

СОЦИО-ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ

Г.А. Самбурский, доцент, *А.Г. Кадаева, научный сотрудник

кафедра Эколого-экономического анализа технологий МИТХТ им. М.В. Ломоносова

*Южный научный центр РАН, г. Элиста

e-mail: gesamb@yandex.ru

Показаны возможные аспекты развития АПК республики Калмыкия во взаимосвязи с дефицитом воды в регионе. Рассмотрена принципиальная схема локальной установки водоочистки, показаны экономические, экологические и технологические преимущества.

Possible aspects of development of livestock business of the Republic of Kalmykia in interrelation with deficiency of water in the region are shown. A schematic diagram of local installation of water purification is considered. Economic, ecological and technological advantages are shown.

Ключевые слова: водоочистка, ультрафильтрация, обратный осмос, эколого-экономическая эффективность.

Key words: water purification, ultra filtration, reverse osmosis, ecological and economic efficiency.

Республика Калмыкия является одним из самых засушливых регионов Российской Федерации. Годовое количество осадков здесь колеблется от 210 до 340 мм, а испарение с водной поверхности составляет 1000–1100 мм. В связи с чем, вопрос обеспечения водными ресурсами является жизненно важным. Ежегодная потребность в воде составляет в среднем от 600 до 800 млн. м³, из них лишь 50 млн. м³ поступает из собственных водоисточников. Характеристика

рек республики приведена в табл. 1.

Основным источником питания малых рек являются талые воды, дождевое питание их незначительно. Практически весь поверхностный сток, формируемый в республике, остается на ее территории. Основная доля стока аккумулируется в прудах и водохранилищах, где теряется на испарение и фильтрацию. Вода рек и озер республики сильно минерализована [1].

Таблица 1. Количество и протяженность рек на территории Республики Калмыкия

Градация рек, водотоков	Длина рек, км	Число единиц	%	Суммарная длина рек, км	%
Мельчайшие	<10	2	1.4	18.8	0.4
Самые малые	10–25	87	63.5	1390.4	34.7
Малые	26–100	41	29.9	2078.4	51.7
Средние	101–500	4	2.9	202.4	5.0
Большие	>500	3	2.3	318.0	8.1
Всего:		137	100	4007.9	100

В Калмыкии питьевую воду и техническую воду получают из 956 скважин, 2017 колодцев и 334 искусственных водоемов; 40% населения постоянно испытывают острейший ее дефицит. Среднесуточный уровень потребления воды на одного городского жителя в два раза, а сельского – от 3 до 10 раз ниже среднероссийских показателей, причем в Яшкульском, Приютненском, Черноземельском районах составляет всего 7–10 литров. Из 246 населенных пунктов Калмыкии только 56 (23%) снабжаются водопроводной водой, остальные вынуждены использовать для хозяйственно-питьевых нужд воду, доставляемую автотранспортом.

Ежегодно среднее удельное водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды по республике составляет до 70 л/сутки (в то время как в Российской Федерации по 275 л/сутки), т.е. в 4 раза ниже среднероссийского уровня. Особенно низкое водопотребление в сельской местности, которое в сельских муниципальных

образованиях достигает 25 л/сутки, что также в несколько раз ниже среднероссийского уровня. Усредненный показатель водопотребления на одного человека в сутки в несколько раз ниже расчетной нормы, вследствие незначительных запасов водных ресурсов в республике в целом.

Покрытие дефицита водных ресурсов Калмыкии из внешних источников производится с помощью пяти обводнительно-оросительных систем, строительство и эксплуатация которых способствовала в свое время решению ряда экономических и социальных задач на территории республики. В этом плане наиболее наглядно внедрение и использование орошаемого земледелия в сельскохозяйственном производстве. На ранних стадиях развития мелиорации земель в республике основной задачей был прирост орошаемых площадей, а, в конечном счете, получение дополнительной продукции. С ростом орошаемых площадей и дополнительной сельскохозяйственной продукции, когда возрас-

тают и возможные ущербы природной среде, вопрос всеокупающего дополнительного чистого дохода не всегда кажется очевидным. В таких случаях возникает необходимость в учете других социальных факторов. В условиях Калмыкии освоение новых орошаемых земель было направлено не только на получение дополнительной сельскохозяйственной продукции, но и на обеспечение, улучшение условий быта сельского жителя, подъема производственной деятельности и жизненного уровня населения республики.

