

УДК 622.272:621.3.07

А.В. Рухлов, канд. техн. наук, А.В. Индюхов

(Украина, Днепропетровск, Государственное ВУЗ “Национальный горный университет”)

**О ПРОБЛЕМАХ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА
НА ГЛАВНЫХ ПОДЪЕМАХ ШАХТ**

Введение. В мировой практике регулируемый электропривод – одна из наиболее эффективных энерго- и ресурсосберегающих технологий. Преимущества и целесообразность применения систем автоматизированного регулируемого электропривода для регулирования параметров и оптимизации работы

различных технологических механизмов, особенно с насосными и подъемными установками, работающими в переменных режимах, подтверждены многолетним мировым опытом их использования [1].

Как правило, в большинстве отраслей промышленности, энергетике и коммунальной сфере электродвигатели установлены в расчете на максимальную производительность оборудования, в то время как часы пиковой нагрузки, т.е. время работы оборудования с максимальной производительностью, составляют всего 10–15 % от общего времени функционирования оборудования. При этом в общей структуре потребления электроэнергии в промышленности Украины доля таких электродвигателей составляет около 40 %. В результате электродвигатели, работающие с постоянной частотой вращения, потребляют значительно больше электроэнергии (до 50 %), чем этого требуется для обеспечения оптимального технологического процесса. Такое положение является основной предпосылкой для широкого внедрения регулируемого электропривода во всех отраслях промышленности [2, 3].

Поэтому и ныне на угольных шахтах Украины используется большое количество различных преобразователей энергии в составе систем регулируемого электропривода стационарных установок напряжением 6 кВ, а именно подъемных и вентиляторных установок. Такие системы имеют свои преимущества и недостатки, однако целесообразность их применения для технологических установок с переменным режимом работы уже не вызывает сомнений.

Цель работы – экспериментальное подтверждение недостатков относительно применения регулируемого электропривода на главных подъемах шахт и рассмотрение возможных направлений их исключения.

Изложение основного материала. Сегодня в Украине на государственном и региональном уровнях реализуются различные программы по энергосбережению, снижению энергоемкости технологических производственных процессов. Одной из составляющих таких программ является применение регулируемого электропривода, который внедряется и на шахтах Западного Донбасса. Для главных подъемных установок этих предприятий характерно использование вентильных преобразователей напряжения с двигателями постоянного тока в составе системы ЭКПЦ (электропривод комплектный тиристорный) или системы АТК (асинхронный тиристорный каскад) с асинхронным электродвигателем с фазным ротором.

Мощные управляемые вентильные преобразователи являются электроприемниками, вызывающими серьезные нарушения качества электроэнергии в питающей сети и, в частности, оказывающими значительное влияние на искажение синусоидальной формы кривой питающего напряжения и тока. Установлено, что управляемые вентильные преобразователи известных нам типов имеют весьма низкий коэффициент мощности, особенно при глубоком регулировании выходного напряжения. Регулируемые вентильные преобразователи потребляют большие реактивные мощности, которые в основном и вызывают колебания напряжения. При этом значительные набросы реактивной мощности сразу передаются в питающую сеть переменного тока без демпфирования их инерционными массами, как это наблюдается при применении электромашинных преобразовательных агрегатов с асинхронными электродвигателями с маховиком или же с синхронными электродвигателями, имеющими быстродействующее автоматическое регулирование возбуждения.

Комплектные электроприводы переменного тока по системе АТК представляют собой новый этап в совершенствовании структуры асинхронно-вентильного каскада (АВК), широко применяемого в регулируемых электроприводах с асинхронными двигателями с фазным ротором. Регулировочные характеристики электропривода с АТК сравнимы с электроприводом постоянного тока. Диапазон регулирования частоты вращения не меньше 20:1 без датчика скорости и не меньше 40:1 при наличии датчика скорости (частоты вращения) на валу двигателя. Экономия электроэнергии в технологических установках на базе электроприводов с АТК может достигать 15–30 % по сравнению с применением морально и физически устаревших роторных станций. Кроме этого, система АТК обеспечивает двунаправленность потока энергии в контуре "питающая сеть – двигатель – роторная цепь (каскадная схема) – цепь возврата энергии в питающую сеть" в отличие от традиционного АВК, что позволяет осуществлять торможение двигателя без применения дополнительных устройств [1, 3, 4].

