

MPHTI 61.31.51

Т.Ш. Устабаев¹ – основной автор, ©
Н.Н. Балгабаев², В.А. Тумлерт³, Г.С. Алимбетова⁴,
Б.Д. Исмаилов⁵, Г.Е. Тельгараева⁶, Б.М. Жаксыбек⁷



¹Магистр экологии, ²Д-р с.-х. наук, профессор, ³Канд. техн. наук,
^{4,7}Конструктор 3 категории, ^{5,6}Научный сотрудник

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0001-6467-3069> ²<https://orcid.org/0000-0003-1645-6283>
³<https://orcid.org/0000-0002-6698-3818> ⁴<https://orcid.org/0009-0004-5046-0520>
⁵<https://orcid.org/0000-0003-2502-1388> ⁶<https://orcid.org/0000-0003-4454-5806>
⁷<https://orcid.org/0009-0000-0583-3368>



^{1,2,3,4,5,6,7}Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства,



г. Тараз, Казахстан



¹timoha_85_85@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/MPHB9688>

ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОДОПОДГОТОВКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ СОЛЕЙ ДЛЯ ОБВОДНЕНИЯ ПАСТБИЩ

Аннотация. Исследование посвящено подземным водам с повышенной минерализацией, применяемым для питьевого водоснабжения, и направлено на совершенствование методов их опреснения и разработку оптимальных технологических решений. В исследовании применены аналитические, экспериментальные, функциональные и статистические методы, а также методы классификации и синтеза. Проведен анализ химического состава минерализованных подземных вод, выявлены типовые ошибки и причины их возникновения при процессах очистки. Получены данные о влиянии высокой концентрации солей и химических соединений на эффективность технологических процессов, а также рассмотрены способы снижения негативного воздействия на окружающую среду. Результаты исследования позволили обосновать выбор оптимальных технологических режимов опреснения, которые обеспечивают повышение качества очищенной воды, снижение производственных затрат и минимизацию экологических рисков. Предложенные технологические схемы отличаются повышенной эффективностью, обеспечивают стабильное водообеспечение и могут быть внедрены в практику водоподготовки для систем питьевого водоснабжения. Практическая ценность работы состоит в возможности использования полученных решений для улучшения надежности водоснабжения населения, снижения затрат и повышения экологической безопасности процессов подготовки питьевой вод.

Ключевые слова: технологические схемы, подземные воды, химические компоненты, очистка воды, водоподготовка, питьевое водоснабжение, гидрохимические показатели воды.



Устабаев, Т.Ш. Химико-технологические аспекты водоподготовки подземных вод с высоким содержанием солей для обводнения пастбищ [Текст] / Т.Ш. Устабаев, Н.Н. Балгабаев, В.А. Тумлерт, Г.С. Алимбетова, Б.Д. Исмаилов, Г.Е. Тельгараева, Б.М. Жаксыбек // Механика и технологии / Научный журнал. – 2025. – №3(89). – С.199-210. <https://doi.org/10.55956/MPHB9688>

Введение. Проблема обеспечения качественного питьевого водоснабжения пастбищных территорий в аридных зонах остается одной из ключевых задач в области водного хозяйства. Анализ современного состояния систем водоснабжения показывает, что большинство из них не включают полный цикл водоподготовки, включая опреснение или обезжелезивание, из-за нехватки реагентов, электроэнергии или устаревшей инфраструктуры. Более 80% населенных пунктов в таких регионах зависят от подземных источников воды, при этом суточное водопотребление варьируется от 50 до 1000 м³. Основная доля водопотребления приходится на жилой сектор (70%), животноводство (20%) и технологические нужды (10%). Однако гидрохимический состав источников воды часто не соответствует санитарным требованиям: более 40% подземных и поверхностных вод имеют повышенную минерализацию (1,5-3,5 г/дм³), что требует специальной обработки, включая обезжелезивание и стабилизацию [1-3].

Многие исследователи подчеркивают сложность обеспечения питьевой водой в условиях аридного климата. Например, в работах Гранкина Ю.Я. и др. [4] отмечается, что отсутствие комплексных систем водоподготовки приводит к снижению качества воды и увеличению риска заболеваний. Журба М.Г. [5] и Приймак А.И. [6] указывает на необходимость учета гидрохимических характеристик воды при проектировании водозаборных сооружений, подчеркивая, что игнорирование этих факторов приводит к неэффективности систем водоснабжения. В то же время, исследования Рябцева А.Д., Есполова Т.И. [7,8] показывают, что использование минерализованных вод после соответствующей обработки может быть экономически оправданным решением для регионов с дефицитом пресных источников. Однако в литературе недостаточно внимания уделяется систематизации подходов к выбору технологий водоподготовки с учетом разнообразия источников и потребителей.

