

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СКВАЖИННЫХ СТАНЦИЙ ПРЕДПРИЯТИЯ

С. С. Сидоренко, Д. А. Курпель

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель С. С. Сидоренко

Целью данной работы является выявления нерационального использования топливно-энергетических ресурсов на скважинных станциях предприятия КЖУП «Райжилкомхоз». Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: определен действительный КПД насосного агрегата, предложены мероприятия по уменьшению гидравлических потерь на скважинной станции, обоснована целесообразность применения преобразователя частоты электропривода и установки насосных установок зарубежных аналогов [1, с. 3].

Скважинные насосные станции являются важнейшим элементом системы водоснабжения. От работы комплекса сооружений и оборудования насосной станции во

многим зависит общая надежность и экономическая эффективность подачи воды. На территории Республики Беларусь оплата за потребление воды является различной. Поэтому определение энергоэффективности работы насосной станции позволит реально оценить действительные затраты электрической энергии на подъем 1 м³ воды.

Действительный КПД насосного агрегата определяется по формуле [2, с. 25]:

$$\eta_{\text{агр}} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{1000 \cdot P},$$

где ρ – плотность жидкости, кг/м³; g – ускорение свободного падения; $g = 9,81$ м/с²; Q – подача насоса, м³/с; H – напор насоса, м; P – мощность, потребляемая насосом, кВт.

Значения производительности и потребляемой электрической энергии насосной станции можно установить при помощи ультразвукового расходомера и вольтамперфазометра соответственно, либо используя данные (если они имеются) учета расхода и потребления электрической энергии скважинной станции в течение длительного промежутка времени. Использование первого способа определения действительного КПД является наиболее точным, так как погрешность измерительных приборов минимум на 2 % ниже. Значение напора, создаваемого насосным агрегатом, является равной паспортному значению насоса.

Коэффициент полезного действия насосного агрегата включает в себя две составляющие: КПД электродвигателя и КПД насоса.

Эффективность эксплуатации электродвигателей определяется их механической нагрузкой. При превышении оптимальной загрузки двигателя снижается его КПД и коэффициент мощности. При длительном превышении электрической нагрузки обмотки двигателя разогреваются, и он может выйти из строя. При уменьшении нагрузки до 0,3 номинальной также снижается $\cos \varphi$ и возрастает доля потребляемой реактивной мощности, что приводит к увеличению общей потребляемой мощности. Таким образом, показателем эффективности загрузки электродвигателей служит коэффициент мощности $\cos \varphi$ [3, с. 197]. Следовательно, для определения механической загрузки электрического двигателя необходимо установить его действительную потребляемую активную и реактивную мощности (при помощи ВАФ). На рис. 1 представлена зависимость механической загрузки электродвигателя от коэффициента мощности для электродвигателей различной номинальной мощности. На рис. 2 – зависимость действительного КПД от механической загрузки электродвигателей.

На предприятиях часто применяется следующий способ определения загрузки электродвигателя. Определение при помощи амперметра и вольтметра значения потребляемой мощности, т. е. измеряется полная мощность. Данный способ является менее точным, так как реактивная составляющая мощности может составлять до 30 % от действующего значения полной мощности.

Практически установлено, что если двигатель загружен менее, чем на 30 % номинальной нагрузки, желательна замена асинхронного двигателя на менее мощный по экономическим показателям. В случае постоянной загрузки двигателя, составляющей 45–70 % номинальной нагрузки, требуется проверка целесообразности замены двигателя [4, с. 343].

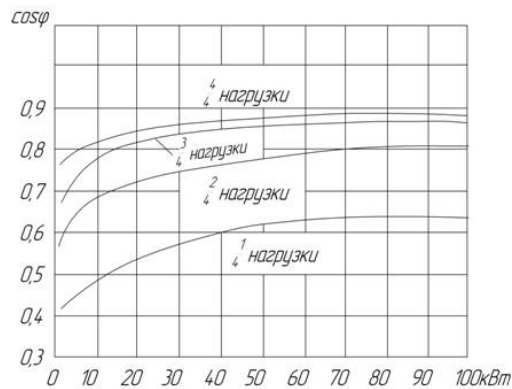


Рис. 1. Зависимость механической загрузки электродвигателя от коэффициента мощности для электродвигателей различной номинальной мощности

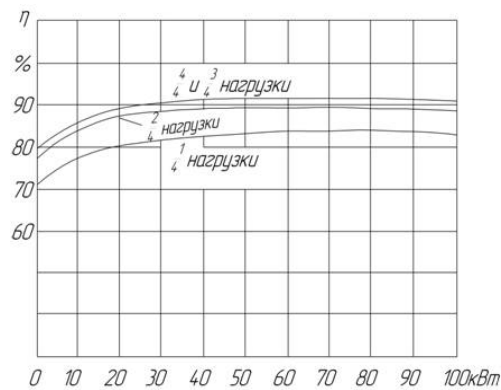


Рис. 2. Зависимость действительного КПД от механической загрузки для электродвигателей различной номинальной мощности

Установка частотного привода на насосной станции позволяет:

1. Отказаться от водонапорной башни системы водоснабжения, что приблизительно составляет 1–2 % потребления электрической энергии;
2. Сэкономить, согласно проведенным измерениям, 25 % потребления;
3. Увеличить ремонтный промежуток электродвигателя в 1,5–2 раза.

При проведенном обследовании артезианских скважин были зафиксированы значения глубин погружения насосных агрегатов, отличающиеся от необходимого уровня погружения насоса. В среднем гидравлические потери по длине составляют 0,9 м напора насосного агрегата на каждые 10 м длины трубопровода. Понижение уровня погружения насосной станции позволит сэкономить 1,2 % потребления электрической энергии.

Наиболее дешевые насосные агрегаты, применяемые на скважинах, имеют марку ЭЦВ, паспортный срок службы которых не превышает 5 лет, а КПД 61 %. Для зарубежных аналогов срок эксплуатации составляет 10–15 лет и КПД на 6–11 % выше. 70 % потребляемой электрической энергии промышленных предприятий приходится на электрические двигатели. Используя ВАФ для нахождения потребляемой активной и реактивной составляющих мощностей, можно определить: правильность выбора мощности электродвигателя, диагностировать состояние обмотки и исправность работы электродвигателя.

Заключение

Согласно проведенной работе на предприятии предлагается сократить потребление электрической энергии (при сроке окупаемости мероприятия менее 5 лет) за счет:

- 1) замены насосных агрегатов на более энергоэффективные 45,9 %;
- 2) внедрение ЧРП на предприятии позволит уменьшить потребление электрической энергии на 6,8 %;
- 3) уменьшения гидравлических сопротивлений на 1,22 %, необходимым условием выполнения является установка на данных станциях ЧРП.

Литература

1. Березин, С. Е. Насосные станции с погружными насосами. Расчет и конструирование / С. Е. Березин. – М. : Строиздат, 2008. – 160 с.
2. Лезнов, Б. С. Энергосбережение в регулируемый привод в насосных и воздушных установках / Б. С. Лезнов. – М. : Энергоатомиздат, 2006. – 360 с.
3. Москаленко, В. В. Электрический привод : учеб. пособие для сред. образования / В. В. Москаленко. – 2-е изд., стер. – М. : Академия, 2004. – 368 с.
4. Данилов, О. Л. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учеб. для вузов / О. Л. Данилов, А. Б. Гаряев, И. В. Яковлев ; под ред. А. В. Клименко. – М. : Издат. дом МЭИ, 2010. – 424 с.
5. Режим доступа: <http://www.matic.ru/index.php?pages=260>.