Подводя итоги вышесказанного, можно сформулировать основные преимущества относительно применения преобразователей электроэнергии для электропривода главного подъема шахт:

- более точное и плавное регулирование частоты вращения электродвигателя позволяет в большинстве случаев отказаться от использования редукторов, вариаторов и другой регулирующей аппаратуры, что значительно упрощает управляемую механическую (технологическую) схему, повышает ее надежность и снижает эксплуатационные расходы;
- регулируемый пуск управляемого двигателя обеспечивает его плавный без повышенных пусковых токов и механических ударов разгон, что снижает нагрузку на двигатель и связанные с ним передаточные механизмы, канаты и, соответственно, увеличивает срок их эксплуатации;
- повышение производительности подъемной установки за счет уменьшения времени цикла подъема полезного ископаемого;

- визуальный контроль большого количества технологических и механических параметров и характеристик подъемной установки (например, положение скипа в стволе, количество циклов за сутки, изменение питающего напряжения и тока и др.).

К основным недостаткам относительно применения таких систем можно отнести:

- генерирование значительных электромагнитных помех, которые проявляются в искажении синусоидальной формы кривых напряжения и тока питающей сети;
- низкий коэффициент мощности, особенно при глубоком регулировании, что проявляется в значительном потреблении реактивной мощности;
- возможное снижение коэффициента полезного действия и срока службы двигателей, дополнительные потери мощности и энергии, связанные с ухудшением качества электроэнергии;
- значительные капитальные затраты и др.

На рис.1 приведены экспериментально полученные кривые изменения потребляемой активной, реактивной и полной мощностей в цикле угольного подъема при применении систем электропривода ЭТЦ и АТК.

Из приведенных кривых (рис.1) следует, что значительное потребление реактивной мощности наблюдается при "глубоком" управлении тиристорами, т.е. в процессе разгона, торможения и разгрузки скипа. В эти периоды времени величина потребляемой реактивной мощности в 1,5–2 раза больше активной, причем для системы АТК эти значения выше. В процессе установившегося движения скипа скачков потребления реактивной мощности не наблюдается, а ее величина сравнима с активной. Это говорит о том, что применение систем АТК и ЭТЦ практически без использования соответствующих устройств для снижения потребления реактивной мощности невозможно.