Настоящая работа направлена на решение проблемы выбора оптимальных технологических схем водоснабжения пастбищных территорий с учетом качественных характеристик исходной воды и потребностей различных категорий водопользователей. Основное внимание уделяется анализу гидрохимических показателей, типов водозаборных сооружений и методов очистки, включая опреснение и предподготовку воды. В отличие от предыдущих исследований, акцент сделан на разработке универсальных рекомендаций, которые могут быть адаптированы к условиям аридных зон с учетом санитарно-эпидемиологических требований [9]. Выбор источников водоснабжения основывается на результатах топографических, гидрологических и гидрохимических изысканий, а также на приоритетном использовании подземных вод питьевого качества с возможностью их искусственного пополнения при недостаточных запасах [10].

Условия и методы исследования. Разработка технологических схем водоснабжения пастбищных территорий из поверхностных и подземных источников с различными видами энергоснабжения и способами водоподготовки на основе изучения методической литературы, нормативно-справочных источников, анализа и обобщения существующих технологических схем водоснабжения по разработанным ранее исходным требованиям.

Технологические схемы водоснабжения водозаборных пресных и минерализованных водоисточников по составу сооружений и оборудованию

мало чем отличаются друг от друга при совпадении качества воды, кроме минерализации. Основные отличия - применение опреснения (электродиализ, обратный осмос) и объема воды, использованной на собственные нужды опреснительной станции. Он составляет 20-50% от суточной производительности и зависит от величины минерализации исходной воды.

Концентрация химических веществ, встречающихся в минерализованных природных водах или добавляемых к воде в процессе ее обработки, при подаче на опреснительные установки мембранного типа, должна соответствовать требованиям Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к водоемным объектам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов, кроме нормативов, указанных в Таблице 1 [11,12].

Таблица 1

Концентрация химических веществ в исходной воде, подаваемой на опреснительные установки мембранного типа

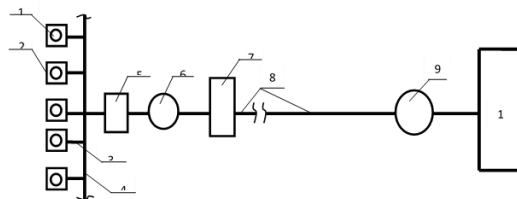
Наименование показателя	Норматив	
	электродиализ	обратный осмос
Сухой остаток, мг/дм ³ , не более	8000	12000
Жесткость общая, мг-экв/дм ³ , не более	45	20
Железо (Fe ²⁺), мг/дм ³ , не более	0,1	0,03
Марганец (Mn ²⁺), мг/дм ³ , не более	0,05	0,1
Бром (Br), мг/дм ³ , не более	0,5	0,7
Бор (B ³⁺), мг/дм ³ , не более	1,3	1,0

Оценивая данные таблицы 1, видно, что предъявляемые требования по концентрации железа, марганца, брома, бора выше к воде, подаваемой на опреснительные установки мембранного типа, чем для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Повышенная концентрация перечисленных химических элементов приводит к «отравлению» мембран и преждевременному снижению солевого на электродиализных и обратноосмотических установках. Поэтому, при выборе состава сооружений предочистки необходимо в технологических схемах предусмотреть более глубокую очистку исходной минерализованной воды по содержанию железа, марганца, брома, бора.

Результаты исследований и их обсуждение. Подход к формированию технологических схем, основанный на учете качественных показателей исходной воды позволяет дать схематически весь набор методов предподготовки питьевой воды отображенных на десяти рисунках данной статьи.

Перечень технологических схем очистки поверхностных вод. В технологических схемах водоснабжения пастбищных территорий (включая СНП), возможно применять основные виды водоподготовки: очистка от механических взвесей и осветление; умягчение воды; опреснение воды. Во всех случаях необходимо производить обеззараживание воды бактерицидным или УФ-методами из подземных источников, и хлорированием из поверхностных источников.

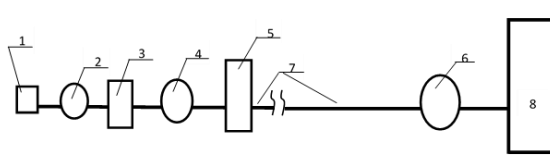
Типичной технологической схемой водоснабжения большинства поселков является схема с последовательным расположением сооружений и водонапорной башней (ВБ) в начале сети (рис. 1, 2).



