

конф. «Минские научные чтения-2023» в 3 т. Минск, 06–08 декабря 2023 г. [Электронный ресурс]. – Минск: БГТУ, 2023. – Т. 3. – 392 с.

7 Эглескалн, А.Ю. Методические рекомендации по организации водоотвода на улично-дорожной сети городов, не имеющих подземной (трубопроводной) ливневой канализации / А.Ю. Эглескалн, Л.А. Андреева, И.П. Потапов, 2019.

8 Экопарковка (зелёная парковка) из газонной решётки [Электронный ресурс] / Сайт Западная башня <https://z-b.by/gazonnaya-reshyotka1.html>

9 Во что превратились минские экопарковки и стоит ли автовладельцам платить за них? [Электронный ресурс] / Сайт <https://abw.by/news/rb/2017/10/06/vo-cto-prevratilis-minskie-ekoparkovki-i-stoit-li-avtovladelcam-platit-za-nih> - Дата доступа: 15.03.2024.

10 Надземные и подземные резервуары для хранения воды / Сайт Fresh Water Systems <https://www.freshwatersystems.com/blogs/blog/above-ground-vs-underground-water-storage-tanks>. - Дата доступа: 15.03.2024.

11 Программа предотвращения загрязнения воды [Электронный ресурс] / Сайт <https://www.flowstobay.org/data-resources/plans/sustainable-streets-master-plan/burlingame-donnely-avenue-rain-garden/> - Дата доступа: 15.03.2024.

12 Официальный сайт города Нью-Йорка. Раздел «Защита окружающей среды» [Электронный ресурс] / Сайт <https://www.nyc.gov/site/dep/water/rain-gardens.page> - Дата доступа: 15.03.2024.

УДК 628.112

Особенности эксплуатации водозаборных скважин на УП «Минскводоканал»

Шевчик П. Е.

Коммунальное унитарное производственное предприятие
«Минскводоканал», Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель Грузинова В. Л., к.т.н.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Обозначены основные направления ремонтно-восстановительных работ на водозаборных скважинах УП «Минскводоканал», позволяющие повысить производительность скважин и предотвратить нарушения в работе насосных агрегатов.

В настоящий момент в УП «Минскводоканал» в эксплуатации находится 355 артезианских скважин. Все они территориально расположены в 7 районах Минской области. Скважины оборудованы на Днепровско-Сожский и Валдайский водоносные горизонты. Средняя глубина скважин на Днепровско-Сожском водоносном горизонте – 65 м, на Валдайском водоносном горизонте – 300 м. В большинстве случаев воды днепровско-сожского горизонта характеризуются повышенным содержанием железа и марганца, что требует проведения дополнительных мер по улучшению качества воды.

Водозаборные скважины УП «Минскводоканал» имеют типовую конструкцию и состоят из следующих основных элементов: кондуктор (направляющая колонна), обсадная колонна, водоприемная часть (фильтр), отстойник. Большинство скважин оборудованы на водоносные горизонты, представленные рыхлыми неустойчивыми породами (пески различной фракции, гравий). С учетом этой природной особенности при строительстве скважин осуществляется установка фильтров 3 типов: проволочные, каркасно-стержневые и сетчатые.

Основными показателями, характеризующими техническое состояние скважин являются производительность и показатели уровней воды (статический и динамический). В процессе работы водозаборных скважин происходит снижение их эксплуатационных характеристик в результате процессов механического, биологического и химического коагулятажа, препятствующего притоку воды из водоносного горизонта в скважину.

Замеры уровней воды осуществляются с применением скважинных уровнемеров различного исполнения (контактные, бесконтактные – пьезометрические трубки). Ежедневный съем показаний производительности и динамического уровня воды позволяет оперативно принимать меры для производства профилактических и ремонтных работ погружного насосного оборудования, а также осуществлять своевременный ремонт самой скважины. С целью определения наиболее эффективного метода проведения ремонтных работ специалистами производства «Минскводопровод» проводится комплексный анализ состояния водозаборных скважин, включающий в себя:

- изучение конструкций скважин (в первую очередь фильтра);
- проведение развернутого анализа химического состава исходной воды;
- определение фактических эксплуатационных показателей скважин;
- прослеживание динамики изменения эксплуатационных показателей скважин.

