

МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 62-83-52

Акпанбетов Д.Б., Каниев Е., Даулетияр Р., Анарбаев А.

*Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева*

ЭНЕРГО И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ НЕПРЕРЫВНЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ РЕЖИМА РАБОТЫ СЕТЕВОГО НАСОСНОГО АГРЕГАТА

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы энерго и ресурсосбережения в сетевых насосных агрегатах в условиях ТОО «Алматинские тепловые сети» применением частотно-регулируемых электроприводов. Приведенные расчеты показывают целесообразность замены нерегулируемых электроприводов насосных агрегатов на частотно-регулируемые, что даст экономический эффект 50,3% по сравнению с существующей системой.

Ключевые слова: энергосбережение, ресурсосбережение, электропривод, насосный агрегат, частотный преобразователь.

Введение

Реализация Политики энергосбережения и повышения энергоэффективности является ключевым направлением Программы индустриально-инновационного развития Республики Казахстан [1]. Разработка и внедрение современной энергосберегающей технологии позволит усовершенствовать технологический процесс, достичь высокого коэффициента полезного использования топливно-энергетических ресурсов.

В данной работе исследованы возможности энергосбережения в центробежных насосах в условиях ТОО «Алматинские тепловые сети», являющаяся мощным тепловым хозяйством, основой жизнедеятельности южной столицы Казахстана, создающее комфортные условия в жилых зданиях, общественных, культурно-бытовых и прочих учреждениях. Учитывая то, что ТОО "Алматинские тепловые сети" имеет общую протяженность магистральных, распределительных и внутриквартальных сетей 854,906км, а зона теплофикации занимает территорию города, составляющую 128952м², то актуальность вопросов повышения энергоэффективности в данном направлении не вызывает споров. Как показывают проведенные исследования, система «управляемый преобразователь-двигатель» для насосных установок эффективно можно применить, если в процессе эксплуатации режим работы сетевого насоса нужно привести в соответствие с режимом работы водопроводной сети. Водопотребление большинства потребителей непрерывно изменяется во времени по случайно-вероятностным законам, при этом диапазон изменения водопотребления довольно широк и колеблется в пределах 1,2:1—1,5:1 [2]. Учитывая такое водопотребление, для того, чтобы привести в соответствие, т.е. отслеживать эти изменения, необходимо бесперебойно регулировать режим работы сетевой насосной установки.

В целом, процесс регулирования осложнен несоответствием характеристик центробежных насосов и трубопроводов. Для увеличения подачи воды по трубопроводу напор на насосной станции необходимо увеличивать, однако характеристики центробежных насосов таковы, что напор падает при увеличении подачи. При уменьшении же подачи воды напор увеличивается [3].

В ходе исследования был выбран сетевой насос СЭ 800-100-11, используемый для работы в составе тепловых сетей в ТОО "Алматинские тепловые сети", а также иных

коммуникаций, где необходима перекачка относительно чистой воды высокой температуры. И как показывают статистические данные эксплуатации сетевых насосов, наиболее часто аварии, связанные с прорывом труб в коммунальной сфере города, случаются в ночное время, когда резко падает водопотребление.

Для достижения поставленной цели необходимо рассчитать все параметры сетевого насоса ЭС800-100 при изменении угловой скорости рабочего колеса, при этом учитывая то, что для насосных установок малой и средней мощности получил применение асинхронный, а большой мощности — синхронный частотно-регулируемый электропривод. В выбранном сетевом насосном агрегате применен асинхронный высоковольтный электродвигатель типа АИР355М4. Расчеты проводились согласно методике, описанной в [3].

Материалы и методы исследований

Сетевой насос перекачивает чистую воду с $\rho=800$ кг/м и работает в системе трубопроводов со статическим напором $H_c=36$ м.

Месячная водопотребление представлено на рисунке 1.

