

УДК 62-83.

А.В. Тимошенко

ДИНАМИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА РУДНИЧНОГО ЭЛЕКТРОВОЗА С ЦИФРОВЫМ УСТРОЙСТВОМ РАСПОЗНАВАНИЯ БУКСОВАНИЯ

Аннотация. *Выполнен синтез, проведено моделирование автоматизированного электропривода рудничного электровоза с датчиком распознавания буксования колес, который работает по принципу выявления из кривой тока пульсаций с частотой фрикционных автоколебаний, возникающих при избыточном скольжении колес.*

А. В. Тимошенко

ДИНАМІКА АВТОМАТИЗОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ РУДНИЧНОГО ЕЛЕКТРОВОЗА З ЦИФРОВИМ ПРИБОРОМ РОЗПІЗНАВАННЯ БУКСУВАННЯ

Анотація. *Виконано синтез, проведено моделювання автоматизованого електроприводу рудничного електровозу з датчиком розпізнавання буксування коліс, що працює за принципом виявлення із кривої струму пульсацій з частотою фрикційних автоколивань, які з'являються під час надлишкового ковзання коліс.*

А. В. Timoshhenko

DYNAMICS OF AUTOMATED ELECTRIC MINE LOCOMOTIVE WITH A DIGITAL DEVICE RECOGNITION OF SLIPPING

Abstract. *Synthesis and design of mine electric locomotive automatic electric drive was conducted with the recognition skidding wheels sensor, working on principle exposure from the current curve pulsations with self-excited friction frequency oscillations, arising up at the surplus sliding of wheels.*

Рудничный электротранспорт в угольных шахтах работает в сложных эксплуатационных условиях, какими в частности являются, наличие угольной пыли, влаги на рельсах и др. это снижает коэффициент сцепления, что в свою очередь приводит к буксованию и юзу, и как следствие существенно снижает производительность и безопасность движения. Применение для повышения коэффициента сцепления подсыпки песка вызывает сокращение срока службы бандажей и рельс, требует дополнительных денежных расходов. Известны предложения по устранению буксования, [4] основанные на разности токов электродвигателей (ЭД), на принципе разности угловых скоростей приводных колес со скоростью холостого ролика либо по принципу отслеживания изменения линейной скорости электровоза, измеряемой устройством, использующим эффект Доплера [3]. Все вышеуказанные способы имеют те или иные существенные недостатки, связанные либо с неточностью обнаружения факта проскальзывания, либо со сложностью измерения линейной скорости электровоза, либо с недостаточной надежностью устройств измерения этой скорости. В [1] был предложен способ определения буксования, юза колес относительно рельс, основанный на выявлении пульсаций тока ЭД с частотой упругих фрикционных автоколебаний (АКФ), возникающих в этих режимах. Практическая реализация данного устройства в аналоговом исполнении оказалась сопряжена с серьезными сложностями, вызванными, в частности, пульсациями, которые зависят от наличия эксцентриситета колес, неровностей путей, пульсациями от зубчатой передачи, упругих колебаний, возникающих при изменении упругих и возмущающих воздействий.

В настоящей работе исследована возможность повышения точности, надежности устройства за счет использования цифрового фильтра (ЦФ) и пост-обработки данных ЦФ по предложенному алгоритму. ЦФ был реализован в виде полосового не рекурсивного фильтра (фильтра с конечной импульсной характеристикой (КИХ)) [3]. При этом учитывалось, что в отличие от рекурсивного фильтра (фильтра с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ)), [2] КИХ фильтр реализуется более простым алгоритмом. Вышеуказанный тип фильтра был реализован с помощью инструментария FDA Tool, входящего в состав программного пакета MATLAB.

В процессе синтеза, для обеспечения узкополосности с крутыми фронтами амплитудно-частотной характеристики (АЧХ), его порядок был выбран равным 500, что практически нереализуемо в аналоговом устройстве. Функциональная схема датчика, а также АЧХ фильтра и сигналы этапов пост-обработки представлены на рис.1.

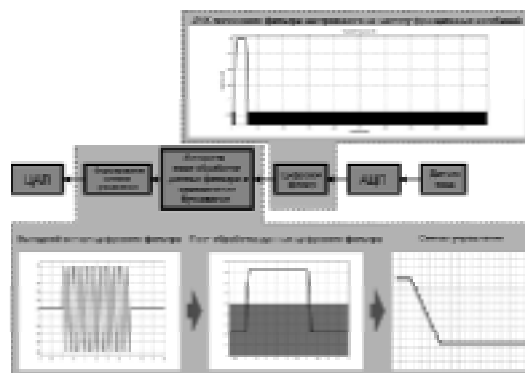


Рис.1. Структура датчика распознавания буксования

Датчик функционирует следующим образом. Сигнал с датчика тока ЭД, который содержит пульсации разных частот, оцифровывается аналогово-цифровым преобразователем (АЦП) и поступает на вход ЦФ, который выделяет пульсации с частотой АКФ, являющиеся стабильной величиной. С ЦФ сигнал от этих пульсаций в виде дискретных значений x_i гармонической величины «Х» проходит постобработку по алгоритму, представленному на рис.2. При этом находится среднееквадратичное значение «у» за период Т, которое сравнивается с заданной величиной «С», исключающей сигнал буксования при малых амплитудах пульсаций, что характерно для нахождения рабочей точки на «падающем» участке характеристики нагрузки вблизи максимального значения коэффициента сцепления [5]. При существенном проскальзывании, сопровождающемся амплитудой пульсаций, для которых «у» превышает величину «С», выдается сигнал $Y=1$, подтверждающий наличие нежелательного буксования или юза.