1 – водоприемные (каптажные) сооружения; 2 – НС I подъема; 3 – трубопроводы от НС I подъема к сборному водоводу; 4 – сборный водовод; 5 – сооружения очистки и подготовки воды; 6 – резервуары для очищенной и подготовленной воды; 7 – НС II подъема; 8 – магистральный водовод; 9 – сооружения, регулирующие напор и расход воды, подаваемой в разводящую сеть к потребителю; 10 – разводящая сеть поселка.

Рис. 1. Схема расположения системы водоснабжения из подземных источников (скважина, каптаж родников)

Применение данной технологической схемы позволит использовать подземные воды с применением методов очистки и подключением в магистральные водопроводы для подачи потребителям.



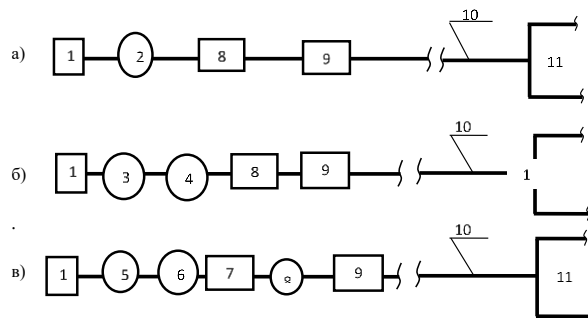
1 – оголовок с самотечными линиями; 2 – береговой колодец, совмещенный с НС I подъема; 3 – блок очистных сооружений; 4 – резервуар чистой воды; 5 – НС II подъема; 6 – сооружения, регулирующие напор и расход воды, подаваемой в разводящую сеть к потребителю; 7 – магистральный водовод; 8 – разводящая сеть поселка.

Рис.2. Схема расположения сооружений системы водоснабжения из поверхностных источников

Применение технологической схемы, описанной на рисунке 2 позволяют использовать и очищать воду из поверхностных источников с подключением к разводящей сети и подачей потребителю

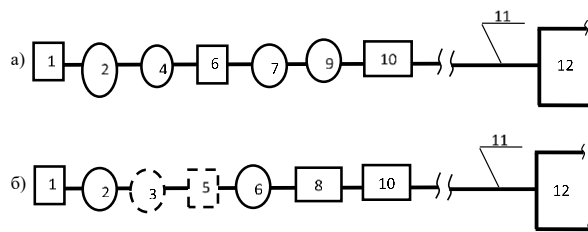
Технологические схемы с предочисткой от механических взвесей из подземных и поверхностных источников зависят от физико-химического состава исходной воды и при наличии в ней других признаков (вкус, запах, цветность, фтор, минерализация и т.д.) их может быть 87 вариантов. Рассматриваются технологические схемы водоснабжения при заборе воды из поверхностного источника при мутности от 50 до 3000 мг/дм³ и цветности выше норм, при водозаборе из скважин с биологическим загрязнением и содержанием взвесей 2,5 г/дм³ с крупностью 0,05-2,5 мм с повышенной минерализацией. К первому варианту можно отнести системы водоснабжения поселков М. Камкалы, Мынарал, ст. Шыганак, ст. Бурыл-Байтал Мойынкумского района; поселок Когершин района им. Т. Рыскулова. В названных поселках водозабор осуществляется из поверхностных

водоисточников (р. Шу, оз. Балхаш) или искусственных водоемов на горных реках. Здесь предлагается три варианта схем, которые по набору очистных сооружений отвечают природоохранным требованиям и их эксплуатация возможна в условиях сельской местности. Ко второму варианту относятся системы водоснабжения поселков Жайляуколь, Камкалы, Шыганак Сарысуского района. При этом каждый вариант, в свою очередь, содержит несколько схем в зависимости от величины мутности и цветности (рис. 3-6).



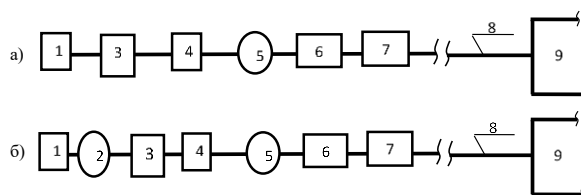
1 – водозабор; 2 – медленный фильтр (с удалением песка при регенерации); 3 – медленный фильтр с механическим рыхлением и гидросмывом загрязнений без удаления песка (при регенерации песка допускается мутность до 1000 мг/л); 4 – предварительный фильтр; 5 – ввод коагулянта (сульфаты и хлориды алюминия или железа); 6 – вертикальный отстойник или контактный осветлитель; 7 – скорый фильтр (песчаный или двухслойный); 8 – дезинфекция (хлор, озон, или перманганат калия); 9 – резервуары чистой воды; 10 – магистральный водовод; 11 – распределительная сеть.

