Список литературы

1 **Пуринг, С. М.** Особенности использования биогаза, образующегося на очистных сооружениях / С. М. Пуринг, Д. Н. Ватузов // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство и строительные технологии : сб. ст. 79-й Всерос. науч.-техн. конф., Самара, 2022 г. ; Самарский гос. техн. ун-т. ; под ред. М. В. Шувалова, А. А. Пищулева, А. К. Стрелкова. – Самара, 2022. – С. 715–720.

2 **Москвичева, А. В.** Канализационные очистные сооружения. Механическая очи стка / А. В. Москвичева, Ю. Ю. Юрьев, А. А. Геращенко. – Волгоград, 2018. – 186 с.

3 **Ковалев, Д. А.** Влияние нагрузки по органическому веществу на процесс биоконверсии предварительно обработанных субстратов анаэробных биореакторов / Д. А. Ковалев, А. А. Ковалев, Ю. В. Литти [и др.] // Экология и промышленность России. – 2019. – Т. 23, № 12. – С. 9–13.

УДК 551.4(476.13)

СИСТЕМА ВОДОСНАБЖЕНИЯ В МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ

П. Г. КУРЛОВИЧ, А. М. ЗИМИЧ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель, kurlovich.pk@gmail.com, alexandrazimich@gmail.com

Проблема качественного водоснабжения не теряет актуальности на протяжении многих лет. Активное развитие и строительство водозаборных сооружений, станций водоподготовки и водопроводных сетей проводилось в 1970-1980-х годах. Состояние таких водопроводных систем не соответствует современным требованиям. Проблема заключается в том, что некоторые скважины выработали эксплуатационный срок работы, закольматровались или частично разрушены, насосное оборудование устарело. Водопроводные сети прокладывались из чугунных и металлических труб, в настоящее время они частично разрушены, стенки истончены, образовались железистые накопления внутри труб, что приводит к уменьшению условного прохода трубы (рисунок 1) [1].



Рисунок 1 – Внутренние отложения труб

При устройстве некоторых систем водоснабжения в малых населенных пунктах станции водоподготовки не применялись, что обусловлено хорошим качеством воды в источнике водоснабжения. При современном состоянии водоносных горизонтов и нормах водоснабжения такие сооружения необходимы [1].

Системы водоснабжения по общему составу сооружений и их работе, а также в части подачи и распределения воды потребителям имеют особенности режима работы. Особенность режима водопотребления проявляется при определении степени неравномерности водопотребления по часам суток, зная который можно выбирать наиболее приемлемую схему питания сети и общую схему водоснабжения. Малые сельские посёлки и посёлки городского типа характеризуются резко выраженной неравномерностью суточного водопотребления, когда $K_{час.нер.}$ = 1,5…2,2, а также неравномерностью водопотребления по сезонам года [2].

Сооружения системы водоснабжения, подающие воду потребителю – водопроводные сети, водонапорные башни, насосные станции второго подъёма безбашенных систем – следует рассчитывать с учётом часовых колебаний. Расходы на полив зелёных насаждений относят на часы минимального и среднего хозяйственно-питьевого водопотребления. Максимальный часовой расход воды находят по суммарному графику водопотребления.

При таком режиме водопотребления принимается башенная система питания сети (рисунок 2), которая является наиболее экономически целесообразной, но не всегда правильно используется на практике.

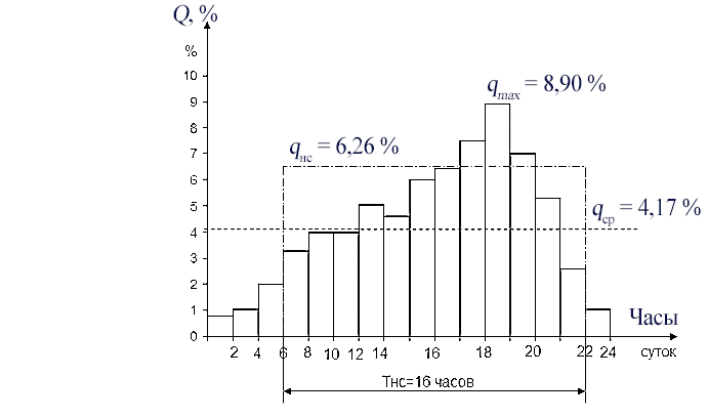


график водопотребления

график работы насосной станции второго подъема

среднесуточное водопотребление

Рисунок 2 – График водопотребления и работы насосной станции второго подъёма (башенный вариант)

По действующим в настоящее время нормативным документам [3] для систем водоснабжения любой категории по проекту не должно приниматься меньше 2 скважин (1 рабочая, 1 резервная). Однако часто в действующих системах водоснабжения работает одна скважина и при выходе её из строя, без питьевой воды остаётся полностью населённый пункт. Если рассматривается такая схема, необходимо учитывать ограничения в отношении объёма и высоты башни, её конструкции и возможности строительства с учётом сейсмичности района расположения объекта.

Необходимо также учитывать возможность использования типовых проектов, применение которых ограничено в силу больших расчётных объёмов и высот водонапорных башен.

Безбашенная схема водоснабжения целесообразна для обеспечения водой посёлков городского типа и городов с разным составом водопотребителей (промпредприятия, строительные объекты и т. д.).

В случае равномерного водопотребления по часам суток башенная схема водоснабжения не применяется, за исключением отдельных пригородных районов с малым количеством водопотребителей. График водопотребления при безбашенной схеме более пологий в силу большей численности населения и круглосуточного режима работы предприятий [2]. При таких схемах работу насосов необходимо назначать при соответствующем обосновании по строительной стоимости и эксплуатационным затратам. Возможны варианты с последовательным включением нескольких насосов, отличающихся расходами, мощностью и эксплуатационными затратами на электроэнергию. Количество насосов при выборе должно быть по возможности меньшим, при этом предпочтение отдаётся насосам с большим коэффициентом полезного действия, работающим длительное время. Учитывая необходимость взаимозаменяемости насосов, принимаются насосы одинаковой марки. Количество резервных насосов принимается по количеству рабочих насосов в соответствии с классом насосной станции, который зависит от количества водопотребителей [3].