В результате анализа определяется:

- перечень скважин со снижением показателей удельного дебита более чем на 30%.

- скважины с конструкцией, позволяющей проводить импульсные методы восстановления;
- перечень скважин с повышенным содержанием веществ, способных выпадать в осадок;
- скважины, на которых необходимо проведение дополнительных ремонтных работ по разрушению кольматирующих соединений с целью восстановления их производительности.

Проводимые исследования позволили установить рациональный межремонтный период профилактических работ (чисток ершом и прокачек скважин эрлифтной системой), которые необходимо проводить на скважинах с повышенным содержанием веществ, способных выпадать в осадок, не реже 1 раза в 3 года, на остальных скважинах - не реже 1 раза в 5 лет.

В процессе эксплуатации скважины выполняются комплекс работ (ППР) с целью поддержания оборудования в работоспособном состоянии, уменьшения интенсивности износа деталей, предупреждения отказов и устранения неисправностей. Наблюдение за техническим состоянием работы оборудования скважины (контроль величины или индикации потребляемого тока; показания манометра; производительности) осуществляется ежедневно машинистом 1-го подъёма с записью в журнал. Все ремонтно-предупредительные работы на скважинах производятся согласно графика ППР персоналом водозабора.

В течение всего периода эксплуатации водозаборной скважины руководство водопользователя в соответствии с действующими Законами Республики Беларусь («О питьевом водоснабжении», «О санитарно-эпидемическом благополучии населения», Водным кодексом Республики Беларусь) производится отбор проб воды на химический и один раз в сезон бактериологический состав.

Не реже одного раза в месяц проводятся наблюдения за динамическим и восстановившемся уровнем в скважине и её дебитом. Сведения о замерах дебита и уровня заносятся в специальный журнал. Ежедневно регистрируется время работы насоса. При замене насоса необходимо пользоваться правилами подбора агрегата (номинальная подача агрегата должна быть меньше дебита скважины не менее, чем на 25%). При этом номинальный напор выбранного агрегата должен превышать примерно на 5% сумму динамического уровня воды в скважине, высоты подъема воды над уровнем земли, потерь в трубопроводе, а при наличии гидроаккумулятора – верхнего значения давления в метрах. Отклонение значений напора не должны превышать: $\pm 10\%$ для агрегатов с напором до 50 м; $+10\% - 6\%$ для агрегатов с напором свыше 50 м. Скорость воды вдоль двигателя определяется как частное от деления производительности насоса

на площади кольца между внутренним диаметром обсадной трубы и наружным диаметром двигателя.

После установки насоса замеряют динамический уровень, эксплуатационный дебит, а также записывают марку нового насоса, дату и глубину его установки. Журнал, содержащий вышеперечисленные замеры, анализы воды и паспорт скважины, постоянно хранится у водопользователя и предъявляется контролирующим организациям при проверке водозаборных сооружений.

Участок по ремонту и замене насосных агрегатов и ремонту артезианских скважин ремонтно-механического цеха (РМЦ) УП “Минскводоканал” занимается круглогодичным обслуживанием скважин предприятия и планово-предупредительным ремонтом насосного оборудования, смонтированного на них.

При проведении ремонтных работ на скважинах основной целью является улучшение удельного дебита. Данная цель достигается путём очистки фильтра скважин от кольматанта (твёрдый нарост на фильтре, препятствующий поступлению воды в скважину), посредством применения различных технологий и видов ремонтных работ.

Основными видами ремонтных работ, применяемых на скважинах УП “Минскводоканал”, являются:

- гидродинамический: при помощи гидродинамической машины (ГДМ) происходит очистка и промывка фильтра и обсадной колонны скважины;
- механический: используются механические ерши, при помощи которых происходит очистка фильтра скважины;
- электрогидравлический: при помощи электрогидравлической установки происходит прострел скважины посредством импульсного выделения электроэнергии при высоковольтном искровом разряде между двумя электродами разрядника.

