

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

ДИНАМИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА РУДНИЧНОГО ЭЛЕКТРОВОЗА С ЦИФРОВЫМ УСТРОЙСТВОМ РАСПОЗНАВАНИЯ БУКСОВАНИЯ

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.

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.

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 постобработки 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.

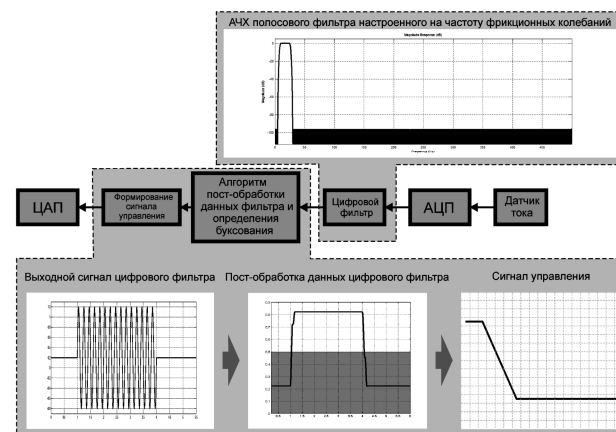


Рис.1. Структура датчика распознавания буксования

Датчик функционирует следующим образом. Сигнал с датчика тока ЭД, который содержит пульсации разных частот, оцифровывается аналого-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 «X» проходит постобработку по алгоритму, представленному на рис.2. При этом находится среднееквадратичное значение « σ » за период T, которое сравнивается с заданной величиной «C», исключающей сигнал буксования при малых амплитудах пульсаций, что характерно для находже-

ния рабочей точки на «падающем» участке характеристики нагрузки вблизи максимального значения коэффициента сцепления [5]. При существенном проскальзывании, сопровождающимся амплитудой пульсаций, для которых «у» превышает величину «С», выдается сигнал $Y=1$, подтверждающий наличие нежелательного буксования или юза.

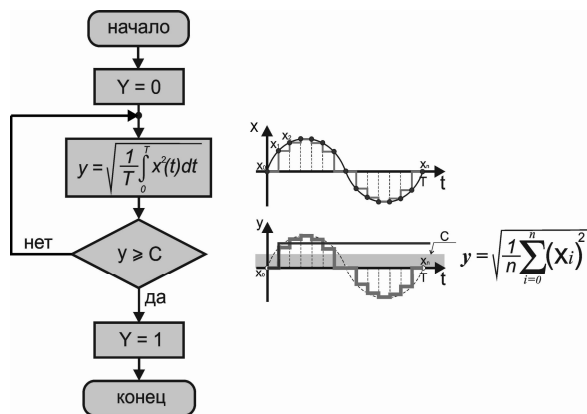


Рис.2. Алгоритм пост-обработки данных ЦФ

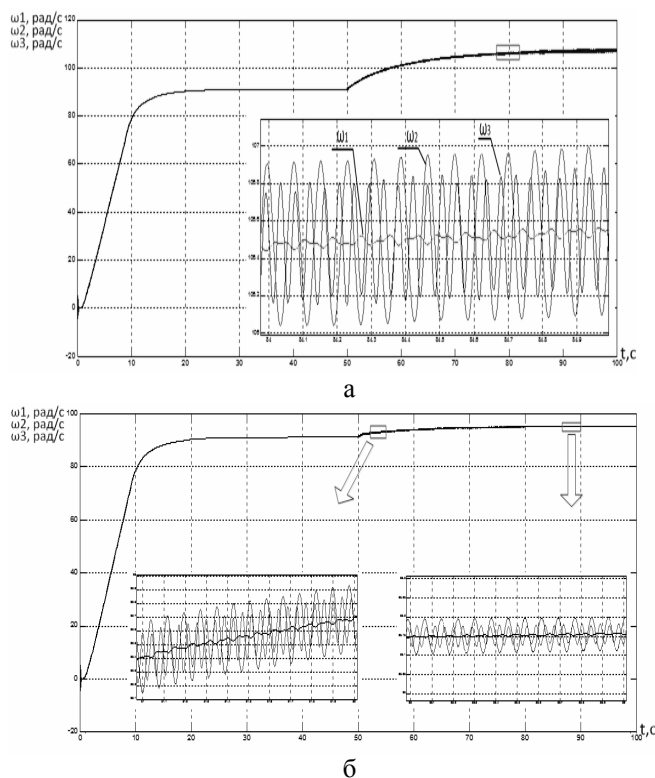


Рис.3. Разгон системы без датчика (а) и с системой распознавания буксования (б)

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 характери-

стики 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. Опул. 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