Рис. 3. Технологические схемы очистки поверхностных вод при мутности более 1,5 мг/л и микробиологическом загрязнении: а) мутность – до 50 мг/дм³; б) мутность – 50-250 мг/дм³; в) мутность – 250-2500 мг/дм³



1 – водозабор; 2 – предварительное аэрирование; 3 – ввод коагулянта; 4 – ввод порошкообразного активированного угля; 5 – предварительное хлорирование; 6 – вертикальный отстойник или контактный осветлитель; 7 – скорый двухслойный фильтр; 8 – фильтр скорый (или медленный); 9 – дезинфекция; 10 – резервуары чистой воды; 11 – магистральный водовод; 12 – распределительная сеть.

Рис. 4. Технологические схемы очистки поверхностных вод при мутности более 1,5 мг/л, микробиологическом загрязнении, запахе и привкусе: а) мутность – 250-2500 мг/л, микробиологическое загрязнение, периодическое появление запаха и привкуса; б) мутность – 250-2500 мг/л, микробиологическое загрязнение, наличие запаха сероводорода

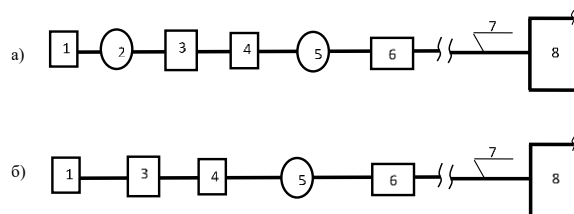


1 – водозабор, 2 – предварительная аэрация; 3 – ввод коагулянта; 4 – контактный осветлитель или вертикальный отстойник; 5 – скорый двухслойный фильтр; 6 – дезинфекция (хлор, озон); 7 – резервуары чистой воды; 8 – магистральный водовод; 9 – распределительная сеть.

Рис. 5. Технологические схемы очистки поверхностных вод при повышенной мутности, микробиологическом загрязнении и повышенном содержании железа: а) мутность более 1,5 мг/л, микробиологическое загрязнение, окисные соединения железа в виде коллоидно- и тонкодисперсных взвесей; б) мутность неограниченная, наличие гидрата закиси железа, окисные соединения железа в виде коллоидно- и тонкодисперсных взвесей, микробиологическое загрязнение

Применение вышеописанных схем позволяет очистить воду с поверхностных источников воды при разных показателях мутности от 50 мг/дм³ до 2500 мг/дм³ и микробиологических загрязнений.

При заборе из подземных источников (скважины, родники, шахтные колодцы) предлагается два варианта схем с различным набором сооружений по каждому варианту.

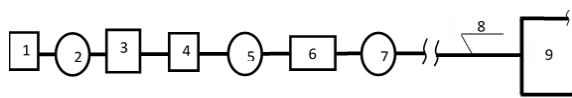


1 – водозабор; 2 – блок скорых фильтров; 3 – обеззараживание; 4 – резервуары чистой воды; 5 – насосная станция второго подъема; 6 – водонапорная башня (ВБ); 7 – магистральный водовод; 8 – распределительная сеть.

Рис. 6. Технологические схемы очистки подземных вод от механических взвесей: а) содержание взвесей до 2,5 г/дм³ и крупностью до 0,5 мм; б) содержание взвесей более 2,5 г/дм³ и крупностью от 0,5 до 2,5 мм

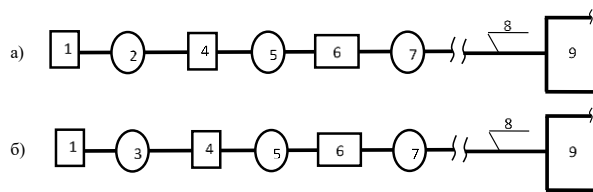
На гравитационных (самонапорных) водопроводах, когда источник водоснабжения расположен на господствующей точке (каптаж родников, самоизливающиеся скважины) из схемы исключается насосная станция второго подъема, и могут вводиться гасители напора по трассе водовода.

