

vaniia v Altaiskom biosfernom zapovednike. Выпуск 3. – Altaiskii regionalnyi institut ekologii, Maima, Rossiia. – 2019. – S.182-189.

6. Hockings, M., Leverington, F. and Cook, C. (2015) 'Protected area management effectiveness', in G. L. Worboys, M. Lockwood, A. Kothari, S. Feary and I. Pulsford (eds) *Protected Area Gov-*

ernance and Management, pp. 889–928, ANU Press, Canberra.

7. Stishov M.S. Metodika otsenki prirodokhrannoi effektivnosti osobo okhraniaemykh prirodnykh territorii i ikh regionalnykh sistem / M.S. Stishov. – Moskva: WWF Rossii, 2012. – 284 s.



УДК 628.16

DOI: 10.53083/1996-4277-2023-221-3-40-44

Н.И. Алёшина, Л.В. Терновая, М.А. Косяков
N.I. Aleshina, L.V. Ternovaya, M.A. Kosyakov

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

IMPROVEMENT OF DRINKING WATER TREATMENT TECHNOLOGY

Ключевые слова: система водоснабжения, источники водоснабжения, водозабор подземных вод, хозяйственно-бытовое водоснабжение, химический состав воды, качество подземной воды, водозаборная скважина, станция водоподготовки, осветлительные фильтры.

Одной из проблем развития сельских территорий края является ветхость инженерной инфраструктуры. Особенно напряженная ситуация сложилась с водоснабжением. При принятии проектного решения строительства или реконструкции водопровода произведено обследование систем водоснабжения и водозаборной площадки, выполнена оценка технического и санитарного состояния сооружений водопровода. По результатам проведенных исследований предложены технологические решения проблем по повышению эффективности работы системы водоснабжения. Учитывая исходное состояние воды, предусматривается наименее затратный вариант – сооружение станции водоподготовки непосредственно на площадке проектного водозабора. Предусматриваемая технология обработки воды, реализованная на базе оборудования водочистного комплекса «Импульс», разработанного НИИ высоких напряжений при ТПУ (Томский политехнический университет). В водоочистном комплексе «Импульс-10(Б)» принята схема подготовки воды, основанная на безнапорной аэрации воды воздухом, с последующим фильтрованием воды на скорых напорных фильтрах и дальнейшим частичным обессоливанием на установке обратного осмоса. Существует множество технологических способов решения задачи по уменьшению содержания в ней мутности, цветности, жесткости, содержанию сухого остатка, железа, хлоридов. Однако некоторые из них недостаточно эффективны, основаны на сложных технологических схемах или имеют высокую стоимость. Выбранная технологическая схема является оптимальной для исходных качественных показателей воды. Разработанная станция водо-

подготовки позволит обеспечить эффективную очистку подземной воды, тем самым добиться качества воды, которое будет соответствовать требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01. Данную схему водоподготовки возможно использовать как аналоговую в случаях схожести исходного качества природных вод.

Keywords: water supply system, water supply sources, groundwater intake, domestic water supply, water chemical composition, groundwater quality, water intake well, water treatment station, clarification filters.

One of the problems of rural territories development in the region is the disrepair of engineering infrastructure, especially the tense situation with water supply. When making a design decision for the construction or reconstruction of a water pipeline, the survey of water supply systems and a water intake site was carried out; the evaluation of the technical and sanitary condition of water supply structures was made. Based on the research findings, technological solutions to improve the efficiency of the water supply system are proposed. Taking into account the initial state of the water, the least expensive option is proposed: the construction of a water treatment plant directly at the site of the project water intake. The envisaged water treatment technology is implemented on the basis of the equipment of the "Impuls" water treatment complex developed by the Research Institute of High Voltages at TPU (Tomsk Polytechnic University). The "Impuls-10(B)" water treatment complex uses a water treatment scheme based on non-pressurized aeration of water with air followed by water filtration on rapid pressure filters and further partial desalination at a reverse osmosis plant. There are many technological ways to solve the problem of reducing water turbidity, color, hardness, and the content of dry residue, iron, and chlorides. However, some of them are not efficient enough; they are based on complex technological schemes or have a high cost. The selected technological scheme is optimal for the initial water quality indices. The

developed water treatment plant will ensure effective purification of underground water, thereby achieving water quality that will meet the requirements of the SanPiN

2.1.4.1074-01. This water treatment scheme may be used as analog in cases of similarity of the initial quality of natural water.

Алёшина Надежда Ивановна, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: nialyoshina59@mail.ru.

