А. В. Арашаев,
М. М. Сангаджиев,
В. А. Онкаев,
А. Г. Дорджиев,
О. Ш. Кедеева

МОБИЛЬНАЯ УСТАНОВКА ОЧИСТКИ ВОД ВОДОПОЯ ОВЕЦ И МОЙКИ ШЕРСТИ

Монография



Министерство науки и высшего образования РФ
Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова

А. В. Арашаев,
М. М. Сангаджиев,
В. А. Онкаев,
А. Г. Дорджиев,
О. Ш. Кедеева

МОБИЛЬНАЯ УСТАНОВКА ОЧИСТКИ ВОД ВОДОПОЯ ОВЕЦ И МОЙКИ ШЕРСТИ

Монография



Издательсткий дом Scientia
Санкт-Петербург
2022

УДК 636.3(470.47)
ББК 46.61(2Рос.Кал)
М74

Рецензенты:

Гермашева Юлия Сергеевна — доцент, кандидат технических наук, Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова;

Арылов Юрий Нимеевич — профессор, доктор сельскохозяйственных наук, Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова

М74 **Мобильная установка очистки вод водопоя овец и мойки шерсти:** монография / А. В. Арашаев, М. М. Сангаджиев, В. А. Онкаев, А. Г. Дорджиев, О. Ш. Кедеева; Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова. — Санкт-Петербург: Сциентиа, 2022. — 124 с.

ISBN 978-5-6048667-8-8.

В монографии представлено современное состояние сельского хозяйства в Республике Калмыкия, приведены данные по аграрной экономике на примере пастбищного овцеводства. Рассмотрен вопрос повышения эффективности фермерских овцеводческих хозяйств аридных зон путем обоснования и создания локальных установок по водопою и мобильной установки первичной мойки шерсти.

Издание адресовано работникам аграрной промышленности и научным работникам, студентам, занимающимся вопросами создания локальных установок по водопою. Сведения предназначены для республиканских и местных органов управления.

УДК 636.3(470.47)
ББК 46.61(2Рос.Кал)

Печатается по решению редакционно-издательского совета ФГБОУ ВПО «Калмыцкий государственный университет»

Рекомендовано учебно-методической комиссией инженерно технологического факультета

© Арашаев А. В., Сангаджиев М. М., Онкаев В. А., Дорджиев А. Г., Кедеева О. Ш., 2022 г.
© КалмГУ им Б. Б. Городовикова, 2022 г.
© Оформление. ООО ИД «Сциентиа», 2022 г.

ISBN 978-5-6048667-8-8

Оглавление

Ввведение 5

Глава 1. Основные принципы экологизации овцеводческих хозяйств 9
1.1. Общая характеристика социально-экономического положения Калмыкии 9
1.1.1. Промышленность 15
1.1.2. Сельское хозяйство 15
1.1.3. Животноводство 15
1.1.3.1. Особенности овцеводства в республике Калмыкия 16
1.2. Схемы и сооружения экологизации фермерских хозяйств 18
1.2.1. Подготовка подземных вод для водопоя 23
1.2.2. Мойка и очистка вод мойки шерсти 24
1.2.3. Способы утилизации овечьего навоза 29

Глава 2. Теоретические положения технологий очистки вод фермерских овцеводческих хозяйств 38
2.1. Особенности водного фактора для Калмыкии 38
2.2. Особенности водообеспечения фермерских хозяйств Калмыкии 41
2.2.1. Применение глин для очистки вод 44
2.2.2. Особенности электрохимической очистки вод мойки шерсти 52

Глава 3. Экспериментальное обоснование технологий и установок очистки вод для фермерских хозяйств 55
3.1. Исследование обработки вод с высоким солесодержанием республики Калмыки сорбентом из шоколадных глин . 55
3.1.1. Исследование очистки подземных вод 55
3.1.2. Исследование очистки поверхностных вод 61

3.2. Особенности состава сточных вод и технологии мойки шерсти 68
3.2.1. Основные методы очистки сточных вод фабрик первичной обработки шерсти 71
3.2.2. Электрохимические методы очистки сточных вод фабрик первичной обработки шерсти и их сравнительная оценка 76
3.3. Исследование технологии очистки сточных вод мойки шерсти 78
3.3.1. Методика и результаты проведения исследований 78

Глава 4. Расчет мобильной установки очистки сточных вод мойки шерсти 89
4.1. Исходные данные для расчета мобильной установки 89
4.2. Расчет затрат на мобильную установку 96

Глава 5. Эколого-экономическое обоснование повышения эффективности фермерских хозяйств 99
5.1. Водные технологии на ферме 99
5.2. Мойка шерсти в стационарных и передвижных установках 100

Заключение 103
Список сокращений 105
Список литературы 106
Приложения 121

Ввведение

В аридных зонах РФ, включая Калмыкию, овцеводство является традиционно базовой составляющей аграрной экономики. Экономика республики имеет преимущественную специализацию пастбищного овцеводства. Валовой региональный продукт республики по итогам 2017 года составил 56 млрд рублей, что составляет всего 0,06 % совокупного ВРП России [1].

На протяжении последних 15 лет наблюдается положительная динамика развития отрасли: поголовье овец увеличилось в 1,7 раза и составило 24,8 млн, в хозяйствах сельских поселений сосредоточена большая часть поголовья (46,2 %), в крестьянских фермерских хозяйствах — 37,1 %. Выращивание овец и производство продуктов из них составляют основу занятости трудоспособного населения, обеспечивая тем самым экономическую безопасность сельских поселений аридных территорий. Большинство поголовья содержится в личных подсобных и фермерских хозяйствах относительно малочисленными стадами [2].

Практически фермерские овцеводческие хозяйства представляют «автономные» образования: реальных организованных форм кооперации между ними нет: полное отсутствие промышленных боен, предприятий первичной переработки мяса, узлов первичной обработки шерсти, очистки минерализованных вод для водопоя, утилизации навоза.

В итоге такой способ хозяйствования приводит повышенному расходу ресурсов и, как следствие, к повышению себестоимости и конкурентоспособности продукции. Одним из направлений повышения ресурсосбережения и экономичности, практически не рассматриваемые в литературных источниках по овцеводству, является экологизация фермерских хозяйств путем создания водопойных узлов на базе местных подземных источников водоснабжения, создания установки по местной мойке шерсти с замкну-

тым циклом очистки вод мойки шерсти. Для обоснования данных предложений необходима их теоретическая и экспериментальная проработка с учетом региональных особенностей фермерских хозяйств республики Калмыкия.

Цель работы: повышение эффективности фермерских овцеводческих хозяйств аридных зон путем обоснования и создания локальных установок по водопою и мобильной установки по первичной мойке шерсти.

Для достижения данной цели были поставлены следующие **задачи:**

— обоснование забора подземных вод в районе загонов животных с очисткой вод до нормативных требований к водопою с использованием в качестве реагента шоколадных глин, месторождения которых имеются в северной части Калмыкии, в Приергенинском районе;

— определить суммарный доход от практики повышения эффективности фермерского хозяйства;

— разработать мобильную технологию очистки с повторным использованием очищенной воды.

Исследованиям способов очистки подземных вод в районе загонов животных, очистки вод мойки шерсти, утилизации навоза посвящены многие работы российских и зарубежных ученых: Азбукина З. Б., Кичигин В. И., Ласков Ю. М., Онкаев В. А., Пугачев Е. А., Серпокрылов Н. С., Стрелков А. К., Фесенко Л. Н., Швецов В. Н., Юрьев Ю. Ю., Calvet R., Prost R. и др.

Но, в основном, эти труды основывались на использовании известных, широко распространенных технологий, применительно к большим животноводческим комплексам. В то же время как в данной работе основное внимание уделено исследованию повышения экологичности и экономичности фермерских овцеводческих хозяйств за счет применения локальных установок по водопою и мобильных по мойке шерсти.

Объектом исследования являются локальные установки по получению воды для водопоя овец и мобильные по мойке шерсти. **Предмет исследования** — технология и средства механизации фермерских овцеводческих хозяйств.

В настоящей монографии теоретически и экспериментально обоснованы технологические решения деминерализации подземных вод с применением шоколадных глин республики Калмыкия. Определены технологические показатели очистки и повторного использования очищенных вод мойки шерсти с применением элекрокоагуляции и сорбции. Уточнены дозы шоколадных глин республики Калмыкия для деминерализации подземных вод для водопоя овец, а также доказано, что электрохимическая обработка вод первичной обработки шерсти в щелочных условиях обеспечивает нормативы для повторного использования очищенных вод в технологических процессах.

С практической точки зрения, монография полезна тем, что нами были разработаны рекомендации по расчету, проектированию и эксплуатации локальных сооружений по водопою и мойке шерсти. Разработаны технологические схемы и конструктивные решения для проектирования мобильных установок куста фермерских овцеводческих хозяйств, а также технико-экономическими расчетами показано, что введение в фермерское хозяйство локальных сооружений повышает экологичность и рентабельность овцеводства.

В качестве методической и научной основы определения свойств и состава используемых в исследовании материалов использовались электронная микроскопия и термогравиметрия. Анализ воды в лабораторных и производственных испытаниях проводился физико-химическими методами с помощью сертифицированных иономерных приборов. Методы исследования включали: аналитическое обобщение известных научно-технических результатов, моделирование исследуемых процессов на испытательных установках, оснащенных контрольно-измерительными прибо-

рами, оптические и физико-химические методы анализа воды и твердой фазы на модельных установках. Обработка экспериментальных данных проводилась с использованием математической статистики и корреляционного анализа. Окончательные результаты были подтверждены в аккредитованной лаборатории ОАО «ЮВэнергочермет» (г. Ростов-на-Дону).

Глава 1
Основные принципы экологизации овцеводческих хозяйств

1.1. Общая характеристика социально-экономического положения Калмыкии

После распада СССР в овцеводстве наблюдался длительный кризис, который характеризовался резким сокращением поголовья овец, особенно в 1992-2010 годы. С 2011 года началось восстановление овцеводства в РФ [3, 4].

По состоянию на 01.01.2011 г. поголовье овец и коз в РФ во всех категориях хозяйств составило 21819,9 тыс. голов, в том числе сельскохозяйственных предприятиях — 4426,8 тыс. голов.

В РФ в течение последних 16 лет имеет место положительная динамика овцеводства [5]. За этот период поголовье овец увеличилось в 1,7 раза и составило 24,8 млн. При этом большая часть поголовья (46,2 %) сосредоточена в хозяйствах сельских поселений. В крестьянских фермерских хозяйствах насчитывается 36,6 % (9,1 млн) голов овец. Задача овцеводства — довести к 2020 году уровень поголовья овец в Российской Федерации до 28 миллионов голов с годовым производством 350 тысяч тонн баранины [6,7,8].

Общий прирост поголовья овец за 14 лет составил более 7,5 миллионов голов, или 62 %, что привело к увеличению производства шерсти на 38 % и баранины на 36 %. Однако рост поголовья скота и овец в регионах страны был неодинаков. Основную положительную динамику обеспечили такие регионы-лидеры, как Дагестан, Калмыкия, Карачаево-Черкесия, Татарстан, Башкортостан, Ставропольский край, Астраханская и Ростовская области. Доля

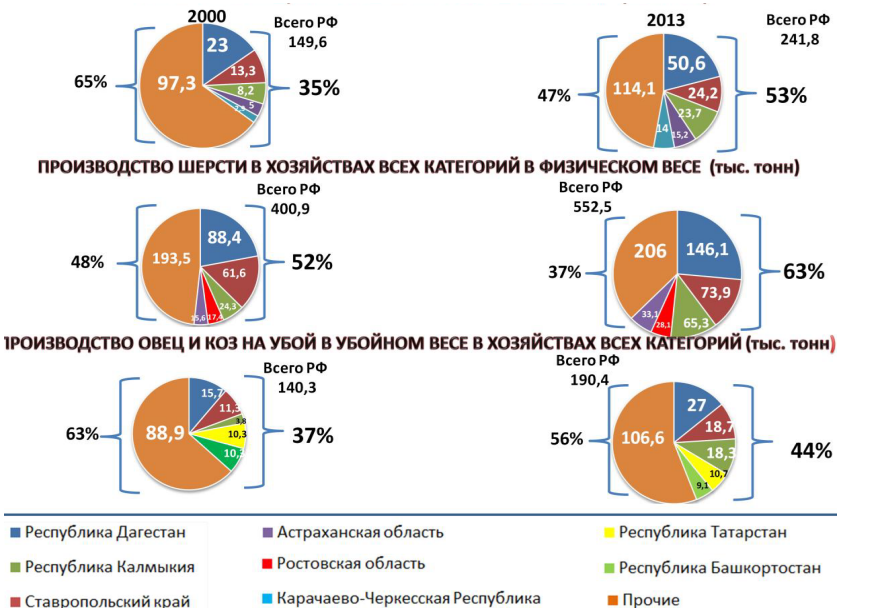


Рисунок 1.1. Обобщенные показатели развития овцеводства в РФ

пяти ведущих регионов по животноводству увеличилась с 35 до 53 %, по производству шерсти — с 52 до 63 %, баранины — с 37 до 44 % (рис. 1).

Поскольку Ставрополь является ведущим регионом страны по овцеводству, проанализируем тенденции развития отрасли на его примере [3, 4].

В Ставропольском крае поголовье овец и коз на 01.01.2011 во всех категориях хозяйств составило 2212,8 тысяч голов, в сельскохозяйственных предприятиях — 581,4 тысяч голов. С 2007 по 2010 год поголовье овец в сельскохозяйственных предприятиях области уменьшилось на 10 %.

Производство баранины в 2010 году во всех категориях хозяйств области составило 38,8 тысяч тонн (в живом весе), производство шерсти — 7,0 тыс. тонн; в сельскохозяйственных предприятиях — 9,6 тыс. тонн и 2,2 тыс. тонн соответственно. В сельскохозяйствен-

ных предприятиях края среднее количество немытой шерсти в 2010 году на 1 овцу составляет 3,7 кг, что на 2,8 % больше, чем в 2007 году. Количество молодняка на 100 овец в среднем за 4 года составляет 89 ягнят, что в 1,5 раза меньше биологического ресурса.

В 2010 году стоимость затрат для одной головы барана за анализируемый период увеличилась на 26 % для сельскохозяйственных предприятий и составила 1128,3 руб. В структуре затрат наибольшую долю занимают корма — 41,0 %, заработная плата — 22,1 %, прочие — 22,6 %. Прочие затраты составляют почти треть всех затрат на 1 овцу [6].

Следует отметить, что экономика овцеводства традиционно была на основе производства шерсти, когда выручка от ее продажи превзошла все затраты на содержание овец и обеспечили высокую рентабельность. В настоящее время невозможно вывести отрасль на уровень положительной рентабельности по организационным причинам: рынок продуктов из овец не сформирован. За один килограмм качественной шерсти, предлагается до 40 руб., что намного ниже, чем текущий уровень затрат на его производство. В 2010 году в структуре денежной выручки края наибольший удельный вес занимает мясо овец (85,2 %), выручка от шерсти составляет 14,8 % [6].

Производство шерсти как в мире, так и в Российской Федерации неуклонно сокращается: за последние 20 лет соответственно на 29 и 69 %. Основная причина — рост производства синтетических волокон, которые по потребительским качествам иногда близки к натуральным, а по цене значительно дешевле [3].

Современное овцеводство отличается тем, что в разных регионах от 60 до 80 % продукции овцеводства производится в фермерских и личных подсобных хозяйствах. Доля крупных овцеводческих хозяйств неуклонно снижается в течение 10 лет, в то время как доля мелких крестьянско-фермерских хозяйств и личных подсобных хозяйств увеличивается (далее КФХ и ЛПХ соответственно). Эта тенденция, вероятно, сохранится в ближайшее время. Так,

в Ставропольском крае при ориентировочной норме затрат на одну голову овцы в 1324 рубля, в 2013 г. они составили 1838 руб., что на 39 % больше [3].

Важнейшая характеристика рыночной экономики, в том числе условие успешного развития овцеводства, — удешевление всех видов продукции и повышение ее конкурентоспособности. Разработка и внедрение новых ресурсосберегающих технологий позволит снизить себестоимость продукции, повысить продуктивность овец и улучшить качество продукции. [6].

Подтверждением этому положению дает анализ эффективности действующего СПК племзавода «Овцевод», расположенного в восточной части Марьяновского района Омской области (таблица 1.1) [11, 12].

Таблица 1.1 — Анализ экономической эффективности животноводства СПК племзавода «Овцевод» [12]

Вид продукции и отрасль Скот и птица в живой массе	**Выручка от реализации продукции, тыс. руб.**			**В среднем за 3 года, тыс. руб.**	**Удельный вес,%**
	2009	**2010**	**2011**		
крупный рогатый скот	2463	1588	3046	2366	8,0
овцы	6161	2420	4137	4239	14,4
лошади	164	1011	70	415	1,4
Молоко цельное	6707	5594	6411	6237	21,2
Шерсть всякая	399	274	325	333	1,1
Прочая продукция животноводства	75	40	44	53	0,2
Итого по животноводству	18073	13703	16493	16090	54,6

Можно видеть (табл. 1.1), что выручка от реализации продукции овцеводства СПК племзавода «Овцевод» составляет 14,4 %, а от реализации шерсти всего лишь — 1,1 %.

Одним из направлений повышения ресурсосбережения и экономичности, практически не рассматриваемые в литературных источниках по овцеводству, является экологизация фермерских хозяйств путем создания водопойных узлов на базе местных подземных источников водоснабжения, создания установки по местной мойке шерсти с замкнутым циклом очистки вод мойки шерсти, а также получение из навоза удобрений для сельхозпроизводства и сорбентов.

Для обоснования данных предложений необходима их теоретическая и экспериментальная проработка с учетом региональных особенностей фермерских хозяйств республики Калмыкия [13].

По данным [1] валовой региональный продукт, который характеризует социально-экономическое положение региона, по итогам 2017 года для Республики Калмыкия составил 56 млрд рублей. Структурно он включает, %: сельское хозяйство — 35,2, транспорт и связь — 14,2, торговля — 8,3, промышленность — 6,3, строительство — 2,4. Вклад малого и среднего предпринимательства составил 26 %.

Калмыкия имеет перспективу и потенциал экономического развития, который определяется благоприятными географическими и климатологическими данными: [14]

— выгодное транспортно-географическое положение, наличие на территории республики выгодно расположенных автодорог федерального значения; выход к Каспийскому морю;

— разнообразную минерально-сырьевую базу, основу которой составляют месторождения нефти, природного газа, полезных ископаемых, составляющих сырье для промышленности строительных материалов;

— сохранение естественного прироста населения, более высокая продолжительность жизни и более низкий уровень младенческой смертности по сравнению со среднероссийскими значениями;

— возрастной и образовательный трудовой потенциал Калмыкии;

— АПК республики, располагает значительной ресурсной базой товарной продукции превосходящей потребности внутреннего рынка, имеет потенциальные ценовые и иные конкурентные преимущества на внутреннем и внешнем рынке по таким товарам как мясо, шерсть, кожа;

— уникальная экосистема и культурно-историческое наследие региона.

В то же время в масштабе РФ экономический потенциал Калмыкии недостаточно развит. Объём ВРП Калмыкии в 2011 году составил всего 28 779,4 миллиона рублей, что составляет 0,06 % совокупного ВРП России (2011) [15].

Это демонстрирует структура ВРП, в которой основными видами экономической деятельности являлись в 2011 году:

- сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство — 37,0 %;
- государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное страхование — 15,5 %;
- оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования — 8,2 %;
- здравоохранение и предоставление социальных услуг — 7,0 %;
- образование — 6,25 %;
- строительство — 5,9 %;
- транспорт и связь — 4,2 %;
- обрабатывающая промышленность — 3,6 %;
- прочие виды деятельности — 12,3 %.

Основными проблемами Республики являются:

- высокий уровень безработицы — 15 % (2010 г.) от трудоспособного населения;
- Тенденция к снижению численности населения Республики: по сравнению с переписью 2002 года оно сократилось на 2929

человек. За межпереписной период 2002-2010 годов население Калмыкии ежегодно сокращалось на 0,15 процента;

• старение населения. Этот процесс привел к увеличению численности населения старше трудоспособного возраста на 3800 человек (на 6,5 % в межпереписной период 2002-2010 гг.)

• низкий доход на душу населения — 7 540 рублей (2010). Рассмотрим статистические данные наиболее весомых компонентов ВРП по республике Калмыкия в цифрах [16].

1.1.1. Промышленность

В сфере промышленного производства занято более 7,5 % работающего населения республики, сосредоточено 5,9 % основных фондов, создается около 10 % ВРП. В целом промышленность Калмыкии развита слабо. В структуре промышленного производства Республики преобладает производство и распределение электроэнергии, газа и воды — 43 %, обрабатывающие производства — 32 %, добыча полезных ископаемых — 25 %. Ярким показателем неразвитости промышленности является доминирование электроэнергетики в структуре промышленного производства при отсутствии собственных генерирующих мощностей.

1.1.2. Сельское хозяйство

Агропромышленный комплекс является важнейшей составной частью экономики Республики Калмыкия. В нём занято 25 % от общей численности занятых в экономике, задействована десятая часть основных производственных фондов и создается около 30 % ВРП. По состоянию на 1 января 2012 года сельскохозяйственным производством занимаются 100 сельскохозяйственных предприятий, 2721 КФХ и 13130 ЛПХ.