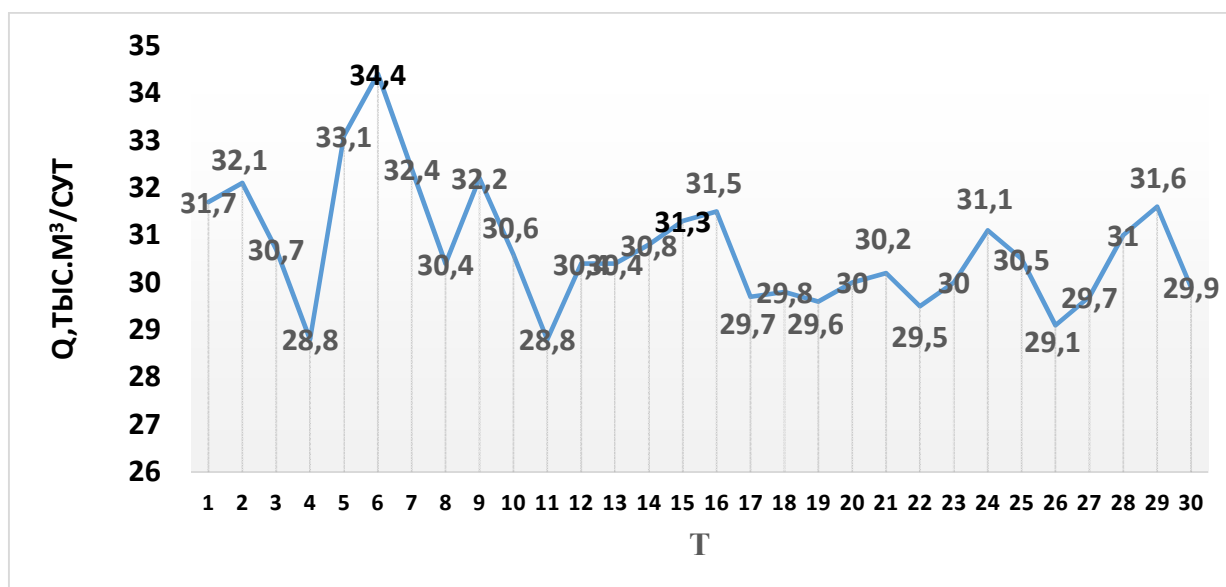


Рисунок 1 – Посуточный график водопотребления в течении месяца

Всего за месяц водопотребление составило $Q_{\text{мес}}=921,3$ тыс. м³/мес. Насос работает круглосуточно, что в годовом выражении составляет $T_p=8760$ час/год.

Фиктивный напор насоса составляет

$$H_{\phi}=1,25 \cdot H_{\text{ном}}=1,25 \cdot 100=125 \text{ м}, \quad (1)$$

где коэффициент 1,25 — величина, рекомендуемая для определения фиктивного напора насосов чистой воды.

Граничная угловая скорость для рабочей зоны насоса

$$\omega_{\text{гр}}=\omega_{\text{ном}} \cdot \sqrt{\frac{H_c}{H_{\phi}}}=157,1 \cdot \sqrt{\frac{36}{125}}=84,3 \text{ с}^{-1} \quad (2)$$

Принимается $\omega_{\text{гр}}=84 \text{ с}^{-1}$

По данным графика 1 определяем минимальное водо-потребление $Q_{\text{min}}=28,8$ тыс. м³/сут.

Минимальная угловая скорость рабочего колеса насоса при минимальном водопотреблении

$$\omega_{гр} = \omega_{ном} \cdot \sqrt{\frac{H_c}{H_{\phi}} + \left(1 - \frac{H_c}{H_{\phi}}\right) \cdot \left(\frac{Q_{min}}{Q_{ном}}\right)^2} =$$

$$= 157,1 \cdot \sqrt{\frac{36}{125} + \left(1 - \frac{36}{125}\right) \cdot \left(\frac{28,8}{800}\right)^2} = 84,4 \text{ с}^{-1} \quad (3)$$

Т.к. $\omega_{min}=84,4 \text{ с}^{-1} > \omega_{гр} = 84 \text{ с}^{-1}$, то насос, в соответствии с данными рисунка 1, функционирует в рабочей зоне.

Номинальная мощность насоса определяется при номинальных значениях подачи, напора и КПД

$$N_{ном} = \frac{\rho \cdot Q_{ном} \cdot H_{ном}}{102 \cdot \eta_{ном}} = \frac{800 \cdot 0,3194 \cdot 100}{102 \cdot 0,76} = 329,6 \text{ кВт} \quad (4)$$

Далее проведем расчет потребления электроэнергии сетевым насосным агрегатом. Для этого преобразуем статистические данные из рисунка 1 из суточного водопотребления в часовое, для этого каждое значение подачи разделим на 24 часа, т.к. насос работает круглосуточно. Полученные данные представлены на рисунке 2.

