

УДК 621.3

В. Б. КЛЕПИКОВ, П. А. КОРОТАЕВ, Е. Ф. БАНЕВ, А. Н. МОИСЕЕВ, А. В. ТИМОЩЕНКО,
Национальный технический университет «ХПИ», г. Харьков

Л. Н. СИВОКОНЬ, В. И. ХОМЕНКО,

ГП «Харьковский приборостроительный завод им. Т. Г. Шевченко», г. Харьков

В. И. МАКСЮК, В. Н. ТКАЧ

ХОКП ДРИТ «Солоницевское ПКХ», п. г. т. Солоницевка

К ИТОГАМ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА СТАНЦИИ ВТОРОГО ПОДЪЕМА п. г. т. СОЛОНИЦЕВКА

В работе рассмотрен опыт модернизации насосной установки частотным преобразователем. Показана целесообразность широкой модернизации электроприводов насосных станций переводом их на частотно-регулируемый вариант.

У роботі розглянутий досвід модернізації насосної установки частотним перетворювачем. Показана доцільність широкої модернізації електроприводів насосних станцій переведенням їх на частотно-регульований варіант.

Введение

Известно насколько актуально для Украины, обеспеченной собственными энергоресурсами лишь на 40 %, решение проблемы их сбережения. Степень актуальности возрастает в большей мере, если учесть, что в ноябре 2007 г. Украина вышла на первое место среди промышленных стран Европы по энергозатратности на единицу валового национального продукта. Этот показатель в нашей стране в 3–3,5 раза хуже чем в других промышленно развитых странах.

Основная часть

Одним из эффективных направлений сбережения энергетических ресурсов является экономное использование электроэнергии. В [1] отмечено, что при существующей изношенности тепловых электростанций, качества угля и графике сменности режимов работы коэффициент полезного действия электростанций доходит до 28 % и даже 25 %. При этом, как показано в [2], с учетом затрат на добычу и транспортировку энергетических ресурсов оказывается, что каждая единица сэкономленной электроэнергии обеспечивает в энергетическом эквиваленте 5 единиц топливных энергоресурсов. Это значит, что экономия электроэнергии является исключительно эффективным средством их сбережения. Утверждается, что до 90 % всех потерь электроэнергии имеет место у потребителя [2]. Основным потребителем, как известно, является электропривод (ЭП), на долю которого приходится около 70 % всей вырабатываемой электроэнергии. Вышеуказанная цифра потерь учитывает тот факт, что далеко не вся электрическая энергия преобразованная электродвигателем в механическую расходуется рационально. Во многих машинах и механизмах имеют место бесполезные потери энергии при отклонениях режима их работы от номинального. Автоматизированный ЭП, являясь средством оптимизации технологических процессов позволяет существенно сократить как прямые так и косвенные расходы электроэнергии. При этом имеет место, так называемый, синергетический эффект умножения экономии электроэнергии, что обеспечивается не только снижением потребления электроэнергии по счетчику, установленному на ЭП, но и за счет исключения энергетических затрат на производство, транспортирование сэкономленных расходных материалов, затрат на ремонт и восстановительные работы, увеличения качества и долговечности выпускаемой продукции и т.п. в результате оптимизации электроприводом технологического процесса.

Поясним сущность синергетического эффекта на следующем известном примере [3]. Модернизация нерегулируемого электропривода подкачивающей насосной станции путем замены на автоматизированный частотно-регулируемый обеспечила экономию электроэнергии в 40,5 %, а, следовательно, и 5-кратную экономию первичных энергоресурсов. Кроме того, была достигнута 25 %-ая экономия воды и устранены гидравлические удары в сети

водоснабжения. Экономический эффект от устранения необходимости транспортировки, очищения, канализации и восстановления сэкономленной воды в 6 (!!!) раз превышает стоимость сэкономленной электроэнергии. Это означает и дополнительную экономию электроэнергии, которая была бы нужна, чтобы доставить сэкономленную воду к потребителю, чтобы ее очистить, хлорировать, а затем канализировать и восстановить после канализации. Это сэкономленные на добыче сырья для хлорирования, производства средств хлорирования и восстановления воды энергоресурсы. Если продолжить, то это экономия на транспортировку сырья и средств к местам хлорирования и т. д. Учитывая, что доля энергетических затрат водоснабжения составляет 50–60 % только за счет исключения необходимости доставлять к потребителю и канализировать сэкономленную воду, обеспечивается более чем 3х кратная экономия электроэнергии по отношению к зафиксированной счетчиком на электроприводе.

Одним из особо эффективных средств сбережения и экономии электроэнергии является перевод нерегулируемого ЭП турбомеханизмов (насосов, компрессоров, вентиляторов, воздуходувок, дымососов и т. п.) на регулируемый. Эффективность модернизации на основе частотно-регулируемого ЭП подтверждается следующим известным классическим примером, физическая сущность энергосбережения которого случая поясняется рисунком.