Терновая Лариса Викторовна, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: tern68.91@mail.ru.

Косяков Михаил Андреевич, ЗАО ПИИ «Алтайводпроект», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: mixail1255@gmail.com.

Aleshina Nadezhda Ivanovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: nialyoshina59@mail.ru.

Ternovaya Larisa Viktorovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: tern68.91@mail.ru.

Kosyakov Mikhail Andreevich, ZAO PII "Altayvodproekt", Barnaul, Russian Federation, e-mail: mixail1255@gmail.com.

Введение

В настоящее время проблеме питьевого водоснабжения населения страны уделяется особое внимание. По законодательству Российской Федерации граждане России имеют право на приоритетное водопользование, удовлетворение хозяйственно-бытовых и физиологических потребностей в воде.

Одной из наболевших проблем развития сельских территорий нашего края, где проживает 43% населения, является ветхость инженерных сетей. Особенно напряженная ситуация сложилась с системой водоснабжения. Большая часть населения края (85%) обеспечена централизованным водоснабжением, а остальная часть – нецентрализованным. В настоящее время требуют замены 39% водопроводных сетей. В ряде районов Алтайского края подземные воды, используемые для питьевых целей, не соответствуют требованиям санитарных правил и нормативов, характеризуются высокой минерализацией свыше 1000 мг/л, содержанием хлоридов – 300-500 мг/л, сульфатов – 400-700, железа – 0,3-2 мг/л, что превышает предельно допустимые концентрации в 1,5-4,0 раза [1].

Цель исследований – изучение состояния системы водоснабжения и разработка технологии системы очистки природной воды для обеспечения жителей с. Сидоровка Романовского района Алтайского края качественной питьевой водой.

В **задачи** исследований входило: изучение качественных показателей питьевой воды; техническая и санитарная оценка состояния системы водоснабжения; разработка технологических решений по повышению эффективности работы системы водоснабжения.

Объекты и методы

Объект исследования – современное состояние системы водоснабжения с. Сидоровка и возможности его хозяйственного использования.

Пробы образцов воды, отобранных из эксплуатационной скважины для количественного химического анализа, исследовались колориметрическим, нефелометрическим и объемным методами.

Экспериментальная часть

Село Сидоровка характеризуется упорядоченной застройкой жилыми домами с хозяйственно-бытовыми пристройками и объектами социально-культурного назначения. Застройка села малоэтажная (до 2 этажей) с кирпичной кладкой.

Водозабор подземных вод организован в пределах с. Сидоровка и состоит из 1 эксплуатационной скважины, расположенной на западной окраине села по ул. Пролетарская.

Водоотведение осуществляется в местную канализацию (выгреба) с последующей их откачкой и вывозом на поля фильтрации.

Качество подземной воды по скважине в настоящее время по некоторым показателям не соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 [2].

Водозаборная скважина пробурена в 1994 г. Общая глубина – 120 м. Оборудована погружным насосом марки ЭЦВ-8-25-100 на глубину 85 м с частотным преобразователем. Техническое состояние водозаборной скважины оценивается как ограниченно-работоспособное.

Протяженность разводящих водопроводных сетей составляет 20 км. Большая часть поселковых разводящих сетей эксплуатируется много лет (25 лет и более) и за это время получили

большой физический износ. Практически эксплуатация существующей системы водоснабжения заключается в основном в устранении аварий.

По результатам обследования необходимо предусмотреть ликвидационный тампонаж водозаборной скважины, устройство 2 водозаборных скважин (рабочая и резервная), установку водо-

подготовки, водонапорную башню (2 шт.), станцию подкачки II подъема, ДГУ, благоустройство и ограждение площадки [3].

В таблице приводится исходный качественный состав подземных вод (2020 г.), предлагаемых к эксплуатации до подачи их на станцию водоподготовки [4-6].

Таблица

Качество подземных вод участка недр местного значения «Окраинносидоровский»

Наименование показателей	Единица измерения	Норма по СанПиН 1.2.3685-21	Результаты исследований
Запах при 20°C	балл	2	0
Запах при 60°C	балл	2	0
Привкус	балл	2	0
Цветность	град.	20 (35)	29
Мутность	мг/дм ³	1,5 (2)	1,9
рН	ед. рН	6-9	7,8
Окисляемость	мг/дм ³	5	3,6
Общая жесткость	°Ж	7 (10)	14,5
Сухой остаток	мг/дм ³	1000 (1500)	2158
ОМЧ	КОЕ/мл	50	0
ОКБ	КОЕ/100 мл	Не допускается	Не обнаружено
ТКБ	КОЕ/100 мл	Не допускается	Не обнаружено

Примечание. Жирным шрифтом выделены сверхнормативные значения показателей.