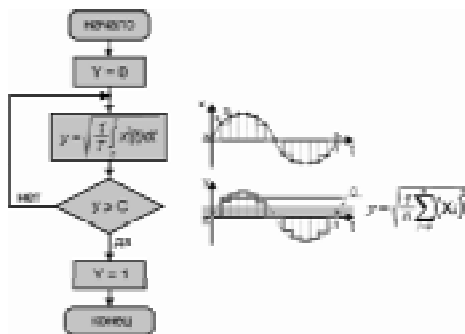


Рис.2. Алгоритм пост-обработки данных ЦФ

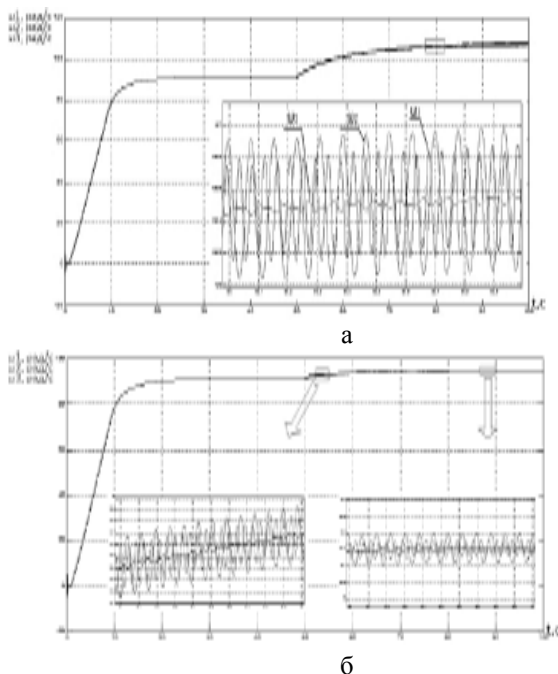


Рис.3. Разгон системы без датчика (а) и с системой распознавания буксования (б)

Проверка работы предложенного датчика проводилась методом компьютерного моделирования автоматизированного электропривода (ЭП) рудничного электровоза. Моделировался режим наезда электровоза на участок, на котором коэффициент сцепления

уменьшался в 3 раза. Система рассматривалась как трех массовая электромеханическая система (ЭМС) с двигателем последовательного возбуждения (ДПТ ПВ) и разветвленными упругими связями. Математическая модель учитывала нелинейность характеристики трения и механической характеристики ДПТ ПВ, включала наличие обратной связи (ОС) по сигналу о буксовании на систему управления с широтно-импульсным преобразователем, питающем тяговый ЭД.

На рис.3,а представлена временная диаграмма процесса разгона электровоза без датчика распознавания буксования, показывающая существенное увеличение скорости колес после наезда на участок с низким коэффициентом сцепления на 50-й секунде, а также наличие колебаний скорости одного и второго колеса с частотами АКФ. ЦФ может быть настроен на любую из этих частот. На рис.3,б показан тот же процесс при действии системы автоматического снижения скорости проскальзывания, использующей сигнал распознавания буксования с помощью предложенного датчика.

Из временных диаграмм видно, что ЭМС реагирует на факт возникновения буксования и существенно снижает избыточную скорость проскальзывания до величины, определенной уставкой «С» в алгоритме пост-обработки данных ЦФ. С учетом вида характеристики сцепления [6] такой режим соответствует реализации силы тяги, близкой к максимальной.

Список использованной литературы

1. А.с. 990555 (СССР). Устройство для определения скольжения колесной пары транспортного средства/ В.Б.Клепиков, Ю.Н.Кутовой, Е.С.Гапчинский и др. Опубл. в Б.И., 1983.
2. Антонью А. Цифровые фильтры: анализ и проектирование Пер. с англ. / А.Антонью – М.: Радио и связь, 1983. – 320 с.
3. Бесконтактное измерение скорости подвижного состава и скольжения колесных пар / А.И.Гольдштейн, А.М.Фурмитов, Н.И.Ардатский и др. – М.: НИИ информтяжмаш, 1977.
4. Исаев И.П. О структуре систем предупреждения буксования колес локомотива / И.П.Исаев – Тр. Московск.ин-та инж.ж.д.трансп. – 1971. –№ 373. – С.3-9.
5. Минов Д. К. Повышение тяговых свойств электровозов и тепловозов с электрической передачей / Д.К.Минов – М.: Транспорт, 1965. – 257 с.
6. Тимошенко А.В. Моделирование электропривода рудничного электровоза с двигателем последовательного возбуждения при буксовании / А.В.Тимошенко // 36. наук. праць ІХ Міжн. наук.-техн. конф. молодих вчених і спеціалістів у м. Кременчук 07-08 квітня 2011. – Кременчук: – 2011. – С. 42-43.

Получено 12.07.2011



Тимошенко
 Андрей Валериевич,
 аспирант каф. «Автоматизирован.
 эл. механич. системы» НТУ ХПИ,
 г. Харьков, ул. Фрунзе 21,
 тел. 707-60-41