1.1.3. Животноводство

Животноводство составляет основу аграрного сектора экономики Республики. Основные направления: мясное скотоводство,

мясное и тонкорунное овцеводство. На долю производства продукции животноводства приходится 80 % всей сельскохозяйственной продукции.

По поголовью крупного рогатого скота мясного направления республика занимает первое место в России. Численность крупного рогатого скота на начало 2010 года возросла на 21,4 % по сравнению с 1990 годом и составила 434,5 тыс. На середину 2015 года в Калмыкии более 800 тыс. голов. По количеству овец и коз Калмыкия занимает второе место (2346,1 тыс. голов).

К основным проблемам развития овцеводства следует отнести [17]:

— незаинтересованность сельхозпроизводителей в тонкорунном овцеводстве из-за низкой стоимости реализации тонкой шерсти;

— отсутствие современной методики в селекционно-племенной работе, старение поголовья; отсутствие лаборатории по сертификации шерсти, аккредитованной в международных системах, что не позволяет отечественной шерсти вплотную приблизиться к мировым ценам и выйти на мировые аукционы без посредников;

— отсутствие мощностей по первичной обработке шерсти, износ оборудования на российских камвольных предприятиях.

1.1.3.1. Особенности овцеводства в республике Калмыкия

Согласно статистическим данным в настоящее время в сельскохозяйственных предприятиях России разводят 39 пород овец, из них 14 тонкорунных, 11 полутонкорунных, 2 полугрубошерстных и 12 грубошерстных [17]. По данным Федеральной службы Госстатистики на конец февраля 2016 года поголовье крупного рогатого скота в хозяйствах всех сельхозпроизводителей, по расчетам, составляло 19,2 млн.голов (на 1,7 % меньше по сравнению с соответствующей датой предыдущего года), из него коров — 8,4 млн. (на 1,6 % меньше), свиней — 22,1 млн. (на 9,9 % больше), овец и коз — 25,0 млн. (на 0,4 % больше. Значимым объемом

животноводства в РФ владеют частные (фермерские) хозяйства. В структуре поголовья скота на хозяйства населения приходилось 44,2 % поголовья крупного рогатого скота, 15,6 % свиней, 47,5 % овец и коз (на конец февраля 2015 г. — соответственно 45,1 %, 18,0 %, 47,5 %). Около 80 % поголовья овец и коз сосредоточено в трех федеральных округах: Северо-Кавказском (40 % от общего поголовья), Южном (25 %) и Сибирском (15,5 %). По регионам на первом месте находится Дагестан, на втором — Ставрополье, на третьем — Калмыкия, на четвертом — Астраханская область [17].

Проведенный эколого-экономический анализ развития овцеводства в аридных зонах, включая Калмыкию показал: [18, 19, 20, 92]

1 — овцеводство является базовой составляющей аграрной экономики аридных территорий, развитие которой не только избирательно и неустойчиво, но и крайне зависимо от природных и экологических условий;

2 — одним из основных факторов, порождающих деградацию агроэкопотенциала, является отсутствие реальной экономической заинтересованности СХ пользователей в воспроизводстве и сохранении пастбищ в рамках действующего эколого — экономического механизма развития овцеводства;

3 — бюджетные и финансовые ресурсы должны быть направлены не только на природоохранные и ресурсосберегающие мероприятия, но и на экологизацию самого овцеводства, повышение его финансовой отдачи на основе более эффективного и «прозрачного» включения в общероссийский рынок;

4 — в экологической и экономической системе регионального овцеводства стимулирующие усилия государства должны быть направлены на повышение экономической отдачи (ВРП, налогового потенциала, доходов и уровня жизни населения) овцеводства при сохранении (и улучшении) экологических основ его воспроизводства.

Следует отметить, что как в масштабах РФ, так и в Калмыкии, не рассматривается экологизация фермерских хозяйств путем создания водопойных узлов на базе местных подземных источников водоснабжения, создания установки по мойке шерсти с замкнутым циклом очистки вод мойки шерсти, а также получение из навоза сорбентов.

1.2. Схемы и сооружения экологизации фермерских хозяйств

Схемы и сооружения для экологизации частных фермерских хозяйств в первую очередь будут востребованы пользователями, если будут приносить реальную, сверхпривычную прибыль, улучшая при этом условия жизни и репродукции овец, а глобальном аспекте — экологическую обстановку в районе расположения.

В РФ на протяжении последних 16 лет имеет место положительная динамика [5] овцеводства. За этот период поголовье овец увеличилось в 1,7 раза и составило 24,8 млн. При этом большая часть поголовья (46,2 %) сосредоточена в хозяйствах сельских поселений. В крестьянских фермерских хозяйствах насчитывается 36,6 % (9,1 млн) голов овец.

При этом для получения экологически чистой и конкурентной продукции одновременно ведутся работы по экологизации животноводческих хозяйств.

Экологический паспорт животноводческого комплекса — это система санитарно-гигиенических факторов, которая отражает воздействие жизнедеятельности животноводческого комплекса на окружающую внешнюю среду (воздух, воду, почву, растения и др.) и охраняет ее от распространения вредных отходов животноводства (отработанный воздух, навозные стоки, трупы животных и др.) [22, 102].

Сотрудниками РУП «Институт животноводства Национальной академии наук Беларуси» (ранее-БелНИИЖ) Республики Беларусь разработан экологический паспорт животноводческих комплексов с промышленной технологией производства мяса и молока, и отдельные разделы приняты к использованию в Российской Федерации.

Основой для разработки экологического паспорта является разрешение на природопользование, инструкции по эксплуатации технологического оборудования, паспорта очистных и производственных помещений, данные статистической отчетности, производственные показатели и нормативно-технические документы. Экологический паспорт состоит из разделов, которые отражают показатели и ГОСТы на их определение; сведения о хозяйстве; основные технологические процессы содержания и выращивания животных; характеристики используемых энергоресурсов; показатели микроклимата помещений для скота и наружной воздушной среды территории комплекса; санитарные показатели почвы, питьевой воды и навозных стоков; характеристику очистных сооружений; сведения об эколого-экономической деятельности животноводческого комплекса и мероприятия по снижению загрязненности окружающей среды отходами промышленного животноводства.

Эколого-правовая ответственность. Экологический паспорт согласовывается с исполкомом местного совета народных депутатов, регистрируется в территориальном органе государственного надзора по охране природы и утверждается руководителем хозяйства, организации, предприятия. После чего в хозяйстве назначается ответственное лицо, которое осуществляет планирование работ, ведет контроль за соблюдением требований по охране окружающей среды в зоне расположения животноводческого комплекса. Таким образом, на основе экологического паспорта животноводческого комплекса разрабатываются природоохранные мероприятия, выполнение которых гарантирует охрану окружающей среды,

гарантирует здоровую среду обитания для животных и человека в соответствии с нормами [23, 108].

Таблица 1.2 — Ветеринарно — санитарные правила охраны и сохранения при промышленном животноводстве [23]

Наименование болезни	**Объект внешней среды**	**Сроки выживаемости**
Туберкулез	Вода	1 год
	почва	3 года
	пастбища	2 года
	навоз	2 года
Бруцеллез	вода	2,5 мес.
	почва	7 мес.
	корма	4,5 мес.
	навоз	5,5 мес.
Сальмонеллез	вода	4 мес.
	почва	5 мес.
	корма	3 мес.
	навоз	1 год
	пастбища	11 мес.
Колибактериоз	навоз	1 год
Туляремия	вода	6 мес.
	почва	2,5 мес.
	корма	4,5 мес.
Ку-лихорадка	вода	5 мес.
	навоз	1 год
Орнитоз	вода	17 сут.
	навоз	4 мес.
Листериоз	вода	1,5 года
	почва	1,5 года
	корма	5,5 мес.
	навоз	11 мес.
Дерматомикозы	почва	1,5 года
	навоз	3 мес.
Бешенство	вода	3 года
Ящур	вода	20 сут.

Наименование болезни	**Объект внешней среды**	**Сроки выживаемости**
Ящур	почва	10 мес.
	корма	7 мес.
	пастбища	1 мес.
	навоз	5,5 мес.
Болезнь Ауэски	корм, вода, опилки, навоз, осенне-зимний период	19–60 сут.
	лето	7–20 сут.
	почва и трава	12 ч–5 сут.
Лептоспироз	речная, прудовая, озерная вода	до 10 сут.
	колодезная вода	10–12 мес.
	навозная жижа	до 8–24 ч
	влажная почва	до 0,5 года
Рожа свиней	жидкий навоз	6–6,5 мес.
Некробактериоз	моча	15 сут.
	фекалии	до 2 мес.
Везикулярная болезнь свиней	навоз, контаминированные помещения	не менее 2 мес.
Пастереллез	помет	2,5 мес.
Болезнь Марека	помет	0,5 года
Болезнь Гамборо	на поверхностях внутри помещения	до 4 мес.
	вода, корма, помет	2 мес.
Оспа	помет	0,5 года
Инфекционный бронхит птиц	поверхности внутри помещения	4–21 сут.
	поверхности вне помещения	до 2 мес.
	вода вне помещения зимой	до 4 мес.
	вода внутри помещения	до 15 сут.
Гепатит утят	влажный помет	21–37 сут.
Атипичная чума (болезнь Ньюкасла)	помет	1 мес.
Кокцидиоз	помет	1 год

Природные условия определяют способ хозяйственной деятельности населения территории. Республика Калмыкия имеет преимущественную специализацию пастбищного животноводства. Выращивание овец и производство продуктов из них (мясо,

шерсть, шкуры) составляют основу занятости трудоспособного населения, обеспечивая тем самым экономическую безопасность сельских поселений аридных территорий.

Доля производства основных видов продукции животноводства в хозяйствах населения в общем объеме составляет 70,2 % всей сельскохозяйственной продукции. При этом свыше 79 % овец сосредоточено в индивидуальных и крестьянско-фермерских хозяйствах, которые обеспечивают прирост поголовья (на 109,3 % в год).

Затраты на шерсть и овчину составляют около 40 % всех затрат на производство продукции овцеводства. При этом шерсть удается реализовать за 30-36 руб. за 1 кг. Овчины вообще уходят за бесценок или выбрасываются, как отходы.

Сложившаяся практика выращивания овец в Калмыкии направлена преимущественно на пастбищное животноводство, упуская комплексность решения региональной проблемы — экологизации овцеводческой сферы как базового для Республики производственного кластера, что соответствует стратегическим приоритетам развития экономики, а также социально-экологическим интересам населения.

Анализ состояния овцеводства в РФ и в отдельных аридных регионах с учетом климатических, географических, экономических и социальных особенностей республики Калмыкия позволил сформулировать научно — технологическую проблему экологичного ведения хозяйства овцеводческими предприятиями как форму реализации экономической безопасности сельских поселений аридных территорий.

Для комплексного решения региональной проблемы фермерского овцеводства в нее следует включить эколого-экономические мероприятия:

— организовать забор подземных вод в районе загонов животных с очисткой вод до нормативных требований к водопою с использованием в качестве реагента шоколадных глин,

месторождения которых имеются в северной части Калмыкии, в Приергенинском районе;

— организовать производство промышленных продуктов из навоза овец — в виде активированного угля фиксированных по размерам фракций;

— установку по производству продуктов из навоза овец рекомендуется выполнять мобильной для поочередного обслуживания ряда овцеводческих ферм; оборудование размешается в передвижных модулях, размером 3×6×2,8 м, смонтированных на автоплатформах, — для производства сорбента — 2 модуля;

— размещение хозяйств в районах выпасов в полевых условиях при отсутствии централизованного энергоснабжения потребуют автономного энергообеспечения, приоритетным энергоносителем для этого могут стать аккумулированные системой зеркальных рефлекторов солнечные лучи;

— повысить рентабельность производства путем организации мобильного пункта мойки шерсти с использованием фильтров в местах стрижки овец с узлом очистки и повторного использования вод, что в 2 раза увеличит продажную стоимость шерсти.

1.2.1. Подготовка подземных вод для водопоя

Проблемы дефицита питьевой воды в субъектах Южного федерального округа существуют: Астраханская, Волгоградская, Ростовская области, Республика Калмыкия и Ставропольский край. При этом уровни обеспеченности водой колеблются от «удовлетворительного» (Астраханская, Волгоградская и Ростовская области), «от удовлетворительного до неудовлетворительного» (Ставропольский край), до «полного отсутствия» (Республика Калмыкия). Также в названных регионах существуют проблемы с сельскохозяйственным водоснабжением и водопоем скота. [24, 104].

Следует отметить, что в Калмыкии проблема водоснабжения усугубляется еще и тем, что для питья зачастую используется

некачественная и не соответствующая санитарно-гигиеническим требованиям по своим показателям вода [25, 85].

В аридной зоне наряду с поверхностными водными ресурсами (реками, озерами, прудами, лиманами и другими водоисточниками) используются подземные воды, прежде всего артезианские скважины. Эти воды преимущественно соленые и горько-соленые. Глубина залегания водоносных горизонтов эксплуатируемых скважин колеблется в пределах от 50 до 500 м. Артезианские воды, несмотря на их повышенную минерализацию, являются важным источником обводнения и водопоя скота и составляют значительную часть водоресурсного потенциала региона.

В мае 2004 г. Правительство Республики Калмыкия рассмотрело вопрос «О реализации региональной программы «Обеспечение населения Республики Калмыкия питьевой водой»» и приняло программу «Развитие и техническое совершенствование систем водоснабжения городов, населенных пунктов и обеспечение безопасности гидротехнических сооружений по Республике Калмыкия на 2004 — 2010 гг.». Эта программа стала продолжением региональной программы «Обеспечение населения Республики Калмыкия питьевой водой», утвержденной 3 сентября 1999 г.

Однако следует констатировать, что не все планируемые мероприятия по указанным Программам выполнены к настоящему времени ввиду ряда причин, в основном, экономического характера.

Поэтому актуальным является обоснование и разработка технологических решений по очистке подземных вод для водопоя непосредственно на фермерском хозяйстве с использованием местных природных реагентов.

1.2.2. Мойка и очистка вод мойки шерсти

По данным Министерства сельского хозяйства РК, в сельхозпредприятиях республики насчитывается сегодня 657 тысяч голов овец, а с учетом не подотчетных ведомству крестьянских фермер-

ских хозяйств и личных подсобных хозяйств — около двух миллионов.

В целом по окончании кампании выращивания хозяйства всех форм собственности, настригают как минимум восемь тысяч тонн шерсти. Каждый раз перед животноводами встает вопрос: как продать товар наиболее выгодно, чтобы они могли окупить затраты и хотя бы получить небольшой доход. Овцеводство, после стрижки овец поставляет сырье для производства шерстяных изделий. Недостаток централизованных фабрик по первичной обработке шерсти (ПОШ), заброшенных в регионе в основной массе в годы кризиса, не позволяет полностью перерабатывать сырье, которое продается за бесценок, в т. ч. и за рубеж, или выбрасывается на полигоны отходов. К тому же, из зарубежья шерсть возвращается в РФ по цене выше на порядок. К тому же проблема сбыта шерсти и в других регионах страны стоит очень остро [26,27].

По плану развития овцеводческой отрасли, утвержденному Минсельхозом России, в ближайший год в Калмыкии предусмотрено довести численность овец во всех категориях хозяйств до 2,5 миллиона голов, то проблема реализации шерсти станет еще острее.

В Калмыкии, в 1996 году, была введена в эксплуатацию фабрика ПОШ «ЭлМи (Элиста-Минск)». Мощность переработки — 10 тысяч тонн немытой шерсти в год. Предполагалось производить щипаную шерсть, сырые шкуры и шкуры крупного рогатого скота, животных семейства лошадиных, овец, коз и свиней. Фабрика была оснащена современным оборудованием. На строительство и оснащение было затрачено 2,5 млн долларов. Предприятие закупало сырье у местных хозяйств и частных лиц. Готовая продукция предприятия-промытая шерсть, была отсортирована в соответствии с российскими стандартами качества. Его основными покупателями являются текстильные предприятия стран СНГ, такие как, Беларусь и Кыргызстан. К 2010 году для организации замкнутого цикла переработки шерсти планировалось построить типо-

вой цех по сортировке шерсти, а также цех по производству топса и жировой продукции.

В девяностых годах, параллельно с монтажом оборудования, стали строить очистные сооружения (ОС), так как это экологически вредное производство. Но строительство ОС так и не завершили, потому что руководители, в то время, стремились быстрее сдать в эксплуатацию предприятие, да и денег на завершение очистных не было. Министр охраны окружающей среды РК под давлением с трудом поставила свою подпись под актом о приемке предприятия в эксплуатацию. Предполагалось завершить строительство ОС при получении доходов предприятием в процессе работы фабрики. В то время выход был найден следующим образом: рядом с недостроенной очистной станцией находилась балка, в которую пускались отходы. Внизу была сооружена пара примитивных дамб, чтобы сточные воды не разливались, проложены трубы и установлены задвижки. На этом строительство очистных сооружений заканчивается [28].

Строительство новых узловых ПОШ для нескольких близкорасположенных районов весьма затратно и длительно. Поэтому в рамках расширения импортозамещения нами предлагается создание мобильных установок ПОШ на базе автотранспорта, переезжающих в районы стрижки овец и оборудованных установками мойки шерсти и очистки сточных вод.

На производствах ПОШ образуются высококонцентрированные шерстомойные сточные воды (ШСВ), количественный и качественный состав загрязнений которых зависит от качества исходной шерсти и водной технологии, используемой для ее промывки. Кроме загрязнений, находящихся в немытой шерсти, ШСВ содержат еще реагенты, используемые для приготовления моющих растворов. В зависимости от условий выращивания и породы овец немытая шерсть содержит механические примеси: песок, глину, частицы почвы и растений, навоз, а также специфические загрязнения шерстяной жир и пот [26].

Средние показатели по загрязненности шерсти к общей массе шерсти,%: промытой шерсти — 40, жира и пота шерсти — 30, примесей — 30.

По специфическим загрязнениям ШСВ фабрик ПОШ (фазово-дисперсное состояние) подразделяются на 4 группы [27, 28]:

1) группа 1 — грубодисперсные механические примеси: глины, волокна шерсти, частицы песка, остатки пищи и навоза, почвы, растений. На поверхностях которых содержится часть шерстяного жира. Практически он неотделим от загрязнений. Частицы извлекаются свободно на сепараторах-разделителях от нейтрального шерстяного жира. Размер грубодисперсных частиц составляет $> 10^{-7}$ м. Частицы размером $> 5\times10^{-5}$ мс объемной массой $\gamma > 2$ г/см^3 отделяются простым отстаиванием. Частицы размером $> 3\times10^{-6}$ м могут быть отделены в центробежном поле.

Получаем, что все грубодисперсные механические примеси первой группы могут быть выделены в отстойниках, на осадительных центрифугах или в сепараторах, и вода, освобожденная от этих загрязнений, вновь может быть использована для промывки. Загрязнения первой группы по массе составляют 75 % от общего количества загрязнений.

2) группа 2 — золи и высокомолекулярные растворы, размеры отдельных частиц которых находятся в узком диапазоне 10^{-7} — 10^{-8} м. В этом состоянии в ШСВ присутствуют шерстяной жир гуминовые вещества, и продукты разрушения шерстяного кератина. Специфика этих загрязнений заключается в том, что они не реагируют на механические процессы осаждения или фильтрации, происходящие в таких конструкциях и устройствах, как песколовки, отстойники, гидроциклоны или осадительные центрифуги.

Гуминовые вещества придают сточным водам устойчивый темно-коричневый цвет, который не исчезает даже при пятиступенчатой биологической очистке мыла и соды ШСВ. Однако присутствие этих веществ в моющих растворах существенно не влияет на процессы стирки шерсти, так как, как правило, эти процессы

ухудшаются в присутствии солей временной и постоянной жесткости. Можно сделать вывод о том, что загрязнения этой группы не влияют на интенсивность промывочных процессов.

3) группа 3 — мыла, поверхностно-активные вещества, аминокислоты и органические кислоты жирных кислот, образующие молекулярные растворы с дисперсностью 10^{-8} — 10^{-9} м. Все вещества этой группы, за исключением аминокислот, вносят свой вклад в процесс мойки. Остатки не прореагировавших реагентов, СПАВ и мыла являются сами по себе основными моющими средствами.

4) группа 4 — вещества, образующие ионные растворы с дисперсностью 10–9 — 10–10 м: соли PO_4^{3-}, Cl^- и K_2CO_3, выщелачиваемые из шерстяных загрязнений, а также специальные реагентные добавки в моющий раствор — Na_2CO_3, соли SO_4^{2-} и Cl^-, которые поступают отдельно или в качестве компонентов моющих средств, например соли SO_4^{2-} при мойке шерсти с использованием анионных поверхностно-активных веществ, где они используются в качестве наполнителя. Таким образом, почти все компоненты четвертой группы — ионы, образующие растворы — способствуют промывочным процессам.

Исходя из ФДС [38, 101] и состава сточных вод, поступающих на очистные сооружения первичной обработки шерсти (таблица 1.3), на стационарных фабриках ПОШ обработка вод ведется по следующей схеме очистки:

- простая МО;
- ФХО с использованием реагентов;
- биологическая очистка (в качестве первой ступени — аэротенк-смеситель, в качестве второй ступени — аэротенк-вытеснитель);
- доочистка в СФ.

По количеству отходов, образующихся в том или ином технологическом процессе, в значительной мере можно судить об эффективности использования сырья. В то же время образование отходов является одним из основных факторов, определяющих

масштабы вредного воздействия производства на окружающую среду, следовательно, может служить показателем экологичности технологического процесса [72].