Воду данного качества рекомендовано использовать для хозяйственно-питьевого водоснабжения с. Сидоровка после водоподготовки. Предусматривается наименее затратный вариант – сооружение станции водоподготовки непосредственно на площадке проектного водозабора.

Используется технология обработки воды, реализованная на базе оборудования водоочистного комплекса «Импульс», разработанного НИИ высоких напряжений при ТПУ (Томский политехнический университет), лаб. 12. Водоочистной комплекс «Импульс» (далее комплекс) изготавливается в соответствии с ТУ 4859-001-02069303-11.

В водоочистном комплексе «Импульс-10(Б)» принята схема подготовки воды, основанная на безнапорной аэрации воды воздухом, с последующим фильтрованием воды на скорых напорных фильтрах и дальнейшим частичным обессоливанием на установке обратного осмоса [7, 8].

Аэрация осуществляется в водоочистном модуле посредством смешивания распыленного эжектором потока воды с воздухом, подаваемым в аэрационную колонну технологическим

вентилятором, в соотношении (7÷10) объемов воздуха на 1 объем воды.

Аэрированная вода накапливается в баке-реакторе, откуда перекачивающим насосом подается на вход фильтровальной станции. В доочистном модуле происходят насыщение воды воздухом, отдувка газов (метана, сероводорода, углекислого газа), окисление ионов Fe²⁺ до Fe³⁺, их гидролиз.

В связи с повышенной цветностью и перманганатной окисляемостью исходной воды перед подачей её на первую ступень фильтрования вводится раствор коагулянта.

В первой ступени фильтровальной станции происходит контактное каталитическое окисление ионов металлов, коагуляция гидроокисей металлов, их задержание на фильтрующей загрузке вместе с другими примесями – осветление воды.

Во второй ступени фильтрования – доочистка воды.

Далее часть осветленной и обесцвеченной воды (2/3 от входного потока) подается на станцию обессоливания для снижения минерализации, жесткости воды и концентрации хлоридов. Проходя через станцию обессоливания, вода

разделяется на пермеат (обессоленную воду) и концентрат. Пермеат смешивается с частью воды (1/3 от входного потока), подаваемой по байпасу. Концентрат сбрасывается в выгреб.

В процессе разделения воды на пермеат и концентрат возникает отложение солей, вследствие чего происходит снижение производительности установки и эффективности очистки, поэтому требуется периодическая регенерация мембранных элементов (в среднем один раз в 3-4 мес.). Чтобы замедлить данный процесс, необходимо применять ингибиторы солеотложений, которые повышают эффективность очистки воды и увеличивают межрегенерационный период работы установок. Ключевым фактором стабильности работы установки обратного осмоса является эффективность работы ингибитора.

Очищенная вода накапливается в промежуточной баке станции обессоливания, откуда насосом через установку УФ-обеззараживания подается в две водонапорные башни.

Промывка осветлительных фильтров осуществляется очищенной водой, накапливаемой в баке промывной воды из выходного коллектора второй ступени станции фильтрования.

Промывные воды осветлительных фильтров сбрасываются в отстойники блока обработки промывной воды. Для интенсификации процесса коагуляции примесей и осаждения промывные воды подвергаются обработке раствором коагулянта и хлорсодержащим реагентов для обеззараживания.

Обработанные промывные воды отстаиваются в течение 2-4 ч, затем осветленные воды самотёком подаются в бак-реактор, образовавшийся осадок сбрасывается в выгреб.

Концентрат установки обратного осмоса в количестве порядка 25% от исходного потока сбрасывается в выгреб, где смешивается с осадком промывных вод осветлительных фильтров и далее вывозится спецавтотранспортом.

Периодически проводится химическая промывка мембран с помощью СР-установки, входящей в комплект поставки установки водоподготовки. Отработанный раствор от химической промывки мембран также сбрасывается.

Очищенная вода на водоочистном комплексе «Импульс» должна подаваться в две стальные унифицированные водонапорные башни емкостью по 160 м³ высотой 25 м.

В соответствии со СП 31.13330.2021 в здании установки водоподготовки предусмотрена обводная коммуникация, обеспечивающая подачу исходной воды непосредственно от скважин в водонапорные башни.

