

ДИНАМИКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ ШАХТНЫХ КОНТАКТНО-АККУМУЛЯТОРНЫХ ЭЛЕКТРОВЗОВ С АСИНХРОННЫМ ТЯГОВЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Стратегия автоматизации как и стратегия построения систем автоматического управления движением электрифицированными видами транспорта вообще, а шахт и рудников особенно, нацелена на решение глобально стратегической двуединой задачи: повышение производительности работы всего комплекса ВШТ и полное устранение или максимально достижимое снижение травматизма горнорабочих в процессе его эксплуатации.

Для решения поставленной задачи был проведен анализ динамических процессов в циклах движения рудничных электровозосоставов в железорудных шахтах. Это связано, прежде всего, с тем, что электровозы с различным типом тягового привода имеют различные сцепные свойства, что при прочих равных условиях во многом определяется различием тяговых и тормозных характеристик (их жесткостью). Поэтому обеспечение устойчивости системы «колесо – рельс» является важной технической и, в конечном счете, экономической задачей, которая должна решиться усилиями тягового электротехнического комплекса. Для реализации рассмотрен случай прямолинейного движения колеса, давление которого на рельс, с постоянной скоростью в режимах тяги и торможения. Было установлено, что в вопросе устойчивости привода по сцеплению колеса с рельсом ключевую роль играет жесткость тяговых и тормозных характеристик ТЭД: чем выше жесткость, тем большей устойчивостью процесса сцепления будет характеризоваться привод. Непосредственное влияние на сцепные качества тяговой подвижной единицы оказывают особенности электромеханических характеристик тягового электрического двигателя (ТАД).

Возможные варианты взаимодействия силы тяги асинхронного ТАД с силой сцепления в режиме тяги приведены на рис. 1. Из трех случаев рациональным с точки зрения экономии энергии и износа материалов колеса и рельса является только первый, поскольку ему соответствует наименьшее проскальзывание колеса относительно рельса и, следовательно, наибольшее значение КПД сцепления.

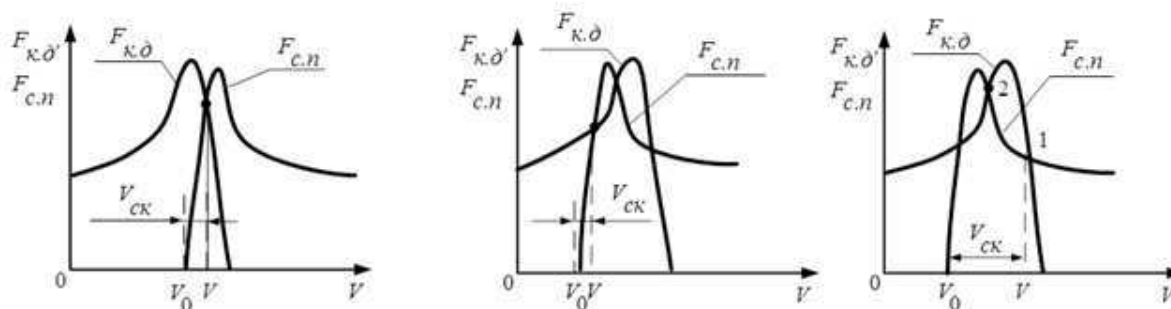


Рис 1 Варианты взаимодействия силы тяги асинхронного ТАД с силой сцепления в режиме тяги

В процессе исследования максимальных продольно-динамических нагрузок в буферно-сцепных устройствах рудничных электровозов при трогании и торможении состава установлено, что максимальные продольно-динамические нагрузки в буферно-сцепных устройствах электровозов в процессе трогания и торможения состава со звеньевыми сцепными устройствами возникают в период первых 4-5 ударов. Первые три удара сопровождаются ростом нагрузки. При последующих ударах нагрузки монотонно снижаются, приближаясь к предельному значению силы тяги по сцеплению. Нагрузки, возникающие в процессе торможения поезда, на 18-20% выше нагрузок трогания.

С целью снижения нагрузок необходимо реализовать алгоритм движения тяговым приводом электровоза, обеспечивающим плавное трогание и торможение первых 5-6 вагонеток поезда. Для построения алгоритма управления тяговым электротехническим комплексом рудничного электровоза принимается, что зазоры в кинематических звеньях автосцепок желательнее проходить с небольшим ускорениями для смягчения ударов, затем величина ускорения могут резко возрасти до допустимых максимальных значений.

Также было проведено моделирование динамических процессов в тяговом комплексе. При погрузочно-разгрузочных операциях ТЭП рудничный электровоз работает в пусковременном режиме. В расчетах переходных процессов применяется трехмассовая модель электровоза и вагонеток, учитывающая упругие и вязкие свойства как электровоза и вагонеток, так и аппарата сочленения. Параметрами обобщенной трех массовой механической системы являются суммарные приведенные моменты инерции масс и эквивалентные приведенные жесткости механических упругих связей. Для дальнейшего синтеза системы управления и регулирования, рассматривается динамика рудничного электровозного состава как трех массовая система.

