

# Экономия электроэнергии в системах водоснабжения на основе артезианских скважин

*Украина, несмотря на большое количество рек, озер и водохранилищ, относится к одному из самых маловодных регионов Европы и 1/3 украинцев получают воду из подземных источников. Именно поэтому артезианские скважины и водонапорные башни всем нам так знакомы и все, что связано с режимом их работы кажется, на первый взгляд, уже давным-давно решено.*

*Если, в недалеком прошлом, из-за выхода из строя автоматики, возле водонапорной башни летом можно было увидеть "рукотворное" озеро, а зимой – "ледник", то в настоящее время, каждая четвертая водонапорная башня уже не подлежит ремонту.*

*Существует ли возможность восстановить водоснабжение, если водонапорная башня вышла из строя? Такое решение существует, оно намного эффективнее строительства новой водонапорной башни и кроме технических преимуществ дает возможность уменьшить капиталовложения и получить экономию электроэнергии.*

Денисенко К.И., Дорошенко А.Л., Институт электродинамики НАН Украины  
Полищук С.И., Кутрань И.С., НПП "Техносервиспривод"

## ■ ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА АРТЕЗИАНСКИХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЯХ БЕЗ КАПИТАЛОВЛОЖЕНИЙ

Попробуйте вспомнить, какой динамический уровень воды в вашей скважине и какая высота подвески глубинного насоса? Большинство из вас не сможет ответить на этот вопрос, а ведь в этом вопросе "зарыт ключик" к реальной возможности экономить электроэнергию без дополнительного капиталовложения. Главный инженер одного из водоканалов вспомнил, что высота подвески насоса составляет 90 метров, а динамический уровень воды, согласно паспорта скважины, составляет 50 метров. Многолетний опыт эксплуатации артезианских скважин и рекомендации Северного

государственного регионального геологического предприятия "Пивничгеология" говорят о том, что оптимальная высота подвески глубинного насоса должна быть на 5 метров ниже динамического уровня воды в скважине. Вот и подсчитайте, сколько денег было "утоплено" в этой скважине на дополнительный, никому не нужный напор в 40 метров ( $90 - 50 = 40$ ).

"А если дебет скважины уменьшился или установили насос большей мощности, тогда что?" – спросите вы. Для того, чтобы не гадать, нужно точно знать, какой реальный динамический уровень воды в Вашей скважине и установить насос на рекомендуемой высоте – это позволит вам получить приличную экономию электроэнергии фактически даром.



Для измерения уровня воды над насосом нами разработан и используется измеритель динамического уровня. Датчик закрепляется над насосом, а кабель с капиллярной трубкой выводится на поверхность и подключается к прибору. В любое время Вы будете иметь точную информацию о высоте водяного столба над глубинным насосом, что позволит Вам адекватно реагировать на полученную информацию. Измеритель уровня может использоваться в системе автоматики в качестве датчика сухого хода.

Каждому специалисту известно, что режим пуска насоса на закрытую задвижку легче, чем на открытую, именно поэтому на глубинном насосе устанавливают обратный клапан. Иногда монтажники вынимают его, для того,



Рис. 1. Измеритель динамического уровня

чтобы при подъеме насоса вода стекала в скважину, и при отсоединении секций подвесной колоны их не обливало водой. Следует помнить, что с обратным клапаном насос работает дольше, а это тоже своего рода экономия.

Если у Вас есть возможность в ночное время создать запас воды, который перекроет дневной расход, то в этом случае можно рассматривать вопрос перехода на многотарифную систему оплаты за электроэнергию.