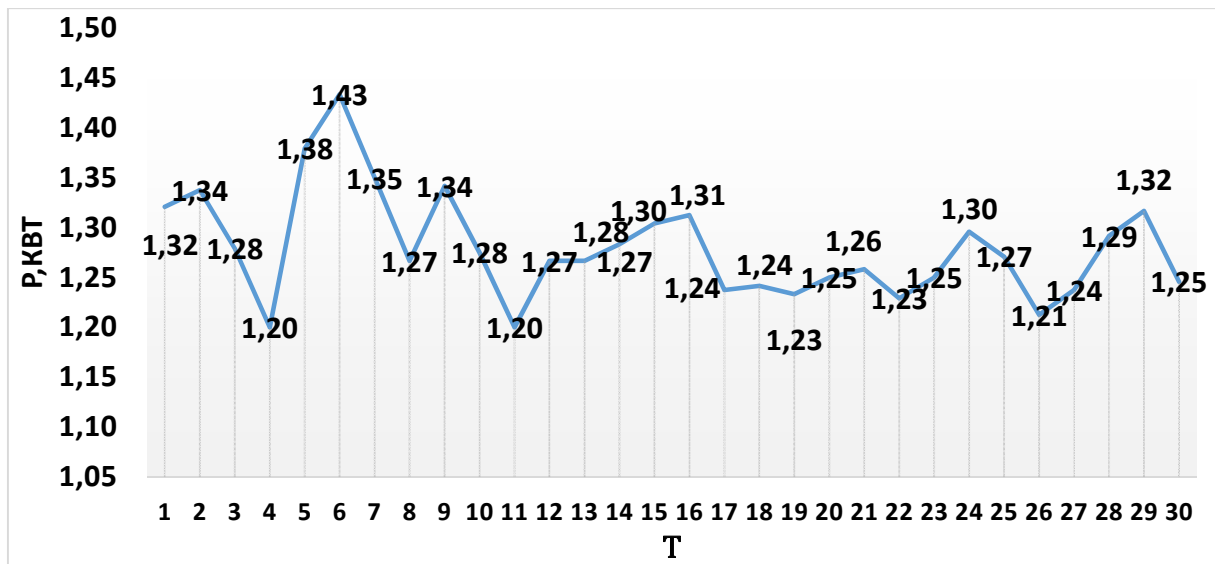


Рисунок 2 – Почасовой график водопотребления в течение месяца

Результаты исследований и их обсуждение

При расчете потребленной мощности насосным агрегатом необходимо учесть КПД электродвигателя и КПД полупроводникового преобразователя частоты, обеспечивающего регулирование угловой скорости. Т.к. КПД электродвигателя практически не зависит от угловой скорости, то в расчетах можно принять номинальное значение КПД двигателя. КПД большинства преобразовательных устройств, таких как преобразователь частоты или асинхронно-вентильный каскад, имеют величину $\eta_{п} = 0,96$.

Расчетная формула для определения потребленной мощности при регулировании угловой скорости насоса для каждой из дат [3]

$$P_i = \frac{N_i \cdot N_{ном}}{\eta_{дв} \cdot \eta_{пр}} \quad (5)$$

Полученные данные приведены на рисунке 3.

