

для разработки, что может быть обеспечено в полной мере при концептуальном проектировании как способе предпроектного исследования.

### **Заключение**

Для концептуального проектирования демонстрационных зон высокой энергоэффективности разработана методология научного обеспечения комплексных энергосистем, в основе которой лежит программное обеспечение и методы решения многоуровневых задач, включая базы знаний и базы данных основного энергооборудования для оценки энергоэффективности многочисленных особенностей и требований, встречающихся при техническом проектировании региональных демонстрационных зон высокой энергоэффективности агрогородков АПК Республики.

### **Список использованной литературы**

1. Энергоэффективность аграрного производства / В.Г. Гусаков [и др.]; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экономики, Ин-т энергетики; под общ. ред. В.Г. Гусакова, Л.Л. Герасимовича. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 776 с.
2. Герасимович Л.С. Методология научного обоснования аграрных комплексных энергосистем с использованием местных ресурсов, / Л.С. Герасимович, О.Л. Сапун, А.В. Синенький // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. Навук. – 2019. – Т. 57, №1. – С. 93–109.
3. Серебрякова, Н.Г. Современные концепции инженерного образования: анализ в рамках компетентностного подхода/ Н.Г. Серебрякова // Высшэйшая школа. – 2017. – № 6, С. 23–27.

УДК 631.3

## **К ВОПРОСУ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ СИСТЕМ ПОДАЧИ ВОДЫ С СИНХРОННЫМИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ НА ПОСТОЯННЫХ МАГНИТАХ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Ю.А. Башко<sup>1</sup>, заведующий отделом, А.С. Козорез<sup>2</sup>,  
заместитель директора, В.Н. Кецко<sup>3</sup>, старший преподаватель,  
Н.Г. Серебрякова<sup>3</sup>, канд. пед. наук, доцент**

<sup>1</sup>*Государственное научное учреждение «Институт жилищно-коммунального хозяйства Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Беларусь*

<sup>2</sup>*ОАО «Завод Промбурвод», г. Минск, Беларусь*

<sup>3</sup>*БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

*Аннотация.* В статье отражены показатели энергетической эффективности применения скважинных насосов с синхронным приводом и высокоэффективных систем подачи воды, а также определены направления обеспечивающие повышение эксплуатационной надежности высокоэффектив-

ных систем подачи воды с синхронными электродвигателями на постоянных магнитах в условиях водозаборов Республики Беларусь.

*Abstract.* The article reflects the energy efficiency indicators of the use of borehole pumps with synchronous drive and high-efficiency water supply systems, as well as identifies areas for improving the operational reliability of high-efficiency water supply systems with synchronous permanent magnet motors in the conditions of water intakes in the Republic of Belarus.

*Ключевые слова:* агрегат насосный, система высокоэффективная, вода, подача, энергетическая эффективность, скважина артезианская, насос скважинный, привод синхронный, электродвигатель на постоянных магнитах, эксплуатационная надежность.

*Keywords:* pumping unit, high-efficiency system, water supply, energy efficiency, artesian well, downhole pump, synchronous drive, permanent magnet electric motor, operational reliability.

### **Введение**

Обеспечение городского и сельского населения качественной питьевой водой при одновременном сокращении удельных затрат водоснабжения – один из основных приоритетов социальной политики государства.

В мировой практике в странах, где уделяется особое внимание ресурсосбережению и энергоэффективности, для забора воды из артезианских скважин выделяется тенденция применения высокоэффективных, обладающих более высоким КПД электронасосных агрегатов с синхронными электродвигателями.

При этом создание на основе синхронного привода высокоэффективных систем подачи воды, обеспечивающих управление технологическим процессом посредством автоматизированных систем, дает возможность получить экономический эффект от снижения потребляемой из сети электрической энергии, добиться существенного повышения эксплуатационной надежности и уменьшения эксплуатационных расходов, что подтверждает актуальность вопроса исследования эффективности применения и эксплуатационной надежности высокоэффективных систем подачи воды.

### **Основная часть**

В настоящее время основными факторами, оказывающими существенное влияние на эффективность работы и эксплуатационную надежность водоподъемного оборудования, являются несоответствие насосного оборудования требованиям системы водоснабжения и низкая эффективность оборудования, повышающая эксплуатационные расходы в виде затрат на электроэнергию.

С целью обеспечения энергосбережения и повышения эксплуатационной надежности водоподъемного оборудования, на основании результатов научных исследований [1], ОАО «Завод Промбурвод» разработало и

предлагает высокоэффективную систему подачи воды (с точки зрения затрат энергии), в которую входят: погружной скважинный насос, погружной синхронный электродвигатель на постоянных магнитах, преобразователь частоты, выходной фильтр.

