

Научная статья / Research Article
УДК 631.672.2

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ПОСЕЛЕНИЙ В АПК СИБИРИ

Х.И. Ибрагимова¹, М.П. Баранова²

¹ Навоийский государственный горно-технологический университет,
Навои, Республика Узбекистан

² Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Рос-
сия

¹ ibragimov.timur29@mail.ru

² marina60@mail.ru

Аннотация. Проведен численный анализ, который позволил определить климатические и инженерно-гидрологические условия водозаборных установок для малых поселений Красноярского края (численностью до 1000 человек). Сравнительный анализ существующих систем водоснабжения показал эффективность применения пневматических установок. Полученные данные использованы в процессе разработки системы водоснабжения с использованием водонапорной установки. Разработана система водоснабжения, произведен выбор технологического обеспечения технологической схемы водоснабжения. Установлено, что применение такой системы водоснабжения снижает на 30 % энергозатраты, повышает надежность и улучшает эксплуатационные показатели.

Ключевые слова: водонапорные установки, водоснабжение, системы водоснабжения

FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF AN EFFECTIVE WATER SUPPLY SYSTEM FOR AGRICULTURAL ENTERPRISES AND SETTLEMENTS IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF SIBERIA

H.I. Ibragimova¹, M.P. Baranova²

¹ Navoi State University of Mining and Technology, Navoi, Republic of Uzbekistan

² Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

¹ ibragimov.timur29@mail.ru

² marina60@mail.ru

Abstract. A numerical analysis was carried out in the work, which made it possible to determine the climatic and engineering and hydrological conditions

² Ибрагимова Х.И., Баранова М.П., 2025

Инженерные системы и энергетика. 2025. № 3. С. 12–18.

Engineering systems and energy. 2025;(3):12–18.

of water intake installations for small settlements of the Krasnoyarsk Territory (up to 1000 people). A comparative analysis of existing water supply systems showed the effectiveness of the use of pneumatic installations. The data obtained were used in the process of developing a water supply system using a water pump unit. A water supply system was developed, the technological support of the technological water supply scheme was selected. It has been found that the use of such a water supply system reduces energy consumption by 30%, increases reliability and improves performance.

Keywords: *water installations, water supply, water supply systems*

Введение. В связи с большим ростом объемов потребляемой воды и недостаточностью в ряде районов местных природных источников воды все чаще возникает необходимость комплексного решения водохозяйственных проблем для наиболее рационального и экономичного обеспечения всех потребителей локальных территорий [1].

В Сибири водоснабжение занимает центральное место в системе социальной и производственной инфраструктуры поселков. Согласно СНиП 2.04.02-84 и СанПиН 2.1.4.1074-01, создание централизованного водоснабжения является важной технической задачей для 1-, 2-, 3-й и 4-й категории потребителей. Для снижения затрат на создание очистительных и водоподготавливающих станций для забора воды из поверхностных источников прудов, озер и рек чаще всего экономически выгодно осуществлять забор воды из низколежащих подпочвенных горизонтов (скважин) [2]. К тому же, что немаловажно, в связи с требованиями регулярного проведения противопожарных мероприятий водонапорная станция должна иметь противопожарный запас воды в объеме не менее 90 м³ для тушения вероятного трехчасового пожара с расходом пять литров в секунду (СНиП 2.04.02-84) [3].

На данный момент проблемами являются отсутствие в поселках централизованного водоснабжения, качество питьевой воды, недостаточность запасов воды в необходимых объемах для форс-мажорных ситуаций и высокие тарифы на воду.

Рост водопотребления в сельском хозяйстве требует повышения интенсивности использования существующих и строительства новых систем водоснабжения. С экономической точки зрения быстро и эффективно эта проблема решается за счет использования подземных источников, вода которых зачастую не требует очистки. При этом исключается строительство сложных и дорогостоящих очистных станций, занимающих большие площади, использование реагентов. Подземные воды встречаются на различных глубинах и в зависимости от геологических условий залегания водоносного горизонта могут быть безнапорными (грунтовые и межпластовые воды) и напорными (артезианские воды) [4].

Цель исследования – разработка эффективной системы водоснабжения сельскохозяйственных предприятий и поселений с использованием водонапорных установок.

Особенности предполагаемого участка для проектируемой установки. Было проведено численное исследование технологических схем системы водоснабжения для среднестатистических сельскохозяйственных поселений и предприятий и разработана принципиальная система водоснабжения с использованием водонапорной установки для удалённых и малонаселённых поселков Сибири с населением до одной тысячи человек.