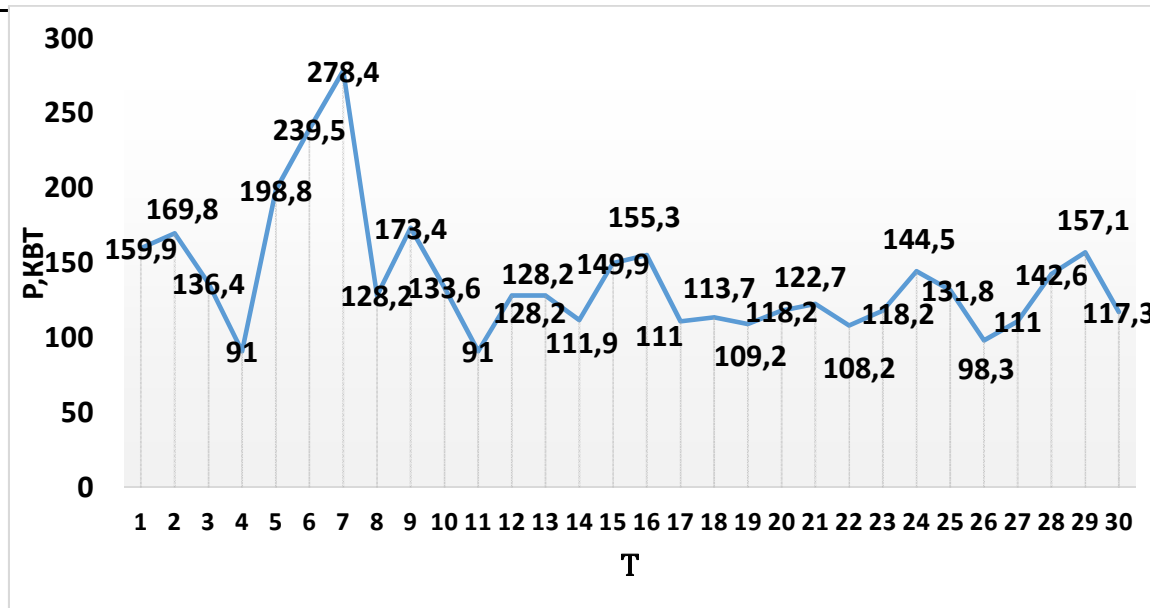


Рисунок 3 – Расчет потребляемой мощности частотно-регулируемого электропривода насосным агрегатом

Суммарная мощность составила $\sum_{i=1}^{30} P = 4177 \text{ кВт}$.

Средняя потребляемая мощность при этом

$$P_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^{30} P}{i} = \frac{4177}{30} = 139,2 \text{ кВт}$$

где $i=30$ — число дат измерения водопотребления.

$$W_2 = P_{\text{ср}} \cdot T_p = 139,2 \cdot 8760 = 1219392 \text{ кВт} \cdot \text{час/год},$$

где $T_p = 8760$ час/год – количество часов работы насоса в год.

Для определения экономии электроэнергии определяется потребление электроэнергии при существующем (нерегулируемом) варианте электропривода насосного агрегата

$$W_1 = \frac{N_{\text{ном}} \cdot T_p}{\eta_{\text{дв}}} = \frac{329,6 \cdot 8760}{0,956} = 3020184 \text{ кВт} \cdot \text{час/год}.$$

Годовая экономия электроэнергии при применении регулируемого электропривода составило

$$\Delta W_{\text{эл}} = W_1 - W_2 = 3020184 - 1219392 = 1800792 \text{ кВт} \cdot \text{час/год},$$

что составляет 50,3 % экономии электроэнергии.

Заключение

Таким образом, применение частотно-регулируемого электропривода сетевого насосного агрегата позволит экономить электроэнергию на 50,3% по сравнению с существующей системой электропривода, приведением в соответствие режим работы сетевого насоса с режимом работы водопроводной сети, а также за счет плавного регулирования скорости электропривода достигается плавное регулирование подачи воды в трубопроводе.

Литература

1. Закон Республики Казахстан от 13 января 2012 года № 541-IV «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.01.2018г.).
2. Лезнов Б.С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздухоудных установках. – М.: Энергоатомиздат, 2006. – 360 с.
3. Фащенко В.Н. Регулируемый электропривод насосных и вентиляторных установок горных предприятий: Учеб. пособие. — М.: Издательство «Горная книга», 2011. —260. с.

Акпанбетов Д.Б., Каниев Е., Даулетияр Р., Анарбаев А.

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті, Алматы қ.

ОРТАДАН ТЕПКИШ СОРҒЫНЫҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЭЛЕКТР ЖЕТЕГІ

Аннотация

Мақалада ЖОО «Алматы жылу жүйелері» су беру сорғы агрегатының автоматтандырылған электр жетегінің басқарудағы мәселелер қаралды және автоматтандырылған электр жетекке қойылатын негізгі технологиялық параметрлер анықталды.

Түйін сөздер: Электр жетек, сорғы станциясы, күш, қысым.

Akpanbetov D.B., Kaniyev E.S., Dauletiyar R., Anarbaev A.

Kazakh National Research Technical University After K.I. Satpayev, Almaty

THE EXISTING TECHNOLOGY OF WINDING WIRE ON THE COIL

Annotation

The article deals with the problems of regulation in the automation of the electric drive of the pump unit for water supply, the main technological parameters are set for the automated electric drive.

Keywords: Electric drive, pump station, power, pressure.

УДК: 62-736:633.34

Дуйсенова Ш.Т., Атыханов А.К., Тоеке Т.

Казахский национальный аграрный университет

РАЗРАБОТКА КОНТЕЙНЕРНО-МОДУЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СОИ С АКТИВНЫМ ВЕНТИЛИРОВАНИЕМ

Аннотация

В статье предложено новое оборудование для хранения сои с активным вентилированием без привлечения сторонних источников энергии, а в качестве емкости хранения применять дешевые грузовые контейнеры, что позволит снизить затраты энергии процесса и материалоемкость оборудования.