

УДК 621.31

А. Я. Микитченко, д-р техн. наук,
В. В. Сафошин, д-р электротехники,
М. В. Могучев, А.Н. Шевченко, А.А. Жирков, кандидаты техн. наук,
А. Н. Шоленков

СОЗДАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ НИЗКОВОЛЬТНЫХ КОМПЛЕКТНЫХ УСТРОЙСТВ НА БАЗЕ СИСТЕМЫ ТИРИСТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ – ДВИГАТЕЛЬ ДЛЯ СЕРИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЭКСКАВАТОРОВ

Аннотация. Представлены материалы последних лет работы по созданию низковольтных комплектных устройств управления на серию экскаваторов, обеспечивающих уменьшение потребления активной энергии в 1,5 – 2 раза по сравнению с традиционными системами. Часть этих машин уже эксплуатируется в народном хозяйстве, другая будет введена в ближайшем будущем.

А. Я. Микитченко, д-р техн. наук,
В. В. Сафошин, д-р электротехники,
М. В. Могучёв, О. М. Шевченко, О. О. Жирков, кандидаты техн. наук,
А. М. Шоленков

СТВОРЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ НИЗЬКОВОЛЬТНИХ КОМПЛЕКТНИХ ПРИСТРОЇВ НА БАЗІ СИСТЕМИ ТИРИСТОРНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ - ДВИГУН ДЛЯ СЕРІЇ ЕЛЕКТРИЧНИХ ЕКСКАВАТОРІВ

Анотация. Надані матеріали останніх років роботи щодо створення низьковольтних комплектних пристроїв управління на серію экскаваторів, що забезпечують зниження споживання активної енергії в 1,5-2 рази порівняно з традиційними системами. Частина цих машин вже експлуатуються в народному господарстві, решта буде введена у найближчому майбутньому.

A. J. Mikitchenko, ScD,
V. V. Safoshin, ScD,
M. V. Moguchjov, A. N. Shevchenko, A. A. Zhirkov, PhD,
A. N. Sholenkov

CREATING ENERGY-EFFICIENT LOW-VOLTAGE DEVICES BASED THYRISTOR CONVERTER SYSTEM - MOTOR FOR ELECTRIC SERIES EXCAVATORS

Abstract. Recent work on creation of low-voltage devices to equip a series of excavators is presented. Using these devices leads to 1.5-2 times decrease in energy consumption in comparison with conventional systems. Some of these machines are already in operation in the economy, some will be introduced in this and subsequent years.

Учитывая мировые тенденции организации горных работ и конъюнктуру мирового рынка, ООО «ИЗ-«КАРТЕКС» им. П.Г. Коробкова, один из основных производителей экскаваторов в России, разработало в последние годы стратегию на создание серии российских карьерных экскаваторов с объемами ковшей 12, 20, 30 и 50 м³. Первые два из них предназначены для работы с автосамосвалами грузоподъемностью 120 и 240 тонн, остальные – с самосвалами грузоподъемностью более 320 тонн. Поскольку в российской практике крупных машин с ковшами более 20 м³ не было, то их привода было решено делать на переменном токе. Для машин с ковшами 20 м³ и менее существует и соответствующий опыт, и отечественная индустрия экскаваторных электрических машин постоянного тока, поэтому их привода было решено выполнить на постоянном токе, но уже не с традиционной системой Г-Д, а на базе быстродействующих энергоэффективных систем с полупроводниковыми преобразователями.

ОАО «Рудоавтоматика», являясь одним из основных поставщиков электрооборудования на «ИЗ-«КАРТЕКС», взялось за разработку низковольтных комплектных устройств (НКУ) ижорских экска-

ваторов с ковшами 12 и 20 м³, расширив эту номенклатуру на уже выпускающиеся ЭКГ-10, ЭКГ-15 и новый ЭКГ -18Р, и дополнило ее разработкой НКУ ЭКГ-5 для Уральского завода тяжелого машиностроения.

При этом НКУ для экскаваторов с объемом ковшей 5, 10 и 15 м³ могут устанавливаться не только на новые машины, но также использоваться для модернизации существующих.

Вся серия выполнена на единой принципиальной основе по системе тиристорный преобразователь – двигатель с фильтрокомпенсирующим устройством (ТП-Д). Управление микропроцессорное, цифровое. С ростом объема ковша архитектура усложняется, появляется оптоволоконное управление тиристорами, единая цифровая сеть, интегрированная в эту сеть информационно-диагностическая система (ИДС).

При выборе направления разработки в качестве гаранта использованы: исключительно удачный в мировой практике опыт шведской фирмы ASEA на американских экскаваторах фирмы Харнишфегер, научные исследования группы экскаваторного электропривода академика В.И. Ключева из МЭИ, новые технологии и высокая квалификация разработчиков.