**■ ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ С ВОДОНАПОРНОЙ БАШНЕЙ**

Водонапорная башня устанавливается таким образом, чтобы нижний уровень в ней создавал достаточное давление для обеспечения водой всех потребителей. Если это так, а это именно так, а это именно так, то зачем водонапорная башня заполняется водой до верхнего уровня, ведь при этом повышается давление в магистрали и дополнительно расходу-

ется электроэнергия? Неужели об этом не знают проектировщики? Конечно же, знают, но ведь нужно каким-то образом ограничить число пусков погружного насоса, и чем больше объем водонапорной башни, тем реже он будет включаться. Если насос не может постоянно работать в режиме "старт-стоп", то неужели нельзя регулировать производительность насоса таким образом, чтобы поддерживать нижний уровень воды в водонапорной башне? Не только можно, но и нужно! Именно принцип регулирования производительности, за счет изменения скорости вращения насоса, используется во всех частотно-регулируемых энергосберегающих станциях управления насосными агрегатами. Давайте более подробно рассмотрим преимущества, а возможные недостатки глубинных насосных станций с частотным управлением.

**Преимущество первое.** Изменяя скорость вращения погружного насоса с помощью преоб-

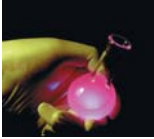


Рис. 2. Энергосберегающая станция управления насосными агрегатами

разователя частоты, мы можем поддерживать минимально допустимый уровень воды в водонапорной башне независимо от расхода и не создавать избыточное давление, которое кроме увеличения потерь воды из-за утечек (2–7% на 1 атмосферу) и дополнительного потребления электроэнергии ничего не дает.

**Второе преимущество** – это частотный пуск, при котором исключаются электрические и механические перегрузки двигателя и механические перегрузки насоса. Насос разгоняется плавно и работает на пониженных оборотах, что повышает его ресурс работы и исключает гидроудары в трубопроводах. Кроме этого преобразователь частоты осуществляет комплексную защиту двигателя и насоса и выполняет целый ряд сервисных функций:

- автоматическая остановка насоса при отсутствии расхода (спящий режим);
- автоматическое обнаружение порывов водопровода;
- автоматический переход в ночной режим (пониженное



давление) или в режим выходных или праздничных дней и т.д.

**Третье и основное преимущество** – это возможность экономить электроэнергию. Согласно теории, идеальный насос расходует в четыре раза меньше энергии, перекачивая один и тот же объем воды на половинной скорости, нежели на полной. Практические результаты несколько "скромнее", но экономия 25–40% электроэнергии, в зависимости от режима работы глубинного насоса, стимулирует внедрение станций управления насосными агрегатами с частотно-регулируемым электроприводом. Режим работы насосного агрегата зависит от суточного графика потребления воды. На графике среднестатистического суточного потребления воды в населенном пункте приведены сравнительные диаграммы потребления электроэнергии глубинным насосом, работающим в старт-стопном режиме (100% голубая диаграмма) и в энергосберегающем режиме (зеленая), из которых следует, что реальная экономия электроэнергии составляет 25,7%.



**Рис. 3. График среднестатистического суточного потребления воды в населенном пункте и сравнительные диаграммы потребления электроэнергии**

Основной "недостаток" подобного решения заключается в том, что увеличившийся в два-три раза ресурс работы глубинного насоса приводит к тому, что из-за длительной работы уже начина-

ют срабатывать рабочие колеса насоса. Частотное управление погружным насосом тут не причем, но заказчик всегда прав и мы рекомендуем использовать насосы, в которых рабочие колеса изготовлены из износостойчивых материалов.

### ■ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПРИ ВЫХОДЕ ИЗ СТРОЯ ВОДОНАПОРНОЙ БАШНИ

Если энергосберегающие станции управления погружными насосами в автоматическом режиме поддерживают минимально допустимый уровень воды в водонапорной башне независимо от расхода, то возникает вопрос: а зачем тогда вообще нужна водонапорная башня? Действительно, в этом режиме работы водонапорная башня не используется как гидроаккумулятор и, по большому счету, ее можно исключить из системы водоснабжения. А если же у Вас проблемы с водонапорной башней, то возобновить водоснабжение поможет станция управления с частотным приводом, которая намного дешевле и эффективнее водонапорной башни с насосом, работающем в режиме "старт-стоп".