Выводы

Исходный качественный состав подземных вод, предлагаемых к использованию, до подачи их на станцию водоподготовки характеризуется низким качеством. Превышение предельно допустимых концентраций по отдельным показателям составляет от 1,5 до 4,0 раз. Воду данного качества рекомендовано использовать для хозяйственно-питьевого водоснабжения с Сидоровка после водоподготовки.

Для повышения качества воды рекомендуются технологические схемы обработки воды с применением электродиализа либо обратного осмоса. Оптимальной оказалась технологическая схема с использованием установок обратного осмоса, так как электродиализные установки отличаются низкой надёжностью, сложностью в эксплуатации и обслуживании.

Разработанная станция водоподготовки позволит обеспечить эффективную очистку подземной воды, тем самым добиться качества воды, которое будет соответствовать требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

Библиографический список

1. Постановление Правительство Алтайского края. Об утверждении государственной программы Алтайского края «Комплексное развитие сельских территорий Алтайского края» от 20 декабря 2019 г. N 530. – Текст: непосредственный.
2. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению систем горячего водоснабжения. – Текст: непосредственный.
3. ГОСТ 31937-2011. Правила обследования и мониторинга технического состояния. – Текст: непосредственный.
4. ГОСТ Р 52407-2005. Вода питьевая. Методы определения жесткости. – Введ. 2007-01-01. – Москва: Стандартинформ, 2007. – Текст: непосредственный.

5. ГОСТ Р 52769-2007. Вода. Методы определения цветности. – Введ. 2009-01-01. – Москва: Минздрав России, 2001. – Текст: непосредственный.

6. ГОСТ Р 52963-2008. Вода. Методы определения щелочности и массовой концентрации карбонатов и гидрокарбонатов. – Введ. 2008-29-08. – Москва: Стандартинформ, 2009. – Текст: непосредственный.

7. СП 31.13330.2021. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84. – Москва: Минрегионразвития, 2021. – Текст: непосредственный.

8. Абрамов, Н. Н. Водоснабжение: учебник для вузов / Н. Н. Абрамов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Интеграл, 2014. – Текст: непосредственный.

References

1. Postanovlenie Pravitelstva Altaiskogo kraia. Ob utverzhdenii gosudarstvennoi programmy Altaiskogo kraia «Kompleksnoe razvitie selskikh territorii Altaiskogo kraia» ot 20 dekabria 2019 g. N 530.

2. SanPiN 2.1.4.1074-01. «Pitevaia voda. Gigienicheskie trebovaniia k kachestvu vody tsentralizovannykh sistem pitevogo vodosnabzheniia. Kontrol kachestva. Gigienicheskie trebovaniia k obespecheniiu sistem goriachego vodosnabzheniia».

3. GOST 31937-2011. Pravila obsledovaniia i monitoringa tekhnicheskogo sostoianiia.

4. GOST R 52407-2005. Voda pitevaia. Metody opredeleniia zhestkosti. – Vved. 2007-01-01. – Москва: Standartinform, 2007.

5. GOST R 52769-2007. Voda. Metody opredeleniia tsvetnosti. – Vved. 2009-01-01. – Москва: Minzdrav Rossii, 2001.

6. GOST R 52963-2008. Voda. Metody opredeleniia shchelochnosti i massovoi kontsentratsii karbonatov i gidrokarbonatov. – Vved. 2008-29-08. – Москва: Standartinform, 2009.

7. SP 31.13330.2021. Vodosnabzhenie. Naruzhnye seti i sooruzheniia. Aktualizirovannaia redaksiia SNiP 2.04.02-84. – Москва: Minregionrazvitiia. 2021.

8. Abramov, N.N. Vodosnabzhenie: uchebnik dlia vuzov / N.N. Abramov. – 3-e izd., pererab. i dop. – Москва: Integral, 2014.



УДК 631.332.368 (578.2)
DOI: 10.53083/1996-4277-2023-221-3-44-50

Д.Ж. Кендирбаева, А.Р. Жунусакунова, К.А. Сарыгулова
D.J. Kendirbaeva, A.R. Junusakunova, K.A. Sarygulova

АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ЗА ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД В КЫРГЫЗСТАНЕ

ALGORITHM FOR DETERMINING WATER CONSUMPTION RATES FOR AGRICULTURAL CROPS THROUGHOUT GROWING SEASON IN KYRGYZSTAN

Ключевые слова: орошаемое земледелие, оросительная норма, водопотребление, коэффициент водопотребления, вегетационный период.

Keywords: irrigated agriculture, irrigation rate, water consumption, water consumption coefficient, growing season.