Технологические схемы очистки с умягчением воды. При умягчении исходной воды до требований норм возможно применение реагентных и безреагентных методов (рис. 7-8).



1 – водозабор; 2 – ввод коагулянта (известковое молоко или известково-содовый раствор); 3 – контактный осветлитель; 4 – скорый фильтр; 5 – обеззараживание; 6 – резервуары чистой воды; 7 – водонапорная башня (ВБ); 8 – магистральный водовод; 9 – распределительная сеть.

Рис. 7. Технологическая схема очистки воды реагентным методом



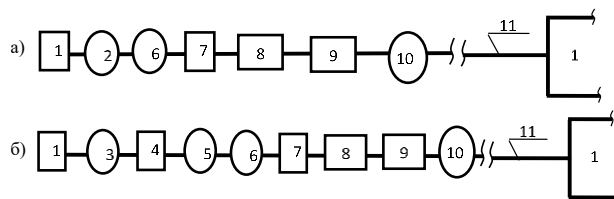
1 – водозабор; 2 – фильтр-умягчитель типа «Quadro-Fio»; 3 – H⁺или Na⁺-катионитовый фильтр; 4 – обеззараживание; 5 – резервуары чистой воды; 6 – насосная станция второго подъема; 7 – водонапорная башня (ВБ); 8 – магистральный водовод; 9 – распределительная сеть.

Рис. 8. Технологическая схема очистки воды безреагентным методом:

а) безреагентное умягчение воды с применением фильтров типа «Quadro-Fio»; б) безреагентное умягчение воды с применением H⁺ или Na⁺-катионитовых фильтров

С точки зрения эксплуатации, экономичности и экологической безопасности для водоснабжения сельских поселков в схемах целесообразнее применять безреагентные схемы умягчения и обеззараживания.

При повышенном содержании железа в воде источников водоснабжения рекомендуется применение следующих схем (рис. 9).



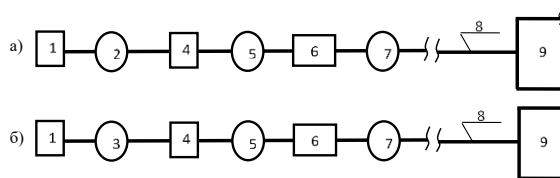
1 – водозабор; 2 – аэрация; 3 – аэрация и ввод окислителя (перманганат калия, диоксид хлора, известковый раствор); 4 – ввод коагулянта; 5 – контактный осветлитель (или скорый фильтр с пенополистирольной загрузкой); 6 – скорый двухслойный фильтр; 7 – обеззараживание; 8 – резервуары чистой воды; 9 – насосная станция второго подъема; 10 – водонапорная башня (ВБ); 11 – магистральный водовод; 12 – распределительная сеть.

Рис. 9. Технологическая схема очистки воды от железосодержащих примесей: а) содержание железа в закисной форме до 10 мг/дм³ (по норме не более 0,3 мг/дм³); б) Содержание железа в окисной форме более 10 мг/дм³

Использование данных технологических схем позволит очищать воду реагентными и безреагентными способами с поверхностных и подземных источников для подачи к потребителю через магистральный трубопровод.

При повышенной общей минерализации (при норме не более 1,5 мг/дм³) поверхностных и подземных вод в технологических схемах водоснабжения применяют технические средства опреснения. Для условий поселкового водоснабжения наиболее приемлемыми являются электродиализ и гиперфльтрация. Эти методы хорошо изучены, освоено производство опреснительных установок, составлена карта-схема (КазНИИВХ) их применения в зависимости от минерализации источников водоснабжения на территории РК. При использовании поверхностных вод опреснительная станция включается в схему после обработки воды от мутности, осветления и отстаивания. Вода подземных источников, как правило, не требует дополнительной обработки (кроме обезжелезивания и удаления взвесей, если их содержание превышает норму) и может подаваться непосредственно на опреснительную установку.

В зависимости от минерализации исходной воды источника предлагается два варианта технологической схемы водоснабжения (рис.10).



1 – водозабор; 2 – электродиализная опреснительная установка; 3 – обратноосмотическая опреснительная установка; 4 – обеззараживание; 5 – резервуары чистой воды; 6 – насосная станция второго подъема; 7 – водонапорная башня (ВБ); 8 – магистральный водовод; 9 – распределительная сеть.

