

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЗЫРЯНОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЛЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

### TREATMENT TECHNOLOGY OF GROUNDWATER FROM THE ZYRYANOVSKIY DEPOSIT FOR DOMESTIC AND DRINKING WATER SUPPLY

**Ключевые слова:** поверхностный водозабор, поверхностные воды, скважинный водозабор, качество воды подземных вод, станция обезжелезивания, водопроводные очистные сооружения.

Подземные воды сланцевых отложений удерейской свиты Зырянского месторождения относятся к защищенным подземным водам. Водоносный горизонт является четвертым горизонтом в геологическом разрезе и по территории водозабора «Зырянка» перекрыт чехлом водонепроницаемых каолиновых бельских глин мощностью 40 м. Для отбора подземных вод используются действующие скважины: 2 скважины – рабочие, 1 – резервная, оборудованные насосами ЭЦВ 8-40-150, производительность каждого насоса 40 м<sup>3</sup>/ч. Исходя из характеристики качества исходной воды и требований к очищенной воде разработана площадка водопроводных очистных сооружений, где запроектированы следующие объекты капитального строительства: контрольно-пропускной пункт; станция водоподготовки; резервуар исходной воды; насосная станция 2-го подъема; резервуары чистой воды; дизельная электростанция (ДЭС). Скважинная вода подается к площадке очистных сооружений 2 водоводами диаметром 160 мм. Запроектирована модульная станция водочистных сооружений Global Aqua-2100-W-БМ расходом 2086 м<sup>3</sup>/сут. Данная станция очистки подземных вод предназначена для снижения повышенных концентраций железа, удаления взвешенных веществ, снижения мутности и обеззараживания воды гипохлоритом натрия. Установка укомплектована оборудованием для снижения концентрации марганца, в случае его появления в обрабатываемой воде. Образующийся осадок после очистки воды перекачивается для обезвоживания на фильтр-прессе. Обезвоженный осадок имеет небольшой объем, находится в твердом состоянии, содержит гидроксид железа, марганец и гидроксид кальция. Может быть утилизирован с твердыми бытовыми отходами или использован в строительном производстве. Подобранный станция удовлетворяет требованиям технических условий и современным технологиям водоподготовки. Водоочистные сооружения

выполняют стратегическую задачу государства по обеспечению жизненной и санитарно-гигиенической безопасности населения.

**Keywords:** surface water intake, surface water, bore-hole water intake, groundwater water quality, iron removal station, water treatment facilities.

The groundwater of the shale deposits of the Uderey suite of the Zyryanovskiy deposit belongs to protected groundwater. The aquifer horizon is the fourth horizon in the geological section and within the Zyryanka water intake is covered by waterproof kaolin clays with a thickness of 40 m. For groundwater withdrawal, the existing wells are used - 2 operating wells and 1 standby well; they are equipped with the ETsV 8-40-150 pumps; the capacity of each pump is 40 m<sup>3</sup> per hour. Based on the quality characteristics of the source water and the requirements for product water, a site for water treatment facilities has been developed where the following capital construction facilities were designed: a checkpoint; water treatment plant; feed water tank; second stage pumping station; clean water tanks; diesel engine power plant. Well water is supplied to the treatment plant site by two water pipelines with a diameter of 160 mm. The design includes a modular water treatment plant Global Aqua-2100-W-BM with a flow rate of 2086 m<sup>3</sup> per day. This groundwater treatment plant is designed to reduce elevated iron concentrations, remove suspended solids, reduce turbidity and disinfect water with sodium hypochlorite. The treatment plant is equipped to reduce the concentration of manganese if it appears in the treated water. The resulting sludge after water purification is pumped to filter presses for dewatering. The dehydrated sediment is of small volume and solid state, and contains iron hydroxide, manganese and calcium hydroxides. It may be disposed of with municipal solid waste or used in construction. The selected treatment plant meets the requirements of technical conditions and modern water treatment technologies. Water treatment facilities fulfill the strategic task of the state to ensure the vital and sanitary safety of the population.

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

**Алёшин Александр Сергеевич**, генеральный директор, ООО «Сибирь-Проект», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: api@oooapi22.ru.