Это конечно все хорошо, говорят оппоненты, но при таком регулировании отсутствует запас воды. Для тех, у кого водонапорная башня вышла из строя, не только отсутствует запас воды, но и отсутствует возможность возобновить водоснабжение без строительства новой водонапорной башни и для них частотный привод – это просто находка.

Необходимый запас воды, для выполнения требований СНиП и правил пожарной безопасности, хранят в наземных или подземных резервуарах, которые намного дешевле водона-

порной башни. В Украине разработаны и успешно используются современные технологии изготовления резервуаров из полимеров.

Для тех, кто только проектирует системы водоснабжения, использование энергосберегающих технологий – обязательное условие, а альтернативы частотному приводу, на сегодняшний день, просто не существует.

### ■ ПРАКТИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ, КОТОРЫЕ НЕОБХОДИМО УЧИТЫВАТЬ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СТАНЦИЙ УПРАВЛЕНИЯ ГЛУБИННЫМИ НАСОСАМИ

Если у вас водонапорная башня исправна, то первое, что нужно сделать – это убедиться в том, что вода в башню поступает снизу. Если вода поступает сверху, самый неэкономичный способ заполнения с точки зрения потребления электроэнергии, то желательно подключить насос непосредственно в систему водоснабжения. Гидроударов мы не боимся, ведь при частотном управлении насосом их просто не существует.

Далее экспериментальным путем определяем оптимальный режим работы глубинного насоса, при котором удельный расход электроэнергии на подъем, например, одного кубического метра воды ( $\text{Вт}/\text{м}^3$ ) будет наименьшим. Этот режим работы, при прочих равных условиях, даст вам дополнительную экономию электроэнергии.

Если вы хотите иметь постоянный запас воды в водонапорной башне, то ее необходимо заполнить водой (насос работает в оптимальном режиме) и отключить от магистрали с помощью управляемой задвижки, а водоснабжение будет осуществляться с по-





мощью частотно-регулируемого электропривода глубинного насоса, работающего в режиме поддержания заданного давления. Один раз в сутки или через несколько суток открывают задвижку, водонапорная башня подключается к системе водоснабжения, а насос отключается. После того, как вся вода будет израсходована, включается насос, наполняется водонапорная башня, закрывается задвижка и цикл повторяется снова.

Если вы хотите получить наибольшую экономию электроэнергии, то необходимо использовать интеллектуальный режим работы энергосберегающей станции управления глубинным насосом. Аналогичный режим работы используется в насосных станциях КНС (см. статью "Энергосберегающие технологии для предприятий ЖКХ и не только..." в предыдущем номере нашего журнала). В интеллектуальном режиме глубинный насос работает на оптимальной скорости с наименьшим потреблением электроэнергии и наполняет водонапорную башню, например, на 20 или 50 см выше минимально допустимого уровня, после чего отключается. Повторное включение насоса произойдет при нижнем минимальном уровне. При этом уровень воды в башне изменяется в небольших пределах и не потребляется "лишняя" электроэнергия на создание избыточного давления. Если насос, работая в оптимальном режиме, не сможет обеспечить увеличившийся расход воды, то станция управления автоматически переведет насос в режим поддержания давления, а при уменьшении расхода вернется в режим работы по уровню. Сочетание режима работы насоса по уровню с наименьшим потреблением электроэнергии и

режима поддержания давления дает дополнительную экономию, что выгодно отличает наши станции от других.

Следует отметить, что вы можете определить оптимальную скорость глубинного насоса, при которой будет обеспечен реальный максимальный расход воды, и не превышать эту скорость. В большинстве случаев эта скорость значительно меньше номинальной, а это значит, что увеличится динамический уровень воды в скважине и вы сможете уменьшить высоту подвески насоса, что даст дополнительную экономию электроэнергии.

Если у Вас есть пожарные резервуары, то целесообразно рассмотреть возможность использования насоса второго подъема, что даст возможность уменьшить установленную мощность глубинных насосов и может привести к дополнительной экономии. Такое технологическое решение хорошо использовать в системах водоснабжения без водонапорных башен.