Таблица 1.3 — Характеристика сточных вод ПОШ [10]

Показатели	**Ед. изм.**	**Значения показателя до очистки, не более**	**ПДК$_{рыб/хоз.}$**
pH	-	10,5	6,5-8,5
Взвешенные вещества	мг/л	11 000	5
Сухой остаток	мг/л	33 000	1000
Шерстный жир	мг/л	4000	0,05
ХПК	мг O_2/л	25 000	30
БПКп	мг O_2/л	5 000	3
СПАВ$_{АН}$	мг/л	0,76	0,5
Аммоний (NH_4^+)	мг/л	54	0,39
Фосфаты (PO_2)	мг/л	5	0,6

Однако для мобильных фабрик ПОШ методы очистки СВ в стационарных условиях должны быть скорректированы в направлении минимизации габаритных размеров установок, что потребовало лабораторной проверки их эффективности.

На основании вышесказанного, мы технологические решения по мойке и очистке оборотных вод мойки шерсти непосредственно на фермерском хозяйстве с созданием передвижной установки для обслуживания ряда соседних хозяйств [28].

1.2.3. Способы утилизации овечьего навоза

Сельскохозяйственное производство дает отходов в год около 250 млн тонн, из них 150 млн тонн приходится на животноводство и птицеводство, 100 млн тонн — на растениеводство. Объем питательных элементов во всех стоках животноводческих ферм

нашей страны в год эквивалентен 2,2 млн т. азота, 1 млн т. фосфора и 1 млн т. калия. Это в 4 раза превышает количество загрязнений от сточных вод пищевой промышленности и хозяйственно-бытовых стоков объемом 11,8 млн $м^3$ в год [28].

На территории животноводческих комплексов особую угрозу окружающей среде представляет скопление навоза, а также нитратное и микробное загрязнение земли, поверхностных и грунтовых вод. Загрязнение почв, снежного покрова и вод поверхностного стока влечет за собой изменения показателей качества кормовых культур на сельскохозяйственных угодьях, примыкающих к животноводческим фермам.

Тут также надо особо уделить внимание проблеме переработки отходов птицефабрик и ферм, большую долю которых составляет помет [28, 37, 103, 111].

В настоящее время в Ростовской области и в целом по ЮФО растёт производство скота и птицы на животноводческих комплексах, при этом сотни тонн ценного удобрения — животноводческих стоков — вместо возможной пользы, приносят вред сельскому хозяйству и окружающей среде [106].

Анализ процесса сушки и охлаждения гранул [29] показывает, что овечий навоз — концентрированное удобрение, поэтому его нужно правильно вносить и стараться не допускать передозировки. На песчаном грунте его действие длится 2–3 года, на глинистом — до 5 лет. В овечьем навозе мало воды — всего 65 %, для сравнения в коровяке и свином — до 80 %. Органических веществ, соответственно, также больше — до 33 %, самый большой показатель азота — 0,8 %, калия — 0,7 %. Меньше всего фосфора — 0,2 %. Практически любой навоз содержит мало фосфора, поэтому для сбалансированного питания растений его добавляют в виде суперфосфата, фосфоритной муки.

Когда применяют овечий навоз, как удобрение, в свежем виде, почвенные азотфиксирующие микроорганизмы начинают его перерабатывать. При этом выделяются продукт их жизнедеятель-

ности — газ метан, опасный для корневой системы, что является определяющим фактором, из-за которого нежелательно удобрение свежим овечьим навозом грядок.

Таблица 1.4 — Химический состав овечьего навоз,%

Вода	64,6
Органическое вещество	31,8
Азот	0,83
Калий	0,67
Кальций	0,33
Фосфор	0,23

Овечий помет относится к горячим видам. При его разложении выделяется большое количество тепла. Так бывает со всеми видами навоза, которые содержат мало воды, но много органики. Коровяк и свиной навоз в этом плане гораздо слабее. Они дольше перегнивают в грунте, поэтому потерь питательных веществ происходит больше.

Расстояние до жилых зданий от объектов обеззараживания отходов (≥ 3000 м) и животноводческих помещений (≥ 200 м) [23].

Тип, состав и технологическая схема (рис. 1.2) сооружений для обеззараживания отходов зависят от вида навоза, природных и производственных факторов (табл. 1.5).

Таблица 1.5 — Способы обеззараживания навоза [23]

Наименование	**Способы обеззараживания**		
	биологические	**химические**	**физические**
Подстилочный навоз влажностью 65-70 %	Биотермический		

Наименование	Способы обеззараживания		
	биологические	**химические**	**физические**
Подстилочный навоз влажностью 70-85 %	длительное выдерживание		
Твердая фракция жидкого навоза влажностью до 80 %	биотермический		
Навоз из подпольных хранилищ	биотермический, длительное выдерживание		
Глубокая несменяемая подстилка	биотермический, длительное выдерживание		
Бесподстилочный:			
полужидкий с влажностью 86-92 %	компостирование, длительное выдерживание	аммиак, формальдегид	
Жидкий с влажностью 93-97 %	анаэробная термофильная ферментация, длительное выдерживание, интенсивное аэробное окисление	аммиак, формальдегид	термический, гамма-излучение, переменное электромагнитноеполе
Навозные стоки влажностью более 97 %	длительное выдерживание		термический, гамма-излучение
Биологически очищенные навозные стоки	длительное выдерживание	хлор, озон	термический, гамма-излучение
Осадки из отстойников	анаэробная термофильная ферментация, компостирование	аммиак, формальдегид	термический, гамма-излучение

Наименование	**Способы обеззараживания**		
	биологические	**химические**	**физические**
Помет	компостирование, длительное выдерживание		высушивание
Помет с подстилкой	биотермический, длительное выдерживание		ускоренное компостирование интенсивной вентиляцией воздухом

Близость животноводческих ферм от поверхностных и подземных вод оказывает влияние на загрязнение водоемов. В этих условиях продолжительность миграционного пути биогенов от их источников до водных объектов невелика, они не успевают закрепиться в почве и их концентрация остается высокой.

В качестве основного направления, которое в наибольшей степени предотвратило загрязнение окружающей среды при стойловом содержании скота на животноводческих фермах и комплексах является очистка и утилизация навозных стоков. При этом используются следующие технологические схемы утилизации навоза: очистка с разделением на твердую и жидкую фракции; использование стоков для производства торфокомпостных смесей, которые вывозят на поля биотермического обеззараживания; очистка стоков с помощью прудов-накопителей и навозохранилищ; самоочищение и утилизация отходов в естественных водоемах; анаэробная переработка или сбраживание жидкого навоза, благодаря которому в нем гибнут патогенные микроорганизмы, навоз теряет неприятный запах, а семена сорных растений — всхожесть. Наиболее эффективное направление хозяйственного использования жидкого навоза на животноводческих фермах и комплексах мясного и молочного направления — утилизация его на полях орошения [73, 74, 75, 76, 107, 110].

Компостирование навоза применяют для получения компостогумифицированного продукта биологического окисления, который содержит органические соединения, продукты распада, биомассу мертвых микроорганизмов и т. д. Внесение этого продукта в почву не вызывает нарушения стабильности агроэкосистем. В процессе компостирования удовлетворяется потребность в кислороде, выделяются диоксид углерода и вода, возрастает температура и органические вещества переходят в стабильную форму. При сборе навоза в бурты сохраняется часть тепла, выделяющегося при ферментации, что ускоряет процессы компостирования.



Рисунок 1.2. Принципиальная технологическая схема утилизации навоза [28]

Не включен в технологическую схему биоэнергетический метод утилизации отходов, который решает одновременно несколько задач: сбора и переработки отходов с улавливанием и нейтрализацией вредоносных биогазов, получение экологически чистых удобрений, а также метана для мини-ТЭЦ, газообразного топлива

для автотракторной техники, обеспечения работы бесфреонового охладителя, производства «сухого» льда, соды и т. д. В Европе в 1998 г. насчитывалось более 800 (в том числе 24 крупных) биоэнергетических установок, работающих на навозе и помете, в Китае, Индии и других странах Азии их свыше 3 млн.

В РФ применение данной технологии сдерживается ввиду отсутствия инвестиций, а также отсутствие отечественных комплектующих аппаратов для очистки [28].

Актуальной для экологии и экономики фермерских овцеводческих хозяйств может быть разработка и создание мобильной установки для получения из помета и подстилки с пометом топливных гранул (пеллет), а также сорбента, который будет применяться непосредственно на месте его производства для очистки вод для водопоя, а также сбросных шерстомойных вод. Полученные на фермерских овцеводческих хозяйствах пеллеты будут топливом для районов республики, где отсутствует газификация (рис. 1.3), а также удобрением, повышая при этом экономическую эффективность фермерского хозяйства [77, 78, 80].

Организация на фермерском хозяйстве производства по выпуску гранулированных удобрений из навоза овец надлежит руководствоваться соответствующими нормативами РФ [96, 97, 98, 99, 100] и методическими указаниями [109].

Республика Калмыкия имеет перспективу и потенциал экономического развития, который определяется благоприятными географическими и климатологическими данными, транспортно-географическим положением, наличием запасов агрохимического сырья, строительных материалов, углеводородного сырья, благоприятными условиями для использования ветроэнергетического потенциала и солнечной энергии, наличием земельных ресурсов сельскохозяйственного назначения и естественных кормовых угодий.

В то же время в масштабе РФ экономический потенциал Калмыкии недостаточно развит. Объём ВРП Калмыкии в 2011 году



Рисунок 1.3. Топливные элементы (пеллеты) из овечьего навоза

составил всего 29318,7 миллиона рублей, что составляет 0,06 % совокупного ВРП России (2011) [16].

Эколого-экономический анализ показывает, что в аридных зонах РФ, включая Калмыкию, овцеводство является традиционно базовой составляющей аграрной экономики. Республика Калмыкия имеет преимущественную специализацию пастбищного животноводства. Однако ввиду практически полного отсутствия мощностей по первичной обработке шерсти, износа оборудования на российских камвольных предприятиях имеет место диспаритет цен на шерсть и овчину на рынке и затрат на их производство, что снижает экономические показатели и перспективы развития отрасли.

Преимущественная специализация РК пастбищное животноводство. На протяжении последних 20 лет имеет положитель-

ную динамику развития отрасли: поголовье овец увеличилось в 1,7 раза и составило 24,8 млн, в хозяйствах сельских поселений сосредоточена большая часть поголовья (46,2 %), в крестьянских фермерских хозяйствах — 36,6 %. Основу занятости составляет выращивание овец и производство продуктов из них, обеспечивая тем самым экономический потенциал сельских поселений аридных территорий.

К основным проблемам развития овцеводства следует отнести:

— существующее эколого-экономическое состояние РК и малая заинтересованность СХ пользователей в воспроизводстве и сохранении (улучшении) пастбищ;

— отсутствие аккредитованных лабораторий не позволяет отечественной шерсти выйти на мировые рынки;

— отсутствие взаимосвязи между КФХ (ЛПХ, фермерами) и государством в экономической поддержке в условиях аридных территорий и обратная отдача, направленная на наращивание экономического потенциала (налоговый потенциал, ВРП).

Экологизация фермерских хозяйств путем создания водопойных узлов на базе местных подземных источников водоснабжения, создания установки по местной мойке шерсти с замкнутым циклом очистки вод мойки шерсти является одним из направлений повышения ресурсосбережения и экономичности, которое практически не рассматривается в литературных источниках и internet-ресурсах по овцеводству [28].

Для обоснования данных предложений необходима их теоретическая и экспериментальная проработка с учетом региональных особенностей фермерских хозяйств республики Калмыкия.

Глава 2
Теоретические положения технологий очистки вод фермерских овцеводческих хозяйств

2.1. Особенности водного фактора для Калмыкии

Аридность, как известно, это сухость климата, приводящая к недостатку влаги для жизни организмов. *Аридные земли* — территории с засушливым климатом, определяющим характер почвенного и растительного покрова и, соответственно, жизнедеятельности населения.

Калмыкия является самым засушливым регионом РФ среди аридных территорий с острой проблемой водоснабжения населения, сельского хозяйства и промышленности [30, 31, 32, 33, 88].

Республика Калмыкия расположена в зонах степей, полупустынь и пустынь. Резко континентальный климат РК с жарким и очень сухим летом, малоснежной зимой с годовым количеством осадков — 210–340 мм.

Как мы отмечали выше, РК не имеет достаточного количества собственных подземных и поверхностных источников пресной воды. В основном она обеспечивается водой из бассейнов рек соседних регионов: Чограйского водохранилища, Кумы, Волги, Кубани и Терека.

Поверхностных вод в регионе мало. На Прикаспийской низменности и Кумо-Манычской впадине встречаются лишь мелководные соленые озера (Сарпинские, Состинские, Маныч-Гудило, Цаган-Хак и др.). Короткие водотоки, стекающие весной по балкам Ергеней, образуют на Прикаспийской низменности обширные

полувысыхающие летом лиманы. Опресненные воды северной части Каспийского моря (соленость около 2 %), отчасти используются для водоснабжения [30].

Основным источником питания поверхностных вод являются талые снега. Дождевое питание ничтожно мало, так как это связано с малыми осадками в летний период года, и не дает стока, почти полностью испаряется.

В соответствии с таким питанием режим рек восточного склона Ергеней характеризуется непродолжительным весенним половодьем и очень малым стоком в остальное время года. Большинство рек непосредственно после весеннего половодья пересыхает до следующего года [30].

Наиболее значительное родниковое питание имеют рр. Яшкуль, Амта-Бургуста, Каменная, Зельмень, Кара-Сал. Всего на территории республики выявлено более 100 родников и приурочены они, как правило, к среднему течению рек [30].

Малые реки РК в основном имеют малый дебит воды и подвержены высокой антропогенной нагрузке. Вызванная в основном интенсивной хозяйственной деятельностью на водосборной площади. Отсутствием стока в водохранилища. В летнее время 90 % рек испаряются, что влияет на водоснабжение, обводнение и водоотведение [90].

Основными подземными водоносными горизонтами на территории республики являются 4 горизонта: апшеронский; хвалыно-хазарский; понтический и ергенинский. Подземные воды представлены верхне-четвертичным, средне-четвертичным, нижне-четвертичным и апшеронским водоносными горизонтами и на рассматриваемой территории хорошо изучены [30].

Грунтовые воды первых 3-х водоносных горизонтов по своему химическому составу относятся к соленым, диапазон их минерализаций составляет 6,9-57,2 г/л. Минерализация подземных вод этого горизонта изменяется в пределах — от 1,30 г/л до 21,1 г/л. В основном слабосолоноватые воды с минерализацией до 5 г/л,

распространены вдоль побережья р. Кумы. Воды относятся к хлоридно-натриевыевым и при небольшой минерализации — сульфатно-хлоридно-натриевые [30].

Залегает горизонт на глубине от 180 до 270 м. Этот горизонт в данном районе имеет практическое значение. В южной части он используется для водоснабжения как питьевого, так и сельскохозяйственного. В северной части района этот горизонт используется для сельскохозяйственного водоснабжения.

Степень освоения разведанных запасов очень низкая, менее 10 % В целом потенциальные эксплуатационные ресурсы разведанных подземных вод составляют не более 170 тыс. м3/сутки [30].

Формирование ориентированной на государственные императивы региональной системы управления эффективностью водопользования, в которой инновационные механизмы согласования интересов всех субъектов водного хозяйства региона сочетаются с решением вопросов рационального распределения ограниченных водных ресурсов, является сложной и многоаспектной задачей. Это объясняется целым комплексом причин общесистемного и специфического характера [89].

Усредненный показатель водопотребления на одного человека составляет около 105 литров в сутки, намного ниже расчетной нормы — 174 л. В восточных и юго-восточных районах — не более восьми литров в сутки на одного человека. Для сравнения: среднее потребление по России — 300 л/чел. В РК нет достаточного количества пригодных для промышленного производства пищевых продуктов и напитков водных ресурсов [30].

В течение многих лет в Калмыкии для санитарной обработки овец использовались фенол и его производные. Ванны для купания овец обычно располагались на берегах малых рек. Установлено, что фенол поступал в поверхностные водотоки [30]. Качество воды в источниках хозяйственно-питьевого водоснабжения не позволяет использовать ее для питья и производства продуктов питания без профессиональной очистки по специальным технологиям.

Во многих месторождениях РК наблюдается повышенная минерализация (от 2 до 21 г/л) и жесткость воды (от 11 до 15 мг — экв/л), что по содержанию соли превышает нормы для хозяйственного и питьевого водопотребления, а также для водопоя КРС и МРС. Поиск, обоснование и разработка методов снижения содержания соли в водах РК имеет экологическое, экономическое и социальное значения.

2.2. Особенности водообеспечения фермерских хозяйств Калмыкии

Основная масса фермерских овцеводческих хозяйств Калмыкии расположена вдали от поверхностных водоемов, воды которых, чаще всего, имеют повышенное солесодержание и, в случае использования в качестве источников водоснабжения, нуждаются в предварительной деминерализации. Подземные воды Калмыкии также относятся к минерализованным и перед использованием их для хоз — питьевых нужд населения или в сельском хозяйстве требуется предварительная обработка [30, 31, 32, 33].

Если для концентрированно проживающего населения в Калмыкии (города, поселки и т. п.) принципиально возможно создание стационарных водопроводных очистных сооружений поверхностных и подземных вод с использованием современных технологий, оборудования, обслуживающего персонала, то для фермерских хозяйств таковыми могут быть передвижные водоочистные мобильные установки [34] с квалифицированным обслуживающим персоналом, нарабатывающие требуемые объемы воды для овец по согласованному графику для нескольких соседних ферм. Однако при этом резко возрастут затраты на технологию и логистику, что снизит конкурентоспособность продукции данной фермы.

Учитывая на ферме отсутствие узких специалистов по очистке вод и малую численность работников (5–8 человек), экологически и экономически обоснованной и востребованной может быть упрощенная стационарная установка для очистки подземных вод с повышенным солесодержанием, вместе с тем обеспечивающая нормативное качество для водопоя и внутрихозяйственных нужд, включая мойку шерсти при стрижке овец.

Очень важна процедура водопоя овец, так как нехватка воды для животных переносится значительно тяжелее, чем голодание. Суточная потребление воды у овец зависит от кормов, времени года, физиологического состояния, возраста и т. д. Взрослые овцы за день выпивают 2,5–4,5 л, а в жаркую погоду — до 6,5 л. Поить овец следует 2–3 раза летом и 1–2 раза в осенне-летний период, когда потребность в воде уменьшается. Температура воды для водопоя должна быть не менее 8–10 °С [45, 46, 48].

Классические методы очистки вод, в т. ч. и для водопоя животных, не позволяют удалять из неё многие виды загрязнений (особенно содержащиеся в молекулярной или ионной форме), которые могут встречаться в поверхностных и подземных водоисточниках. Эти методы часто не обеспечивают получение воды нормативного качества, особенно при удалении привкусов и запахов природного происхождения. Для удаления их применяют дополнительные достаточно дорогие методы обработки воды: окисление, сорбцию, ионный обмен, мембранные технологии и др. [112]. Можно с сожалением констатировать, что по ряду обстоятельств, в первую очередь, экономических для фермерских хозяйств Калмыкии применение таких методов нереально в ближайшие десятилетия.

В районах с солончаковыми грунтами, а также там, где в почве залегает гипс, вода имеет высокую минерализацию. В этих случаях [47] допускается применять воду для поения животных, отвечающую следующим требованиям (табл. 2.1).

Поэтому с учетом местных условий (климатических, географических, социальных) необходим поиск и обоснование наиболее

экономичного и эффективного метода очистки воды. Таким комплексным эффектом обладает адсорбционный метод очистки вод с использованием глинистых минералов. Конкретно для условий Калмыкии это могут быть шоколадные глины, как природные, так и химически модифицированные.

В последние годы [39, 40, 41] в ряде отечественных и зарубежных [42, 43, 44] публикаций описан метод снижения солесодержания вод с применением в качестве сорбента шоколадных глин [39], залежи которых имеются и в Калмыкии [84].

Методы снижения солесодержания вод применительно к условиям республики Калмыкия с учетом современных технологий и местных материалов очень разнообразны.

Совершенствование картриджных и других технологий позволяет создавать компактное высокопроизводительное оборудование для очистки вод [39,49].

Таблица 2.1 — Допустимый минеральный состав вод для водопоя овец в районах с солончаковыми грунтами

Овцы	**Минеральный состав воды, мг л**			**Общая жесткость, мг-экв/л**
	сухой остаток	**хлориды**	**сульфаты**	
Взрослые овцы	1000 5000	700 2000	800 2400	24 45
Ягнята и ремонтный молодняк	300 3000	500 1500	600 1000	20 30

Адсорбция органических молекул из водных растворов зависит от разности энергий адсорбционного взаимодействия молекул компонентов раствора с атомами поверхности адсорбента и энергии взаимодействия органической молекулы с молекулами воды.

Широкое применение в промышленности нашли активные угли. Поверхность кристаллитов углерода электронейтральна,

и адсорбция определяется дисперсионными силами взаимодействия. Структура углей представлена совокупностью пор всех размеров, а адсорбционная емкость и скорость адсорбции зависят от содержания микропор в единице массы или объема [48].