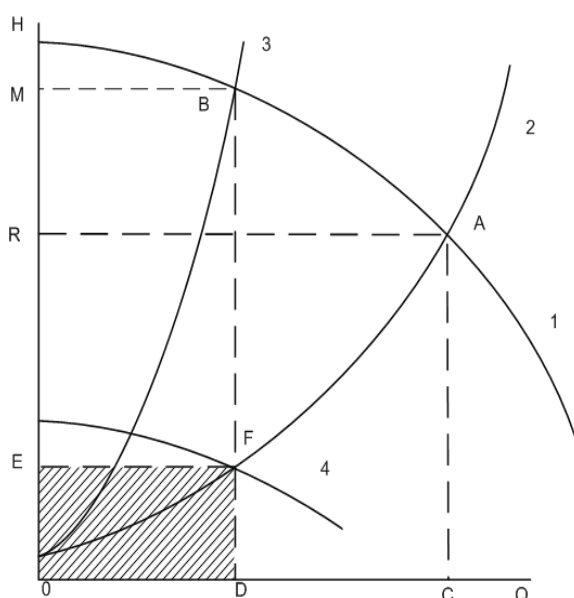


Рис. 1. Характеристики производительности центробежного насоса

Здесь 1 — напорно-расходная характеристика насоса с нерегулируемым электродвигателем, 2 — характеристика водопроводной сети при полностью открытой задвижке насоса и максимальном потреблении (следует иметь ввиду, что расход Q может определяться не только задвижкой насоса, но и кранами потребителей), 3 — характеристика сети при минимальном потреблении. Рабочими точками при максимальном потреблении являются, соответственно, точки A и B (рис.1).

Отдаваемая насосом мощность равна $P=HQ$, т. е. определяется площадью прямоугольников ODBM — при максимальном потреблении и ODFE — при минимальном.

Нетрудно видеть, что вследствие увеличения давления на выходе насоса при минимальном расходе мощность P может изменяться незначительно.

Характеристика насоса с частотно-регулируемым приводом ЧРП, за счет снижения оборотов электродвигателя имеет вид 4. Рабочая точка F минимального расхода обеспечивается при существенно меньшем давлении вследствие чего площадь ODFE, а следовательно и забираемая из сети мощность значительно меньше площади прямоугольника ODBM в случае нерегулируемого электродвигателя. Снижение мощности обеспечивается снижением напора, понижением частоты вращения электродвигателя. Известно, что величина P зависит от частоты вращения в 3-ей степени, т. е. понижение ее в 2 раза по сравнению с частотой вращения нерегулируемого насоса даст 8-микратную экономию потребляемой мощности. Иногда технологический процесс допускает меньшие значения скорости, но и в этом случае снижение скорости на 10 % обеспечивает экономию электроэнергии около 27%. Следовательно, уменьшение потребляемой мощности может иметь место, если технология водопотребления допускает понижение напора при снижении расхода воды. В литературе появляются публикации [4], пропагандирующие решение проблемы энергосбережения комплектацией насосных станций агрегатами с жесткими напорными характеристиками.

При этом энергосбережение предлагается достигать отключением части насосных агрегатов станции при снижении водопотребления. Однако при этом, во-первых, следует учитывать дискретность номинальных параметров выпускаемых насосов и выбор рое при пктировании насоса с номинальным напором больше расчетно необходимого.

Даже незначительное снижение регулируемым ЭП скорости для обеспечения расчетного напора дает существенное снижение потребления электроэнергии. Во-вторых, частотно-регулируемый электропривод позволяет устранять гидравлические удары, что крайне важно при существующей изношенности труб. В третьих создаются предпосылки для полной автоматизации и оптимизации процесса водоснабжения.

В 2008 году на насосной станции 2-го подъема п.г.т. Солоницевка был модернизирован ЭП насосной установки на базе преобразователя частоты ПЧРТ-03, разработанного кафедрой «Автоматизированные электромеханические системы» Национального технического университета «Харьковский политехнический институт» и внедренного в опытную серию на «Харьковском приборостроительном заводе им. Т. Г. Шевченко». Преобразователи данного типа обеспечивают управление трехфазными асинхронными электродвигателями класса напряжения 0,4 кВ, мощностью от 0,25 до 22 кВт. Они выполнены по схеме автономного инвертора напряжения с использованием в качестве силовых ключей IGBT-транзисторов и высокопроизводительных микроконтроллеров фирмы ATMEL. Электропривод с ПЧРТ способен обеспечивать:

- плавный пуск и разгон электродвигателя до установленной скорости с заданным темпом;
- интенсивное торможение двигателя с заданным темпом;
- работу с установившейся частотой вращения при изменении момента сопротивления от 0 до номинального;
- автоматическое повторное включение преобразователя при исчезновении напряжения питающей сети с регулируемой задержкой 1...99 с;
- реверс;
- пропорционально-интегральное регулирование технологического параметра;
- параметрическое управление выходным напряжением преобразователя в функции частоты;
- ограничение тока на заданном уровне;
- дистанционное управление:
 - от выносного пульта управления (до 1200 м);
 - от внешней АСУ или ПК по интерфейсу RS485 или RS232;
 - от внешнего АСУ аналоговыми и дискретными сигналами.
- поддержку стандартного протокола Modbus;
- диагностику технического состояния и режимов работы преобразователя частоты, регистрацию аварийных режимов.