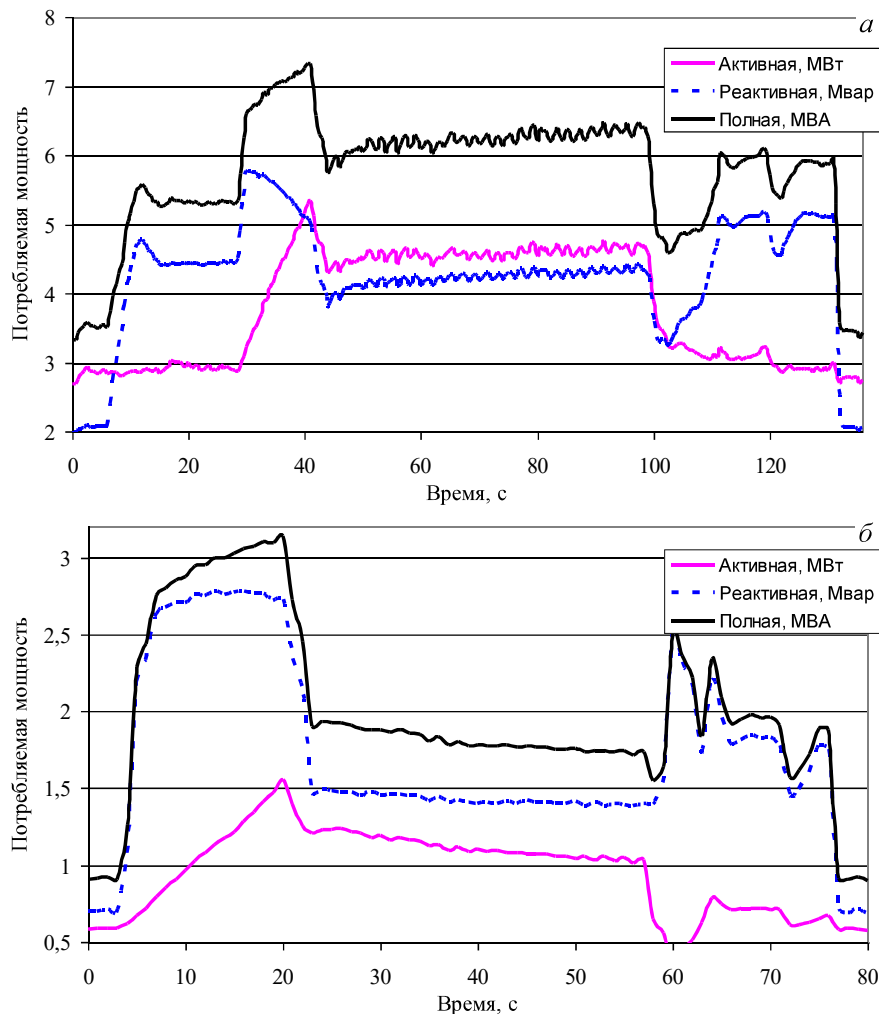


Рис.1. Кривые изменения потребляемой мощности в цикле угольного подъема для систем ЭТЦ (а) и АТК (б)

На рис.2 приведены экспериментально полученные кривые изменения коэффициентов гармоник напряжения в цикле угольного подъема при применении систем электропривода ЭТЦ и АТК.