В последнее время стали проводиться углубленные исследования таких сорбентов, как цеолитов. Это алюмосиликаты, отличающиеся строго регулярной структурой пор, которые в обычных условиях заполнены молекулами воды. У них имеются адсорбционные емкости, соединенные друг с другом входами-окнами. Поглощение идет таких молекул, размер которых меньше диаметра входного окна [48].

2.2.1. Применение глин для очистки вод

Глинистые образования чрезвычайно широко распространены на земной поверхности. Особенностью глин является то, что структурные элементы в них, обычно имеют микронный и субмикронный размер, и сложены частицами глинистых минералов. Микроморфологические исследования глинистых образований имеет особое значение для понимания истории их развития и объяснения многих свойств, связанных с чрезвычайно малым размером и высокой физико-химической активностью глинистых минералов [114].

Основными компонентами являются глинистые минералы и мелкодисперсный детритный материал-перлит (размер частиц менее 0,01 мм). Глинистые минералы-основа глинистых пород-являются в основном представителями слоистых силикатов. Они состоят из тетраэдрических, октаэдрических и других кристаллических сеток. Глинистые частицы в своей массе имеют размер менее 0,004 мм. Алевролит и, в меньшей степени, песчинки присутствуют в качестве примесей в глинистых породах [40, 41].

Наиболее широко применяются в практике очистки вод монтмориллонитовые глины, отличительной способностью их является поглотительная способность, которая связана с активными

катионными обменами в кристаллической решетке [47, 48, 49, 50]. При этом модифицированной монтмориллонит, содержащей глины в качестве адсорбента, выделяет из воды ионы кальция, магния, железа, хлоридов, сульфатов и остаточного хлора. Наибольшую практическую ценность имеют чистые монтмориллониты, обладающие наибольшей диспергируемостью, пластичностью и связностью. На связывающую способность монтмориллонита огромное влияние оказывают обменные основания, особенно важно благоприятное соотношение содержаний натрия и кальция.

По минералогическому составу, в основном, монтмориллонитовые глины, отличаются повышенной связующей способностью. К этой группе относят бентониты.

Бентониты представляют обычно слоистые светлоокрашенные зеленоватые или желтые глинистые породы, иногда темнеющие при выветривании. Жадно поглощая воду, иногда даже с повышением температуры, бентониты, как правило, резко увеличиваются в объеме и приобретают студенистый вид. При высыхании многие бентониты покрываются трещинами и распадаются на твердые остроугольные куски.

Флоридины, благодаря их способности в естественном виде поглощать определенные вещества, применяются главным образом в нефтяной промышленности для очистки различных нефтепродуктов. Некоторые виды монтмориллонитовых глин используются в жировой и пищевой промышленности для очистки растительных масел и животных жиров, уксуса, вин и фруктовых соков [44].

Большой интерес представляет сорбент со «вкусным названием» шоколадные глины [44]. Они, как правило, высокодисперсны, характеризуются развитой поверхностью и являются хорошими сорбентами (особенно для полярных веществ). Для глинистых минералов, также как и для цеолитов, наряду с ионным обменом характерны физическая и молекулярная сорбция. Также наблюдается небольшая способность к анионному обмену [48].

По характеру распространения отмечаются два типа шоколадных глин: сплошное и мозаичное. Первый развит в пределах большей части волжской долины, на её левобережье и долине Среднего Урала. Прерывистый тип отмечается в Калмыки и дельте Волги [48].

Анализ опорных разрезов шоколадных глин на всех участках их распространения показывает, что для них характерны субфации: а) монолитные неслоистые либо скрыто-слоистые разности исключительно глинистого состава, с редкими тонкостворчатыми раковинами моллюсков; б) тонкое переслаивание шоколадных глин с песками, часто содержащими обильные раковины раннехвалынских моллюсков; в) чередованием пачек массивных глин, слоистых глин и песков включающих раковины раннехвалынских моллюсков [48].

Известно, что адсорбционные свойства глин могут быть существенно изменены в результате химического инициирования, которое можно проводить неорганическими и органическими катионами, силикаторганическими соединениями, азотсодержащими и другими веществами [48].

Ярким примером такого процесса является обработка глин растворами сильных кислот. Этот процесс получил название «кислотная активация». Можно предположить, что в результате использования более концентрированных растворов происходит не только ионный обмен, но и «молекулярная сорбция». Применение активированных глин вместо природных позволяет получить высокоочищенные продукты, значительно уменьшить их потери, снизить количество адсорбентов, необходимых для очистки, и, следовательно, сократить расходы на их перевозку. Также они обладают повышенными адсорбционными свойствами [10, 41, 48, 49].

Так как кристаллическая структура глины образована тетраэдрами SiO_4 и AlO_4, то для инициирования их сорбционных свойств можно использовать ортофосфорную H_3PO_4, серную H_2SO_4 и соляную HCl кислоты В результате можно получить ионит для извлечения из воды солей жесткости Ca^{2+} и Mg^{2+} [48].

Опыт эффективного применения природных сорбционных и ионообменных материалов в других регионах для обработки природных вод с высоким содержанием стал побудительным образцом для изучения возможности использования местных аналогичных материалов в республике Калмыкия [48].

Участки распространения шоколадных глин известны в районах Среднего и Нижнего Поволжья, а также в Калмыкии, где глины вскрываются в бортах обширных соровых и дефляционных котловин, широко развитых в низменных приволжских районах республики и Черных землях [40, 41]. Обширными полями сплошного, либо прерывистого, залегания, они развиты в волжской дельте Калмыкии, системе депрессий Кайсацкое-Эльтон-Баскунчак (рис. 2.1, 2.2).

Таблица 2.2 — Состав тяжелой фракции ергенинских песков и хвалынских отложений,%

Минералы	**Хвалынские**	**Ергенинские**
Сильно измененные ожелезненные минералы	55,7	-
Хлорит	5,1	3
Касситерит	1,1	-
Дистен	5,8	46
Альмандин	2,9	-
Турмалин	1,9	8
Лимонит	9,7	-
Биотит	2,9	20
Эпидот	1,4	-
Ставролит	1,2	8
Магнетит	7,9	-
Циркон	2,7	10
Апатит	-	-
Гематит	2,5	-



Рисунок 2.1. Переотложение шоколадных глин, вымытых из хвалынской террасы в устье р. Еруслан

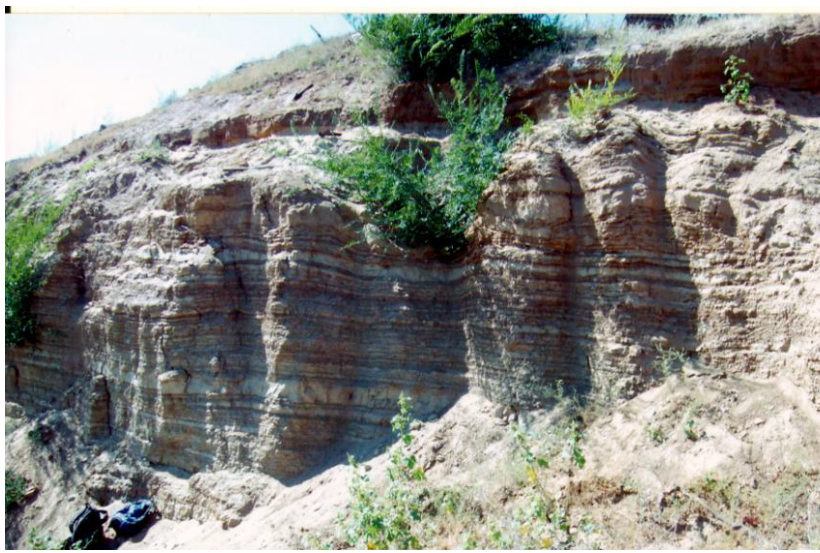


Рисунок 2.2. Слоистые шоколадные глины разреза Цаган-Аман

Исходя из состава подземных и поверхностных вод республики Калмыкия, имеющих высокую минерализацию, применять их для поения животных без предварительного снижения солесодержания запрещено ветеринарными нормами.

Принципиальная технологическая схема очистки высокоминерализованных природных вод (рис. 2.3) включает процессы опреснения, обеззараживания [41], но для фермерских овцеводческих хозяйств является дорогостоящей, как при стационарном размещении, так и в мобильном исполнении. Технология может быть приоритетной при использовании в качестве сорбента природных местных материалов в виде шоколадных глин.

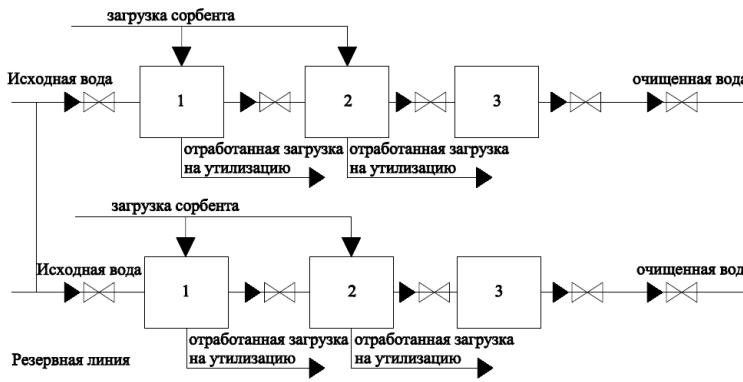


Рисунок 2.3. Технологическая схема: 1 — узел опреснения; 2 — узел электрохимического обеззараживания; 3 — резервуар для чистой воды.

Сравнительная эколого — экономическая оценка методов деминерализации вод показала, что для фермерских овцеводческих хозяйств с учетом климатических, географических и социальных условий комплексным эффектом обладает адсорбция с использованием глинистых минералов. Конкретно для условий Калмыкии это могут быть шоколадные глины, залежи которых имеются в некоторых районах республики (рис. 2.4).



Рисунок 2.4. Шоколадная глина Лаганского района Калмыкии

Глинистые минералы характеризуются развитой поверхностью и являются хорошими сорбентами. Для них наряду с ионным обменом характерны физическая и молекулярная сорбция без нарушения кристаллической решетки с выделением из воды ионов кальция, магния, железа, хлоридов, сульфатов и карбонатов. Процесс адсорбции включает массоперенос адсорбата из раствора на поверхность адсорбента и продолжается до достижения равновесия, описание его ведется с помощью кинетических и изотермических моделей по экспериментальным данным.

Изотерма адсорбции выражает зависимость количества материала, адсорбированного на единицу массы адсорбента, от равновесной концентрации адсорбата. Необходимые данные получают из экспериментов, где указанная масса адсорбента уравновешивается известным объемом жидкости при определенной концентрации химического вещества, а полученная равновесная концентрация определяется по уравнению [113].

В исследованиях были использованы изотермы адсорбции, описываемые моделями Ленгмюра и Фрейндлиха.

Модель Ленгмюра в общем виде:

$$q_e = \frac{q_{max} \times k \times c_e}{1 + k \times c_e} \quad (1)$$

где: q_e — плотность адсорбции при достижении равновесия, мг/г; c_e — фазовая равновесная концентрация в воде, мг/л; q_{max} — коэффициент, представляет собой насыщенную адсорбционную емкость монослоя, то есть максимальную концентрацию в твердой фазе (адсорбенте), мг/г; k — коэффициент адсорбции Ленгмюра, связанный с энергией связи сорбционной системы. (Угол наклона и пересечение построенного линейного графика $1/q_e$ с графиком $1/c_e$ дают значения параметров k и q_{max}) [113].

Модель Ленгмюра базируется на гипотезе, что энергия адсорбции одинакова для всех поверхностей и не зависит от степени охвата. В действительности энергия адсорбции может меняться, поскольку реальные поверхности неоднородны [113].

Уравнение модели Фрейндлиха в общем виде:

$$q_e = k_f \times c_e^{1/n} \quad (2)$$

где k — коэффициент адсорбции Фрейндлиха, зависящий от адсорбционной емкости; n — показатель Фрейндлиха, связанный с интенсивностью адсорбции и поверхностной неоднородностью. Данный показатель дает представление о том, насколько эффективны процессы адсорбции.

Модель Фрейндлиха имеет эмпирический характер и предполагает, что поглощение ионов происходит на гетерогенной поверхности [113].

Количество солей, удаляемых в единицу времени q_t, мг/г, определяли по экспериментальным замерам по формуле:

$$q_t = (c_0 - c_t)/Vm \quad (3)$$

где c_0 — концентрация солей в начале эксперимента (мг/л); c_t — концентрация солей во времени t, мг/л; V — объем раствора, л; m — масса адсорбента, г [113].

Эффективность удаления солей, η,%, рассчитывали по уравнению:

$$\eta = \frac{(c_0 - c_t)}{c_0} \times 100\% \quad (4)$$

В главах 3 и 4 приводятся результаты экспериментальных исследований снижения солесодержания в лабораторных и опытно-промышленных условиях и интерпретация механизма процесса по полученным изотермам адсорбции Ленгмюра и Фрейндлиха.

2.2.2. Особенности электрохимической очистки вод мойки шерсти

Для вод мойки шерсти овцеводческих фермерских хозяйств и нормативной очистке вод от загрязнений условиям экологичности и экономичности при минимальных потребностях в производственных площадях соответствуют технологии, которые включают в себя схемы стационарного (на базе биологической очистки) и мобильного (на базе электрохимических методов) базирования.

Оперативным способом для обеспечения подачи доброкачественной воды населению в период ЧС, а также отдалённых вахтовых поселков и деревень являются водоочистные мобильные станции (далее МВС) различной производительности, осуществляющие очистку из поверхностных и подземных водоисточников [52].

В комплексе электрохимических методов очистки сточных вод: наибольшее распространение получили электро- и гальванокоагуляция, которые могут быть применены для удаления из сточных вод мелкодисперсных и органических примесей, и т. д.

При анодном растворении металлов (железо или алюминий) под действием тока и на анодных участках гальванопар протекают следующие реакции:

$$Fe^{2+} + H_2O = FeOH^+ + H^+ \quad (5)$$

$$Al^{3+} + H_2O = Al(OH)^{2+} + H^+ \quad (6)$$

$$Fe(OH)^+ + H_2O = Fe(OH)_2 + H^+ \quad (7)$$

$$Al(OH)^{2+} + H_2O = Al(OH)^{3+} + H^+ \quad (8)$$

Ионы Fe^{2+} и гидроксид железа (II) окисляются растворенным в воде кислородом:

$$4Fe^{2+} + O_2 + 2H_2O = 4\,Fe(OH)_3,\ 2Fe^{2+} + O_2 + 3H_2O = 2Fe(OH)_3 + 3H^+,\ 4Fe(OH)_2 + O_2 = 4(FeOOH) + 2H_2O \quad (9)$$

Образующиеся ионы Fe^{3+}, $Fe(OH)^{2+}$ также подвергаются гидролизу:

$$Fe^{3+} + H_2O = Fe(OH)_2 + H^+,\quad Fe(OH)_2 + H_2O = Fe(OH)_3 + H^+ \quad (10)$$

Таким образом, в технологии электрокоагуляционной очистки вод взаимодействуют реакции окисления, восстановления, коагуляции, совокупность которых обеспечивает управляемый режим очистки вод мойки шерсти и компактные условия для обеспечения повторного использования очищенных вод при создании мобильной водоочистной установки. Однако параметры рабочего режима должны быть определены экспериментально для каждого конкретно случая мойки шерсти.

Снижение солесодержания подземных вод при использовании шоколадных глин будет исследовано в лабораторных и опытно-промышленных условиях с установлением механизма процесса по

экспериментально полученным изотермам адсорбции Ленгмюра и /или Фрейндлиха.

Для вод мойки шерсти овцеводческих фермерских хозяйств и нормативной очистке вод от загрязнений условиям экологичности и экономичности при минимальных потребностях в производственных площадях соответствуют технологии, которые включают в себя схемы стационарного (на базе биологической очистки) и мобильного (на базе электрохимического) методов обработки.

В комплексе электрохимических методов очистки сточных вод наибольшее распространение получил электрокоагуляционный, при котором взаимодействуют реакции окисления, восстановления, коагуляции, совокупность которых обеспечивает управляемый режим очистки вод мойки шерсти и компактные условия для обеспечения повторного использования очищенных вод при создании мобильной водоочистной установки.

Параметры рабочего режима очистки и удельные величины адсорбции должны быть определены экспериментально для каждого конкретного (первичной и вторичной) случая мойки шерсти, которые составят основу расчетной методики процесса.

Глава 3
Экспериментальное обоснование технологий и установок очистки вод для фермерских хозяйств

3.1. Исследование обработки вод с высоким солесодержанием республики Калмыки сорбентом из шоколадных глин

3.1.1. Исследование очистки подземных вод

Исследования по снижению солесодержания подземных и поверхностных вод проводились в лабораторных условиях с использованием шоколадных глин местных месторождений: Приергенинский район северной части Калмыкии (рис. 2.1–2.4) и соседней Волгоградской области (Эльтонское месторождение).

Методика проведения исследований: образцы глин измельчали, рассевали (на фракции 0,1–1,2 мм, 1,2–3,0 мм), фиксированные навески (1 г фракции 0,1–1,2 мм) помещали в стаканы № 1 — № 7, куда вливали:

— 100 мл дистиллята (№ 1),
— 100 мл водопроводной воды (№ 2),
— 100 мл подземной воды из скважины водопоя овец (№ 3),
— 10 мл 0,1 H_3PO_4 для активации и 90 мл дистиллята (№ 4),
— 10 мл 0,1 N HCl для активации и 90 мл дистиллята (№ 5),
— 10 мл 0,1 N H_2SO_4 для активации и 90 мл дистиллята (№ 6),
— 10 мл 0,1 N H_3PO_4 и 90 мл подземной воды из скважины водопоя овец (№ 7) [48].



Рисунок 3.1. Процесс перемешивания проб в опытах [48]

Полученные растворы механически перемешивали каждые 5 мин (рис. 3.1). Контроль солесодержания проводили по электропроводности жидкостей (mS) через 30 минут (табл. 3.1) [48].

Исходное солесодержание вод, мг/л: дистилированной — 5; водопроводной — 1680; из скважины подземной воды — 17800 [48].

Таблица 3.1 — Показатели взаимодействия вод и кислот с шоколадной глиной [48]

№ пробы	Состав смеси	Солесодержание, М, mS	Солесодержание, М, мг/л	Примечание
1	Дистил. вода +ШГ*	459	298,4	без активации
2	Водопровод. вода +ШГ	696	452,4	без активации

№ пробы	Состав смеси	Солесодержание, М, mS	Солесодержание, М, мг/л	Примечание
3	Вода из скважины +ШГ	2712	1762	без активации
4	H_3PO_4 + дистил. вода +ШГ*	9021	586	активации
5	HCl + дистил. вода +ШГ*	9831	638	активация
6	H_2SO_4 + дистил. вода +ШГ*	9851	640	активация
7	H_3PO_4 +ШГ*+ вода из скважины	7771	905	активация

Примечание: ШГ- шоколадная глина*

Из анализа данных таблицы 3.1 следует, что в пробах с добавлением кислот солесодержание в несколько раз больше, чем в других, т. е. произошло модифицирование пор шоколадной глины. Эти изменения выражаются в значительном разрушении октаэдрических слоев, в результате растворения оксидов алюминия, магния и железа [48].

Полученные данные указывают на принципиальную возможность использования местных шоколадных глин (респ. Калмыкия) для обработки вод с высоким солесодержанием как в стационарных условиях очистных сооружений, так и в полевых условиях выпаса животных, что определяет необходимость проведения исследований в динамическом режиме [48].

Вторая серия исследований (рис. 3.2) проведена в динамическом режиме на установке, в состав которой входили фильтры загрузкой: зеленым песком (Greend Sand), активированным углем, узлами обратного осмоса и мембранного фильтра [48].

Была добавлена еще одна ступень обработки воды из скважины — фильтр с загрузкой из шоколадной глины (фракция 1,2–3,0 мм высота загрузки — 50 см.), прошедшей высокотемпературную тер-



Рисунок 3.2. Экспериментальная установка очистки подземных вод в динамическом режиме [48]

мическую обработку. Воду на установку подавали из скважины водопоя овец, ее солесодержание составляет 1556 mS [48].

Время пребывания воды в установке составляло 15–20 минут (рис. 3.2), средняя скорость фильтрования — 1,74 $м^3/м^2$ час.

В процессе очистки каждый час отбирали пробы и по электропроводности определяли солесодержание очищенных вод на каждом фильтре (рис. 3.3). Химический контроль проводили по среднесуточной пробе по pH, щелочности (Щ), ионам железа ($Fe_{ОБЩ}$), хлоридам (Cl^-), жесткости (Ж), нитритам и нитратам (табл. 3.2).

Можно видеть (рис. 3.3), что солесодержание очищенных вод с исходных 2712 mS уменьшается практически до уровня дистиллированной воды (350-400 mS). Из этого следует, что, обработав в режиме фильтрования часть воды из скважины на установке с сорбентом из шоколадной глины, ее следует смешивать с некоторым объемом исходной подземной воды из скважины таким образом, чтобы смесь соответствовала нормам для водопоя овец [48].