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

**Aleshin Aleksandr Sergeevich**, General Director, ООО «Sibir-Proekt», Barnaul, Russian Federation, e-mail: api@oooapi22.ru.

### Введение

Источниками водоснабжения п. Мотыгино Мотыгинского района Красноярского края являются поверхностный водозабор из р. Ангара и скважинный водозабор «Зырянка».

Большая часть п. Мотыгино снабжается водой из поверхностного водозабора, который находится в центре застройки поселка, что делает невозможным организацию зоны санитарной охраны.

Речная вода подается в сеть потребителю без очистки.

В Мотыгинском районе идет строительство новых и расширение действующих горнодобывающих предприятий. Этот фактор также негативно влияет на качество среды обитания населения.

Поверхностные воды реки Ангара и ее притоков загрязнены нефтепродуктами, цинком, марганцем, алюминием и другими вредными для человека веществами.

После завершения формирования крупного промышленного комплекса в Богучанском районе нагрузка на экологические системы Мотыгинского района, в том числе на водные ресурсы р. Ангара и непосредственно на прилегающие к ней прибрежные части, значительно возросла.

Учитывая эти факторы, поверхностный водозабор п. Мотыгино подлежит ликвидации.

Другим источником водоснабжения является скважинный водозабор «Зырянка», организованный на базе Зырянского месторождения подземных вод, расположенного в 3 км юго-восточнее п. Мотыгино.

**Целью** исследований явилось изучение состояния действующей системы водоснабжения и разработка технологии по обеспечению жителей качественной питьевой водой из подземных источников Зырянского месторождения Красноярского края.

**Задачи** исследований: изучение качественных показателей питьевой воды; обследование систем водоподготовки и водоснабжения; разработка технологических решений по улучшению качества подземных вод для питьевого водоснабжения.

### Объект и методы исследований

Объектом исследования являются подземные воды Зырянского месторождения. Было выполнено визуальное обследование существующих водопроводных сооружений.

Качество воды подземных вод Зырянского месторождения принято в соответствии с протоколом исследований (испытаний), измерений от 18.08.2021 № 121-4071, подготовленным ФФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае» в городе Лесосибирске. Содержание железа составляет  $3,03 (\pm 0,13)$  мг/дм<sup>3</sup>; марганца –  $0,0056 (\pm 0,0014)$  мг/дм<sup>3</sup>; жесткость общая –  $5,0 (\pm 0,8)$  мг-экв/дм<sup>3</sup>; запах при 20°C – 1 балл; мутность –  $20,3 (\pm 4,1)$  мг/дм<sup>3</sup>; цветность –  $13 (\pm 3)$  град.

### Результаты исследований

Представленные показатели воды подтверждают необходимость устройства очистных сооружений.

Среднесуточный отбор от существующих водозаборных трёх скважин составляет 350 м<sup>3</sup>/сут.

Существующая схема водоснабжения п. Мотыгино от водозабора «Зырянка» следующая. От водозабора насосами марки ЭЦВ 8-40-150 производительностью каждого насоса 40 м<sup>3</sup>/ч (2 скважины – рабочие, 1 – резервная) до станции обезжелезивания вода подается по двум напорным водоводам диаметром 160 мм и длиной 1,4 км, затем под остаточным напором поступает в водонапорную башню объемом 165 м<sup>3</sup>, высотой 27 м, далее в водопроводную сеть поселка. Водопроводная разводящая сеть поселка тупиковая, диаметром от 100 до 200 мм. Сети от водозаборов «Зырянка» и «Ангара» объединяются в единую сеть. Обеззараживание воды на обоих водозаборах не производится.

В настоящее время существующие очистные водопроводные сооружения утратили свои эксплуатационные характеристики. В здании очистной станции отсутствует практически всё оборудование. До начала строительства силами и за счёт средств администрации п. Мотыгино будет демонтировано существующее здание очистных сооружений из металлоконструкций.

В связи с вышеуказанным требуется проектировать станцию очистки природной воды из подземных источников.