В настоящее время одним из основных направлений социально-экономической политики республики является развитие животноводства. В Республике Калмыкия насчитывается 496.9 тыс. голов крупного рогатого скота, основная доля которого представлена калмыцкой мясной породой, и свыше 2.2 млн. голов овец. Особенности калмыцкого скота, наличие об-

ширных пастбищных территорий позволяют широко использовать малозатратные технологии пастбищного животноводства, создавать условия для развития устойчивой системы мясного животноводства.

Программа развития мясного животноводства Республики Калмыкия на 2011–2020 годы разработана на основе Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. № 120, постановления Правительства Республики Калмыкия от 2 ноября 2007 г. № 395 «О Программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия Республики Калмыкия на 2008–2012 годы». Ожидаемые показатели социально-экономической эффективности программы представлены в табл. 2 [2, 3].

Таблица 2. Показатели социально-экономической эффективности реализации программы развития мясного животноводства в Республике Калмыкия, млн. руб.

Показатели	Годы			2020 к 2011 гг.	
	2011	2015	2020	+/-	%
1. Объем производства мяса скота и птицы, тыс. тонн в живой массе	99.5	144.8	186.4	+86.9	190
2. поголовье скота и птицы, в том числе:	500.0	521.0	630.0	+130.0	126
- крупного рогатого скота, тыс. голов					
- овец, тыс. голов	2250	2730.0	3480.0	+1230	154
- лошадей, тыс. голов	25.0	30.0	40.0	+20	180
- свиней, тыс. голов	20.0	30.0	41.0	+21	205
- птицы, тыс. голов	502	1020	1500.0	+998	300
3. Валовой доход отрасли	5166	7878	11184	+6018	220
4. Чистая прибыль отрасли	774.9	1181.7	1677.6	+902.7	220
5. Дополнительные рабочие места, чел.		3249	9267	+9267	

Развитие животноводства для Калмыкии традиционно имело и имеет в настоящее время огромное значение. Мясное животноводство и калмыцкий скот – это важнейший социальный фактор, основа экономического благосостояния калмыцкого народа. В то же время животноводство имеет достаточно высокий удельный расход воды на единицу продукции (в среднем на 1 кг мяса необходимо до 5 м³ воды), что вызывает необходимость, в условиях нарастающего дефицита водных ресурсов, оптимизировать технологии водоподготовки. Данные, представленные в докладе об экологической ситуации в Калмыкии [4], показывают практическую трудность развития животноводства по причине дефицита воды. Более 80% проб питьевой воды в городах республики не отвечает нормативным требованиям по физико-химическим показателям, 30% – по микробиологическим. Питьевая вода г. Элисты и райцентров республики не соответствует современным гигиеническим нормативам по органолептическим показателям, содержанию фтора, неорганических веществ 1 и 2 класса опасности. Доведению основных параметров питьевой

воды до соответствия требованиям по основным показателям препятствуют техническая изношенность действующих систем водоснабжения и водоотведения, отсутствие необходимого комплекса очистных сооружений, обеззараживающих установок и, как следствие, недостаточная водоподготовка и устаревшие методы обработки воды.

Потенциальные эксплуатационные ресурсы разведанных подземных вод составляют не более 170 тыс. м³/сутки. Степень освоения разведанных запасов очень низкая. Практически во всех месторождениях наблюдается повышенная минерализация (от 1.6 до 10 г/л) и жесткость воды (от 10 до 12 мг-экв/л), часто вода не удовлетворяет требованиям по микробиологическому показателю и не может быть использована в пищевой промышленности. Сброс загрязненных сточных вод в Калмыкии составляет 86.3% от общего количества сточных вод, поступающих на территорию региона. Все источники поверхностных вод Калмыкии высокоминерализованы и химически загрязнены. Техногенными источниками загрязнения водных ресурсов республики являются прилегаю-

щие к Калмыкии предприятия топливно-энергетического, металлургического, химического и сельскохозяйственного комплексов Волгоградской, Астраханской областей и Ставропольского края. Наблюдается аккумуляция загрязняющих веществ через грунтовые воды по всей территории республики. Качество воды в источниках не позволяет использовать ее для питья без предварительной очистки по специальным технологиям, что в данный момент обеспечить невозможно в силу отсутствия необходимого комплекса очистных сооружений, обеззараживающих установок.