Рис. 10. Технологическая схема очистки воды с применением опреснения:
а) минерализация от 1 до 8 мг/дм³; б) минерализация от 8 до 12 мг/дм³

Представлены восемнадцать технологических схем водоподготовки и очистки подземных вод, включающих разнообразные методы удаления химических элементов и примесей солей. Внедрение данных технологии позволяет довести подземные воды с высоким содержанием солей до нормативных показателей, которые соответствуют требованиям питьевого водоснабжения.

Закключение. В статье представлена научная работа по разработке химико-технологических схем очистки и водоподготовки воды с высоким содержанием солей для нужд отгонного животноводства.

Установленный перечень технологических схем дает возможность выбрать вариант с необходимым методом водоочистки и обеззараживания для потребителей с суточными расходами от 25 до 1000 м³/сутки с использованием как поверхностных, так и подземных вод, в т.ч. и минерализованных. Применение выбранной схемы во всех случаях требует полного технико-экономического и экологического обоснования. Ниже приводятся перечень технологических схем очистки для подземных и

поверхностных вод и некоторые примеры компоновки схем водоснабжения для выбранных типичных поселков по параметрам несоответствия требованиям норм [13-14].

Проведен анализ концентрации химических веществ в исходной воде, используемой для обводнения пастбищ, подаваемой на опреснительные установки мембранного типа.

Применение представленных технологических схем возможно на отгонных пастбищах РК площадью более 120 млн га. Это позволит решить одну из ключевых задач – обеспечить устойчивое питьевое водоснабжение и рациональное использование пастбищных территорий в условиях прогнозируемого дефицита водных ресурсов, что является основой стабильного эколого-экономического развития. Кроме того создается возможность обеспечить доступ к чистой питьевой воде малым населенным пунктам, которые сегодня лишены этой возможности. По статистике в РК, более 500 тысяч человек проживают в районах, где отсутствует гарантированный доступ к питьевой воде. Отсутствие чистой воды – это ухудшение санитарно-гигиенических условий, риск эпидемических заболеваний, усиление социальной напряженности и основная причина миграции сельского населения в города.

Таким образом, применение предлагаемых технологических схем водообеспечения можно рассматривать не только в химико-технологическом контексте, но и в стратегическом направлении политики управления водными ресурсами, социального благополучия населения, экологической и экономической стабильности сельских регионов РК.

Список литературы

1. IDA. Источник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.unep.org.
2. Установки опреснения морской воды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tis-m.ru/vodoochistka-i-vodopodgotovka-vpu/ustanovki-opres-nenija-morskoj-vody/#opr>.
3. UN DESA. World Population Prospects. The 2017 Revision. Key Findings and Advance Tables [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf.
4. Гранкин, Ю.Я., Серимбетов А.Е., Мухамеджанов В.Н., Гриценко Н.В. Проблемы обводнения (освоения) отгонных пастбищ в аридных зонах Республики Казахстан [Текст] / Ю.Я. Гранкин, А.Е. Серимбетов, В.Н. Мухамеджанов, Н.В. Гриценко // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2014. – № 7. – С. 141-146.
5. Журба, М.Г. Подготовка воды для хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения [Текст] / М.Г. Журба // Водоснабжение и санитарная техника. – 2004. – № 2. – С. 45-49.
6. Приймак, А.И. Мембранные установки для получения качественной питьевой воды [Текст] / А.И. Приймак // Водные ресурсы Центральной Азии. – Алматы, 2002. – № 2. – С. 37-52.
7. Рябцев, А.Д. Вопросы устойчивого обеспечения населения питьевой водой в необходимом количестве и гарантированного качества [Текст] / А.Д. Рябцев // Водные ресурсы и водопользование. – 2007. – № 11 (46). – С. 11-16.
8. Есполов, Т.И. Инновационные направления развития обводнения и водоснабжения пастбищных территорий Республики Казахстан [Текст] / Т.И. Есполов // Вопросы географии и геоэкологии. – 2016. – № 3. – С. 17-24.
9. Санитарно-эпидемиологические требования к водоемким объектам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и

- безопасности водных объектов: Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 20 февраля 2023 года № 26 [Электронный ресурс]. – Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 20 февраля 2023 года № 31934.
10. Онласынов, Ж. Оценка качества подземных вод пастбищных территорий Южного Казахстана [Текст] / Ж. Онласынов, Т. Рахимов, М. Муратова, М. Акынбаева // 3I: Intellect, Idea, Innovation – интеллект, идея, инновация. – 2025. – № 1. – С. 174-181.
11. Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к водоемным, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов» [Текст] от 20.02.2023 г.
12. Драгинский, В.Л. Обеспечение качества питьевой воды в свете новых нормативных требований [Текст] / В.Л. Драгинский, Л.П. Алексеева // Водоснабжение и санитарная техника. – 2004. – № 9. – С. 23-28.
13. Разработать принципиальные схемы водоснабжения с применением различных установок предочистки и опреснения природных минерализованных вод [Текст]: отчет о НИР / КазНИИВХ. – Джамбул, 1988. – № ГР 01860085239.
14. Разработать технические средства и технологии для устойчивого водообеспечения объектов сельскохозяйственного комплекса [Текст]: отчет о НИР (заключительный) / КазНИИВХ. – Тараз, 2011. – № ГР 0109РК00891. – 257 с.