Анализ полученных результатов переходного процесса по положению показывает, что при отработке заданного перемещения 0,8 в первом случае при загрузке одного вагона ошибка при остановке составляет 2,5%, процесс колебательный без перерегулирования. Переходные процессы по перемещению рудничного электровоза с использованием регулируемого электропривода, настроенного на симметричный и модульный оптимум показывают, что максимальная установившаяся ошибка по перемещению при треугольном задании составляет 5% при шести загруженных вагонетках.

Из-за больших и резкопеременных динамических режимов, протекающих в коротких (до 5 с) интервалах времени при торможении электровоза при погрузочных операциях основным видом торможения является пневматическое, когда колодочные тормоза фиксируют колесные пары электровоза. Для получения минимального времени торможения и динамических усилий требуется осуществить правильную регулировку тормозов – обеспечить требуемое значение тормозного усилия. Для получения математического описания поверхности по методике и плану, аналогичному для процесса разгона была проведена серия из 17 экспериментов, результаты которых установили, что при торможении электровозосостава также наблюдается соответствие минимума коэффициента динамичности минимума времени торможения. Это объясняется тем, что при недостаточно интенсивном торможении рудничного электровозосостава, имеющего большую массу, происходит дополнительное ускорение электровоза, сопровождающееся увеличенными динамическими усилиями, что приводит к увеличению суммарного времени торможения системы. Известные разработки систем управления ТЭТС рудничных электровозов относились к разряду систем диспетчерского – централизованного управления лишь движением электровозов, задача же данной работы – автоматизация управления движением с микропроцессорной реализацией алгоритма энергоэффективного функционирования ТЭТС, путем адаптивного выбора режимов работы ТАД. Порядок управления погрузкой и разгрузкой следующий. Машинист, приведя состав в орт-заезд для погрузки, переключает режим работы электровоза на дистанционное управление, затем, выйдя из кабины, подключает переносной передатчик к штепсельной коробке, находящейся у пункта (пунктов) погрузки. Управление движением электровоза производится нажатием кнопок «Вперед» или «Назад» на передатчике сигналов управления. Работа машиниста электровоза в данной системе упрощена – ему достаточно рукояткой управления задать требуемую скорость и система автоматически реализует алгоритм движения, обеспечивая плавный разгон, с требуемым по условию сцепления колес с рельсами ускорением, с ограничением максимальных токов и механических нагрузок в элементах передачи и сцепных устройствах, что улучшает динамику движения электровозосостава.

Испытание тяговой электромеханической системы рудничного контактного-аккумуляторного электровоза цель достигалась решением следующих задач: разработки системы автоматического (дистанционного) управления тяговой электромеханической системой IGBT – инвертор – тяговый асинхронный электрический двигатель с к.з. ротором; разработки принципиальной схемы многодвигательной электромеханической системы: IGBT – инвертор – тяговый асинхронный электрический двигатель с к.з. ротором и системой векторного управления; разработка экспериментального стенда; проведение экспериментов. Как видим из данных осциллограмм ход протекания реальных переходных процессов в тяговых асинхронных двигателях ТАП практически идентичны к модельным, кроме времени, которое меньше модельного.

Для наладки и испытания аппаратуры в лабораторных условиях был собран стенд, для получения экспериментальных данных функционирования системы автоматического управления. Стенд содержит приемник: и передатчик сигналов управления, а также все необходимые измерительные приборы. На стенде испытывались как отдельные узлы схемы, так и система дистанционного управления в целом. Экспериментально получена характеристика пропускания фильтров, зависимость коэффициента передачи от частоты.

Резюмируя проведенные исследования, стоит выделить обоснование тактики построения «линейки автоматизации» управления электровозосоставами рудных шахт; исследования электротехнических и механических процессов при работе тягового электропривода электровозосостава при погрузочно-разгрузочных операциях.

Список литературы

1. *Shokarev D.A., Skapa E.I.* Analysis of influence of transients in the hauling engines of electrical engineering complexes of industrial electric locomotives on the general dynamics of composition // *Electromechanical and energy saving systems.* – Kremenchuk: KrNU, 2012. – Iss. 4/2011 (16). – Pp. 58–61.
2. *Sinchyk I.O., Zakharov V.Yu., Skapa E.I.* To the question of analysis of electromechanics transients in rудnichnikh electric locomotives at loading-unloading operations // *Scientific journal «Announcer» East the Ukrainian national university of the name of Volodymyr Dal.* – Lugansk, 2011. – Iss. №4 (158), Part 1, 2011. – Pp. 168–172. [in Russian]
3. *Sinchyk O.N., Skapa E.I.* Control system by pin-storage-battery electric locomotives at loading-unloading operations // *Electromechanical and energy saving systems.* – Kremenchuk: KrNU, 2012. – Iss. 4/2011 (16). – Pp. 74–77. [in Russian]