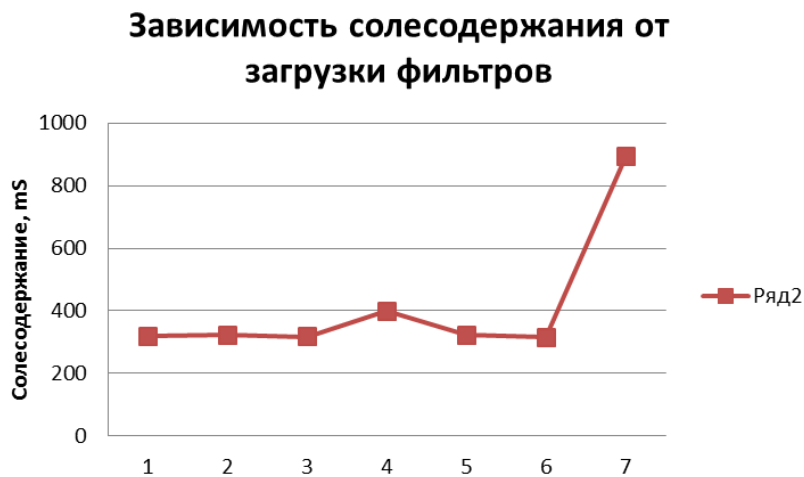


Рисунок 3.3. Солесодержание очищенной воды в зависимости от режима обработки на установке: 1-мембрана; 2-осмотическая установка; 3-резервуар с добавлением NaCl; 4-зеленый песок Greend Sand; 5- зеленый песок Greend Sand и активированный уголь АУ; 6-активированный уголь; 7-загрузка из термообработанной глины [48].

Показатели состава очищенных подземных вод на установке (табл. 3.2) с различными фильтрующими перегородками достаточно близки по значениям и соответствуют нормам для водопоя овец.

Таблица 3.2 — Показатели очистки подземных вод с различными фильтрующими перегородками в динамическом режиме

Тип перегородки	**pH**	**Щ, мг/л**	**$Fe_{общ}$, мг/л**	**Cl^-, мг/л**	**NO_3^-, мг/л**	**NO_2^-,,, мг/л**	**Ж, мг-экв/л**
GS	7,5	80	0,3	0	10	1	425
Акт. уголь (АУ)	8	120	0,1	0,1	0	1	425
GS+АУ	7	120	0,1	0	0	1	425

Тип перегородки	**pH**	**Щ, мг/л**	**$Fe_{общ}$, мг/л**	**Cl^-, мг/л**	**NO_3-, мг/л**	**NO_2-,, мг/л**	**Ж, мг-экв/л**
Осмос	6,5	80	0,1	0	0	1	425
Мембрана	6	80	0,1	0,1	0	0,5	425
Шоколадная глина	9	0	0,3	0,5	25	1	180
Раствор NH_4Cl	6,5	180	0,1	0,1	5	1	425

Если сравнивать организационно — технологические мероприятия по созданию узла очистки подземных вод для фермерского хозяйства на основе сорбционных материалов (табл. 3.2), то только зеленый песок (GS) и шоколадные глины являются природными материалами, не требующими специальных подготовительных операций или специального оборудования (что надо для АУ, осмоса, мембран).

Применительно к Калмыкии зеленый песок (GS) требуется поставлять извне, что увеличивает затраты на логистику, поэтому шоколадные глины однозначно являются наиболее приоритетным материалом для очистки подземных вод для водопоя овец фермерских хозяйств.

Процесс очистки может быть организован в статических условиях (в емкость с глиной закачивается необходимое количество подземной воды, перемешивается, в т. ч. и вручную, отстаивается в течение 1 часа и сливается в водопойные корыта).

Процесс очистки также может быть организован в динамических условиях: фильтрованием через дробленую глину (фракция 1–10 мм) со временем пребывания не менее 30 минут, с отведением очищенной воды непосредственно на водопой.

Данный метод очистки вод не требует сложного оборудования, технологии и может быть достаточно просто реализован в условиях фермерских хозяйств.

Таким образом, принципиально возможно использование шоколадных глин республики Калмыкия для технологии сорбции на селективном сорбенте, что сможет обеспечивать очистку вод

с высоким солесодержанием как в условиях очистных сооружений, так и в полевых [48].

3.1.2. Исследование очистки поверхностных вод

Опытным путем установлено, что максимальный эффект опреснения наблюдается при использовании природного сырья, имеющего качественный и структурный состав химических соединений, близкий или аналогичных веществам, входящим в состав очищаемой воды [41].

Данное положение было проверено нами на поверхностной слабосоленой (рис. 3.3) воде р. Хара и шоколадных глин Эльтонского месторождения фракции 1–5 и 5–10 мм (рис. 3.4) [41].

Размер частиц сорбента был выбран по результатам проведенных предварительно лабораторных испытаний. Исследования проводили на модельных растворах, исходное солесодержание которых составляло 4 г/л, pH = 7, T = 20°C. Оценку сорбционной способности загрузки по отношению к растворенным солям проводили в динамическом режиме [48]. Модельный раствор сточной воды получали при растворении навески поваренной соли в дистиллированной воде. Испытания проведены с размером частиц загрузки 1–5 и 5–10 мм [10]. В литературных открытых источниках описаны опытные исследования по очистке поверхностных вод. В качестве примера рассмотрим работы Юрьева Ю. Ю. [10]. Ниже приведены данные полученные им таблицы 3.3, 3.4.

Таблица 3.3 — Химический состав природной воды р. Хара по данным [10]

Показатели	**Вода р. Хара**	**Норматив (ПДК), не более СанПиН 2.1.4.1074-01**
pH	8,1	6-9
Мутность, мг/л	90-160	2,0
Цветность, град.	9	20

Показатели	**Вода р. Хара**	**Норматив (ПДК), не более СанПиН 2.1.4.1074-01**
Щелочность, мг- экв/л	3,3	-
Жестк. (общ), мг-экв/л	20,7	
Сухой остаток, мг/л	3870	1000
Прок-й остаток, мг/л	610	-
Окисл-ть перм-я, мг/л	15,4	
Нитриты, мг/л	0,018	3,0
Хлориды, мг/л	1140	350
Сульфаты (SO_4^{2-}), мг/л	190	500
Алюминий, мг/л	54	0,5
Марганец ($Mn2^+$), мг/л	<0,04	0,1
Натрий (Na+), мг/л	2350	200,0
Кальций, мг/л	380	-
Магний, мг/л	170	-
Железо(общ.), мг/л	1,1	0,3
Гумин-е кислоты, мг/л	3300	4,5

Таблица 3.4 — Химический состав шоколадной глины месторождений,% [10]

Наименование компонентов	**Эльтонское**	**Баскунчакское**
SiO_2	62,75	68,3
CaO	1,95	2,33
MgO	1,82	1,99
Fe_2O_3	8,5	11,1
Al_2O_3	19,31	17,2
TiO_2	0,69	0,78
SO_3	<0,1	<0,1
K_2O	1,88	1,96
Na_2O	3,14	1,10
MnO	0,069	0,097
FeO	<0,31	<0,22
P_2O_5	0,1	0,1
Влажность	8,31	9,15

По составу шоколадные глины представленные в табл. 3.4 образцы которых взяты из озера Эльтон и очищаемой поверхностной воды р. Хара показали, что в них содержатся практически одинаковые вещества, только в разной концентрации [10]. В них, в отличие от водных сред, вещества находятся в кристаллической фазе, которые идеально реагируют друг с другом при близких величинах энтропийного состояния активации веществ, что соответствует одинаковым значениям поверхностных сил. Однако возникновение поверхностных сил объясняется неполным валентным насыщением атомов или ионов, расположенных на поверхности воды.

Ионы, расположенные на поверхности воды, являются ненасыщенными. Кинетическую энергию, которая может выделиться в результате насыщения свободных валентностей называют поверхностной энергией этого вещества [10].

По известным литературным источникам изучение процесса сорбции модельных растворов шоколадной глиной показало — степень очистки изменяется незначительно в зависимости от удельного расхода воды [10]. По проведенным автором исследований получены данные представленные в таблицах 3.5, 3.6.

Таблица 3.5 — Зависимость остаточного солесодержания в зависимости от удельного расхода модельного раствора [10]

№ опыта	**Удельный расход воды, $м^3/м^2$ час**	**Остаточная минерализация очищенной, воды, г / л**	
		Размер фракции минерала 1-5мм	**Размер фракции минерала 5-10 мм**
1	0,5	1,10	3,00
2	1	1,13	3,13
3	1,5	1,16	3,16
4	2	1,19	3,18
5	2,5	1,22	3,19

№ опыта	Удельный расход воды, $м^3/м^2$ час	Остаточная минерализация очищенной, воды, г / л	
		Размер фракции минерала 1-5мм	Размер фракции минерала 5-10 мм
6	3	1,23	3,21
7	3,5	1,25	3,22
8	4	1,28	3,24
9	4,5	1,29	3,26
10	5	1,30	3,27
11	5,5	1,31	3,28
12	6	1,32	3,29
13	6,5	1,33	3,50
14	7	1,34	3,50
15	7,5	1,35	3,52
16	8	1,37	3,53
17	8,5	1,39	3,55
18	9	1,40	3,57
19	9,5	1,40	3,58
20	10	1,40	3,60

Из данных табл. 3.5 следует, что применение мелких фракций шоколадной глины повышает степень опреснения: фильтрование через слой сорбента с размером частиц 1–5 мм обеспечивает снижение солесодержание модельной воды до 1,1–1,4 г/л, а для фракции с размером частиц 5–10 мм в интервале 3,0–3,6 г/л, при равных удельных расходах воды вплоть до 7 $м^3/м^2$ ч. Степень очистки при этом составила, (при высоте слоя 120 мм) соответственно, для фракции 1–5 мм — 97,2%, а фракции 5–10 мм — 92,8% [10].

Процесс опреснения природных вод с использованием природного минерального сырья, основан на поглощении растворенных минеральных солей поверхностью зерен шоколадной глины. В связи с тем, что гидрофильность некоторых точек зерна глины неодинакова, поэтому поверхность сорбента «мозаична», следова-

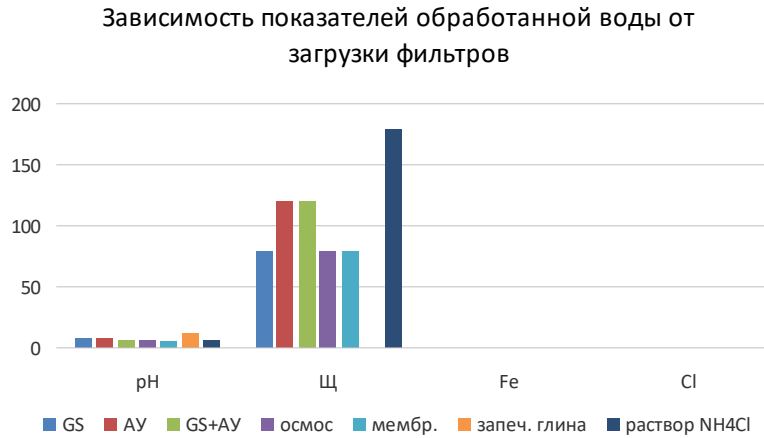


Рисунок 3.4. Показатели очищенных вод в зависимости от материала загрузки фильтров [48]

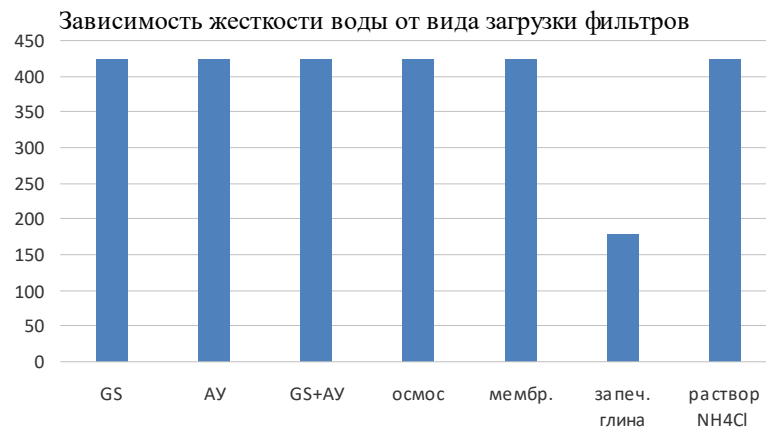


Рисунок 3.5. Зависимость жесткости очищенной воды от вида загрузки фильтров [48]

тельно, минеральные соли будут задерживаться, в основном, в тех местах поверхности, у которых слабо выражены гидрофильные свойства и около которых гидратная оболочка имеет минимальное значение [41, 49]. На рис. 3.4 и 3.5 представлены диаграммы сравнения обработки скважинной воды по ряду показателей: pH, щелочности (Щ), ионов железа (Fe), хлора (Cl^-), жесткости (Ж) [48].

Результаты изучения влияния температуры модельной воды при удельном расходе 5,0 $м^3/м^2$ на процесс сорбционного опреснения, показали, что при уменьшении температуры увеличивается степень опреснения (табл. 3.6) [10].

Таблица 3.6 — Влияние температуры воды на параметры фильтрования [10]

Температура, °С	**Длительность фильтрации в 1 цикле, час, для фракций, мм**		**Содержание соли в очищенной воды, г/л, для фракции, мм**	
	1–5	**5–10**	**1–5**	**5–10**
60	2,51	3,22	1,39	3,63
40	12,1	12,7	1,35	3,24
20	16,3	17,1	1,11	3,11

При расходе 5,0 $м^3/м^2$, температуре воды 60 °С и исходном солесодержании модельной воды 4,0 г/л, эффект очистки с использованием сорбента с размером фракции 1–5 и 5–10 мм составляет 91,4% и 49,2%, при 20 °С — 97,2 и 76,8% [10]. Для определения удельной сорбции (г шоколадной глины/г выделенных солей) была проведена дополнительная серия опытов на модельном растворе, который получали растворением навески поваренной соли в дистилляте с пропусканием фиксированного объема воды через сорбционную колонку с высотой 120 мм сорбента из глин фракций 1–5 мм и 5–10 мм.

В процессе контролировали объем профильтрованной воды до достижения остаточного солесодержания 0,6 г/л, который составил 6,6 л для глин фракцией 1–5 мм и 3,9 л — для 5–10 мм.

Далее сорбент высушивали до постоянной массы в сушильном шкафу, определяя привес загрузки как адсорбированные соли, после чего рассчитывали удельную сорбцию, которая составила: для фракции 1–5 мм — 1,07 г/г, для фракции 5–10 мм — 0,63 г/г (рис. 3.6).

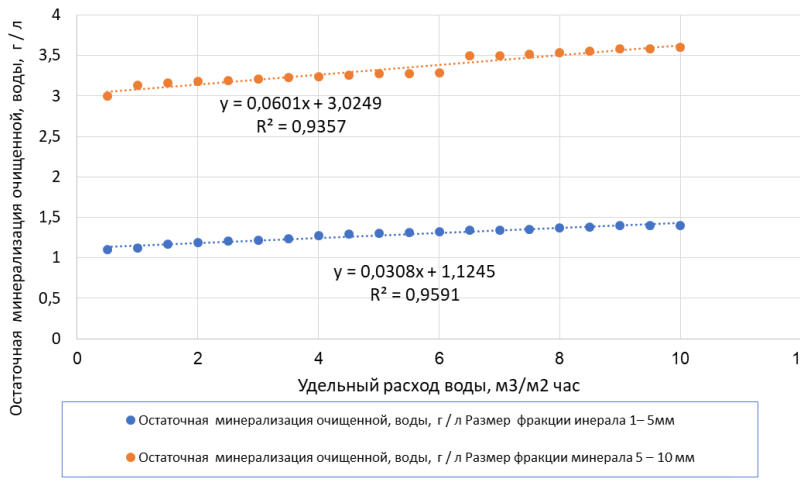


Рисунок 3.6 Зависимость показателей очистки от расхода воды

Остаточное солесодержание очищенных вод сорбцией на шоколадной глине, мг/дм^3, может быть определено по статистически значимым выражениям для фракций, мм:

фракция 1–5: $C_{ОСТ} = 0{,}0308\ q + 1{,}1245$; ($R^2 = 0{,}9591$)

фракция 5–10: $C_{ОСТ} = 0{,}0601\ q + 3{,}0249$, ($R^2 = 0{,}9357$),

где q — расход очищаемой воды, м^3/м^{2*}час.

Полученные значения удельной сорбции рекомендуются к применению в расчетах потребности шоколадных глин к водопою овец из поверхностных водоемов с повышенным солесодержанием.

3.2. Особенности состава сточных вод и технологии мойки шерсти

На юге РФ (Дагестан, Ростовская обл., Краснодарский и Ставропольский края, респ. Калмыкия) активно восстанавливается животноводство, в т. ч. и овцеводство. Последнее, как известно, после стрижки овец поставляет сырье для производства шерстяных изделий [9].

В целом по окончании кампании выращивания овец, хозяйства РК не зависимо от форм собственности настригают как минимум восемь тысяч тонн шерсти в год [14, 16]. У производителей всегда стоит проблема: как наиболее выгодно сбыть товар и куда, чтобы затраты окупились, и иметь прибыль.

Одна из проблем в РФ является проблема отсутствия госзаказа на шерсть. А если учесть, что согласно плану развития овцеводческой отрасли на ближайшие 5-10 лет, утвержденному Минсельхозом России, в ближайшее время в Калмыкии предусмотрено довести численность овец во всех категориях хозяйств более 2,5 миллионов голов, то проблема реализации шерсти станет еще острее [28].

Недостаток централизованных фабрик по первичной обработке шерсти (ПОШ), заброшенных в регионе в годы кризиса, не позволяет полностью перерабатывать сырье, которое продается за бесценок, в т. ч. и за рубеж, или вообще выбрасывается на полигоны отходов. К тому же, из зарубежья шерсть возвращается в РФ по цене выше на порядок. Между тем проблема подготовки (мойки) и сбыта шерсти в регионах стоит очень остро [14, 26, 28].

В Калмыкии, в 1996 году, была введена в эксплуатацию фабрика ПОШ «ЭлМи (Элиста-Минск)». Мощность переработки — 10 тысяч тонн немытой шерсти в год. Предполагалось производство щипаной шерсти, сырых шкур и кож крупного рогатого скота, животных семейства лошадиных, овец, коз и свиней. Фабрика

была оснащена современным оборудованием. На строительство и оснащение было затрачено 2,5 млн долларов. Предприятие закупало сырье у местных хозяйств и частных лиц. Готовая продукция предприятия — мытая шерсть, рассортировывалась в соответствии с российскими и международными стандартами качества. Основные ее покупатели — текстильные предприятия стран СНГ, в частности, Белоруссия и Киргизия. К 2010 году для организации замкнутого цикла переработки шерсти планировалось строительство типового цеха по сортировке шерсти, а также цеха по производству топса и жиродобыче [28].

В девяностых, параллельно с монтажом оборудования фабрики, стали строить очистные сооружения (ОС), так как ПОШ — экологически вредное производство. Но строительство ОС так и не завершили. Предполагалось завершить строительство ОС при получении доходов предприятием в процессе работы фабрики. В тот период нашли такой выход: рядом с недостроенными очистными сооружениями находилась балка, в которую и сбрасывали отходы. Внизу соорудили две примитивные плотины, чтобы сточные воды не разливались, проложили трубы и поставили задвижки. На этом строительство очистных сооружений закончилось.

Мойка шерсти в стационарных условиях очистных сооружений проводится в промывочных ваннах из нержавеющей стали в виде трех автономных отсеков 600×600×400 мм, соединенных в общую конструкцию. Подготовленная к промывке шерсть укладывается в кассеты из нержавеющей сетки 550×550×150 мм, которые поочередно перемещаются по отсекам. При этом может быть сформировано две и более линий мойки.

В технологическом аспекте первом отсеке ванны каждой линии шерсть замачивается в воде с температурой 25–30^{0}С в течение 30 мин. После чего вода сливалась в накопительную емкость, оборудованной сеткой для улавливания крупных отмытых загрязнений.

Далее шерсть в этой же металлической кассете перемещается во 2-й отсек ванны, в которой процесс промывки имитируется в 2, 3, 4 ступени технологическим раствором с температурой 50-60^{0}С до получения чистого слива. Время промывки определялось по длительности установления чистоты слива. Образующиеся промывные воды объединялись в накопительной емкости. В 3-м отсеке ванны шерсть прополаскивалась чистой водой, и вода также поступала в накопитель, откуда после усреднения и перемешивания насосом подавалась на очистку.

Мойка шерсти проводилась в мыльно-содовом растворе с применением смеси анионактивных (сульфонол НП-1) и неионогенных (превоцелл В-ОФ) ПАВ.

Качество промывки шести определялось по содержанию остаточных нешерстяных компонентов по ГОСТ 30190-2000, ГОСТ 21008-93, ГОСТ 29239-91 [35, 51, 55].

На производствах ПОШ образуются высококонцентрированные шерстомойные сточные воды (ШСВ), количественный и качественный состав [91] загрязнений которых зависит от качества исходной шерсти и водной технологии, используемой для ее промывки. Кроме загрязнений, находящихся в немытой шерсти, ШСВ содержат еще реагенты, используемые для приготовления моющих растворов. В зависимости от условий выращивания и породы овец немытая шерсть содержит механические примеси: песок, глину, частицы почвы и растений, навоз, а также специфические загрязнения шерстяной жир и пот [9, 26, 28, 58].

Значения средних показателей по загрязненности и выходу мытой шерсти в процентах к общей массе исходной немытой шерсти в процентах составляет — мытой шерсти — 40, шерстный жир и пот — 30, остальные механические примеси — 30.

Согласно данным специфические загрязнения ШСВ фабрик ПОШ по фазово-дисперсному состоянию подразделяются на четыре группы см. Главу 1 [26, 38].