Так как вода практически не сжимается, то для более "мягкой" работы насосной станции в системах водоснабжения без водонапорных башен желательно установить небольшой гидроаккумулятор.

В насосных станциях артезианских скважин желательно предусмотреть режим "горячего" пуска, при котором глубинный насос, в случае острой необходимости, включается в обход преобразователя частоты. При этом для защиты водопровода от превышения давления необходимо установить предохранительный клапан, который будет "сравливать" избыточное давление.

Опорные подшипники в глубинных насосах изготавливаются из текстолита, лингофоля, графи-

тофторопласта и т. д. Для смазки подшипниковых опор скольжения используется вода, которая под напором, создаваемым насосом, омывает подшипники. Заводы-изготовители указывают минимальную скорость вращения насоса. При работе насоса на скоростях ниже допустимых опорный подшипник входит в контакт с механическими примесями (песок, глина, мел, ржавчина и т. д) и выходит из строя. Это необходимо учитывать при настройке станции управления.

Так как длина кабеля, соединяющего преобразователь частоты с глубинным насосом, достигает сотни метров и более, то из-за несогласованности волнового сопротивления кабеля и обмоток двигателя происходит отражение волны напряжения в оба конца кабеля, что приводит к повышению пиков напряжения на двигателе и, возможно, к пробое изоляции обмоток. На это вы должны обратить особое внимание и убедиться, что длина вашего кабеля не превышает максимально допустимой длины, указанной в технических характеристиках преобразователя частоты. Если требуется более длинный кабель, то на выходе преобразователя частоты необходимо установить выходной фильтр  $dU/dt$ , а еще лучше  $sin$ -фильтр.

Если вы не планируете экономить электроэнергию с помощью энергосберегающих станций управления, то для облегчения условий пуска глубинного насоса и уменьшения гидроударов желательно использовать устройства плавного (мягкого) пуска.

Для бытовых скважинных насосов НПП "Техносервиспривод" поставляет однофазные устройства плавного пуска.

Если глубинный насос питается от мобильного источника



(дизель-генератора), то нужно помнить, что даже с устройством плавного пуска мощность автономного источника должна быть в три раза больше мощности насоса, а если используется преобразователь частоты, то мощность генератора завышать не нужно.

НПП "Техносервиспривод" выпускает станции управления насосными агрегатами артезианских скважин, в которых учтены все нюансы и особенности их работы. Наши станции поставляются в шкафах, комплектуются коммутирующей аппаратурой, быстродействующими предохранителями, преобразователями частоты, датчиками давления, органами управления, визуализации и аварийной сигнализации. Станции снабжены технологическим счетчиком электроэнергии и, при необходимости, могут быть поставлены так же коммерческие счетчики, Наши

насосные станции могут быть включены в общую систему диспетчеризации и укомплектованы любым насосным оборудованием, параметры которого будут подобраны именно для вашего конкретного применения.

Станции управления глубинными насосами, изготовленные нашим предприятием, успешно работают в пгт. Вартовичи, пгт. Смыга, Тальневодоканал, Здобуноводоканал и т.д.



### **НПП ТЕХНОСЕРВИСПРИВОД**

*Сертифицированный сервисный центр  
по диагностике и ремонту  
преобразователей частоты*

#### **Разработка и изготовление:**

- станции управления насосными агрегатами ВНС
- станции управления насосными агрегатами КНС
- артезианские насосные станции, насосные станции подкачки
- пожарные насосные станции, мобильные насосные станции
- станции управления воздухоудувками очистных сооружений
- компенсаторы реактивной мощности
- поставка преобразователей частоты, устройств плавного пуска, датчиков, предохранителей, силовых фильтров, комплектующих для силовой электроники

03680, г. Киев, пр. Победы 56, офис 335, для почты: 04211, г. Киев-211, а/я 141  
т./ф.: (044) 454-24-62, (044) 456-19-57, (044) 458-47-66, моб. +38 (095) 284-96-62  
e-mail: [service@danfoss.com.ua](mailto:service@danfoss.com.ua) <http://www.tsdrive.com.ua>