Проведенный анализ существующих технологий водоподготовки, а также данные по качеству вод, доступных в Калмыкии, позволяют сделать вывод о возможности применения локальных методов деминерализации воды имеющихся водоисточников. Данный анализ был основан, главным образом, на изучении современных разработок по проектированию и эксплуатации локальных установок водоочистки для сельского хозяйства [5–7], а также на возможности модернизации существующих водоочистных систем [8, 9].

Локальные установки небольшой производительности позволяют существенно сократить расходы на строительство инженерных коммуникаций, а современный блочно-модульный принцип построения установок водоподготовки и водоочистки дает возможность варьировать производительность модулей. Предлагаемые нами технологические решения в целом основаны на интегрированных мембранных технологиях, позволяющих с требуемой степенью проводить очистку минерализованных вод. Также возможна организация практически бессточного водоснабжения и водоотведения, что в условиях, формирующихся согласно ФЗ № 416 «О водоснабжении и водоотведении» требованиям чрезвычайно актуально. Обобщенная схема водоочистных технологий представлена на рис. 1, где изображены основные типы источников (слабосоленые поверхностные или подземные воды, солоноватые воды среднего содержания и морская вода), потребители (промышленность, сельское хозяйство, муниципально-бытовое хозяйство) и технологии (фильтрация, обессоливание, биологическая очистка).

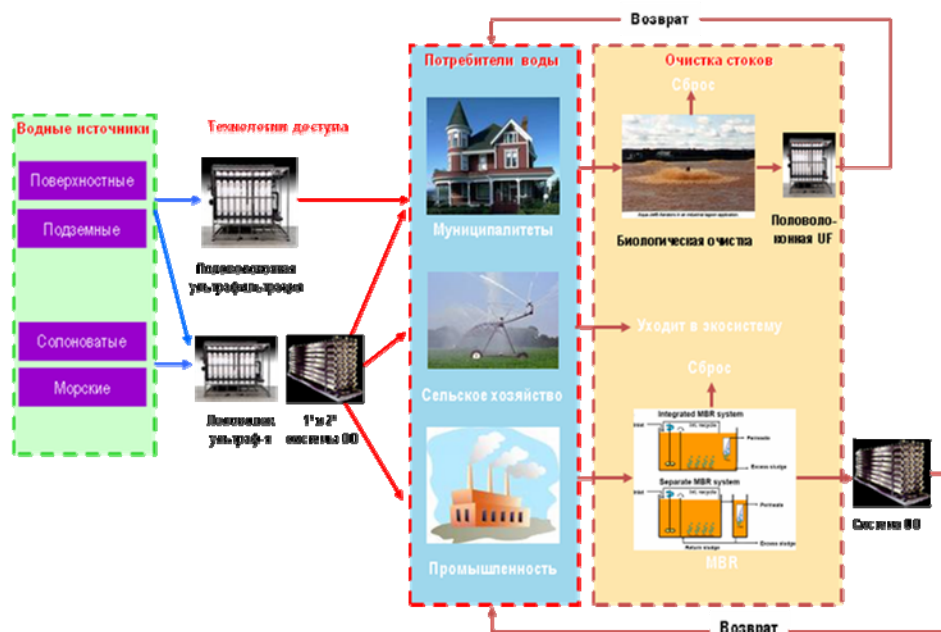


Рис. 1. Современные технологии подготовки воды.

Дополнительным и весьма значительным преимуществом мембранного разделения служит постоянство качества получаемой очищенной воды, отсутствие реагентного хозяйства и, соответственно, достаточно простая автоматизация процесса очистки.

Установка для подготовки глубоко деминерализованной воды (рис. 2) обеспечивает минимальный объем отходов и включает в себя узлы: предварительной механической очистки или микрофильтрации, ультрафильтрации, одно- или двухступенчатого обратного осмоса. Исходная вода последовательно проходит через

эти модули, обессоливается и подается потребителям. Для сокращения объема стоков могут быть установлены дополнительные узлы ультрафильтрации и обратного осмоса.