Участок под строительство водопроводных очистных сооружений (ВОС) находится в климатическом районе с резкоконтинентальным климатом, с холодной продолжительной зимой и коротким теплым летом. Средняя годовая температура составляет 1,3°C. Самый жаркий месяц – август, абсолютный максимум температуры +36,4°C. Самый холодный месяц – январь,

абсолютный минимум  $-49^{\circ}\text{C}$ . Среднемноголетняя годовая сумма осадков составляет 876 мм. Рельеф проектируемой территории равномерный. Наблюдается понижение рельефа в южном направлении. Перепад составляет 4,37 м. Абсолютные отметки местности изменяются от 147,15 до 151,52 м. Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов составляет 1,75 м. Из специфических грунтов имеются просадочные и условно пучинистые грунты. Из опасных природных процессов на исследуемой территории возможно развитие землетрясений (сейсмическая интенсивность принята 6 баллов).

Эксплуатационные запасы Зырянского месторождения подземных вод составляют в объеме 7,80 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Подземные воды сланцевых отложений удерейской свиты Зырянского месторождения относятся к защищенным подземным водам. Водоносный горизонт является четвертым горизонтом в геологическом разрезе и по территории водозабора «Зырянка» перекрыт чехлом водонепроницаемых каолиновых бельских глин мощностью 40 м.

На отведенном земельном участке запроектированы объекты капитального строительства, предназначенные для обеспечения водой на хозяйственно-питьевые и противопожарные нужды п. Мотыгино: контрольно-пропускной пункт; станция водоподготовки; резервуар исходной воды; насосная станция второго подъема; резервуары чистой воды; дизельная электростанция (ДЭС). Все здания и сооружения, предусмотренные проектом, обеспечивают подготовку воды из подземного источника для хозяйственно-питьевых нужд и противопожарного водоснабжения п. Мотыгино и доводят исходную воду до качества, отвечающего СанПин 2.1.3684-21 [1]. Очистка воды производится до норм СанПиН 2.1.4.1074-01 [2] и СанПиН 1.2.3685-21 [3].

В соответствии с СанПин 2.1.4.1110-02 [4] и СП 31.13330.2021 [5, 6] проектом предусмотрены мероприятия по организации первого пояса (зона строгого режима), включающего территорию расположения сооружений водоподготовки и хранения запасов воды питьевого качества. Мероприятия по устройству второго и третьего поясов зоны санитарной охраны для ВОС и РЧВ не требуются.

Суточная потребность в холодной воде на нужды водоснабжения п. Мотыгино в соответствии с техническими условиями составляет

1859,36 м<sup>3</sup>/сут. Запроектирована модульная станция водоочистных сооружений Global Aqua-2100-W-БМ расходом 2086 м<sup>3</sup>/сут. Подбранная станция выполнена с учётом ТУ 42.21.13-003-85660614-2020 и удовлетворяет требованиям технических условий и современным технологиям водоподготовки.

Здание водоочистных сооружений предусматривается из модуль-блоков с размерами в плане 30,0x15,0 м, фундамент из буронабивных свай с ленточным ж/б монолитным ростверком.

Технологическая схема очистки воды принята в соответствии с рекомендациями «Справочника перспективных технологий водоподготовки и очистки воды с использованием технологий, разработанных организациями оборонно-промышленного комплекса и учетом оценки риска здоровью населения», предназначенного для обеспечения мероприятий в рамках выполнения Федерального проекта «Чистая вода» и СП 31.13330.2021 [5]. От скважин водозабора, по сборным водоводам, исходная вода поступает в здание установки водоподготовки. В отапливаемом здании на трубопроводе исходной воды установлена запорная, регулирующая и контрольно-измерительная аппаратура. Из здания установки трубопровод исходной воды направлен в промежуточный бак, представляющий собой утепленную емкость, расположенный в непосредственной близости от установки водоподготовки, на единой фундаментной плите. Кроме функции усреднения расхода поступающей воды емкость выполняет функцию насыщения воды кислородом. Объем резервуара 50 м<sup>3</sup>, время нахождения воды в емкости до 34 мин. Установка работает в автоматическом режиме. Вода, поступающая в промежуточную емкость, забирается повысительными насосами и подается на фильтры обезжелезивания-деманганизации. Для создания условий удаления марганца в обрабатываемую воду дозируется раствор гидроксида натрия. Очищенная вода после фильтров поступает в резервуары чистой воды (РЧВ). Проектом предусмотрены РЧВ в количестве 3 шт., вместимость каждого резервуара 500 м<sup>3</sup> чистой воды с учетом противопожарных нужд. Для обеззараживания воды производится подача раствора гипохлорита натрия в трубопроводы: исходной аэрированной воды (первичное хлорирование), подачи очищенной воды в РЧВ (вторичное хлорирование), подачи отстоянной промывной воды в «голову» сооружений.

