

Список цитированных источников

1. Цифровые технологии и интеллектуальные системы управления оросительным комплексом с учетом фактических влагозапасов https://el.kz/ru/nachalas-tsfrovizatsiya-orositelnyh-kanalov-v-kazahstane_53468/?utm_source=target&utm_medium=post&utm_campaign=sps.

2. Ивахненко, А.Е. Разработка способа и приборного обеспечения измерения расхода воды по методу «уклон-площадь» в открытых каналах оросительных систем.: автореф. дис. канд. тех. наук: 06.01.02/Ивахненко Александр Евгеньевич. - Новочеркасск, 2007. – 23 с.

3. ГОСТ Р 51657.1-2000 Водоучет на гидромелиоративных и водохозяйственных системах. Термины и определения. – 11 с.

УДК 628.12

О ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ ЧАСТОТЫ ДЛЯ ПОГРУЖНЫХ НАСОСОВ СКВАЖИННЫХ ВОДОЗАБОРОВ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Коваленко В. Н.¹, Житенёв Б. Н.²

¹Аспирант кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов, БрГТУ, Брест, Беларусь, kovalbyu@gmail.com

²Профессор кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов, БрГТУ, Брест, Беларусь, gitenev@tut.by

Аннотация

В статье рассмотрены аспекты применения преобразователей частот для погружных насосов скважинных водозаборов хозяйственно-питьевых систем водоснабжения. Сосредоточено внимание на особенностях их функционирования, достоинствах и недостатках, влиянии на режимы работы отдельной скважины и групп скважин. На основании проведённого исследования сформированы рекомендации и заключение.

Ключевые слова: вода, водозаборная скважина, погружной насос, преобразователь частот, энергосбережение, ресурсосбережение.

ABOUT FREQUENCY CONVERTERS FOR SUBMERSIBLE PUMPS BOREHOLE WATER INTAKES OF WATER SUPPLY SYSTEMS

Kovalenko V. N.¹ Zhitenev B. N.²

Abstract

The article discusses the aspects of the use of frequency converters for submersible pumps of borehole water intakes of household and drinking water supply systems. Attention is focused on the features of their functioning, advantages and disadvantages, and the impact on the operating modes of an individual well and groups of wells. Based on the conducted research, recommendations and conclusion were formed.

Keywords: water, water intake well, submersible pump, frequency converter, energy saving, resource saving.

Введение. В современном мире постоянное и надёжное водоснабжения является одним из ключевых аспектов обеспечения комфортных условий жизни и экономического развития стран. В Республике Беларусь, для хозяйственно-питьевых систем водоснабжения, забор воды осуществляется преимущественно из подземных источников с использованием специальных сооружений – водозаборных скважин.

Водозаборные скважины характеризуются различными глубинами, эксплуатируются в различных климатических, геологических и гидрогеологических условиях. Однако, вне зависимости от месторасположения все скважинные водозаборы объединяет наличие водоносного горизонта, из которого осуществляется забор воды, и погружных (скважинных) насосов.

В целях повышения эффективности работы погружных насосов, снижения потребления электрической энергии и продления жизненного цикла осуществляют их автоматизацию и цифровизацию посредством установки устройств плавного пуска, преобразователей частот (далее – ПЧ) и иного оборудования.

В свою очередь ПЧ, для эксплуатации электродвигателей с ограниченным доступом, начинает восприниматься специалистами как средство «от всех болезней», в связи с чем устанавливаются на большинство существующих и новых скважинных водозаборов. По результатам установке ПЧ желаемый эффект не достигается редко, периодически приводит к выходу из строя насосного оборудования, повреждению строительных конструкций скважин и избыточным экономическим затратам на устранение последствий.

Основная часть. ПЧ представляет собой устройство, которое преобразует поступающее переменное напряжение с сети переменного тока в переменное напряжение и переменный ток определённой частоты, устанавливаемой автоматикой и (или) пользователем. За счёт изменения частоты питающего напряжения осуществляет регулирование скорости вращения асинхронного электродвигателя, а также вала рабочих колёс погружного насоса.

Изменение напряжения осуществляется на основании данных о расходах и давлении в водопроводной сети, при необходимости устройство может поддерживать необходимое давление с минимальными колебаниями.

Помимо изменения частоты питающего напряжения ПЧ осуществляет:

- управление скоростью пуска и остановки насоса;
- контроль скорости вращения рабочих колёс насоса;
- защиту электродвигателя от перегрузок и коротких замыканий;
- дистанционный мониторинг, управление и диагностику работы насоса.