Исследования выполнены в рамках проекта BR24992885 «Научно-практическое обоснование устойчивого развития отечественного животноводства на основе обводнения пастбищных территорий подземными водами», профинансированного Комитетом науки МНВО РК.

Материал поступил в редакцию 25.07.25, принят 20.09.25.

Т.Ш. Устабаев¹, Н.Н. Балгабаев¹, В.А. Тумлерт¹,
Г.С. Алимбетова¹, Б.Д. Исмаилов¹, Г.Е. Тельгараева¹, Б.М. Жаксыбек¹

¹Қазақ су шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты, Тараз қ., Қазақстан

ЖАЙЫЛЫМДАРДЫ СУЛАНДЫРУ ҮШІН ҚҰРАМЫНДА ТҰЗЫ ЖОҒАРЫ ЖЕРАСТЫ СУЛАРЫН СУ ДАЙЫНДАУДЫҢ ХИМИЯЛЫҚ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ

Аңдатпа. Зерттеу ауыз сумен қамтамасыз етуге қолданылатын жоғары минералданған жерасты суларын тұзсыздандыру әдістерін жетілдіруге және оңтайлы технологиялық шешімдерді әзірлеуге арналған. Зерттеуде аналитикалық, эксперименттік, функционалдық және статистикалық әдістер, сондай-ақ классификация және синтез әдістері қолданылды. Минералданған жерасты суларының химиялық құрамы талданды, тазарту үдерістерінде жиі кездесетін қателіктер мен олардың пайда болу себептері анықталды. Тұздар мен химиялық қосылыстардың жоғары концентрациясының технологиялық процестердің тиімділігіне әсері туралы деректер алынды, сондай-ақ қоршаған ортаға теріс әсерін азайту жолдары қарастырылды. Зерттеу нәтижелері тұзсыздандырудың оңтайлы технологиялық режимдерін таңдауды негіздеуге мүмкіндік берді, бұл тазартылған судың сапасын арттыруға, өндірістік шығындарды азайтуға және экологиялық тәуекелдерді төмендетуге жағдай жасайды. Ұсынылған технологиялық схемалар тиімділігімен ерекшеленеді, тұрақты сумен қамтамасыз етуді қамтамасыз етеді және ауыз су дайындау жүйелерінде тәжірибеге енгізілуі мүмкін. Жұмыстың практикалық

құндылығы – алынған шешімдерді халықты сумен қамтамасыз етудің сенімділігін арттыруға, шығындарды азайтуға және ауыз су дайындау процестерінің экологиялық қауіпсіздігін жоғарылатуға пайдалану мүмкіндігінде.

Тірек сөздер: технологиялық схемалар, жер асты сулары, химиялық компоненттер, суды тазарту, су дайындау, ауыз сумен қамтамасыз ету, судың гидрохимиялық көрсеткіштері.

T.Sh. Ustabaev¹, N.N. Balgabaev¹, V.A. Tumlert¹,
G.S. Alimbetova¹, B.D. Ismailov¹, G.E. Telgarayeva¹, B.M. Zhaksybek¹

¹Kazakh Scientific Research Institute of Water Management, Taraz, Kazakhstan

CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL ASPECTS OF GROUNDWATER TREATMENT WITH HIGH SALT CONTENT FOR IRRIGATION OF PASTURES

Abstract. The study focuses on underground waters with high mineralization, used for drinking water supply, and is aimed at improving desalination methods and developing optimal technological solutions. Analytical, experimental, functional, and statistical methods, as well as methods of classification and synthesis, were applied in the research. The chemical composition of mineralized groundwater was analyzed, typical errors and their causes during purification processes were identified. Data were obtained on the effect of high concentrations of salts and chemical compounds on the efficiency of technological processes, and ways to reduce their negative environmental impact were considered. The research results substantiated the choice of optimal technological regimes for desalination, ensuring improved quality of purified water, reduced production costs, and minimized environmental risks. The proposed technological schemes are characterized by high efficiency, ensure stable water supply, and can be implemented in drinking water treatment systems. The practical significance of the study lies in the possibility of applying the obtained solutions to improve the reliability of water supply, reduce costs, and enhance the environmental safety of drinking water treatment processes.