3.2.1. Основные методы очистки сточных вод фабрик первичной обработки шерсти

В таблице 3.7 представлен состав сточных вод, поступающих на очистные сооружения очистки вод первичной обработки шерсти [54].

Исходя из фазово-дисперсного состояния и состава сточных вод, поступающих на очистные сооружения первичной обработки шерсти (табл. 3.7), на стационарных фабриках ПОШ обработка вод ведется по следующей схеме [54, 67, 105]:

1 — механическая очистка;

2 — физико-химическая очистка с использованием реагентов;

3 — биологическая двухступенчатая очистка (в качестве первой ступени — аэротенк-смеситель, в качестве второй ступени — аэротенк-вытеснитель);

4 — доочистка в сорбционном фильтре.

Для устройств мобильного базирования ПОШ технологические схемы должны быть ориентированы на минимизацию габаритных размеров установок, энергетических и эксплуатационных затрат, что требует соответствующего экспериментального обоснования и лабораторной проверки показателей эффективности их применения.

Таблица 3.7 Характеристика состава сточных вод ПОШ

Показатели	**Ед. изм.**	**До очистки, менее**	**ПДК**
pH	-	9	6,5–8,5
Сухой остаток	мг/л	25 000	1000
Взвешенные вещества	мг/л	10 000	5
Шерстный жир	мг/л	4000	0,05
$СПАВ_{АН}$	мг/л	0,7	0,5
БПКп	$мгО_2$/л	5 000	3

Показатели	**Ед. изм.**	**До очистки, менее**	**ПДК**
ХПК	мгО/л	15 000	30
Фосфаты (PO_4^{3-})	мг/л	5	0,6
Аммоний (NH_4^+)	мг/л	27	0,39

Разработанные схемы включают в себя:

1. Стационарного базирования: (усреднитель, жироуловитель, решетки тонкой очистки, двух ступенчатая физико-химическая очистка (флотационная очистка), биологическая очистка (аэротенк смеситель и вытеснитель), блок доочистки и обработки осадка;

2. Мобильного базирования: (блок мойки и сушки шерсти, усреднитель, электролиз, тонкослойный отстойник, блок доочистки и обработки осадка).

Строительство новых узловых ПОШ для нескольких близкорасположенных районов весьма затратно и длительно. Поэтому в рамках расширения импортозамещения для овцеводческих фермерских хозяйств нами предлагается создание мобильных установок ПОШ на базе автотранспорта, переезжающих в районы стрижки овец и оборудованных установками мойки шерсти и очистки сточных вод [26, 28, 33].

Сточные воды от производства фабрик ПОШ принято считать высококонцентрированными. Загрязняют эти воды компоненты многих веществ, так как содержат в большей мере шерстный жир, различные механические примеси и моющие средства. Различные моющие препараты, применяемые в технологии промывки шерсти, привело к образованию двух видов сточных вод, которые сильно отличаются друг от друга по составу: сточные воды, содержащие СПАВ и мыльно-содовые. Такая сложившаяся проблема вызвала необходимость в разработке соответственных методов очистки шерстомойных сточных вод [59].

Используемые методы очистки ШСВ на наших производствах — биологические, химические, окисления и физико-химические. Количество и состав загрязнений в шерсти зависит от породы овец, их кормления и содержания, климатических и природных условий, в связи с этими обстоятельствами и технология обработки ШСВ будет отличаться в разных регионах. Это характерно только для ШСВ фабрик ПОШ [9, 26, 54].

Химические методы очистки применяют для ШСВ, содержащих СПАВ. При этом применяют вместе действующую смесь различных реагентов в разных массовых соотношениях.

На Борской фабрике ПОШ и Невинномысском шерстяном комбинате применена технологическая схема химической очистки, где ШСВ после жироловок, песколовок, волокноуловителей поступают на биопруды первичного отстаивания, затем на аэрируемые биопруды вторичного отстаивания. Предварительно перед прудами в сточные воды вводились в одном варианте 3 вида реагентов — хлористый магний, сульфат магния и хлористый кальций, в другом случае — синергетическая смесь шести реагентов [9]. При этом в осадок выпадали смесь СПАВ с реагентами и их продукты, в количестве от 2 до 7 г на 1 кг сухого вещества осадка. Осадки (табл. 3.8) токсичны, утилизация их для целей сельского хозяйства невозможна, поэтому их ликвидируют термической обработкой [56, 57].

Усредненные показатели [56] обрабатываемых вод ПОШ: расход — 8,7 $м^3$/ч, pH 10, сухой остаток — 25000 мг/л, концентрация взвешенных веществ — 10000 мг/л, шерстный жир — 4000 мг/л, БПКп — 5000 мг O_2/л, ХПК — 15000 мг O_2/л, СПАВан — 0,7 мг/л, фосфаты — (P_2O_5) — 5 мг/л, азот аммонийный ($N\text{-}NH_4^+$) — 27 мг/л.

Большой объем научных и экспериментальных исследований по разработке рациональных методов очистки ШСВ ПОШ был проведен в России в ведущих научных центрах, таких как ФГУП, НИИ ВОДГЕО, ОАО НИИ КВОВ, МГСУ [60].

На основании исследований НИИ ВОДГЕО (Москва) рекомендованы шесть технологических схем обработки сточных вод: с анаэробно-аэробным процессом на двухступенчатых метантенках, двухступенчатым процессом в аэротенках и их вариантном сочетании [61, 62].

Таблица 3.8 — Группа отходов ПОШ

п/п	Название компонента	кг	%
1	Вода (H_2O)	1523,0	70,0
2	Клетчатка (растительные отходы)	31,6	1,45
3	Песок, грунт (Al_2O_3–40%, SiO_2–47%, $CaCO_3$–13%)	508,5	23,37
4	Липиды (нерастворимые в воде жироподобные вещества) — шерстной жир	90,9	4,18
5	Кератин (белок) — шерсть, мездра, кожа	22,0	1,0
	Итого:	2176,0	100,00

Можно видеть (табл. 3.6–3.8, рис. 3.7), что технология химической и биологической очистки сточных вод является многоступенчатой и многозвенной, что приемлемо для региональных территорий [81], а для фермерских овцеводческих хозяйств является избыточной и громоздкой, что в итоге является экономически неприемлемым вариантом применения.

Условиям мобильности при минимальных потребностях в производственных площадях для мойки шерсти овцеводческих фермерских хозяйств и нормативной очистки вод от загрязнений соответствуют электрохимические технологии [63, 64, 65, 83].

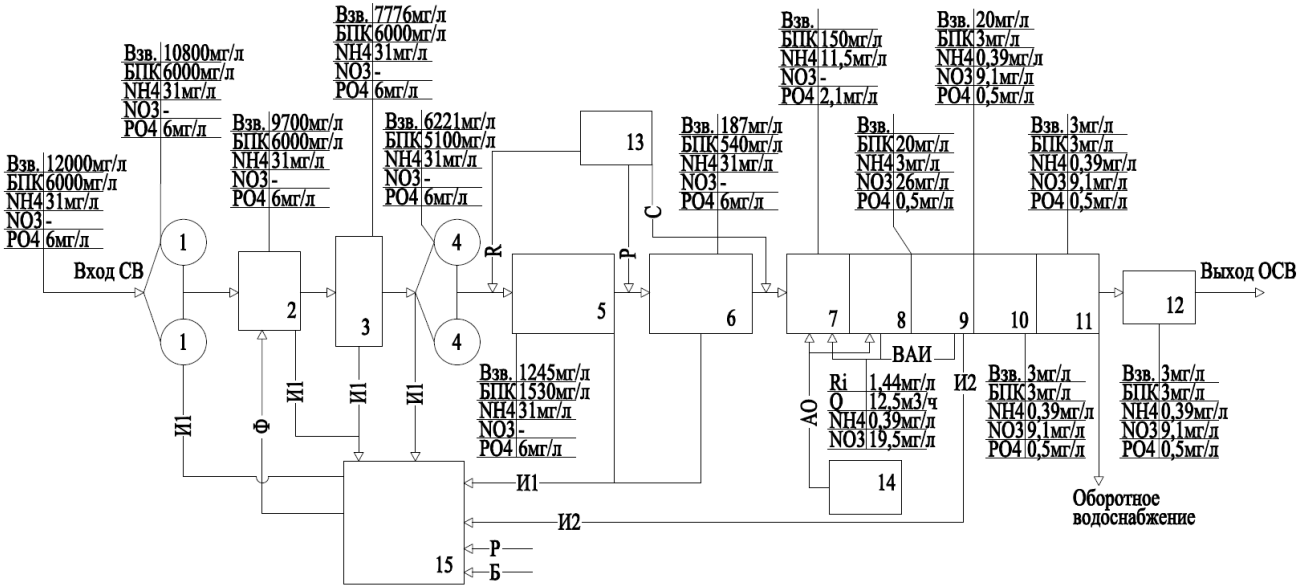


Рисунок 3.7. Балансовая схема очистки ПСВ фабрики ПОШ:
1 — песколовка с круговым движением (с ретехнологизацией для удаления плавающих); 2- усреднитель со встроенным жироуловителем; 3 — жироуловитель; 4 — УФС; 5 — флотатор I ступени; 6 — флотатор II ступени; 7 — аэротенк-смеситель; 8 — аэротенк-вытеснитель; 9 — вторичный отстойник; 10 — сорбционный фильтр; 11 — накопительная емкость; 12 — УФО; 13 — реагентное хозяйство; 14 — воздуходувная станция; 15 — ЦМО; И1 — сырой осадок; И2 — избыточный активный ил; ВАИ — возвратный активный ил; АО — воздухопровод; Ф — фильтрат; R — натриевое мыло; Р — ферраты; С — кислота.

3.2.2. Электрохимические методы очистки сточных вод фабрик первичной обработки шерсти и их сравнительная оценка

Для очистки вод мойки шерсти электрохимически наиболее часто применяются анодное окисление и катодное восстановление растворенных веществ, электрокоагуляция и гальванокоагуляция. Для удаления из сточных вод мелкодисперсных и органических примесей, эмульсий, масел, жиров, нефтепродуктов, хроматов, фосфатов наибольшее распространение получили электро- и гальванокоагуляция.

Метод электрокоагуляции основан на физико-химическом процессе коагуляции коллоидных систем при воздействии на них постоянным электрическим током. С помощью стальных или алюминиевых анодов сточные воды подвергаются электролизу, в результате чего происходит электрохимическое растворение анода и получение для процесса коагуляции ионов железа или алюминия [53, 63, 64, 65]. На этом принципе основан процесс электрокоагуляции загрязнённых сточных вод.

В сточную воду переходят ионы этих металлов, превращающиеся в результате гидролиза в их гидроксиды и / или соли, обладающие коагулирующей способностью. Процесс аналогичен обработке воды соответствующими реагентами, однако, при электрокоагуляции вода не обогащается сульфатами или хлоридами, содержание которых лимитируется при сбросе очищенных вод в водоемы или использовании в оборотных системах [64, 65, 93, 108].

В основе гальванокоагуляции лежит принцип работы короткозамкнутого гальванического элемента. При этом очищаемая вода обрабатывается смесью материалов, один из которых обладает коагулирующей способностью (железо — кокс или углеродсодержащий материал, алюминий — кокс, железо — медь). За счет разности электрохимических потенциалов на контакте железная стружка (или алюминиевая) — углеродсодержащий материал воз-

никает множество гальванопар, что вызывает интенсивное окисление и растворение металла, электролиз воды, смещение величины pH, гидролиз и другие физико-химические процессы [65, 94].

В процессе анодного окисления железа возможно образование целого ряда соединений, комплексных и гидратированных ионов: Fe^{2+}, Fe^{3+}, $FeOH^{+}$, $Fe(OH)_2$, $FeOH^{2+}$, $Fe(OH)_3$, $Fe(OH)^{2+}$, $Fe(OH)^{4-}$, термодинамическая устойчивость их зависит от окислительно-восстановительного потенциала и pH среды [64, 71, 79, 95].

Результаты наших исследований [66] показывают, что вариантом решения проблемы могут быть мобильные установки очистки оборотных СВ мойки ПОШ на базе электрохимических процессов.

Проанализируем эксплуатационные особенности и возможность применения электро- и гальванокоагуляции применительно к очистке вод мойки шерсти, имея в виду, что последняя имеет существенное экономическое преимущество.

1. При электрокоагуляции изменением силы тока возможно регулировать количество растворяемого материала анода, что позволяет иметь расчетное количество коагулянта. При гальванокоагуляции это невозможно, так как количество растворенного анодного материала зависит в основном от pH и состава обрабатываемой воды, что практически невозможно регулировать на практике.

Поэтому электрокоагуляцию можно использовать более эффективно как при очистке непостоянного состава воды, так и при очистке более концентрированных сточных вод.

2. Гальванокоагуляция чувствительна к присутствию анионов, пассивирующих поверхность анода в обрабатываемой воде. электрокоагуляция — более контролируемый процесс, следовательно, электрокоагуляция — более стабильный процесс.

3. Сложность в эксплуатации электрокоагуляторов в основном определяется засорением межэлектродного пространства, которое необходимо постоянно очищать скребками. Кроме того, режим работы гальванокоагуляторов определяется необходимо-

стью поддержания соотношения стальной и медной стружки или стальной стружки и кокса, неудобством заполнения загрузки, необходимостью удаления мелкодисперсной фазы, состоящей из оксидов железа и частиц кокса, что делает невозможным повторное использование очищенных вод в водообороте для мойки шерсти

Таким образом, технология электрокоагуляционной очистки вод мойки шерсти является управляемым режимом, достаточно компактна для обеспечения повторного использования очищенных вод и создания мобильной водоочистной установки. Однако параметры рабочего режима должны быть определены экспериментально для каждого конкретно случая мойки шерсти.

3.3. Исследование технологии очистки сточных вод мойки шерсти

Для проведения исследований готовили модельную сточную воду, следуя рекомендациям по технологии мойки овечьей шерсти [9]: по 30 г бараньей шерсти, после стрижки овец, помещали в две емкости объемом 4 л подогретой водопроводной воды температурой 45 °С и производили мойку шерсти с перемешиванием в течении 5 минут в двух вариантах: с использованием (1) и без использования моющих средств (2).

3.3.1. Методика и результаты проведения исследований

Полученную модельную воду применяли во всех сериях экспериментальных исследований.

1 — очистка вод отстаиванием. После мойки шерсти воду отстаивали в течении 30 минут, после чего определяли прозрачность «по кольцу», см, а также измеряли высоту слоя осадка, мм.

При отстаивании при фактической температуре моющей воды (40–45°С) отмечено выделение только оседающих взвешенных

веществ, а выделения плавающих — (в виде жиров) не отмечено. Получены средние (из 3-х повторностей) результаты:

1) без моющих средств: высота осадка 4 мм, прозрачность 4,5 см;

2) с моющими средствами: высота осадка 3 мм, прозрачность 0,5 см, что объясняется переходом в раствор большего количества загрязнений;

3) при размере в плане экспериментальной емкости 14,5×14,5 см объем осадка в модельной воде с моющими средствами равен 81,1 см^3, без моющих — 63,1 см^3 или, соответственно, — 2,1 и 1,5% по объему.

Шерсть после отмывки с ПАВ имеет визуально более качественные показатели и может быть отправлена потребителю. Поэтому в дальнейших исследованиях применяли только воду после мытья шерсти с ПАВ.

2 — влияние температуры на выделение жиров из воды после мойки шерсти охлаждением изучали в экспериментальной криоскопической установке (рис. 3.8).



Рисунок 3.8. Экспериментальная криоскопическая установка

Установка представляла собой: металлический цилиндр с наружным диаметром D=63 мм, высотой 500 мм с глухим дном и навитой проволокой для увеличения площади поверхности теплообмена при охлаждении воды. Внутрь установки помещали охладитель (лед в пакетах) и фиксировали снижение температуры воды и высоты слоя осадка и плавающих, а также прозрачность.

Обработку модельных вод проводили в одинаковых температурных и временных интервалах.

Исходная вода после мойки шерсти *без моющих средств* имела прозрачность 5 см и температуру 34 °С. Высота слоя осадка в емкости после охлаждения в течение 17 минут до 26 °С и отстаивания составила 5 мм, прозрачность воды — 6,5 см, высота пленки из плавающих — 2 мм. Показатели качества исходной воды в емкости без охлаждения не изменились.

Исходная вода после мойки шерсти *с моющими средствами* имела прозрачность 4,5 см и температуру 34 °С. Высота слоя осадка в емкости после охлаждения до 25 °С в течение 17 минут и отстаивания составила 4,8 мм, прозрачность воды — 6,5 см, высота пленки из плавающих — 4 мм. В воде без охлаждения изменений состава не наблюдалось.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что при уменьшении температуры воды после мойки шерсти ниже 26 °С градусов жиры из растворенного состояния переходят в плавающие. При этом следует увеличить степень выделения взвешенных веществ и ПАВ из воды после мойки шерсти. К тому же остаточные концентрации ПАВ будут способствовать снижению расхода моющих средств.

Нами обосновано (гл. 3.1.1), что компактным и эффективным методом для этого является электрокоагуляция, что потребовало экспериментального подтверждения.

3 — влияние параметров процесса электрокоагуляции на эффективность очистки воды после мойки шерсти изучали на экспериментальной установке (рис. 3.9).

Для мобильных установок ПОШ технология очистки сточных вод, принятая для стационарных условий, должна быть скорректирована в направлении минимизации габаритных размеров и удобств эксплуатации.

В лабораторных условиях проводили обработку вод мойки шерсти электрокоагуляцией по известной методике [9] на установке (рис. 3.9).



Рисунок 3.9. Лабораторная установка электрокоагуляции, исходная вода после мойки шерсти с применением СПАВ.

Исходные показатели модельных сточных вод отмывки шерсти с применением СПАВ: прозрачность 0,5 см, температура 47 °С.

Электроды стальные, расстояние между электродами 4 мм, напряжение постоянного тока на электродах 15–25 В, сила тока 3А, плотность 107 А/м^2, что соответствует рекомендациям (табл. 24, [64]).



Рисунок 3.10. Визуальное качество очищенной электрокоагуляцией воды после 7.5 минут обработки и 15 минут отстаивания

Пробы на анализ отбирали после отстаивания обработанной воды в течение 15 минут (табл. 3.10).

Таблица 3.11 — Параметры режима очистки вод ПОШ электрокоагуляцией

Время электрокоагуляции, мин.	**Температура воды,^{0}C**	**Напряжение, В**	**Прозрачность, см**
2	32	15	1,1
5	34	15	2,3
7,5	36	20	12,0
10	38	25	4,5

После электрокоагуляции и отстаивания (таблица 3.9) наибольшая прозрачность очищенной воды (12 см) достигается через

7,5 минут электрообработки и 15 минут отстаивания. При этом по температуре вода пригодна для повторного использования при мойке шерсти.

Поэтому можно принять параметры рабочего режима очистки: оптимальное время пребывание в электрокоагуляторе 7,5 минут, при силе тока 3А и напряжении 20 V. Очищенная воды отстаивается в отстойнике — 15 минут.

4 — доочистка вод сорбцией.

Для увеличения степени очистки вод после электрокоагуляции и отстаивания изучена сорбционная доочистка вод на модели фильтра с загрузкой «СВЕРАД» [68], которая является одной из наиболее дешевых на рынке сорбентов.

Состав загрузки «СВЕРАД: природный минерал с 99% пористостью, с наноуглеродной гидрофобной поверхностью с внедренными нефтеокисляющими бактериями и природным активатором [68].

Экспериментально установлено повышение прозрачности очищенной воды до 3,5 см, что будет улучшать качество отмывки шерсти при повторном ее использовании.

Одновременно установлена технологическая неэффективность применения загрузки «СВЕРАД» для сорбции без предварительной очистки вод: процесс прекращался через 10-12минут.

Сточная вода ПОШ температурой 45°С, была помещена в электрокоагулятор, время нахождения в нем составило 7,5 минут при силе тока 3А, напряжении 20 V, температуре 35°С.

При таких параметрах обработки pH составило 3,5-4, вода окрасилась в зеленый цвет, из-за большого содержания железа (2). После добавления каустической соды (для выравнивания pH до нейтрального) и аэрации образовалось большое количество плотного осадка, прозрачность воды после отстаивания составила 4,5 см.

Для более качественной очистки вод после отстаивания изучено применение фильтрования и сорбции.

«СВЕРАД» является новым классом неорганических сорбентов на основе природного минерала. Гранулы сорбента «С-ВЕРАД» имеют микропористую, мезопористую и слоистую чешуйчатую макропористую структуру. Внедренный углерод, гидрофобизирующий поверхность, создает структуру положительно и отрицательно заряженных центров, распределенных внутри и снаружи гранул на поверхностях слоев, что позволяет реализовать реакции с малополярными молекулами (ряда жиров, нефтепродуктов). Специфическая углеродная пленка создает центры для деятельности нефтеокисляющих бактерий и условия для их работы.

Применение сорбента «СВЕРАД» позволяет на 60–80% снизить концентрацию нитратов, фосфатов и уровень БПК [69].