ПЧ устанавливается в павильоне скважины, подключается к электрической сети.

Как показывает практика применения ПЧ, существуют и последствия от их использования. Основным и наиболее критическим эффектом от использования ПЧ являются гармонические искажения на участке электрической сети между ПЧ и электродвигателем погружного насоса. Искажения возникают в связи со значительной протяжённостью участка электрической сети и расположением этого кабеля в обсадной трубе (как правило металлической), что приводит к формированию «распределённой» ёмкости. В свою очередь, данные явления постепенно накапливаются и способствуют:

- износу изоляции питающего кабеля (приводит к утечке токов);
- износу изоляции асинхронного электродвигателя (приводит к пробоям обмотки и выходу из строя);
- возникновению ложных аварийных отключений;
- повышают количества сообщений о токовой перегрузке;
- коррозии обсадных труб и иных металлических конструкций под действием переменного тока (преимущественно протекает незначительно и в случаях, когда анодный полупериод делает возможным такие процессы) [1].

Производители погружных насосных агрегатов, как правило, учитывают возможность применения пользователями ПЧ и поэтому указывают соответствующие требования: *«При подсоединении насоса к электрической распределительной системе, особенно при использовании электроприборов, таких как устройство управления плавным пуском или частотный преобразователь, для соблюдения требований по электромагнитной совместимости необходимо принимать во внимание предписания изготовителей приборов управления. Для кабелей подачи питания и управляющих кабелей, возможно, потребуются особые меры по экранированию (например, экранированные кабели, фильтры и т. д.). Изменения длины кабеля или его положения могут сильно повлиять на масштаб нарушения электромагнитной совместимости. В случае, если неисправности возникают в других устройствах, рекомендуется применять противополевоый фильтр!»* [2]. Производителями ЧП отмечается, что длина присоединения напрямую зависит от мощности электродвигателя и, например, при мощности в 30 кВт допустимая длина присоединения эл. двигателя без фильтра 150 м, с dU/dt фильтром 300 м [3].

Не менее важным аспектом влияния ЧП на работу подземного водозабора является «передавливание» скважин. При одновременной работе нескольких погружных насосов с ПЧ на общую водосборную сеть и отсутствии балансировки

ЧП, могут возникать риски возникновения «передавливаний» наиболее удалённых скважин более близко расположенными скважинами к магистральному водосборному коллектору. В связи с чем возникает увеличение нагрузки на диктующие погружные насосы, нарушения балансов водоотбора по скважинам и превышения лимитов отбора из утверждённых запасов подземных вод.

Наличие «передавливаний» скважин может быть определена по результатам моделирования режимов работы водозаборов [4], а также отрицательным показаниям приборов учёта расхода воды.

Заключение. Таким образом, ПЧ для погружных насосов скважинных водозаборов систем водоснабжения использовать целесообразно, однако для их надёжной работы необходимо строго соблюдать требования изготовителей насосного оборудования и ПЧ. Использовать синус-фильтры или фильтры dU/dt , или резистивно-ёмкостные фильтры для снижения крутизны фронтов импульсного напряжения, а также в настройках ПЧ снизить частоту переключений.

В случаях, когда на сборный водовод работают два и более скважинных насоса с ПЧ, то требуется осуществить их балансировку для исключения «передавливаний» и нежелательных перетоков.

Список цитированных источников

1. Химия и химическая технология – Справочник химика 21 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://chem21.info/page/11908821321917024204006703819200004108314205717>. – Дата доступа 20.02.2024.
2. Мировой производитель насосного оборудования WiloSE – Инструкции по монтажу насосного оборудования [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://wilo.com/ru/ru/Решения/Библиотека/Инструкции/>. – Дата доступа 20.02.2024.
3. Производитель преобразователей частот Aicon – Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. Режим доступа: 5. <https://www.c-ok.ru/library/instructions/cnp/chastotnye-preobrazovateli-filtry/34291/123028.pdf>. – Дата доступа 20.02.2024.
4. В. Н. Коваленко, Р. Н. Вострова, Ю. В. Муравьёва, О моделировании работы сетей водоснабжения в географической информационной системе ZuluGIS // Междунар науч.-практ. конф. (Гомель, 6-7 октября 2022 г.). – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2022. – с. 282-285.