Для обеспечения длительной стабильной эксплуатации обратноосмотических и ультрафильтрационных установок необходимо, чтобы вода, поступающая на мембраны, соответствовала определенным нормам, устанавливающим предельное содержание в ней компонентов (загрязнений), способных нарушить нормальную работу мембранного элемента [10]. Эффективность различных методов предвари-

тельной очистки представлена в табл. 3. Как видно из рис. 2 и табл. 3, основной функцией установок ультрафильтрации является предварительная очистка воды перед подачей ее на установки обратного осмоса. Ультрафильтрация в большинстве случаев позволяет получить воду необходимого качества [7].

Для сокращения объема сточных вод, образующихся при очистке воды, стоки с установок ультрафильтрации и обратного осмоса могут подвергаться дополнительному концентрированию. Концентрат от установки ультрафильтрации, содержащий механические взвеси, органические и микробиологические загрязнения, поступает на специальный модуль ультрафильт-

рации УФ-С, где происходит концентрирование извлеченных загрязнений, которые выводятся в дренаж. Очищенная вода используется для обратной промывки модуля МФ. Концентрат солей от обратного осмоса первой ступени ОО-1 поступает в модуль сокращения объема стоков ОО-С. Он представляет собой специализированный модуль обратного осмоса, рассчитанный на работу с растворами солей средней концентрации при их дополнительном концентрировании. Полученный концентрат извлеченных солей выводится в дренаж. Очищенная вода возвращается на вход модуля обратного осмоса первой ступени и используется для обратной промывки модуля ультрафильтрации.

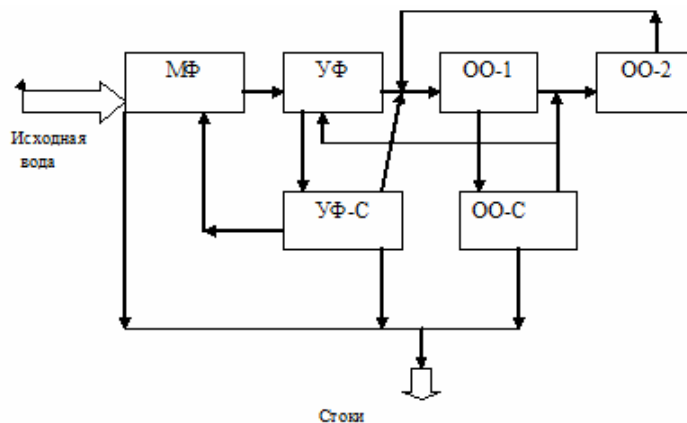


Рис. 2. Принципиальная схема комплексной мембранной установки для подготовки глубоко деминерализованной воды при минимальном объеме отходов: МФ – блок механической фильтрации; УФ – блок ультрафильтрации; ОО-1, ОО-2 – блоки обратного осмоса первой и второй ступени; УФ-С – блок концентрирования стоков блока ультрафильтрации; ОО-С – блок концентрирования стоков блоков обратного осмоса.

Использование ультрафильтрации для очистки воды перед установками деминерализации (обратным осмосом или ионным обменом) имеет значительные экономические, экологические и качественные преимущества перед механическими фильтрами, осветлительными установками, основанными на принципах коагуляции или реагентного осаждения, поскольку последние являются источником экологически вредных отходов – шламов – с нерациональным использованием водных и энергетических ресурсов. Качество фильтрата после установок ультрафильтрации по мутности, содержанию взвешенных веществ, железа, коллоидов и органики очень стабильно, практически не зависит от колебаний качества исходной воды и значительно (от 2 до 10 раз) превосходит качество воды, полученной при использовании классических осветлителей.