Keywords: technological schemes, groundwater, chemical components, water purification, water treatment, drinking water supply, hydrochemical parameters of water.

References

1. IDA. Source [Electronic resource]. – Access mode: www.unep.org. [in Russian].
2. Desalination plants for seawater [Electronic resource]. – Access mode: <https://tis-m.ru/>. [in Russian].
3. UN DESA. World Population Prospects. The 2017 Revision. Key Findings and Advance Tables [Electronic resource]. – Access mode: https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf. [in Russian].
4. Grankin Yu.Ya., Serimbetov A.E., Mukhamedzhanov V.N., Gritsenko N.V. Problemy obvodneniya (osvoyeniya) otgonnykh pastbishch v aridnykh zonakh Respubliki Kazakhstan [Problems of watering (development) of remote pastures in arid zones of the Republic of Kazakhstan] // Bulletin of Agricultural Science of Kazakhstan. – 2014. – No. 7. – P. 141-146. [in Russian].
5. Zhurba M.G. Podgotovka vody dlya khozyaystvenno-pit'evogo i tekhnicheskogo vodosnabzheniya [Water treatment for domestic drinking and technical water supply] // Water Supply and Sanitary Engineering. – 2004. – No. 2. – P. 45-49. [in Russian].

6. Priymak A.I. Membrannye ustanovki dlya polucheniya kachestvennoy pit'evoy vody [Membrane plants for producing high-quality drinking water] // Water Resources of Central Asia, Almaty. – 2002. – No. 2. – P. 37-52. [in Russian].
7. Ryabtsev A.D. Voprosy ustoychivogo obespecheniya naseleniya pit'evoy vodoy v neobkhodimom kolichestve i garantirovannogo kachestva [Issues of sustainable supply of the population with drinking water in the required quantity and guaranteed quality] // Water Resources and Water Use. – 2007. – No. 11 (46). – P. 11-16. [in Russian].
8. Espolov T.I. Innovatsionnye napravleniya razvitiya obvodneniya i vodosnabzheniya pastbishchnykh territoriy Respubliki Kazakhstan [Innovative directions for the development of watering and water supply of pasture territories of the Republic of Kazakhstan] // Issues of Geography and Geoecology, 2016. – No. 3. – P. 17-24. [in Russian].
9. Sanitary and epidemiological requirements for water sources, water intake sites for domestic drinking purposes, domestic water supply and cultural water use and safety of water bodies: Order of the Minister of Health of the Republic of Kazakhstan dated February 20, 2023 No. 26. [in Russian].
10. Onlasynov Zh., Rakhimov T., Muratova M., Akynbaeva M. Otsenka kachestva podzemnykh vod pastbishchnykh territoriy Yuzhnogo Kazakhstana [Assessment of groundwater quality of pasture territories of Southern Kazakhstan] // 3I: Intellect, Idea, Innovation. – 2025. – No. 1. – P. 174-181. [in Russian].
11. Sanitary rules “Sanitary and epidemiological requirements for water sources, water intake sites for domestic drinking purposes, domestic water supply and cultural water use and safety of water bodies” dated 20.02.2023. [in Russian].
12. Draginskiy V.L., Alekseeva L.P. Obespechenie kachestva pit'evoy vody v svete novykh normativnykh trebovaniy [Ensuring the quality of drinking water in the light of new regulatory requirements] // Water Supply and Sanitary Engineering, 2004. – No. 9. – P. 23-28. [in Russian].
13. Razrabotat' printsipial'nye skhemy vodosnabzheniya s primeneniem razlichnykh ustanovok predochistki i opresneniya prirodnykh mineralizovannykh vod [Development of basic water supply schemes using various pretreatment and desalination units of natural mineralized waters]: research report / KazNIIVKh. – Dzhambul, 1988. – No. GR 01860085239. [in Russian].
14. Razrabotat' tekhnicheskie sredstva i tekhnologii dlya ustoychivogo vodoobespecheniya ob'ektov sel'skokhozyaystvennogo kompleksa [Development of technical means and technologies for sustainable water supply of agricultural complex facilities]: final research report / KazNIIVKh. – Taraz, 2011. – No. GR 0109RK00891. – 257 p. [in Russian].