Возможны следующие режимы работы:

- разомкнутый (ручное управление);
- замкнутый (автоматическое управление технологического параметра);
- разомкнутый многоскоростной с 4-мя фиксированными частотами.

Установленный на насосной станции п.г.т. Солоницевка в марте 2008 г. ЭП был выполнен с отрицательной обратной связью по давлению водопроводной сети и обеспечением плавного пуска при запусках насоса. К марту 2010 г. итоги эксплуатации таковы. За прошедшее время, т. е. 2 года, сокращение оплаты за электроэнергию обеспечило **экономию около 40 тыс. грн.** при затратах на модернизацию порядка 10 тыс. грн. **Число порывов водопроводной сети сократилось с 60 случаев в год до 8-10. Экономия воды составила 20-25 %.** Особо следует отметить высокую надежность преобразователя. За прошедшие 2 года не было ни единого случая выхода преобразователя из строя либо остановки насоса из-за нарушения работы преобразователя.

В свете ранее рассмотренного примера, косвенная экономия электроэнергии, а следовательно и первичных энергетических ресурсов за счет сэкономленной воды,

сокращения ремонтных работ и материалов для их выполнения многократно превышает экономию электроэнергии зафиксированную счетчиком. Особенно следует обратить внимание на достигнутый эффект многократного снижения числа порывов водопроводной сети, поскольку, как известно, сети г. Харькова характеризуются большой изношенностью и ветхим состоянием. Приведенные цифры говорят о целесообразности первоочередного вложения средств именно в модернизацию ЭП насосных агрегатов, обеспечивающих устранение разрушительных гидравлических ударов. Быстрая окупаемость от модернизации ЭП насосной установки позволила бы сэкономленные за счет нее средства использовать и на замену труб водопроводных сетей, снизив число разрушений водопроводных сетей. Перекладывание труб без предварительной модернизации ЭП насосов не устраняет основную причину порывов – гидравлические удары в сети, сопровождающиеся повышением давления в трубах.

Известно [5], что при движении жидкости по трубе со скоростью 3 м/с и внезапной ее остановке, давление вследствие гидравлического удара повышается в 42 раза. Поэтому даже для вновь уложенных труб следовало бы обеспечить щадящий режим работы с целью увеличения долговечности их эксплуатации. Опыт модернизации ЭП насосного агрегата на станции второго подъема п.г.т. Солоницевка важен еще и тем, что модернизация выполнена на оборудовании, выпущенном **отечественным производителем**. Микропроцессорная система управления создает возможность путем дополнительного программирования обеспечить многие функции, которыми обладают образцы зарубежных преобразователей. В то же время использование продукции отечественного производителя освобождает потребителей от ряда других известных недостатков свойственных модернизации на основе иностранного оборудования.

Выводы

Опыт эксплуатации на п.г.т. Солоницевка модернизированного электропривода на базе частотно-регулируемого преобразователя, выпускаемого отечественным производителем «Харьковским приборостроительным заводом им. Т. Г. Шевченко» подтверждает его высокую эффективность с точки зрения экономии электроэнергии, воды и сокращения порывов водопроводной сети и высокую надежность его работы.

Список литературы

1. Товажнянський Л. Л. Проблеми енергетики на межі ХХІ століття: Навч. посіб. / Л. Л. Товажнянський, Б. О. Левченко. – Харків: НТУ "ХПІ", 2006. – С. 57–86.
2. Клепиков В. Б., Розов В. Ю. О роли электропривода в решении проблемы энергоресурсосбережения в Украине // Вестник национального технического университета «Харьковский политехнический институт», № 30, 2008, – С.18–21.
3. Браславский И. Я., Ишматов З. Ш., Поляков В. Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод – М.: Академия, 2004.
4. Покалицын С. Н. Применение частотно-регулируемого электропривода не исправляет ошибок при выборе центробежного насоса // Энергосбережение • Энергетика • Энергоаудит, № 5 (63), 2009, – С. 48-53.
5. Бойко А. В. Гидрогазодинамика – Харьков: НТУ "ХПИ", 2008.

TO RESULTS OF THE POWER SAVING ELECTRIC DRIVE OPERATION AT THE SECOND LIFTING STATION IN SOLONICEVKA TOWN

V. B. KLEPIKOV, P. A. KOROTAEV, E. F. BANEV, A. N. MOISEEV, A. V. TIMOSHENKO, L. N. SIVOKON', V. I. HOMENKO, V. I. MAKSIUK, V. N. TKACH

The pump station modernization experience by the frequency converter is considered. The pump stations electric drives modernization expediency is shown by their transfer into a frequency-regulated variant.

Поступила в редакцию 16.05 2011 г.