Безбашенная система водоснабжения представляет современное техническое решение, при котором вода подается потребителям напрямую от насосного оборудования, минуя водонапорную башню. В отличие от башенных схем, где регулирующий объем воды составляет около 15 % от суточной производительности, безбашенные системы работают по прямоточной схеме с использованием частотно-регулируемых приводов насосных агрегатов.

Ключевым преимуществом таких систем выступает значительное повышение качества воды, поскольку вода из скважины поступает в водопровод по замкнутому циклу. Стабильное давление в сети поддерживается автоматически за счет плавного регулирования оборотов насоса, а не циклическим включением-выключением. Это позволяет экономить электроэнергию на 10–20 % и продлевает срок службы насосного оборудования.

Принципиальным недостатком безбашенной схемы является отсутствие запаса воды. При отключении электроэнергии подача воды прекращается полностью, создавая риски в зимний период. Поэтому на практике часто применяются комбинированные решения: зимой система работает в безбашенном режиме, а летом, при возрастании водопотребления, башни подключаются обратно.

Достоинством башенных систем является автономность и надежность. Наличие резервуара гарантирует создание необходимого запаса воды, что особенно ценно в условиях перебоев с электроснабжением или при авариях на насосном оборудовании. Вода в башне может отстаиваться, что в некоторых случаях улучшает ее качество, например, способствует удалению сероводорода. Кроме того, простая и понятная автоматика, управляющая насосами по уровню воды, не требует сложного обслуживания.

К недостаткам башенной системы можно отнести высокие капитальные затраты на строительство и монтаж, а также значительные эксплуатационные расходы, включающие регулярное обслуживание, очистку, антикоррозийную обработку и ремонт. Металлические конструкции подвержены коррозии [4], что со временем ухудшает качество воды и снижает надежность сооружения.

Однако для многих сельских и удаленных поселений башенная схема остается востребованной благодаря способности обеспечивать гарантированную подачу воды при нестабильном энергоснабжении и относительно простой эксплуатации.

Водоснабжение малонаселенных пунктов остается одной из ключевых задач, стоящих перед современным обществом. Обеспечение доступа к чистой воде является неотъемлемым правом каждого человека и важным фактором улучшения качества жизни в удаленных и малонаселенных регионах.

В условиях глобальных изменений климата и роста населения поиск эффективных и устойчивых решений для обеспечения водных ресурсов становится особенно актуальным.

Таким образом:

– системы водоснабжения с различным количеством водопотребителей могут резко отличаться по составу сооружений;

– при выборе схемы водоснабжения необходимо учитывать режим водопотребления и на его основе рассматривать возможный состав сооружений.

Список литературы

1 **Помогаева, В. В.** Комплексная оценка строительства систем водоснабжения для малых населенных пунктов / В. В. Помогаева, К. А. Солнцева. – 11-е изд. – Воронеж: E-Scio, 2021. – 62 с.

2 **Сомов, М. А.** Наружное водоснабжение : учеб.-метод. пособие / М. А. Сомов, Л. А. Квитка. – М. : Инфрам, 2007. – 287 с.

3 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения : СН 4.01.012-2019. – Введ. 31.10.2019. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2020. – 381 с.

4 **Кудина, Е. Ф.** Защита газо-нефтепроводов от внешних повреждений. Ч. 1. Полимерные материалы (обзор) / Е.Ф. Кудина // Нефтяник полесья. – 2013. – № 2 (24). – С. 88–93.

УДК 628.35

ОБ ОБЪЕМАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДЫ НА МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

А. Ф. КАРПЕНКО
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Республика Беларусь, kaf51@list.ru

Актуальность. Жизнедеятельность человека во многом обусловлена качеством окружающей среды. Природа щедро одарила Беларусь природными ресурсами. Например, на Гомельщине леса занимают около 45 % территории. Область отличается высоким уровнем обеспеченности запасами пресной воды. Она располагает 54 % от всего речного стока страны, по территории области протекает более 400 рек и ручьев, имеется более 250 прудов, озёр и водохранилищ [1]. Для Беларуси характерно высокое развитие промышленности. Интенсивно развивается агропромышленный потенциал.

В агропромышленном производстве основополагающей является молочная промышленность, обеспечивающая население множеством пищевых продуктов (молоко, сухое молоко, масло, сыр и др.). Однако при их изготовлении образуются достаточно большие объемы твердых и жидких отходов. В этой связи переработка молока является одним из главных источников концентрированных и сложных по составу сточных вод, обусловленных высоким показателем водопотребления предприятий, высокой биологической и химической потребностью сточных вод в кислороде, большим содержанием белков, жиров, лактозы, а также детергентов и дезинфицирующих средств. Без правильно организованной очистки такие воды могут вызывать серьезные экологические проблемы при поступлении в окружающую среду [2].

Цель работы. Рассмотрение водопотребления на молокоперерабатывающих предприятиях республики.

Основные результаты. В Беларуси молочное производство является не только базовой основой продовольственной безопасности, но и занимает одно из ведущих мест в пищевой промышленности. В республике в 2023 г. было получено 8,33 млн т молока, что на 5,9 % превысило показатель 2022 г. Достигнуть этого удалось благодаря увеличению продуктивности коров на 327 кг, которая за год составила 5803 кг. Производство молока в расчете на душу населения за период с 2000 по 2023 год увеличилось с 450 до 908 кг [3].