (ПЧ), асинхронного двигателя (М) и механизма перемещения электрода (Мех).

По технологическим причинам электрический режим ДП нестабилен в течение всей плавки и сопровождается постоянными колебаниями мощности, вводимой в печь. Отклонения электрического режима от номинального снижают её производительность и технико-экономические показатели [1]. Изменение мощности в ДП осуществляется путем перемещения электродов. Регуляторы мощности

выполняют отдельно для каждой из трех фаз питающей сети, что обеспечивает их независимую работу. Традиционно для перемещения электродов в ДП используются электрогидравлические или электрические приводы с двигателем постоянного тока независимого возбуждения [2]. Мощность двигателей, используемых для перемещения электродов в ДП, составляет 0,5—15 кВт.

Структура электрогидравлического привода в течение длительного времени не претерпевает существенных изменений, в то время как номенклатура электрических приводов в последнее десятилетие существенно расширилась благодаря достижениям силовой полупроводниковой техники. Промышленностью широко выпускаются транзисторные преобразователи частоты, на базе которых освоены частотно-регулируемые приводы с асинхронными короткозамкнутыми двигателями, конкурентоспособные по регулировочным свойствам, массогабаритным показателям и стоимости с приводами постоянного тока. Всё большее применение получают тиристорные регуляторы напряжения, на базе которых выполняют устройства плавного пуска асинхронных двигателей [3]. Вносят свою специфику в управление приводами и современные микропроцессорные средства. Отмеченные тенденции делают целесообразным поиск новых структур регуляторов мощности ДП, в большей степени отвечающих современному состоянию электрических приводов. Замена в регуляторах мощности ДП двигателей постоянного тока, имеющих контактный коллекторно-щеточный узел, существенно ухудшающие эксплуатационные показатели двигателя, работающего в условиях высоких температур и запыленности среды, на асинхронные короткозамкнутые двигатели представляется важной народнохозяйственной задачей.

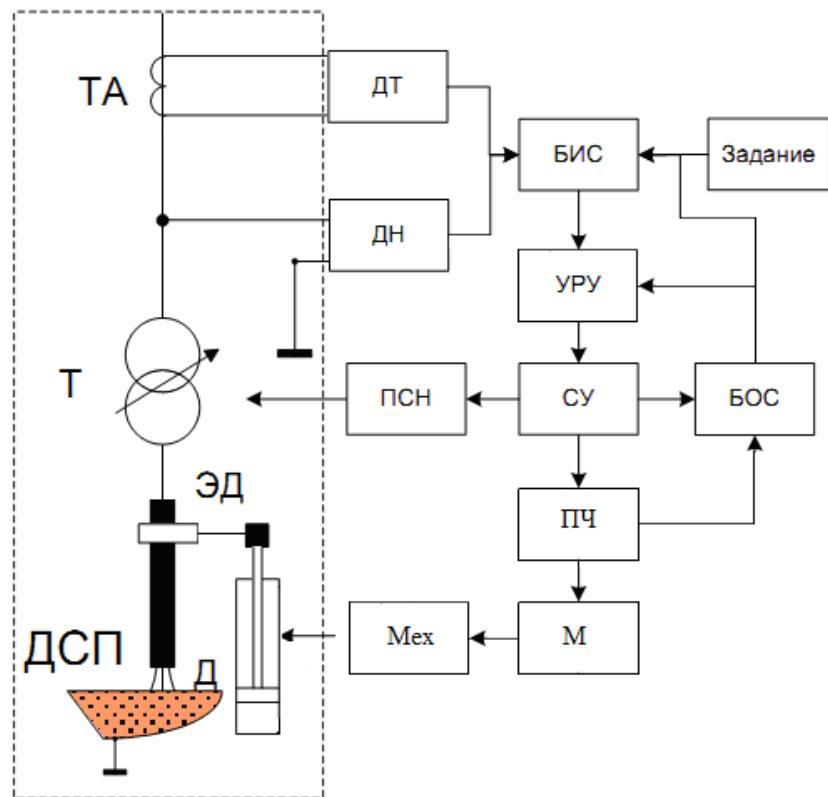


Рисунок 1 - Функциональная схема регулятора мощности дуговой печи

Анализ и синтез рассматриваемой системы регулирования мощности ДП целесообразно проводить, методами структурного моделирования, используя, например, пакет прикладных программ MatLAB Simulink (рис. 2).