Использование установок обратного осмоса позволяет без использования реагентов снизить минерализацию воды в 30–50 раз. При этом сбрасываемые в окружающую среду стоки имеют солесодержание до 1 г/л, что соответствует экологическим нормам. Кроме этого, при использовании комплексных мембранных систем

минимизируется потребление реагентов в технологическом цикле и не образуются высокоминерализованные стоки, сброс которых ограничен. Исключаются затраты на нейтрализацию стоков. При этом количество концентратов мембранных установок может быть сокращено при использовании дополнительных модулей УФ-С и ОО-С. Использование комплекса мембранных установок позволяет сократить эксплуатационные затраты. В данном случае надо вести речь о меньшей материалоемкости, меньшей стоимости оборудования, строительства очистных сооружений и эксплуатации в рамках всего жизненного цикла. Так, себестоимость водоподготовки с использованием реагентной системы и осветлительных фильтров составляет не менее 2–2.5 руб./м³, а себестоимость подготовки воды на установке ультрафильтрации – до 1–1.5 руб./м³. Аналогично стоимость деминерализации одного кубометра воды с минерализацией 600 мг/л ионообменным методом составляет 14 руб./м³, а с последовательным использованием обратного осмоса – не более 5 руб./м³.

Современные технические решения, основанные, в первую очередь, на мембранных

методах водоподготовки, являются для потребителей альтернативой, позволяющей не только минимизировать эксплуатационные затраты на

водоподготовку, но и снизить негативное воздействие антропогенного фактора на окружающую среду.

Таблица 3. Эффективность методов очистки воды перед установкой обратного осмоса в зависимости от природы загрязнений [10]

Методы предочистки	Эффективность удаления загрязнений											
	CaCO ₃	CaSO ₄	BaSO ₄	SrSO ₄	CaF ₂	SiO ₂	Коллоиды	Fe	Al	Бактерии	Окислитель	Органика
Подкисление	▲							☼				
Ингибирование	☼	▲	▲	▲	▲	☼						
Умягчение ИО	▲	▲	▲	▲	▲							
Снижение щелочности ИО	☼	☼	☼	☼	☼							
Известкование	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼	☼				☼
Предварительная отмывка	☼					☼	☼	☼	☼	☼		☼
Оптимизация параметров		☼	☼	☼	☼	▲						
Механическая фильтрация						☼	☼	☼	☼			
Окисление+фильтрация							☼	▲				
Коагуляция в потоке							☼	☼	☼			☼
Коагуляция+флокуляция						☼	▲	☼	☼			▲
Микро/ультрафильтрация						▲	▲	☼	☼	☼		▲
Картриджная фильтрация						☼	☼	☼	☼	☼		
Хлорирование										▲		
Дехлорирование											▲	
Ударная дезинфекция										☼		
Предварительная дезинфекция										☼		
Фильтрация на угле										☼	▲	▲

▲ – наиболее эффективно; ☼ – удовлетворительный результат.

ЛИТЕРАТУРА:

- Кадаева А.Г. Повышение эффективности использования поверхностных вод для орошения на примере Республики Калмыкия // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2012. № 4. С. 40–51.
- Программа развития мясного животноводства Республики Калмыкия на 2011–2020 годы. [Электронный ресурс] URL <http://gov.kalmregion.ru/>
- Постановление Правительства РФ от 17.12.2010 № 1042 «Об утверждении Правил распределения и предоставления субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на поддержку экономически значимых региональных программ развития сельского хозяйства субъектов Российской Федерации» (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 28.07.2011 № 628, от 22.02.2012 № 138).
- Доклад об экологической ситуации в Республике Калмыкия [Электронный ресурс] URL <http://www.kalmpriroda.ru/doccladi.html>
- Irrigation – water management, pollution and alternative strategies / Ed. by I. García-Garizábal, R. Abrahao. – Croatia: Rijeka, 2012. 244 p.
- Каталог перспективных ресурсноэкономичных технологий и технических средств для очистки дренажных и сбросных вод гидромелиоративных систем. – М.: Россельхозакадемия, 2007. 89 с.
- Долгов Е.А. Проблема очистки воды – мировые тренды // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2011. № 9. С. 4–11.
- Пупырев Е.И. Об инновациях в области водоснабжения и водоотведения // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2010. № 9. С. 4–12.
- Самбурский Г.А. Эколого-экономический подход к оптимизации водоочистных сооружений // Вестник МИТХТ. 2012. Т. 7. № 1. С. 93–95.
- Пантелеев. А.А., Рябчиков Б.Е., Хоружий О.В., Громов С.Л., Сидоров А.Р. Технологии мембранного разделения в промышленной водоподготовке. – М.: ДеЛи плюс, 2012. 429 с.