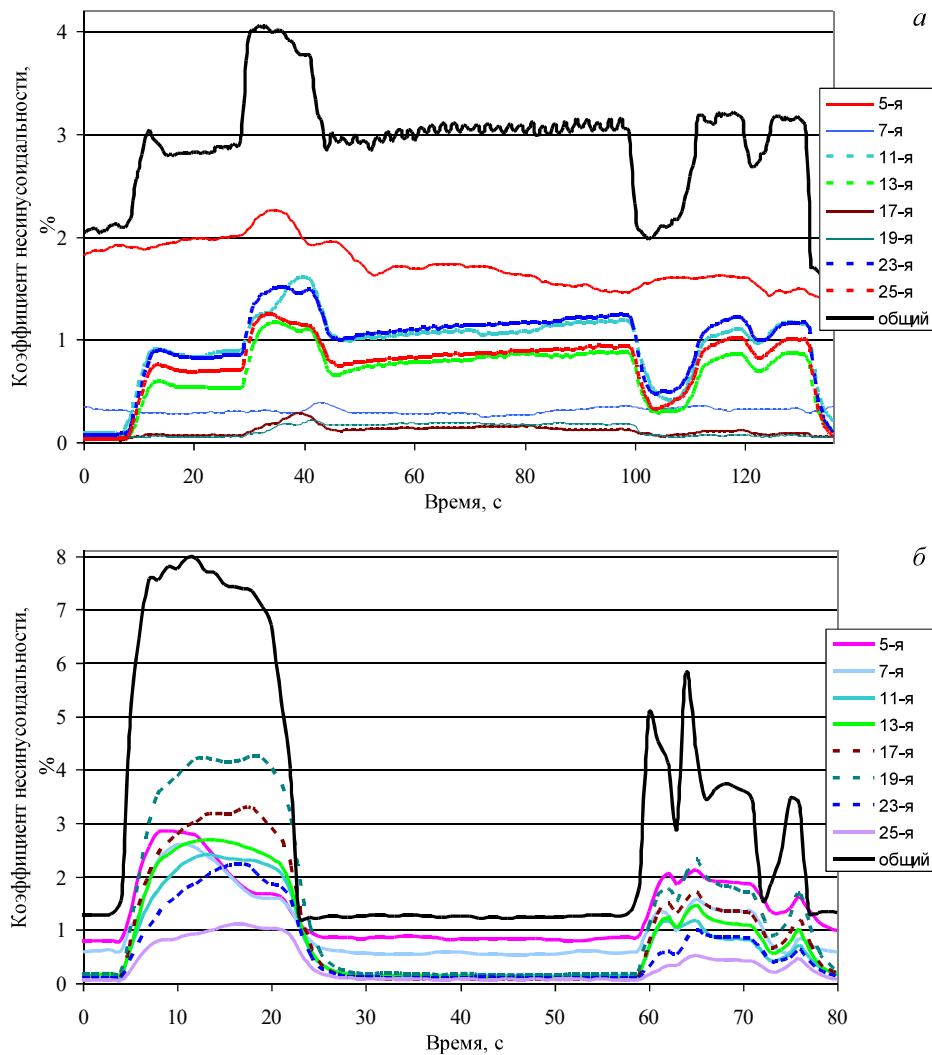


Рис.2. Кривые изменения коэффициентов гармоник напряжения в цикле угольного подъема при применении систем ЭКТЦ (а) и АТК (б)

Анализ кривых (рис. 2) на практике подтверждает одну из основных проблем относительно применения тиристорных преобразователей – генерацию значительных по амплитуде гармонических составляющих напряжения, которые могут нарушить нормальную работу другого технологического электрооборудования, подключенного к узлу нагрузки. При использовании системы ЭКТЦ на базе 12-пульсного преобразователя напряжения (рис.2, а) в цикле подъема изменяются и оказывают негативное влияние характерные 11, 13, 23 и 25-я гармоники, в то время как коэффициенты 5, 7, 17 и 19-й гармонических составляющих не претерпевают значительных изменений. Для системы АТК (рис.2, б) видим, что в цикле подъема изменяются коэффициенты характерных для 6-пульсного преобразователя 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23 и 25-й гармоник. Эти экспериментальные данные очередной раз подтверждают необходимость применения специальных фильтрокомпенсирующих устройств для нормальной работы рассматриваемых систем электропривода.

Выводы

В качестве направлений для минимизации негативных воздействий, вызванных в результате применения различных преобразователей электроэнергии в системах электропривода главных подъемных установок угольных шахт, можно отметить:

- применение более точных методов расчета и настройки оборудования (особенно тиристорных преобразователей) для заданных технологических параметров;
- более точные испытания систем регулируемого электропривода и модернизация данного оборудования с целью повышения его технических характеристик;
- комплектация систем регулируемого электропривода с тиристорными преобразователями современными эффективными фильтрокомпенсирующими устройствами, позволяющими сгладить искажения питающих напряжения и тока, а также компенсировать набросы потребления реактивной мощности;

- применение комплектных систем электропривода, в которых двигатель интегрирован с преобразователем и др.

Список литературы

1. Петров, В.П. Электропривод с подчиненным регулированием параметров [Текст] / В.П. Петров. – М.: МЭИ, 1977. – 172 с.
2. Еланчик, Г.М. Шахтные стационарные установки. Расчеты подъемных установок [Текст] / Г.М. Еланчик, Е.А. Проходцева. – М.: МГИ, 1964. – 212 с.
3. Тиристорный электропривод рудничного подъема [Текст] / А.Д. Динкель, В.Е. Католиков, В.И. Петренко. – М.: Недра, 1977. – 154 с.
4. Электрооборудование шахтных подъемных машин [Текст] / Ю.Т. Калашников, В.Е. Католиков, Г.И. Шпильберг. – М.: Недра, 1986. – 284 с.