Подземный источник водоснабжения должен быть выбран в зависимости от местных условий на основании технико-экономического расчета. Для решения основных задач (выбор типа, схемы, конструкции водозабора) необходимо располагать данными инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий. Для достаточного обеспечения водой объекта проектом предусматривается строительство трех разведочно-эксплуатационных скважин (2 рабочих и 1 резервной). Дебиты рабочих скважин составляют 16 и 25 м³/ч, а резервной – 22 м³/ч. Первая скважина (дебит 16 м³/ч) питается из водоносного горизонта, расположенного на глубине 163 м. Водоносный горизонт, питающий вторую скважину (дебит 25 м³/ч), залегает на глубине 131 м (с этого же водоносного горизонта забирает воду резервная скважина № 3).

Водоносные горизонты – напорные, сложены из мелкозернистых песков. Водоупорном является глина плотная. При этом источник водоснабжения удовлетворяет следующим требованиям:

- 1) минимальный дебит источника соответствует расходу воды на хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные нужды животноводческого комплекса;
- 2) качество воды в источнике соответствует требованиям СанПиН;
- 3) территория, на которой расположен источник водоснабжения, достаточна для организации зон санитарной охраны;
- 4) источник не промерзает и не засоряется сточными водами.

Подземные воды позволяют организовать источник водоснабжения непосредственно рядом с поселком и у животноводческих ферм без строительства дорогостоящих магистральных трубопроводов.

Таким образом, рассмотрены природно-климатические условия, выбран участок и подземный источник в виде скважины.

Результаты и их обсуждение. В ходе исследования был проведен расчет часовых расходов воды с учетом нормативных потреблений на различные нужды сельскохозяйственных потребителей. На рисунке 1 показаны часовые расходы воды.

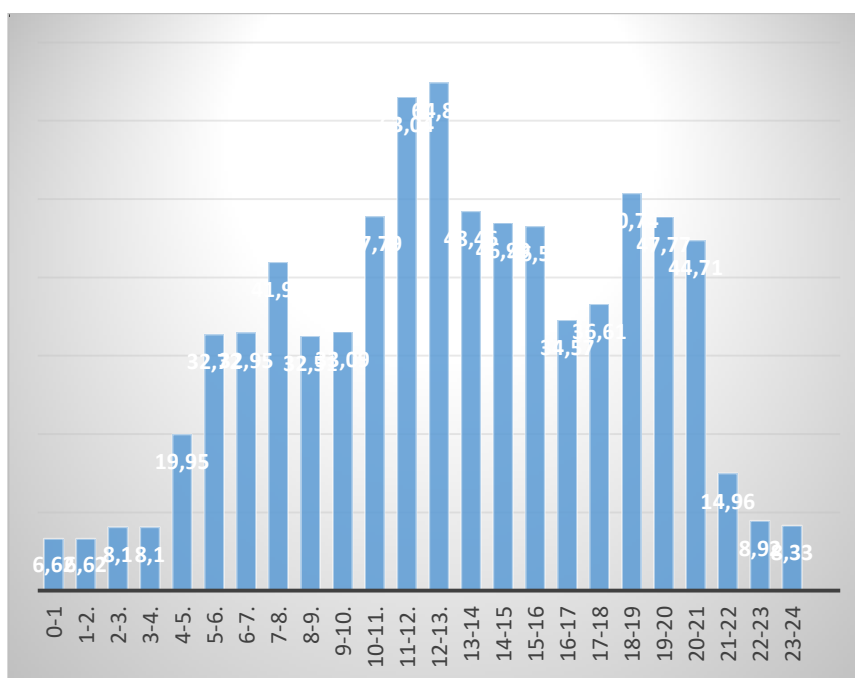


Рисунок 1 – Определение часовых расходов воды

Всего по населенному пункту с населением до 1000 человек расход воды составляет 789,9 м³/ч.

Водоснабжение сельской местности предполагает подачу воды в село для собственных нужд, ремонтной деятельности, строительства новых ферм и тех, которые находятся в эксплуатации, и полевого обеспечения водой.

В состав водонапорной установки входят водонапорные баки, пневматические-повысительные насосы, расширительные баки гидропневмо-аккумуляторы вертикальной установки и ряд другого вспомогательного оборудования [5]. В дневные часы, когда происходит большой водоразбор, давление в расширительных баках и водопроводной сети поддерживается давлением работающего компрессора. В это время вода поступает из водонапорного бака до абонентов. В ночные часы давление снижается за счет принудительного открытия спускного клапана с помощью соленоида и баки заполняются водой. При расходе воды в дневное время больше нормативного контролер принимает сигнал от датчиков давления, расхода и уровня. После чего происходит поэтапное заполнение резервуаров, которое должно быть равным 30 % запаса воды.