В отличие от американских, на наших экскаваторах наиболее мощные электроприводы выполнены по

© Микитченко А.Я., Сафошин В.В., Могучев М.В., Шевченко А.Н., Жирков А.А., Шоленков А.Н., 2011

12-ти пульсным схемам, а фильтры узко настроены на две низшие гармоники – 5-ю и 7-ю. Это позволяет иметь коэффициент искажения синусоидальности напряжения в сети существенно ниже 5 %, как того и требует ГОСТ-13109 даже при откровенно слабых сетях. Причем с ростом мощности приводов благодаря этим решениям электромагнитная совместимость с сетями улучшается.

Преодолен основной недостаток тиристорного электропривода, который на протяжении десятилетий являлся «пугалом» для экскаваторов. Это опрокидывание инвертора. Оказалось, что наличие фильтрокомпенсирующего устройства (ФКУ) при соответствующем управлении НКУ полностью исключает эту аварию. Наличие небольшой глухо подключенной ступени не только увеличивает надежность электропривода, но дополнительно «облагораживает» сеть, например, на тот случай, когда неподалеку работают буровые станки. Кроме того, облегчаются процессы включения-отключения силовых трансформаторов.

При случайных отключениях сети работа тиристоров поддерживается за счет бесперебойного питания в течение некоторого времени, достаточного для вывода из работы преобразователей, включения электрического торможения, наложения тормозов.

Все тиристоры силовых якорных преобразователей, ФКУ и тормозные выбраны одинаковыми, на один и тот же ток короткого замыкания. Ток короткого замыкания ограничивается преобразовательными трансформаторами. Это обеспечивает унификацию оборудования и отсутствие различных защитных реакторов. Силовая схема получается «легкой». Выравнивание тепловых нагрузок в шкафах обеспечивается за счет охладителей и вентиляции. Цепи питания между трансформатором и преобразователями короткие. Внутренняя электромагнитная совместимость между приводами обеспечивается специальными решениями в драйверах.

В настоящее время в народном хозяйстве с такой системой ОАО «Рудоавтоматика» уже работают три машины ЭКГ-5 (одна из них – около года в Украине), еще две – монтируются. На Михайловском ГОК'е в течение года работает ЭКГ-10 и около полугода ЭКГ-12К. Из-за того, что силовые установки этих машин «опираются» на сеть, а не на электромеханический агрегат, все они демонстрируют огромную силу по отношению к аналогам, что отмечают машинисты. Отсутствуют шум и вибрации агрегата. Все машины очень удачно электромагнитно совмещаются с другими экскаваторами в сетях, не мешая им, в то же время продолжая работать при просадках напряжения, когда электромеханические агрегаты аналогов «вываливаются» из работы.

Средневзвешенный коэффициент мощности по замерам эксплуатационных служб 0,95-0,97. Потребление активной энергии на тонну перегружаемой массы в 1,5-2 раза меньше, чем на аналогах с электромеханическим агрегатом.

В настоящее время в стадии заводских испытаний находятся три НКУ на ЭКГ-5, -10, и 12. Заканчивается разработка НКУ на ЭКГ-15. Ждут своего нача-

ла разработки НКУ на ЭКГ-18 и 20, хотя все принципиальные научные вопросы по ним решены.

Осенью предприятие будет отмечать 35-ти летний юбилей. К этому времени будет запущен 500-й экскаватор с НКУ производства ОАО «Рудоавтоматика».

Получено 12.07.2011



Микитченко Анатолий Яковлевич,
д-р техн. наук,
директор по научной работе ОАО
«Рудоавтоматика»,
тел: 8 (47148) 2-48-22,
E-mail: rudavt@fecity.ru



Сафошин Виктор Васильевич,
д-р электротехники, ген. директор
ОАО «Рудоавтоматика»,
Курская обл., г. Железногорск, ул.
Мира, д 1.
тел: 8 (47148) 2-48-22,
E-mail: rudavt@fecity.ru



Могучёв Максим Владимирович,
канд. техн. наук,
зам. директора по научной работе
ОАО Рудоавтоматика»,
тел: 8 (47148) 2-48-22,
E-mail: rudavt@fecity.ru



Шевченко Александр Николаевич,
канд. техн. наук,
ст. науч. сотрудник
ОАО Рудоавтоматика»,
тел: 8 (47148) 2-48-22,
E-mail: rudavt@fecity.ru



Жирков Александр
Александрович,
канд. техн. наук,
ст. науч. сотрудник
ОАО Рудоавтоматика»,
тел: 8 (47148) 2-48-22,
E-mail: rudavt@fecity.ru



Шоленков Андрей Николаевич,
инж. по наладке и испытаниям
ОАО Рудоавтоматика»,
тел: 8 (47148) 2-48-22,
E-mail: rudavt@fecity.ru