По сравнению с угольными или полимерными загрузками применение сорбента С-ВЕРАД® в очистных сооружениях сточных вод имеет ряд преимуществ:

- в отличие от синтетических, поролоновых, нетканых сорбентов, угольных (БАУ, АГ, МИУ-С) сорбент С-ВЕРАД® — не горит;
- в отличие от угольных сорбентов, он имеет микропористую, мезопористую и макропористую структуру, покрытую наноуглеродной гидрофобной пленкой, которая продлевает его срок службы;
- структура сорбента не разрушается;
- биосорбент СВЕРАД регенерируется из нефтепродуктов нефтеокисляющими бактериями за счет процессов биологической деструкции;
- сорбент обладает высокой динамической емкостью по нефтепродуктам по сравнению с другими сорбентами («СВЕРАД»: 1–2 г/г, активированный уголь-0,2–0,3 г/г), а также имеет более длительный срок службы-до 2–3 лет;
- растворенный в сточных водах воздух не влияет на качество очистки воды;
- избыток суспензий (от 5 до 10 мг/л), поступающих на стадию доочистки, не снижает качества очистки воды;

• пожаро-взрывобезопасен, т. к. не горит и не поддерживает горение.

После сорбционного фильтра «С-ВЕРАД» степень очистки может составлять: по взвешенным веществам — до 3, по нефтепродуктам — до 0,05 мг/дм^3 (рис. 3.12).

Очищенную электрокоагуляцией и отстаиванием воду ПОШ обрабатывали сорбцией в нисходящем режиме на фильтре с загрузкой «СВЕРАД». Скорость фильтрования составила: 0,0043 л/с×м^2, температура 25°С, прозрачность 21,5 см. При этой величине прозрачности очищенную воду можно для повторного использования.

В очищенную жидкость добавляли 1/3 объема воды после мойки шерсти и вносили грязную шерсть в расчете 50 г на 1 л воды после стрижки овец. Время мойки шерсти с перемешиванием составляло 15–20 минут.



Рисунок 3.12. Обработка очищенной электрокоагуляцией воды отстаиванием воды ПОШ сорбцией на «СВЕРАД»

Качество отмытой шерсти при этом не изменилось. К тому же потребовалось меньшее количество горячей водопроводной воды, чтобы довести температуру до 45°С, что требует технология мойки шерсти и ПАВ.

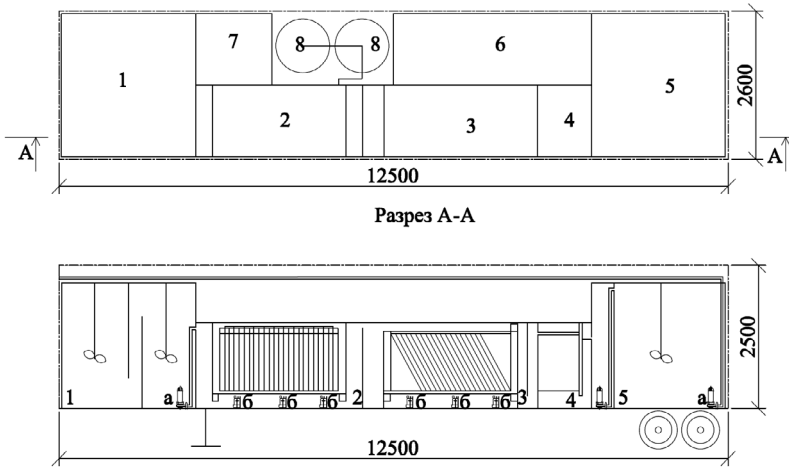


Рисунок 3.13а. Схема мобильной установки очистки сточных вод мойки шерсти: 1 — усреднитель (2,5×2,4×2,2 м), 2 — электрокоагулятор (3×1,5×1,1 м), 3 — тонкослойный отстойник (3×1,5×1,1 м), 4 — сорбционный фильтр (1,5×1,5×1,1 м), 5 — накопительная емкость (2,5×2,4×2,2 м), 6 — выпрямитель (1,8×1,4×1 м), 7 — реагентное хозяйство (2,5×1,4×1 м), а, б — насосы

Таким образом, мобильная установка мойки шерсти должна включать узел мойки и отжима шерсти, узел очистки моечных вод, включающий накопитель, электрокоагулятор, сборник плавающих веществ, отстойник, сорбционный фильтр, накопитель очищенных вод, насосы для перекачки вод, дегидратор шлама (рис. 3.13).

При этом очищенную воду можно для повторного использовать при мойке шерсти, а также для водопоя овец и орошения пастбищ, создав своеобразную экологическую территорию с центром в виде фермерского овцеводческого хозяйства.

В Калмыкии практически воды всех поверхностных водоемов и подземные имеют повышенную минерализацию, что превышает нормы для хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для водопоя животных.

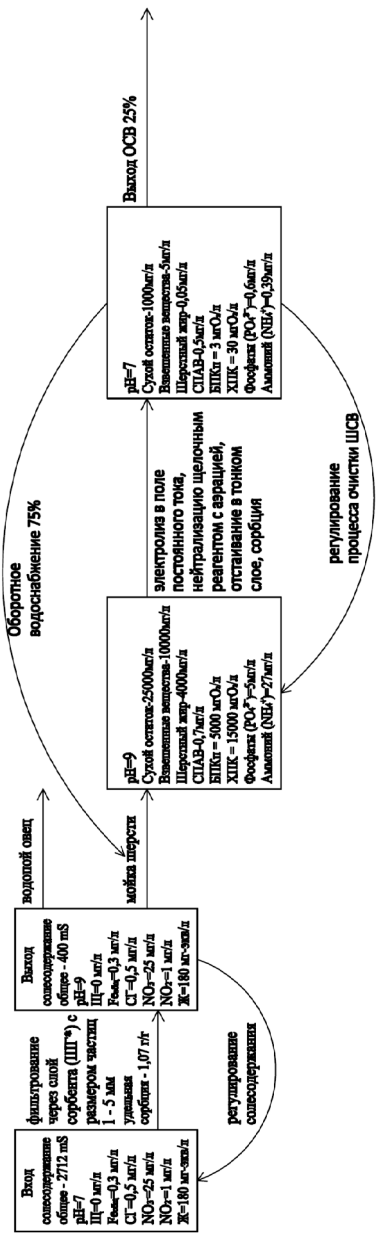


Рисунок 3.13б. кибернетическая модель очистки воды для водопоя овец и очистки ШСВ

В практике очистки вод достаточно широко применяются различные глины, в т. ч. и шоколадные, вследствие их поглотительной способности, обусловленной активным ионным обменом без нарушения кристаллической решетки с выделением из воды ионов кальция, магния, железа, хлоридов, сульфатов и остаточного хлора.

Исследования по снижению солесодержания подземных и поверхностных вод проводились в лабораторных условиях в статических и динамических режимах с использованием шоколадных глин местных месторождений: Приергенинский район северной части Калмыкии и соседней Волгоградской области (Эльтонское месторождение).

Экспериментально обоснована технологическая возможность и эколого — экономическая возможность использования местных шоколадных глин

для обработки вод с высоким солесодержанием как в стационарных условиях очистных сооружений, так и в полевых условиях выпаса овец и в фермерских хозяйствах. Процесс очистки подземных и поверхностных вод может быть организован в статических и динамических условиях.

Экспериментально установлено, что максимальный эффект опреснения наблюдается при использовании природного сырья с качественным и структурным составом соединений, близким к веществам, входящим в состав очищаемой воды.

Полученные значения удельной сорбции по Фрейндлиху рекомендуются к применению в расчетах потребности шоколадных глин к водопою овец из поверхностных водоемов с повышенным солесодержанием и подземных вод.

Экспериментально с помощью криоскопического метода выяснена закономерность перехода растворенного шерстного жира, в плавающие загрязнения, температура перехода составила 23°С.

Глава 4
Расчет мобильной установки очистки сточных вод мойки шерсти

Согласно полученным результатам экспериментальных исследований мобильная установка мойки шерсти должна иметь: узел мойки и отжима шерсти, узел очистки моечных вод, включающий накопитель, электрокоагулятор, сборник плавающих веществ, отстойник, сорбционный фильтр, накопитель очищенных вод, насосы для перекачки вод, дегидратор шлама.

4.1. Исходные данные для расчета мобильной установки

В качестве примера для расчета мобильных очистных сооружений сточных вод мойки шерсти принята фермерская овцеводческая ферма на 800 голов, расположенная в Черноземельском районе пос. Адык [26, 36]. Расчетный расход qmax.час = 8,7 м^3/ч. Подача сточных вод осуществляется по самотечному трубопроводу от стационарного модуля мойки и отжима шерсти, не входящие в оборудование модульной установки.

Время пребывания сточной жидкости в усреднителе 1,5 ч.

1. Усреднитель.

Усреднитель представляет собой прямоугольную емкость, выполненную из ПНД, габаритами, м: 2,7×2,4×2 и объемом 13 м^3. Время пребывания сточной жидкости в усреднителе 1,5 ч.

2. Электрокоагулятор (рис. 4.1)

Исходные данные для расчета:

— удельный расход электричества [65, 66] на очистку сточной воды q_{qur} = 300 Ач/м^3;

— толщина электродных пластин начальная = 0,006 м;

— принимаем межэлектродное расстояние b = 0,02 м;

— плотность тока на анодах i_{an} = 120 А/м^2.



Рисунок 4.1. Электрокоагулятор (лаборатория ФГБОУ ВО «ДГТУ»)

Согласно экспериментальным данным (3.2.1) принимаем продолжительность электрообработки сточных вод, t = 7,5 мин (0,13 ч).

Объем жидкости в электрокоагуляторе

$W_{ch} = q_w \times t$; $W_{ch} = 8{,}7 \times 0{,}13 = 1{,}14$ м^3.

Общий расход электроэнергии на обработку 8,7 м^3 /час сточной воды составит:

$Q_{cur} = q \times q_{cur}$; $Q_{cur} = 8{,}7 \times 300 = 2610$ Ахч

Токовая нагрузка на электрокоагулятор:

$I = Q_{cur}/t$; $I = 2610/0{,}13 = 20076{,}9 \approx 20077$ А.

Поверхность анодов (катодов) будет равна:

$f_{an} = f_h = I/i_{an}$; $f_{an} = 2610/120 = 21{,}75$ м^2.

Объем жидкости в межэлектродном пространстве:

$V_{ж} = f_{anb}$; $V_{ж} = 21{,}75 \times 0{,}02 = 0{,}435$ м^3.

Общий объем электродов:

$V_{ek} = f_{an}$; $V_{ek} = 21{,}75 \times 0{,}006 = 0{,}131$ м^3.

Общий объем электродного блока составит:

$V_{элБл} = V_{ж} + V_{ek}$; $V_{элБл} = 0{,}435 + 0{,}131 = 0{,}566$ м^3.

Масса такого блока: $M_{элБл} = V_{ek} cm$; $M_{элБл} = 0{,}131 \times 7{,}8 = 1{,}02$ т.

Принимаем 1 рабочий 1 резервный электролизер, каждый в чистоте имеет форму блока в виде куба, тогда длина его ребра составит:

$L_д = \sqrt[3]{V_{ЭлБл}} = \sqrt[3]{0{,}566} = 0{,}826$ м = 826 мм

Число электродов в блоке составит: n = 0,826/(0,006+0,02) = 32 шт., т. е. блок будет состоять из 16 анодов и 16 катодов. Тогда длина зоны электрохимической обработки будет равна: 32×0,0206 = 0,832 м.

Технологические ширина и высота зоны — 0,826 м, окончательные размеры определяются конструктивными решениями для удобства монтажа и эксплуатации.

В электрокоагуляторе непрерывного действия не должно быть установочных зазоров между боковыми стенками аппарата и крайними электродами, потому что недопустимы проскоки жидкости вне межэлектродного пространства [64].

Габариты электрокоагулятора принимаем в связи с тем, что в аппарате монтируются пеносборное устройство, а также устройства для распределения потока воды на входе и выходе:

Lэ × Вэ × Нэ = 1,3 × 1,1 × 1,0 м.

Эффект очистки электрофлотокоагуляционной установки,%: 95 — по жиру и взвешенным веществам, 70 — по $БПК_5$.

Определение количества твердой фазы (осадка) [64]:

$Q_{mud} = q_w \times (C_{en} - C_{ex})/(100\text{-}p_{mud}) \times \gamma_{mud} \times 10^4$;

Q_{mud} = 8,7 × (11500−575)/(100−95) × 1000 × 10^4 = 0,002 м³/ч,

где: q_w — расход сточных вод, 8,7 м³/час;

C_{en} — концентрация взвешенных веществ в исходной сточной воде, мг/дм³;

C_{ex} — концентрация взвешенных веществ в очищенной воде, мг/дм³;

p_{mud} — влажность осадка,%;

γ_{mud} — плотность осадка, при влажности более 80 % примерно равняется плотности воды 1000 кг/м³ =1000 000мг/м³=1000 мг/дм³.

При 10 часах работы в сутки будет получено (0,002 м^3/ч × 10) 0,02 м^3 твердой фазы, которая накапливается в накопителе, а затем обезвоживается на дегидраторе [64].

3. Тонкослойный отстойник (рис. 4.2)

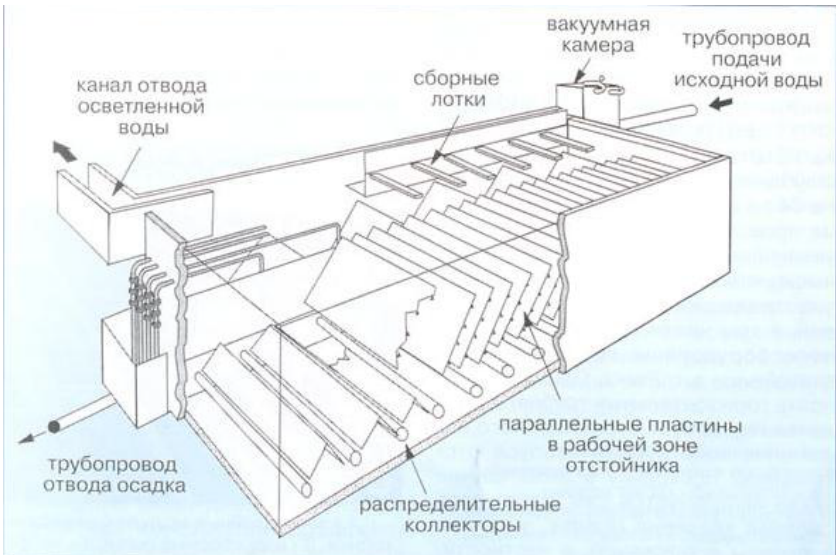


Рисунок 4.2. Тонкослойный отстойник

Согласно рекомендациям [60, 61, 62, 63] расчетная гидравлическая крупность взвешенных веществ принимается U_0 = 6 мм/с = 0,216 м/ч.

Производительность тонкослойного модуля Qт:

$Qт = (8{,}7 \times L_б \times H_б \times K_э \times U_0) / (H_я \times K_c)$,

где $L_б$ — длина секции, м;

$H_б$ — высота тонкослойного блока, м;

$K_э$ - коэффициент использования объема;

U_0 — гидравлическая крупность задерживаемых частиц (мм/с);

K_c — коэффициент сноса выделенных частиц, принимаемый при плоских пластинах —1,2; при рифленых пластинах — 1;

$H_я$ — высота яруса тонкослойного модуля, м [64].

$Q_т = (8,7 \times 0,6 \times 0,826 \times 0,832 \times 0,216) / (1,2 \times 0,826) = 0,94$ м³/ч.

Скорость потока воды

$V_р = Q_т / (L_б \times B_б \times \cos\alpha + L_п \times B_б)$,

где $V_р$ — скорость рабочего потока, м/ч;

$Q_т$ — объем потока, м³/ч;

$L_б$ — длина тонкослойного блока, м;

$L_п$ — расстояние между пластинами, м;

$B_б$ — ширина тонкослойного блока, м;

α — угол наклона пластин.

$V_р = 0,94 / (0,826 \times 0,832 \times \cos 45^o\ (0,707) + 0, 826 \times 0,006) = 1,91$ м/ч

Время отстаивания

$t = H_б / (3600 \times U_0)$,

где $H_б$ — высота секции тонкослойного блока.

U_0 — гидравлическая крупность частиц, мм/с, осаждение которых обеспечивает требуемый эффект осветления сточной воды;

$t = 0, 826 / (3600 \times 0,26) = 15$ минут $= 0,4$ часа

С учетом распределительных и сборных каналов и лотков сточной воды, плавающих и согласованности при компоновке сооружений на мобильной установке габаритные размеры отстойника равны: Lэ × Bэ × Hэ = 1,3 × 1,0 × 1,0, м.

4. Сорбционный фильтр (рис. 4.3.)

Экспериментально установлено (3.2.2), что сорбционная емкость загрузки «СВЕРАД» по жиро-масло — нефтепродуктам составляет 1–2 г/г. При расчете фильтра доочистки уста-



Рисунок 4.3. Сорбционный фильтр

новки мобильной мойки принимаем загрузку «СВЕРАД» с сорбционной емкостью 1000 мг/г.

Расход, поступающий на фильтр: 208,8 *м*^{3} / *сут.*

Концентрация поступающих загрязнений по БПК$_5$:

$C_{исх}^{БПК} = 15$ *мг/л (г/м*^{3}*)*

Суточная масса загрязнений по БПК:

$C_{сут} = 208{,}8 \times 15 = 3132$ *г/сут.*

Требуемое количество сорбента «СВЕРАД» для удаления загрязнений:

$M = 3132/1000 = 3{,}14$ *кг/сут* = (3,14×22) = 70 *кг/мес.*

Высота загрузки $H_з$:

$H_з = V_Н \times \tau_у/60 = (2 \times 15)/60 = 0{,}5$ м,

где $V_Н$ — расчетная скорость фильтрования, принятая 2 м/ч;

$\tau_у$ — время прохождения воды через слой загрузки «СВЕРАД», принимаемое по экспериментальным данным 10–15 мин, принята 15 минут.

Исходя из согласованности компоновки сооружений, примем внутренний диаметр фильтра 0,5 м.

Площадь фильтрующей поверхности:

$F = \pi r^2 = 3{,}14 \times 0{,}5^2 = 0{,}785$ м^2

Объем загрузки:

$V = F \times \eta = 0{,}785 \times 1 = 0{,}785$ м^3,

h загрузки «СВЕРАД» — 1 м.

Масса загрузки в данном объеме:

$M = V \times \rho = 0{,}785 \times 105 = 83$ *кг,*

где ρ — плотность «СВЕРАД», равная 105 г/дм^3.

В качестве поддерживающего слоя принимаем к использованию гравий, высота слоя Н = 0,3 м.

Общая высота фильтра:

$H_ф \times H_{уз} \times H_{стр} = 1{,}0 \times 0{,}3 \times 1{,}3$ *м*

В процессе работы производительность фильтра и эффективность очистки постепенно снижаются. Частично восстановить работоспособность можно за счет выполнения промывки филь-

трующей загрузки. Промывка выполняется обратным потоком воды. Накопившиеся загрязнения вымываются и сбрасываются в усреднитель.

5. Накопительная емкость (рис. 4.4)



Рисунок 4.4. Складной накопитель мобильной установки

Назначение — накопление очищенных сточных вод для повторного использования на мойку шерсти. Подача сточных вод с расходом $q_{max.час}$ = 8,7 м^3/ч осуществляется по самотечному трубопроводу от сорбционного фильтра. Принимаем накопительную емкость на 1,5 часа пребывания очищенных вод, таким образом, требуется емкость объемом 13 м^3.

Размеры сооружения составляют 2,7 × 2,4 × 2 м.

В целях экономии полезной площади под технологическое оборудование в мобильной установке мойки возможным вариантом может быть складывающийся вариант накопителя объемом 13–15 м^3, который представлен ниже [70].

6. Дегидратор шлама (рис. 4.5)

Принимаем шнековый обезвоживатель осадка AMKON ES-302, расход твердой фазы до 9 м^3/ч и концентрацией загрязнений по взвешенным вещества до 35 000 мг/л. Размеры, м: (L×B×H) 3,25 × 1 × 1,85

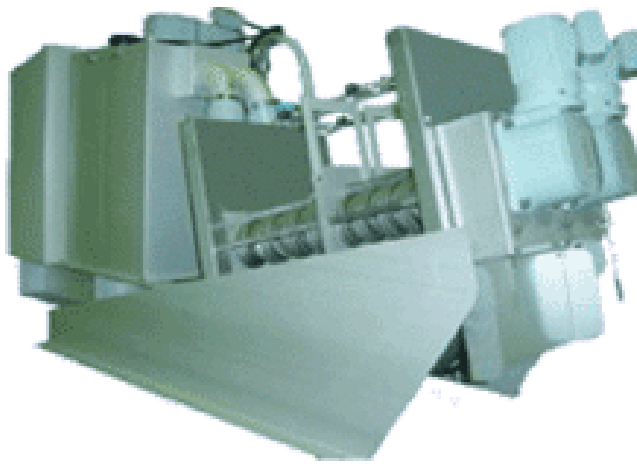


Рисунок 4.5. Дегидратор шлама

Обезвоженный шлам имеет влажность 70–72% и может быть использован для производства удобрений и/или пеллет в рамках экологизации фермерских овцеводческих хозяйств [66]. Режим работы дегидратора устанавливается во время проведения пусконаладочных работ.

4.2. Расчет затрат на мобильную установку

Мобильные очистные сооружения для очистки сточных вод фабрик первичной обработки шерсти обладают технической новизной и составили предмет изобретения [66].

Формула изобретения по патенту RU (11) 2 2675556.