В ходе разработки системы водоснабжения с использованием водонапорной установки для таких поселков была выбрана водонапорная емкость и разработан план расположения (рис. 2). На рисунке 3 представлена функциональная схема водонапорной станции.

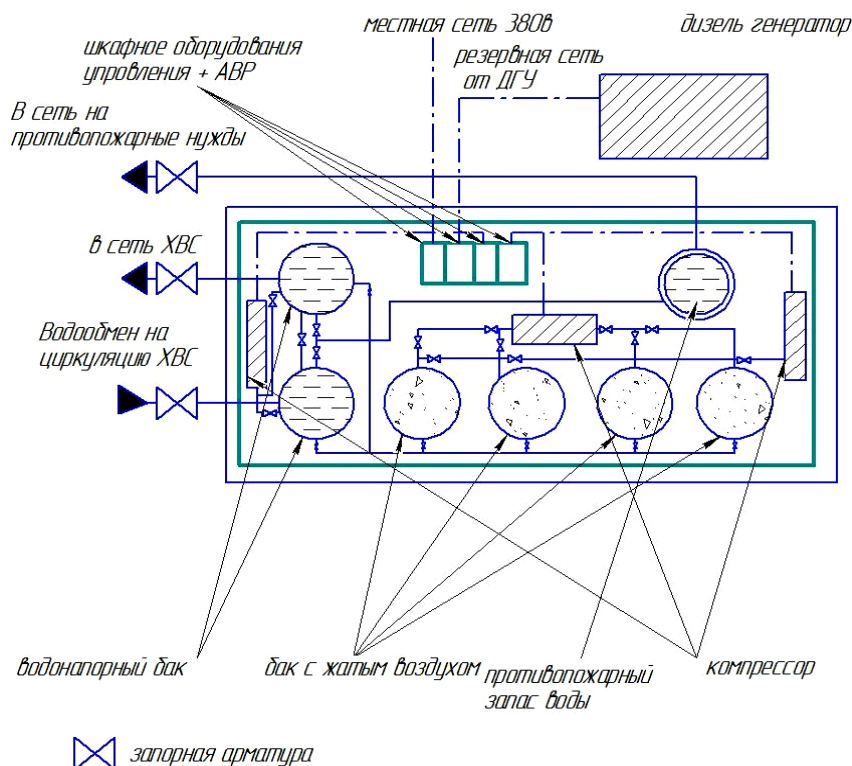


Рисунок 2 – Расположение оборудования системы водоснабжения

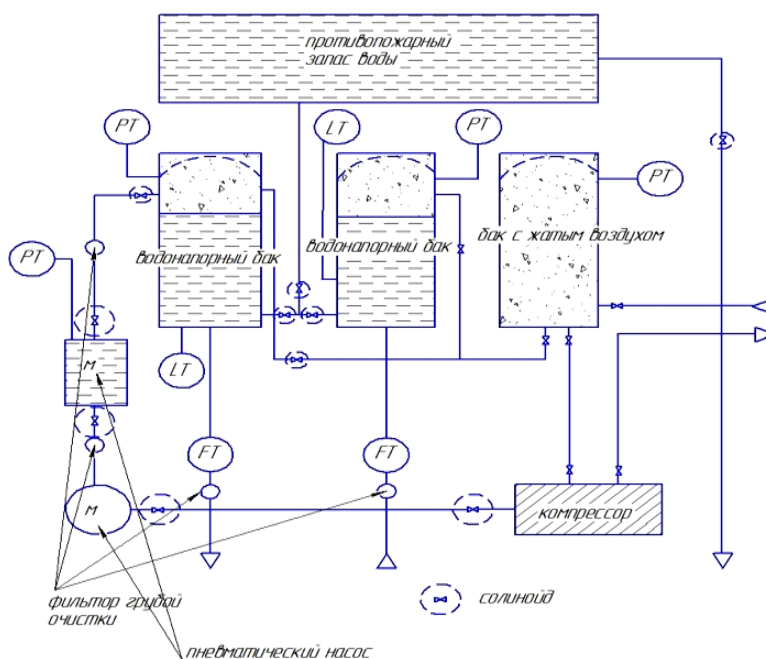


Рисунок 3 – Функциональная схема системы водоснабжения

При данном планировании расположения и функционирования оборудования из трубчатого колодца вода забирается погружным пневмонасосом (типа ЭЦВ или БЦП) и подается в водонапорный бак и разводящую водопроводную сеть. Эмпирическим путем установлено, что емкость бака должна быть равна 12–15 % расчетного суточного расхода воды. Типовые водонапорные баки имеют баки емкостью 25 м³. Камеры насосных стан-