Из РЧВ вода насосной станцией второго подъема подается в существующий водопровод диаметром 225 мм (2 линии) из полиэтиленовых труб протяженностью 5715 м, проложенного до п. Мотыгино. Для создания требуемого напора для объединенной хозяйственно-питьевой и противопожарной системы предусмотрено устройство многонасосной установки COR-6 Helix V 5204/2/SKw-EB-R (4 рабочих насоса). Проектом предусмотрена обводная линия (2 нитки диаметром 160 мм), которая позволяет в обход ВОС, РЧВ и насосной станции второго подъема подавать воду в систему водоснабжения п. Мотыгино.

Для поддержания производительности станции водоподготовки фильтры периодически выводятся на промывку обратным током воды. Промывка фильтров происходит в автоматическом режиме, с учетом уровня в резервуарах чистой воды, и уровнях в емкостях отстойника промывной воды. Промывная вода фильтров не сбрасывается в канализационные сети, а подвергается повторной очистке в отстойнике с использованием флокулянта, при этом загрязнения эффективно осаждаются на дно отстойника. Осветленная вода насосами равномерно перекачивается в «голову» очистных сооружений. Осадок из отстойника промывной воды периодически перекачивается для обезвоживания на фильтр-пресс [7]. Обезвоженный осадок имеет небольшой объем, находится в твердом состоянии, содержит гидроксид железа, марганец и гидроксид кальция. Может быть утилизирован с твердыми бытовыми отходами.

### Выводы

Снабжение населенных пунктов водопроводной водой питьевого качества является стратегической задачей государства по обеспечению жизненной и санитарно-гигиенической безопасности населения. При реализации водопроводной продукции населению важно не только решать задачи рентабельности предприятий водоснабжения, но и удовлетворять потребности социального характера. Также проектируемые водоочистные сооружения обеспечивают пропуск и подачу воды на нужды пожаротушения, что подчеркивает значимость проектируемого объекта.

### Библиографический список

1. СанПиН 2.1.3684-21. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию терри-

торий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 N 3. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы от 28.01.2021 N 2.1.3684-21. – Текст: непосредственный.

2. СанПиН 2.1.4.1074-01. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – Москва: Минздрав России, 2002. – Текст: непосредственный.

3. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 N 2. – Текст: непосредственный.

4. СанПин 2.1.4.1110-02 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого водоснабжения (с изменениями на 25 сентября 2014 года). – Москва, 2002. – 10 с. – Текст: непосредственный.

5. Свод правил СП 31.13330.2021. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84\*. – Москва: 2021. – 139 с. – Текст: непосредственный.

6. Пособие по проектированию сооружений для очистки и подготовки воды (к СНиП 2.04.02-84\* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения) / НИИ КВОВ АКХ им. К. Д. Памфилова. – Москва: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 128 с. – Текст: непосредственный.

7. Москвитин, Б. А. Оборудование водопроводных и канализационных сооружений: учебник для высших учебных заведений / Б. А. Москвитин, Г. М. Мирончик, А. С. Москвитин. – Москва: Стройиздат, 1984. – 192 с. – Текст: непосредственный.

### References

1. SanPiN 2.1.3684-21 «Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniia k soderzhaniuu territorii gorodskikh i selskikh poselenii, k vodnym obiektam, pitevoi vode i pitevomu vodosnabzheniiu, at-

mosfernomu vozdukhу, pochvam, zhilym pomeshcheniiam, ekspluatatsii proizvodstvennykh, obshchestvennykh pomeshchenii, organizatsii provedeniiu sanitarno-protivoepidemicheskikh (profilakticheskikh) meropriatii». Postanovlenie Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 28.01.2021 N 3. Sanitarno-epidemiologicheskie pravila i normativy ot 28.01.2021 N 2.1.3684-21.