На сегодняшний день в ОАО «Завод Промбурвод» разработана методика подбора насосного оборудования под конкретную скважину с применением синхронных электродвигателей, частотных преобразователей, системы автоматизированного управления технологическим процессом с функцией удаленного контроля в режиме реального времени, а также расчетом срока окупаемости систем в ходе внедрения. Опыт внедрения систем показывает, срок их окупаемости не превышает двух лет, и чем выше мощности системы, тем ниже сроки окупаемости [1].

Оснащение насосного оборудования погружным синхронным электродвигателем в диаметре 144 мм и специализированным устройством управления дало возможность создания отечественной высокоэффективной системы ВС 6 мощностью до 37 кВт, обеспечивающую подачу до 120 м<sup>3</sup>/ч и позволяющую создавать напор до 275 м.

Исследованиями установлено, что синхронный привод позволяет вывести характеристики по производительности и напору скважинного насоса в требуемые параметры потребления объекта, и при этом запас по производительности и напору не влияет на потребляемые токи и мощности. КПД высокоэффективной системы подачи воды может достигать 70 %, а чем выше КПД, тем ниже удельное потребление электроэнергии, что позволяет получать экономию электроэнергии до 20% в сравнении с приводом посредством стандартных асинхронных двигателей-аналогов.

В настоящее время ведется широкая проверка надежности, долговечности и эффективности применения водоподъемного оборудования с приводом от синхронных электродвигателей на постоянных магнитах производства ОАО «Завод Промбурвод» в производственных условиях, на водозаборных скважинах в УП «Минскводоканал» [2], КУП «Молодечноводоканал», ГП «Борисовводоканал», ГП «Водоканал Минского района», ГП «Смолевичский водоканал» и других. На этих объектах постоянно проводится удаленный мониторинг энергоэффективности и параметров работы оборудования, а также возможных отказов. В случае изменения рабочих характеристик скважинный насос с синхронным электродвигателем поднимается на поверхность, и проводятся профилактические мероприятия в рамках планово-предупредительного технического обслуживания, что способствует снижению эксплуатационных затрат.

Проведенные, на водозаборных скважинах в условиях УП «Минскводоканал», исследовательские испытания на надежность 11-ти созданных и адаптированных образцов высокоэффективных систем подачи воды в режиме подконтрольной эксплуатации показали, что данное оборудование по показателям безотказной работы (вероятность безотказной работы  $P(t)$ )

= 0,9090 за наработку 2092 часа; параметр потока отказов  $\omega(t) = 0,0005\text{ч}$  (за интервал наработки 2092–7920ч); коэффициент готовности  $K_1 = 0,997$ ) соответствует фактическим значениям показателей надежности аналогичных по назначению погружных водоподъемных насосов.

### **Заключение**

Установлено, что правильный подбор, в соответствии с потребностями объекта водоснабжения, параметров высокоэффективных систем подачи воды позволят получать экономию электроэнергии до 20% в сравнении с электронасосными агрегатами с приводом посредством стандартных асинхронных двигателей-аналогов, при этом показатели эксплуатационной надежности соответствуют аналогичным по назначению погружным водоподъемным насосам.

### **Список используемой литературы**

1. Китиков, В.О., Башко Ю.А., Козорез А.С., Филиповец П.М. Эффективность применения водоподъемного оборудования с синхронным приводом на постоянных магнитах для водозаборных скважин Республики Беларусь. /Наука и технологии – ЖКХ. Научно-информационный бюллетень// Минск № 1 2019 г. С. 96–110.

2. Поставка высокоэффективных систем на УП «Минскводоканал» [Электронный ресурс] Режим доступа: [https://promburvod.com/postavka\\_vysokoeffektivnyh\\_sistem\\_na\\_up\\_minskvodokanal.html](https://promburvod.com/postavka_vysokoeffektivnyh_sistem_na_up_minskvodokanal.html). – Дата доступа: 11.09.2020.

УДК 629.3.066.32

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ УДАЛЁННОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ**

**А.С. Гурский, канд. техн. наук, доцент,**

**И.А. Серебряков, аспирант**

*Белорусский национальный технический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*Аннотация.* В статье описаны современные системы дистанционного мониторинга, приведена их классификация и особенности применения для диагностирования автомобилей

*Abstract.* The article describes modern remote monitoring systems, their classification and application features for diagnosing vehicles.

*Ключевые слова:* дистанционный мониторинг, телематика, диагностирование.

*Keywords:* remote monitoring, telematics, diagnosing.

### **Введение**

Дистанционный мониторинг в технической эксплуатации автомобилей – комплекс действий, включающий в себя наблюдение за параметрами работы