

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата технических наук, доцента Али Мунзера Сулеймана
на диссертационную работу Барбул Михаила Леонидовича на тему
«Оптимизация работы многонасосных станций повышения давления систем
водоснабжения с учетом прогнозирования водопотребления в режиме
реального времени», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности

2.1.4 – Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов

1. Актуальность темы исследования

Одним из основных элементов системы водоснабжения являются насосные станции. Как известно, основным потребителем электроэнергии при подаче воды потребителям в высотные дома являются повысительные насосные станции, которые и рассматриваются в данной работе. Диссертантом проводится оптимизация работы многонасосных станций повышения давления систем водоснабжения. При этом критерием оптимизации работы насосных станций выбран критерий минимизации энергопотребления, что в свою очередь на основании ФЗ от 23.11.2009 №261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» является на сегодня актуальной научно-практической задачей.

2. Структура и содержание работы

Во **введении** обоснована актуальность выбранной темы исследования; определена степень ее разработанности; обозначены цель и задачи исследования; изложены основные положения научной новизны, теоретической и практической значимости работы; представлены сведения о публикациях по теме исследования, апробации и внедрения результатов работы.

В первой главе приведена классификация насосных станций систем водоснабжения, указаны существующие способы регулирования производительности насосных агрегатов. Указывается, что превышение напора является одной из причин возникновения потерь электроэнергии в насосных станциях, проведен анализ существующих алгоритмов работы многонасосных станций повышения давления, указаны достоинства и недостатки каждого из них. В заключении главы поставлены задачи исследования.

Вторая глава полностью посвящена прогнозированию водопотребления. Описываются существующие методы прогнозирования, указаны недостатки и достоинства каждого из них. На основе регрессионной математической модели автором получен способ прогнозирования изменения дневного водопотребления на последующие сутки. При этом автор, понимая, что водопотребление в течении года изменяется в широком диапазоне, дополняет разработанный способ прогнозирования способностью «адаптации».

Третья глава посвящена нахождению оптимального режима работы насосной станции с учетом спрогнозированного водопотребления. В данной главе приводится математическое описание каждого параметра, необходимого для определения рабочей точки насосной станции: расхода, напора, частоты вращения

электродвигателя, приводится способ определения КПД насоса, описывается вариант определения КПД электродвигателя. Автором получена система уравнений, которая определяет оптимальные величины давлений, которые должны создавать насосные агрегаты, при которых потребляемая электрическая мощность будет минимальна. На основании полученных результатов автором разработан адаптивный алгоритм управления многонасосной станции повышения давления, который позволяет оптимизировать её работу за счёт работы насосных агрегатов в зоне с более высоким КПД, а также за счёт своевременного включения (отключения) дополнительных насосных агрегатов, входящих в состав насосной станции.

Четвёртая глава посвящена описанию экспериментальных исследований по проверке разработанной автором математической модели прогнозирования водопотребления и разработанному алгоритму управления многонасосной станции повышения давления. Для подтверждения корректности математической модели прогнозирования, проведен эксперимент со сравнением результатов расчета с использованием модели и показаний приборов учета на натурном объекте. Дополнительно на основании проведенных экспериментов автор показывает возможные варианты работы разработанного алгоритма управления насосными станциями повышения давления. В результате энергопотребление станции управления по сравнению с существующими алгоритмами управления уменьшилось на 7%.

3. Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность научных положений подтверждена высокой корреляцией расчетных и экспериментальных данных; применением поверенных приборов, обеспечивающих достаточную точность измерений; использованием стандартных методик исследований; применением стандартных программных сред. Теоретические положения согласуются с ранее опубликованными данными по теме диссертации.

Диссертационное исследование содержит следующую научную новизну:

- автором на основе статистической обработки накопленных данных по водопотреблению разработан способ прогнозирования водопотребления на последующие сутки;
- так как водопотребление в течении года изменяется в широком диапазоне, автором, на основе анализа обрабатываемых в режиме реального времени данных, предложен адаптивный способ прогнозирования изменения водопотребления, учитывающий данный фактор;
- определены оптимальные величины давлений на выходе насосных агрегатов, при которых обеспечивается минимум энергетических затрат;
- разработан и экспериментально проверен алгоритм управления многонасосной станцией повышения давления, который на основе спрогнозированного водопотребления позволяет оптимизировать её работу с целью уменьшения энергопотребления.

4. Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая и практическая значимость диссертации состоит в том, что автором аналитически и экспериментально исследован процесс водопотребления

населением жилых домов. На основе анализа полученных данных автор получил математическую модель прогнозирования водопотребления на последующие промежутки времени (сутки). На основе прогнозирования водопотребления автором разработан алгоритм управления многонасосными станциями повышения давления со сниженным энергопотреблением, который может использоваться при разработке и совершенствовании существующих алгоритмов управления насосными станциями. Разработанные алгоритмы управления реализованы на практике и применяются для управления насосными станциями, что подтверждено соответствующими актами о внедрении.

5. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных соискателем в диссертационной работе, подтверждается соблюдением научных подходов при формировании теоретических положений и анализом результатов проведенных экспериментов. Экспериментальные исследования, проведенные автором, являются полномасштабными и проведены на действующих объектах ЖКХ, полученные данные не противоречат известным теоретическим положениям и результатам исследований других авторов. На основании вышеперечисленных доводов считаю научные положения, выводы и рекомендации вполне обоснованными.

6. Замечания по диссертации

1. Стр. 16. пункт 1.3, не понятно, как влияет дроссельное регулирование или байпасный режим работы трубопровода на изменения параметров насоса;

2. Стр. 19. не указано как влияет коэффициент быстроходности насоса на методы уменьшения диаметра рабочего колеса насоса;

3. Желательно было бы указать в первой главе для каких насосов используются методы регулирования МНСПД;

4. Стр. 41. формула 2.1. на каких основаниях и для каких приборов принимается напор перед прибором 20м;

5. Во второй главе рассматривается математическое описание процесса прогнозирования водопотребления, при этом ошибка прогнозирования в установившихся режимах водопотребления не превышает 8%. Почему в алгоритме работы насосной станции не используется метод управления по характеристике системы?

6. Как нам кажется, разработанный алгоритм работы насосной станции дает возможность повысить энергоэффективность использования станции, как в случае ошибок при проектировании насосных станций, так и на этапе её эксплуатации. В работе отсутствуют рекомендации по области применения разработанного автором алгоритма управления многонасосными станциями повышения давления.

7. Разработанный алгоритм работы многонасосной станции предусматривает возможность применения на насосных станциях, у которых преобразователь частоты тока установлен, как на группу насосных агрегатов, так и на каждый насосный агрегат. При этом в работе присутствуют эксперименты только с насосными станциями, у которых преобразователь частоты тока имеется у каждого насосного агрегата, но отсутствуют эксперименты с насосными станциями, у которых преобразователь частоты тока установлен один на группу насосных

агрегатов.

8. В четвертой главе неясно были ли учтены погрешности измерительных приборов (Например, датчика давления $\pm 3\text{м}$) при определении рабочей точки.

Отмеченные замечания не снижают ценность диссертационной работы и не влияют на ее положительную оценку в целом.

Заключение

Диссертационная работа Барбул Михаила Леонидовича является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащей научные результаты и выводы, отличающиеся новизной. Диссертация на тему «Оптимизация работы многонасосных станций повышения давления систем водоснабжения с учетом прогнозирования водопотребления в режиме реального времени» отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Барбул Михаил Леонидович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.4 – «Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов».

Официальный оппонент:

Кандидат технических наук, доцент,
Федеральное Государственное Бюджетное
Образовательное Учреждение Высшего
Образования «Российский государственный
аграрный университет – МСХА имени К.А.
Тимирязева» (РГАУ), кафедра
«Сельскохозяйственного водоснабжения,
водоотведения, насосов и насосных станций»,
заведующий кафедрой



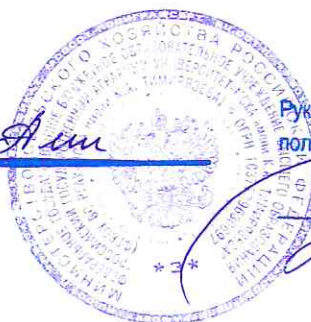
Али
Мунзер
Сулейман

Адрес: Россия, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49.

Тел.: +7 (499) 976-49-39

E-mail: viv@rgau-msha.ru

Подпись М.С. Али
31 вер 20



Руководитель службы кадровой
политики и приема персонала

 О.Ю. Чуркина