2. SanPiN 2.1.4.1074-01. Sanitarno-epidemiologicheskie pravila i normativy. Pitevaia voda. Gigienicheskie trebovaniia k kachestvu vody tsentralizovannykh sistem pitevogo vodosnabzheniia. Kontrol kachestva. – Moskva: Minzdrav Rossii, 2002.

3. SanPiN 1.2.3685-21 «Gigienicheskie normativy i trebovaniia k obespecheniiu bezopasnosti i (ili) bezvrednosti dlia cheloveka faktorov srede obitaniia». Postanovlenie Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 28.01.2021 N 2.

4. SanPin 2.1.4.1110-02 «Zony sanitarnoi okhrany istochnikov vodosnabzheniia i vodoprovodov pitevogo vodosnabzheniia» (s izmeneniiami na 25 sentiabria 2014 goda). – Moskva: 2002. – 10 s.

5. Svod pravil SP 31.13330.2021 «Vodosnabzhenie. Naruzhnye seti i sooruzheniia». Aktualizirovannaia redaktsiia SNIp 2.04.02-84\*. – Moskva: 2021. – 139 s.

6. Posobie po proektirovaniu sooruzhenii dlia ochistki i podgotovki vody (k SNIp 2.04.02-84\* «Vodosnabzhenie. Naruzhnye seti i sooruzheniia») / NII KVOV AKKh im. K.D. Pamfilova. – Moskva: TsITP Gosstroia SSSR, 1989. – 128 s.

7. Moskvitin B.A. Oborudovanie vodoprovodnykh i kanalizatsionnykh sooruzhenii. Uchebnyk dlia vysshikh uchebnykh zavedenii / B.A. Moskvitin, G.M. Mironchik, A.S. Moskvitin. – Moskva: Stroizdat, 1984. – 192 s.



УДК 633.112.6:631.851:631.559(571.1)

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-232-2-15-20

**Р.В. Топеха, Н.А. Рендов, В.Л. Ершов,  
Е.В. Некрасова, С.И. Мозылева  
R.V. Topekha, N.A. Rendov, V.L. Ershov,  
E.V. Nekrasova, S.I. Mozyleva**

## ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ПОЛБЫ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

### INFLUENCE OF CHEMICALIZATION AGENTS ON THE FORMATION OF EMMER WHEAT CROP IN THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF WEST SIBERIA

**Ключевые слова:** полба, гербицид, аммофос, Альбит, Изагри Вита, урожайность зерна.

Приведены данные исследований по влиянию средств химизации на урожайность полбы сорта Руно за 2021-2023 гг. на лугово-черноземной среднесуглинистой почве для условий южной лесостепи Омской области. Полба высевалась второй культурой после яровой пшеницы, идущей после чистого пара. Повторность в опыте 4-кратная, площадь деланки 60 м<sup>2</sup> (2х30). Опыты закладывались на 2 фонах питания: без удобрений и 1 ц аммофоса (N<sub>12</sub>P<sub>52</sub>) при посеве. На эти фоны были наложены 3 варианта интенсификации: 1) гербицид Пума Плюс, КЭ (1,4 л/га) в фазу кущения полбы; 2) гербицид + Альбит, ТПС (40 мл/га) в фазу кущения; 3) гербицид + Альбит + Изагри Вита (1 л/га) в фазу кущения + Изагри Вита (1 л/га) в начале колошения. Расход рабочей жидкости 200 л/га. Проведенные исследования показали слабую реакцию полбы на дополнительное применение

средств химизации. Обработка гербицидом на фоне удобрений обеспечивала прибавку в 0,08 т/га. При добавлении Альбита урожайность возрастала на 0,07-0,08 т/га. При комплексной химизации по сравнению с применением только гербицида получено дополнительно 0,12-0,13 т/га.

**Keywords:** emmer wheat, herbicide, ammonium phosphate fertilizer, Albit fertilizer, Izagri Vita fertilizer, grain yield.

This paper discusses the research findings on the effect of chemicalization on the yield of emmer variety Runo from 2021 through 2023 on meadow-chernozem, medium-thick, low-humus, medium-loamy soil under the conditions of the southern forest-steppe of the Omsk Region. Emmer was sown as the second crop after spring wheat following bare fallow. The experiment was replicated four times; the plot area was 60 m<sup>2</sup> (2 × 30). The experiments were established against two nutritional backgrounds: without any