ций на трубчатых колодцах, водонапорные и регулирующие сооружения, а также смотровые колодцы на водопроводной сети выполняют из сборных железобетонных конструкций. Водопроводную сеть выполняют из асбестоцементных или полиэтиленовых труб, а вводы в скотные дворы, если таковые имеют место быть, и другие помещения – из чугунных труб.

Далее была разработана схема установки баков, произведен расчет, определивший необходимость установки двух баков закрытого типа БТ(Н)-12,5-0,6-В. В соответствии с этим и исходя из общепринятых расчетов выбран бак со сжатым воздухом объемом $7,5 \text{ м}^3$ и пневматический мембранный насос марки FT20A-AA-RRR0-B2, обеспечивающий подачу воды объемом 590 л/мин, или более $32 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Заключение. Таким образом, в ходе работы проведен численный анализ, который позволил определить климатические и инженерно-гидрологические условия водозаборных установок для малых поселений Красноярского края (численностью до 1000 человек). Сравнительный анализ существующих систем водоснабжения показал эффективность применения пневматических установок. Полученные данные использованы в процессе разработки системы водоснабжения с использованием водонапорной установки. Разработана система водоснабжения, произведен выбор технологического обеспечения технологической схемы водоснабжения. Установлено, что применение такой системы водоснабжения снижает на 30 % энергозатраты, повышает надежность и улучшает эксплуатационные показатели.

Список источников

1. Яо Л., Чжан Ю., Баранова М.П. Улучшение характеристик поливной воды применением методов экстремальных воздействий // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: мат-лы IV междунар. науч. конф. Красноярск, 2024. С. 205–209.
2. Гидрогеологические условия водоснабжения населения юга Сибирского региона / Д.С. Покровский [и др.] // Вестник Томского государственного университета. 2014. № 384. С. 189–197.
3. Пупырев Е.И. Технические регламенты и качество питьевой воды в России // Водоснабжение и санитарная техника. 2007. № 2. С. 1–5.
4. Шнейдерман И.М., Пилипенко И.В. Модернизация системы водоснабжения и водоотведения в сельской местности как фактор повышения качества жизни населения России // Народонаселение. 2023. Т. 26, № 1. С. 147–159. DOI: 10.19181/population.2023.26.1.12. EDN: SZILDL.
5. Лепешкин А.В., Михайлин А.А. Гидравлические и пневматические системы / под ред. Ю.А. Беленкова. 2-е изд. М.: Академия, 2005. 336 с.

References

1. Yao L., Chzhan YU., Baranova M.P. Uluchshenie kharakteristik polivnoi vody primeneniem metodov ehkstremal'nykh vozddeistvii // Resursosberegayushchie tekhnologii v agropromyshlennom komplekse Rossii: mat-ly IV mezhdunar. nauch. konf. Krasnoyarsk, 2024. S. 205–209.
2. Hidrogeologicheskie usloviya vodosnabzheniya naseleniya yuga Sibirskogo regiona / D.S. Pokrovskii [i dr.] // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. 2014. № 384. S. 189–197.
3. Pupyrev E.I. Tekhnicheskie reglamenti i kachestvo pit'evoi vody v Rossii// Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika. 2007. № 2. S. 1–5.
4. Shneiderman I.M., Pilipenko I.V. Modernizatsiya sistemy vodo-snabzheniya i vodootvedeniya v sel'skoi mestnosti kak faktor povysheniya kachestva zhizni naseleniya Rossii // Narodonaselenie. 2023. T. 26, № 1. S. 147–159. DOI: 10.19181/population.2023.26.1.12. EDN: SZILDL.
5. Lepeshkin A.V., Mikhailin A.A. Gidravlicheskie i pnevmaticheskie sistemy /pod red. YU.A. Belenkova. 2-e izd. M.: Akademiya, 2005. 336 s.

Сведения об авторах

Хусния Илхомовна Ибрагимова, преподаватель

Марина Петровна Баранова, профессор кафедры системознергетики, доктор технических наук