

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫХ ПРИВОДОВ НА ОАО «ГОМЕЛЬТРАНСНЕФТЬ ДРУЖБА»

Е. И. Сушкин

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

Научный руководитель Ю. Н. Колесник

ОАО «Гомельтранснефть «Дружба» представляет собой сложную энергоемкую систему. Анализ работы системы магистрального транспорта нефти показывает, что отклонение от оптимальных режимов транспорта приводит к увеличению потребления электроэнергии. Сложность прогнозирования, а также выявление потенциала энергосбережения и оценки экономии топливно-энергетических ресурсов обусловлено частым изменением объема транспортируемой нефти. Резкие колебания объемов транспорта, связанные с конъюнктурой рынка, при этом сопровождаются значительными изменениями в потреблении топливно-энергетических ресурсов за счет включения-отключения мощных магистральных насосных агрегатов. Проблема энерго- и ресурсосбережения для предприятия транспорта нефти, работающего с огромными единичными мощностями, завершившего полную реконструкцию насосного и энергетического оборудования, может решаться как оптимизационная задача.

Таким образом, повышение энергоэффективности функционирования участков нефтепровода за счет применения частотно-регулируемых приводов при изменяющемся грузообороте рассматривается как актуальное направление развития отрасли.

При оборудовании насосных агрегатов на насосных перекачивающих станциях частотно-регулируемым приводом появляется возможность изменять частоту вращения роторов насосных агрегатов в широких пределах, изменяя тем самым напорно-расходные характеристики насосов. Применение частотно-регулируемых приводов на насосных агрегатах открывает широкие возможности по регулированию производительности нефтепровода. Появляется возможность изменения производительности нефтепровода путем изменения частоты вращения роторов насосов на насосных перекачивающих станциях при помощи частотно-регулируемого привода без изменения количества рабочих насосов. Такая возможность позволяет обеспечить практически любую требуемую производительность на нефтепроводе в широких пределах (ограниченную «рабочей зоной» насосных агрегатов).

В ходе исследования рассматривался вариант установки комплекта частотно-регулируемого привода на насосные агрегаты одной из насосных станций ОАО «Гомельтранснефть «Дружба», запитанного от отдельной ячейки. Данная насосная станция осуществляет транспорт нефти по участку в двухтрубном исполнении.

Транспорт нефти осуществляется из резервуаров. В связи с тем что суточные объемы транспорта нефти не постоянны и меньше номинальной пропускной способности трубопровода, насосные агрегаты находятся в работе не целые сутки.

Помимо этого, существует необходимость переключения между насосными агрегатами, обусловленная транспортировкой различных сортов нефти на данном участке трубопровода.

Принимая во внимание данные сведения, можно выделить основные положительные моменты от установки частотно-регулируемого привода – это уменьшение потребления электроэнергии и увеличения ресурса эксплуатации насосных агрегатов.

Характеристики насосных агрегатов исследуемой насосной станции представлены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики насосных агрегатов исследуемой насосной станции

Наименование характеристики	Насосный агрегат № 1	Насосный агрегат № 2	Резервный насосный агрегат
Производительность, м ³ /ч	2000–2800	1100–1500	2000–2800
Напор, м	88	95	88
КПД, %	76	76	76
Мощность двигателя, кВт	800	500	800
Производительность, при использовании частотно-регулируемого привода, м ³ /ч	1120–2800	600–1500	1120–2800

При расчете учитывались следующие условия:

– в качестве расчетных нагрузок (объемы транспорта нефти) приняты данные за календарный год;

– режимы работы насосной станции приняты следующие: насосный агрегат № 2 мощностью 500 кВт перекачивает белорусскую нефть, насосный агрегат № 2 мощностью 800 кВт перекачивает российскую нефть. Все остальные режимы приняты нештатными и расчетом не учитываются;

– плотности российской и белорусской нефти учтены исходя из среднемесячных значений;

– плата за потребленную электроэнергию принята в соответствии с «Декларацией об уровне тарифов на электрическую энергию, отпускаемую республиканскими унитарными предприятиями электроэнергетики ГПО «Белэнерго» для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей»;

– при расчете время работы частотно-регулируемого привода задано с учетом времени, которое используется на технологические переключения.

При неравномерном графике транспорта нефти поддержание оптимального давления и заданного объема транспортировки нефти можно обеспечить за счет изменения скорости вращения (производительности) насосного агрегата.

Известно, что привод центробежных насосов имеет так называемую вентиляторную характеристику момента. Это означает, что потребляемая мощность центробежного насоса зависит от числа оборотов рабочего колеса насоса. Мощность насосных агрегатов определяем по формуле [1]:

$$P_{\text{нас}} = \frac{\rho Q H}{367 \eta_{\text{нас}}}, \text{ кВт},$$

где ρ – плотность перекачиваемой жидкости; Q – производительность, м³/ч; H – напор, создаваемый насосом, м; 367 – переводный множитель, константа; $\eta_{\text{нас}}$ – коэффициент полезного действия насосного агрегата.

Обычно электродвигатель насоса выбирается с запасом по сравнению с расчетной мощностью насоса.

У центробежного насоса мощность, напор, производительность и момент связаны с частотой вращения «формулами подобия» [2]:

$$\frac{P_{\text{нас}_1}}{P_{\text{нас}_2}} = \frac{n_{\text{нас}_1}^3}{n_{\text{нас}_2}^3}, \quad \frac{H_{\text{нас}_1}}{H_{\text{нас}_2}} = \frac{n_{\text{нас}_1}^2}{n_{\text{нас}_2}^2}, \quad \frac{Q_{\text{нас}_1}}{Q_{\text{нас}_2}} = \frac{n_{\text{нас}_1}}{n_{\text{нас}_2}}, \quad \frac{M_{\text{нас}_1}}{M_{\text{нас}_2}} = \frac{n_{\text{нас}_1}^2}{n_{\text{нас}_2}^2},$$

где P – мощность, потребляемая насосом, кВт; H – напор, создаваемый насосом, м; Q – производительность насоса, м³/ч; M – момент на валу насоса.

Индексы 1 и 2 при буквенных обозначениях относятся к первому и второму режимам работы насосов.

При рассмотрении зависимости $P = f(n)$, $H = f(n)$ и $Q = f(n)$ видно, что при увеличении числа оборотов вала центробежного насоса растет его производительность, увеличивается давление в линии нагнетания и растет потребляемая мощность. При этом потребляемая мощность находится в кубической зависимости от скорости вращения вала насоса.

Оценка экономической эффективности производилась в соответствии с [2].

К установке предложен привод компании Schneider Electric Altivar 1200.

Результаты расчета экономической эффективности от установки частотно-регулируемого привода на насосные агрегаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Экономическая эффективность частотно-регулируемого привода

Наименование привода	Капиталовложения при установке частотно-регулируемого привода, р.	Срок окупаемости капиталовложений, лет
Schneider Electric Altivar 1200	600000	1,9

В результате вышеизложенных расчетов видно, что применение частотно-регулируемого привода на насосных агрегатах экономически обоснованно и целесообразно, так как это дает реальный экономический эффект, позволит исключить большие пусковые токи и осуществлять более плавный пуск насосных агрегатов, что, как следствие, продлит срок их службы.

Литература

1. Черкасский, В. М. Насосы, вентиляторы, компрессоры : учеб. для теплоэнергет. специальностей вузов / В. М. Черкасский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 415 с.
2. Департамент по энергоэффективности Госстандарта Республики Беларусь от 19.07.2016 «Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий». – 106 с.