

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО УДАРА ДЛЯ ОЧИСТКИ ФЕРРОМАГНИТНЫХ БУНКЕРОВ

К характеристикам технологических процессов на современном производстве предъявляются особые требования, которые связаны с экономией энергии, материалов, со снижением уровня шумов, запыленности, с улучшением других экологических и эргономических показателей производственного оборудования. Удовлетворение этих требований достигается за счет реализации новых разработок в области электромеханики, внедрения средств электронной автоматики и микропроцессорных систем.

Математическая модель системы электромагнитного удара для очистки ферромагнитных бункеров применима в установках фильтрации газов на предприятиях черной и цветной металлургии, машиностроения, деревообрабатывающей промышленности и др. Техническая задача состоит в разработке системы очистки приемных бункеров для микрочастиц, улавливаемых, например, с помощью электрофильтров. Требуется обеспечение режима работы системы электромагнитной очистки, который исключает забивание бункера.

Электромагнитная очистка бункеров основана на резком импульсном притяжении участка стенки бункера электромагнитом, установленным вблизи стенки. Накопителем энергии служит батарея конденсаторов, которая имеет тиристорное управление для периодического подключения к электромагнитам бункеров. Система может обслуживать до двадцати бункеров. Преимуществами такой системы очистки являются ее экономичность (средняя мощность установки порядка 100 Вт) и большой срок службы.

Математическая модель системы электромагнитного удара включает в себя расчет индуктивности системы в зависимости от величины зазора между стенкой ферромагнитного бункера и полюсами электромагнита, а также от тока в цепи. Далее решается нелинейное уравнение для тока в цепи. Потери на вихревые токи учитываются путем введения эффективного активного сопротивления. Индуктивность существенно зависит от величины зазора, который в свою очередь зависит от силы притяжения. Сила притяжения сложным образом зависит от величины зазора и силы тока в цепи. Существенно нелинейная система численно решена с помощью компьютера.

Показано, что существует область параметров системы, при которых сила притяжения за время порядка 10^{-4} с возрастает в десятки раз, достигая для установки СУМЗа $F = 2 \cdot 10^4$ Н.

Для проведения оценочных расчетов предложена упрощенная модель, из которой следует условие оптимальности системы (квадрат эффективного сопротивления, умноженный на емкость накопительного конденсатора, деленный на среднюю индуктивность порядка 1). Это условие подтверждается численными расчетами. Рассмотрен также вопрос создания аналогичной установки с ферромагнитным накопителем трансформаторного типа. В этом случае установка усложняется системой коммутации, которая может иметь как тиристорное управление, так и адаптивную систему управления с обратной связью на основе однокристалльной ЭВМ или управляющей персональной ЭВМ. В последнем случае появляется возможность точного контроля величины зазора и токовых характеристик, заполненности бункера, возможность увеличения количества обслуживаемых установок.