Наибольший эффект по улучшению удельного дебита скважин достигается при выполнении всех вышеперечисленных видов ремонтных работ. После проведения данных видов работ производится прокачка скважины при помощи эрлифтной системы с применением передвижного автомобильного компрессора. Данная операция необходима для удаления из отстойника скважины отбитых твёрдых частиц кольматанта и других мелких частиц, образующихся при эксплуатации скважины. Это предотвращает в будущем преждевременное снижение производительности погружного насосного агрегата, так как частицы достаточно твёрдые и могут нанести повреждения рабочим органам насоса. Также при прокачке скважины эрлифтной системой происходит улучшение работы нижней части фильтра. Это связано с тем, что эрлифт смонтирован на дно скважины и происходит “раскачка” нижней части фильтра.

В ноябре 2023 г. УП “Минскводоканал” совместно с подрядной организацией произвел ремонтные работы на скважине №33 водозабора №7 “Волма” при помощи электроимпульсной установки. Данная обработка показала достаточно высокий процент улучшения удельного дебита скважины (более 10%). На сегодняшний день ведется контроль эксплуатационных характеристик данной скважины с последующим анализом длительности сохранения эффекта улучшения дебита.

Ежегодно производится планово-предупредительный ремонт (ППР) порядка 335-345 погружных насосных агрегатов, находящихся в эксплуатации. При проведении ППР насосов производятся следующие работы:

- проверка работоспособности запорной арматуры скважины;
- проверка работоспособности водомера;
- проверка работоспособности обратного клапана;
- осмотр переходных патрубков;
- очистка фланцев от окалины;
- осмотр водоподъемных труб;
- замена болтов, гаек и прокладок (при необходимости);
- очистка электродвигателя насоса от накипи (при наличии);
- перетяжка болтовых соединений насоса;
- осмотр заливной муфты (при ее наличии);
- очистка и промывка водоподъемных труб и насосного агрегата ГДМ (при необходимости).

На сегодняшний день силами РМЦ ежегодно производится капитальный ремонт 132 погружных насосных агрегата. Возможен ремонт гидравлических частей насосов как отечественных производителей типа ЭЦВ, так и импортных энергосберегающих типа WIL0 и SAER. Внедрена технология изготовления щелевых колец из бронзовых втулок или втулок из нержавеющей стали для восстановления расходно-напорных характеристик близких к номинальным. При необходимости производится замена подшипников, пяты и подпятников электродвигателей. Перемотка электродвигателей осуществляется в сторонних организациях.

Все насосные агрегаты, прошедшие капитальный ремонт, проходят испытания на стенде диагностики и испытания погружных насосов. Новые насосы в рамках входного контроля также проходят испытания на данном стенде. В конце 2022 года была произведена модернизация стенда – новые шкафы управления оснащены частотными преобразователями, что позволяет производить испытания насосов не только с асинхронными электродвигателями, но и с синхронными, что очень актуально в настоящее время, так как на всех водозаборах, прошедших модернизацию («Фелицианово», «Боровляны», «Острова», «Новинки», «Волма»,

«Зеленый Бор») смонтированы насосные агрегаты с синхронными электродвигателями.

УДК 621.6

Частотные преобразователи в системах водоснабжения

Шилкова Е.М.

Научный руководитель Грузинова В. Л., к.т.н.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Частотные преобразователи в системах водоснабжения обеспечивают эффективное управление насосами и другим оборудованием, позволяя регулировать подачу воды в соответствии с потребностями. Их использование повышает энергоэффективность, продлевает срок службы оборудования, снижает операционные расходы и обеспечивает надежную работу системы.

Частотные преобразователи играют важную роль в системах водоснабжения. Они позволяют эффективно управлять скоростью вращения насосов и других устройств, что способствует оптимизации расхода энергии и поддержанию стабильного давления в системе.

Использование частотных преобразователей позволяет точно регулировать производительность оборудования в соответствии с текущими потребностями системы водоснабжения, обеспечивая переменное напряжение и частоту для электродвигателей. Такие устройства способствуют экономии энергии и повышают эффективность работы всей системы.

Из-за этой способности точного контроля частотные преобразователи становятся ключевым элементом в современных системах водоснабжения, помогая обеспечить надежное и эффективное функционирование системы при различных нагрузках и условиях эксплуатации.

Частотные преобразователи играют ключевую роль в современных системах водоснабжения, обеспечивая не только экономию энергии, но и повышение надежности и эффективности всей системы.

Виды частотных преобразователей.

1. Однофазные частотные преобразователи: Обычно используются для небольших насосов и систем водоснабжения, которые работают на однофазном напряжении.