Приведенная на рис. 2 схема дает возможность проводить анализ системы в различных режимах работы ДП, включая автоматическое зажигание дуги, ликвидацию коротких замыканий, изменение питающего напряжения и уставки мощности. Исследование данной системы позволяет установить возможность достижения требуемых показателей точности и качества регулирования, а также определить параметры элементов и ширину зоны нечувствительности, при которых обеспечивается апериодический характер переходных процессов.

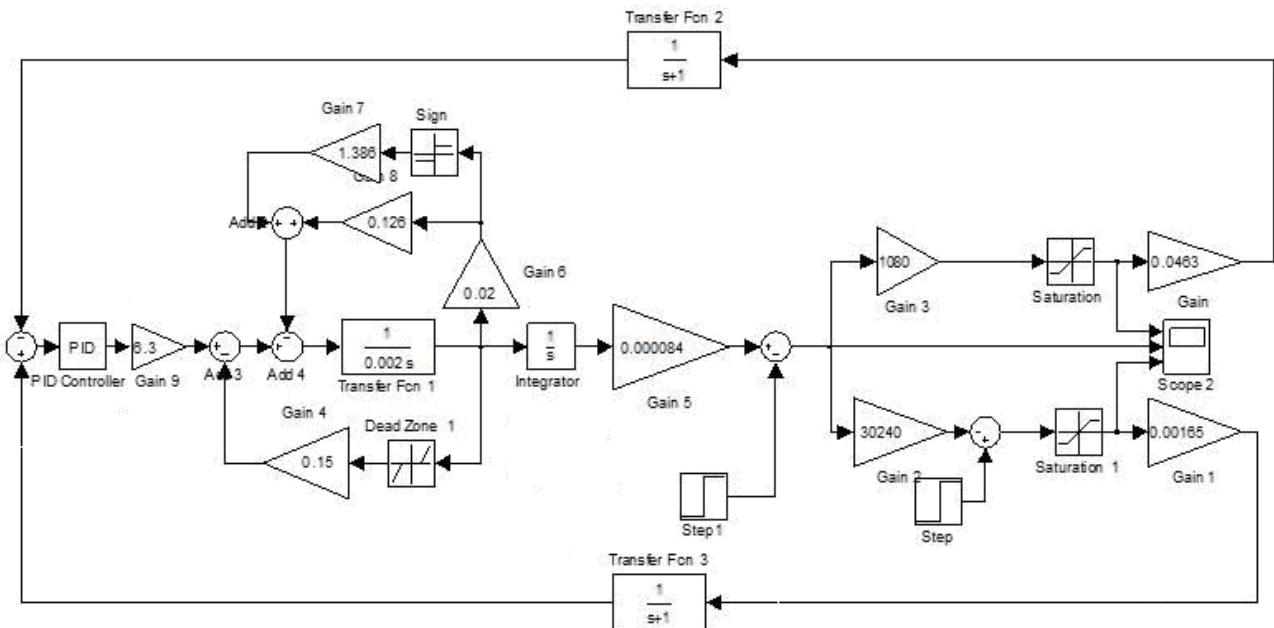


Рисунок 2 - Схема модели системы регулирования мощности ДП в пакете прикладных программ MatLAB Simulink.

Исследования проводились путем расчета. На модели (рис. 2) рассчитывались переходные функции перемещения электрода $l_e(t)$, тока дуги $I_d(t)$ и напряжения на дуге $U_d(t)$ для режима зажигания дуги из режима короткого замыкания, определяемого сигналами $U_d=0$; $I_d=I_k$ и $l_e=0$.

Режим автоматического зажигания дуги можно считать основополагающим для работы регулятора мощности ДП. Он обеспечивается определенной организацией сигналов обратной связи I_d и U_d . Как можно заметить, в регуляторе мощности (см. рис. 1) сигнал задания режима отсутствует в явном виде. Работа следящей системы, в частности режим автоматическое зажигание дуги, обеспечивается подачей на вход регулятора сигнала $U_{bx}=k_i \cdot I_d - k_u \cdot U_d$. Система приходит в равновесие при выполнения условия $U_{bx} = 0$.

Перечень ссылок

- 1.Филиппов А. К., Крутянский М. М., Фарнасов Г. А. Использование электропечей постоянного тока в металлургии..Сталь. – 2002. -№1. - С. 33-41.
- 2.Сидиренко М. Ф., Косырев А. И. Автоматизация и механизация электросталеплавильного и ферросплавного производства. М. : Металлургия, 1975.
- 3.Лапшин И. В. Автоматизация дуговых печей. М. : Металлургия, 2004.
- 4.Пирожников В. Е. Автоматизация электросталеплавильного производства. М. : Металлургия, 1985.