1. Способ очистки сточных вод фабрик первичной обработки шерсти, включающий электролиз в поле постоянного тока, нейтрализацию щелочным реагентом с аэрацией, отстаивание в тонком слое, сорбцию, повторное использование очищенных сточных вод, отличающийся тем, что обработку сточных вод ведут в течение 7,5 минут, при напряжении 20 V и плотности тока 150 А/м^2, при температуре не менее 35°С, а в качестве сорбента используется загрузка СВЕРАД.

Способ по п. 1, отличающийся тем, что очищенная сточная вода фабрик первичной обработки шерсти — частично подается в электролизер и частично на мойку шерсти, а свежей горячей воды на мойку шерсти добавляется не более 25 %.

Сравним технико-экономические показатели строительства и эксплуатации мобильных и стационарных установок мойки шерсти овец.

Стационарные очистные (рис. 3.7) сооружения состоят из: 1 — песколовки с круговым движением (с ретехнолизацией для удаления плавающих); 2 — усреднитель со встроенным жироуловителем; 3 — жироуловителя; 4 — УФСа; 5 — флотатора I ступени; 6 — флотатора II ступени; 7 — аэротенка-смесителя; 8 — аэротенка-вытеснителя; 9 — вторичного отстойника; 10 — сорбционного фильтра; 11 — накопительной емкости; 12 — УФО; 13 — реагентного хозяйства; 14 — воздуходувной станции; 15 — узла механического обезвоживания [26].

Стоимость стационарных сооружения составляет 6665000 рублей, а годовые затраты на эксплуатацию — 1986731 рублей в год.

Мобильные очистные сооружения состоят из: 1 — блока мойки и отжима шерсти (если этого нет); 2 — усреднителя; 3 — электрокоагулятора; 4 — онкослойного отстойника; 5 — сорбционного фильтра; 6 — накопительной емкости; 7 — цеха механического обезвоживания; 8 — реагентного хозяйства.

Стоимость мобильных сооружения составляет 2657690 рублей, а годовые затраты на эксплуатацию 2101188 рублей в год [26].

Можно видеть, что при одинаковых исходных условиях строительные затраты на стационарную установку превышают таковые на мобильную (6665000–2657690) на 4007310 рублей. Эксплуатационные затраты на стационарную установку (1986731–2101188) ниже на 114457 рублей (цены 2017 г.)

Мобильная установка имеет преимущество перед стационарной по строительным затратам (дешевле в 2,5 раза) и незначительно хуже (5,5%) по эксплуатационным. Если учесть, что мобильная установка будет обслуживать поочередно 3–4 фермерских хозяйства, то ее преимущество более, чем очевидно, и будет определяющим для применения на практике.

Таким образом, в данной главе экспериментально обоснована технология очистка сточных вод фабрик первичной обработки шерсти тонкослойным отстаиванием, электролизом и сорбцией, по полученным результатам была разработана мобильная установка и технология очистки с повторным использованием очищенной воды, на которую получен патент РФ.

Стоимость строительства мобильных очистных сооружения дешевле строительства стационарных в 2,5 раза, но выше (5,5%) затраты на эксплуатацию.

Разработанная технология очистки сточных вод фабрик первичной обработки шерсти с помощью мобильной установки дает толчок к развитию фермерского овцеводства

Глава 5
Эколого-экономическое обоснование повышения эффективности фермерских хозяйств

5.1. Водные технологии на ферме

Для экономической оценки технологических решений по экологизации рассмотрим фермерское хозяйство, расположенное в республике Калмыкия с количеством 1000 голов, включая овец — 700, ягнят и молодняка — 250, баранов — 50 голов.

Оценим хозяйственную деятельность фермерского хозяйства по поению овец, очистке подземных вод и мойке шерсти.

Определим необходимое количество воды на ферме для водопоя и хозяйственных нужд. Согласно [86] нормы расходования воды питьевого качества равны, л/сут. голову: овцы — 5, бараны — 7, ягнята — 3,5.

Тогда суточная потребность в воде для водопоя составит 700 х 5 + 250 × 3,5 + 50 × 7 = 4725 л/сут = 4,725 м^3/сут, потребность воды в год: 4,725 × 365 = 1725 м^3.

Потребность в воде для мойки шерсти. В течение года стрижка овец производится 3 раза. От одной овцы настриг шерсти составляет 1,5–2 кг, от одного барана 2–4 кг. Расход воды на мойку шерсти — потребность 50 л/кг.

Для рассматриваемого примера в год образуется шерсти 700 × 2 + 50 × 3 = 1550 кг. Необходимое количество воды для мойки

шерсти составит: 50 × 1550 = 77 500 л = 77,5 м^3/год. На 1 стрижку — 77,5/3 = 25,9 м^3.

Потребность в воде для деминерализации подземных вод заключается в приготовлении растворов реагентов, финишной промывки фильтров, загруженных шоколадной глиной фракциями 2–5 мм. (Согласно экспериментальным данным (гл. 3) до 10 % от объема обработанной воды используется для собственных нужд очистной установки, в нашем случае — от объема водопоя овец, т. е. 180 м^3.

Тогда годовое потребление воды на ферме составит 1725 +77,5 + 180 = 1983 м^3.

Примем, что доставка воды ведется водовозом с емкостью цистерны 7,5 м^3, стоимость воды и доставки — 100 руб/м^3 [87].

Годовые затраты на воду для водопоя овец составят (1983 × 100) 198 300 руб.

5.2. Мойка шерсти в стационарных и передвижных установках

Для экономического сравнения выполнены расчет стационарных и мобильных очистных сооружения очистки сточных вод фабрик первичной обработки шерсти [66, 82] и затраты на их изготовление и эксплуатацию.

Стационарные очистные сооружения состоят из: 1 — песколовки с круговым движением (с ретехнологизацией для удаления плавающих); 2 — усреднитель со встроенным жироуловителем; 3 — жироуловителя; 4 — устройство фильтрующее самоочищающееся (УФС); 5 — флотатора I ступени; 6 — флотатора II ступени; 7 — аэротенка-смесителя; 8 — аэротенка-вытеснителя; 9 — вторичного отстойника; 10 — сорбционного фильтра; 11 — накопи-

тельной емкости; 12 — УФО; 13 — реагентного хозяйства; 14 — воздуходувной станции; 15 — цеха механического обезвоживания.

Стоимость стационарных изготовления и монтажа сооружений составляет 6665000 рублей, а годовые затраты на эксплуатацию 1986731 рублей в год (в ценах 2017 г.).

Мобильные очистные сооружения состоят из: 1 — блока мойки и отжима шерсти (если этого нет на ферме); 2 — усреднителя; 3 — электрокоагулятора; 4 — тонкослойного отстойника; 5 — сорбционного фильтра; 6 — накопительной емкости; 7 — цеха механического обезвоживания; 8 — реагентного хозяйства.

Стоимость мобильных сооружения составляет 2657690 рублей, а годовые затраты на эксплуатацию 2101188 рублей в год.

Таким образом, стоимость строительства мобильных очистных сооружений дешевле строительства стационарных в 3 раза, но выше затраты на эксплуатацию.

При этом следует учесть прибыль от сдачи в производство мытой шерсти: стоимость грязной шерсти 7 руб/кг, мытой — 60 руб/кг. Ранее (5.1) мы определили, что в год образуется шерсти $700 \times 2 + 50 \times 3 = 1550$ кг шерсти. Тогда после ее реализации фермерское хозяйство получит дополнительную прибыль $((60–7) \times 1550) = 82150$ рублей.

Это указывает на целесообразность создания коллективной мобильной установки для смежных фермерских хозяйств для очистки сточных вод и мойки шерсти, что в целом повысит экологичность и экономическую эффективность овцеводства.

Определим суммарный положительный экономический эффект от экологизации фермерских хозяйств как сумму доходов от водопоя и реализации мытой шерсти:

Годовой доход на фермерском хозяйстве составит:

— получение воды из подземных вод 198300 руб.;
— реализация мытой шерсти — 82150 руб.;

Всего — 280450 рублей.

Проведена технико — экономическая оценка технологических и конструктивных решений по экологизации фермерского хозяйства с отарой в 1000 голов (овец — 700, ягнят и молодняка — 250, баранов — 50).

Исходными данными для расчета явились полученные результаты исследований по очистке подземных вод для водопоя овец, по оборотной очистке вод мойки шерсти, по производству гранул из овечьего навоза для удобрений.

Суммарный доход от экологизации фермерского хозяйства составляет 280450 рублей в год.

Обоснована целесообразность создания для нескольких фермерских хозяйств единых передвижных модульных установок по очистке подземных вод для водопоя овец, по оборотной очистке вод мойки шерсти.

Заключение

Комплекс теоретических и экспериментальных исследований, выполненный в соответствии с поставленными задачами, позволил сформулировать общие выводы.

1. Обосновано, что приоритетным направлением повышения ресурсосбережения и экономичности овцеводства в республике Калмыкия является экологизация фермерских хозяйств путем создания водопойных узлов на базе местных подземных источников водоснабжения, создания стационарных и мобильных установок по мойке шерсти с замкнутым циклом очистки вод.

2. Экспериментально установлена технологическая и эколого-экономическая целесообразность использования местных шоколадных глин (Республика Калмыкия) для обработки вод с высоким солесодержанием для водопоя овец, как в стационарных условиях очистных сооружений, так и в полевых условиях выпаса овец и в фермерских хозяйствах, поскольку метод очистки вод не требует сложного оборудования и может быть достаточно просто реализован в условиях фермерских хозяйств.

3. Показано, что очистка сточных вод мойки шерсти последовательной обработкой электролизом, тонкослойным отстаиванием и сорбцией позволяет использовать их в оборотном цикле, на базе чего разработана мобильная технология очистки с повторным использованием очищенной воды, на которую получен патент РФ. При этом стоимость мобильных очистных сооружения в 2,5 раза дешевле стационарных.

4. Разработаны и внедрены в проектную практику и в спецкурсы обучения студентов рекомендации по расчету и эксплуатации локальных сооружений по водопою, мойке шерсти овцеводческих фермерских хозяйств.

5. Расчетом показано, что суммарный доход от практики экологизации фермерского хозяйства на 1000 голов составляет 280450

рублей в год. Исходными данными для расчета явились полученные результаты исследований по очистке подземных вод для водопоя овец, по оборотной очистке вод мойки шерсти.

Рекомендации производству

Результаты работы рекомендуются к применению в овцеводческих фермерских хозяйствах на стадиях проектирования, эксплуатации и менеджмента не только в республике Калмыкия, но и в аридных регионах.

Перспективы дальнейшей разработки темы

На базе полученных результатов и знаний в области повышения эффективности овцеводческих фермерских хозяйств перспективным является создание мобильных установок получения воды для водопоя овец непосредственно на месте их обитания, мойки шерсти и очистки оборотных вод от мойки, с получением сорбента, удобрений и пеллет из навоза с подстилкой. Отработанные материалы после очистки вод рекомендуется использовать в качестве удобрений на полях.

Список сокращений

АПК — аграрно-промышленный комплекс
КРС — крупный рогатый скот
МО — механическая очистка
МП — моечный процесс
МРС — малый рогатый скот
ПОШ — первичная обработка шерсти
РК — Республика Калмыкия
РФ — Российская Федерация
СВ — сточные воды
СПАВ — специфически поверхностно-активные вещества
СФ — сорбционный фильтр
СХ — сельскохозяйственный
ФДС — фазово-дисперсное состояние
ФХО — физико-химическая очистка
ШСВ — шерстомойные сточные воды

Список литературы

1. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2017: Р32 Стат. сб./Росстат. М., 2017. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/B17_14p/Main. htm (12.12.2018)

2. Холодова, М. А. Развитие отрасли животноводства в рамках продовольственной безопасности [текст]/М. А. Холодова, О. А. Холодов // Инновации в АПК: проблемы перспективы. Изд-во Белгородский ГАУ 2019. — № 2 (22). С. 136–146.

3. Селионова, М. И. Современное состояние овцеводства России и его научное обеспечение [текст]/М. И. Селионова., В. А. Багиров. — Ставрополь; сборник научных трудов ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. — 2014. — № 7 (3). С. 11–20.

4. Амерханов, Х. А. Наша стратегия — в будущее смотреть с оптимизмом [текст]/Х. А. Амерханов // Информационный бюллетень Национального союза овцеводов. — 2014. — № 1 (7). С. 3–13.

5. Амерханов, Х. А. Современные реалии российского овцеводства [Электронный ресурс]/Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства, М., — 2017. Электронный режим: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-realii-rossiyskogo-ovtsevodstva

6. Русанова, Т. П. Анализ производства продукции овцеводства в Ставропольском крае [Текст]/ Русанова Т. П., Коровина Л. Н. // Ставрополь; сборник научных трудов ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. — 2011. — № 4–1 (1). С. 126–128.

7. Бурзак, А. Б. Организационно-правовые основы формирования регионального рынка шерсти: автореф. дис. канд. экон. наук/Бурзак Андрей Николаевич. Ставрополь, 2001. 24с.

8. Доронин, Б. А. Эффективность производства продукции овцеводства в современных условиях [Текст]/Б. А. Доронин // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2005. — № 2. С. 38–39.

9. Ласков, Ю. М. Очистка сточных вод кожевенной и меховой промышленности [текст]/Ю. М. Ласков, Т. Г. Федоровская, Г. М. Жмаков. — М: Легкая и пищевая промышленность, 1984

10. Юрьев, Ю. Ю. Изучение сорбционных свойств минерального сырья, с целью получения на его основе сорбента для опреснения высокоминерализованных вод поверхностных источников [текст]/Юрьев Ю. Ю., Черкесов А. К., Щитов Д. В., Ибрагимова З. К., Сон В. В. // Инженерный вестник Дона. 2015. № 1–1 (33). С. 51.

11. Организация управления сельскохозяйственными организациями в условиях изменяющейся конъюнктуры рынка на примере СПК Племзавод «Овцевод»/«Омский государственный аграрный университет. — Омск, 2012;

12. Пути повышения эффективности отрасли животноводства в СПК племзавод «Овцевод»/Омский государственный аграрный университет. — Омск, 2012

13. Курбатова, Е. П. Экологическая безопасность как фактор повышения экономической эффективности сельского хозяйства Псковской области. — Автореф. дисс. …. канд. эконом. наук по специал. 08.00.05. — Санкт-Петербург, 2000. — 25 с.

14. Кукушкина, И. С. Уровневый подход к стратегическим приоритетам повышения конкурентоспособности республики Калмыкия [текст] // Экономический вестник ростовского государственного университета, ЮФО — Ростов-на-Дону, 2008. т. 6 № 2–3 С. 267–273.

15. Валовой региональный продукт по субъектам Российской Федерации в 1998–2016 гг. (04.04.2017)

16. Краткий статистический сборник. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Калмыкия. Элиста, 2015. — 154 с.

17. Мельникова, Е. В. Овцеводство и козоводство: тенденции к развитию [текст] // Символ науки: международный научный журнал. Уфа, 2016 № 4–4 (16). С. 61–64.

18. Азбукина, З. Б. Эколого-экономический механизм развития овцеводства в аридной зоне: условия, особенности и приоритеты становления/автореф. дис. … к. э. н., 2009.

19. Виноградов, Б. В. Современная динамика и экологическое прогнозирование природных условий в Калмыкии // Проблемы освоения пустынь. 1993. № 1. — 192с.

20. Всероссийская сельскохозяйственная перепись 2006 года (предварительные итоги). Выпуск № 1. Сельскохозяйственные организации, крестьянские (фермерские) хозяйства по Республике Калмыкия. — Элиста, 2007.

21. Юрьев, Ю. Ю. Совершенствование очистки воды от ПАВ для оборотного водоснабжения (на примере плавательного бассейна) [Электронный ресурс] // Э. П. Доскина, Ю. Ю. Юрьев, Д. О. Игнаткина, В. П. Батманов, П. А. Сидякин, Т. А. Кузьмина // Инженерный Вестник Дона. — 2015. — № 1. — Режим доступа: http://www.ivdon.ru.

22. Попков, Н. А., Герман, Ю. И. Анализ овцеводства и некоторые меры по восстановлению отрасли в республике Беларусь., Овцы, козы, шерстяное дело. — 2013. № 2. С. 82–85.

23. Письмо Департамента ветеринарии Минсельхозпрода РФ от 4 августа 1997 г. N 13-7-2/1027 «Ветеринарно-санитарные правила подготовки к использованию в качестве органических удобрений навоза, помета и стоков при инфекционных и инвазионных болезнях животных и птицы» (утв. Департаментом ветеринарии Минсельхозпрода РФ 4 августа 1997 г.) [Электронный ресурс] (15.06.2018)

24. Литвин, В. Н., Матишов, Г. Г. Погребнов, Н. Н. и др. К проблеме питьевого водоснабжения аридных районов южного федерального округа. — том 4, № 1, 2008, стр. 28–33, Источник:

http://naukarus.com/k-probleme-pitievogo-vodosnabzheniya-aridnyh-rayonov-yuzhnogo-federalnogo-okruga.

25. Санджиев, Б.Ц. Проблемы водоснабжения в сельском хозяйстве Калмыкии/economicarggu.ru.

26. Арашаев, А.В. Экологические проблемы при строительстве очистных сооружений Элистинской фабрики первичной обработки шерсти [текст]/Арашаев А.В., Серпокрылов Н.С., Онкаев В.А., Онкаев А.В. В сборнике: Технологии очистки воды «ТЕХНОВОД-2018». Сочи, Красная поляна, 11–14. 12. 2018 г. Материалы XI Международной научно-практической конференции. — Новочеркасск: Изд-во «Лик», 2018. с. 246–251.

27. Серпокрылов, Н.С. Водоохранные технологии как источник воздействия на ОС [Текст] // Серпокрылов, Н. С., Онкаев, В. А., Бараев, Д. В. и др. V региональная студенческая научно-практическая конференция «Природно — ресурсный потенциал Прикаспия и сопредельных территорий: проблемы его рационального использования», 25–27 апреля 2018 г.: материалы Изд-во Калм. ун-та, 2018, С. 117–123.

28. Арашаев, А.В. Экологизация овцеводческих ферм аридных территорий [текст] // Арашаев А.В., Серпокрылов Н.С., Онкаев В.А., Вильсон Е.В. В сборнике: Технологии очистки воды «ТЕХНОВОД-2019». Москва, 22–23 октября 2019 г. Материалы XII Международной научно-практической конференции. — Новочеркасск: Изд-во «Лик», 2019. С. 19–28.

29. Марченко, В.И. Анализ процесса сушки и охлаждения гранул [текст]/В.И. Марченко, Д.И. Грицай, Д.А. Сидельников, А.В. Панасенко // Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК: сб. науч. статей по материалам XIII Междунар. науч.-практ. конф. (г. Ставрополь, 5–7 апреля 2017 г.)/СтГАУ. Ставрополь, 2017. С. 35–39.

30. Сангаджиев, М.М. Вода Калмыкии — экология и современное состояние [текст] // М.М. Сангаджиев, В.А. Онкаев. — Вестник Калмыцкого университета. — 2012 г. №3 (15), С. 18–25.

31. Онкаев, В. А. Подземные воды Республики Калмыкия и ее геолого-экологические особенности [текст] // В. А. Онкаев, Сангаджиев М. М. — Вестник Калмыцкого университета. — 2013. — № 4 (20). — С. 48–55

32. Арашаев, А. В. Фактор качества воды водных объектов Калмыкии и здоровье населения республики [текст]/Сангаджие в М. М. Эрдниев О. В. Бадрудинова А. Н. Арашаев А. В., Геология, география и глобальная энергия (Geology, Geography and Global Energy) 2016. No. 2 (61) Physical Geography and Biogeography, Soil Geography and Landscape Geochemistry 70, с. 70–76.

33. Серпокрылов, Н. С. Мобильно — картриджная система малых населенных мест [текст] // Водоснабжение и канализация, 2012, № 9–10.-С. 34–42.

34. Литвин, В. Н., Матишов, Г. Г., Погребнов, Н. Н., Трощенко, В. В. Богуш, И. А.. К проблеме питьевого водоснабжения аридных районов Южного федерального округа. — том 4, № 1, 2008, стр. 28–33, Источник: http://naukarus.com/k-probleme-pitievogo-vodosnabzheniya-aridnyh-rayonov-yuzhnogo-federalnogo-okruga

35. ГОСТ 30190–2000 «Шерсть немытая. Методы определения выхода чистого волокна» введенным постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии от 23 апреля 2001 г. протокол № 186.

36. Юрьев Ю. Ю. Совершенствование технологии очистки городских сточных вод с использованием сорбента на основе избыточного активного ила [текст]/Москвичева, Е. В., Войтюк А. А., Доскина Э. П., Игнаткина Д. О., Юрьев Ю. Ю., Щитов Д. В./Инженерный вестник Дона. 2015. № 2–2 (36). С. 28.

37. Юрьев, Ю. Ю. Очистка сточных вод от биогенных элементов [текст]/С. И. Мойжес, И. М. Шевцова, Е. В. Москвичева, Ю. Ю. Юрьев, Т. Ф. Рыльцева // Экологический навигатор. — 2009. — № 5. — С. 44–46.

38. Кульский, Л. А., Химия воды: Физико-химические процессы обработки природных и сточных вод К.: Вища школа 1983. С 240.

39. Юрьев, Ю. Ю. Сорбенты для опреснения высокоминерализованных вод поверхностных источников [Электронный ресурс] // Ю. Ю. Юрьев, А. К. Черкесов, Д. В. Щитов, З. К. Ибрагимова, В. В. Сон. — Инженерный вестник Дона, № 1 (2015) http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2015/2798

40. Павлов, Д. В. Очистка сточных вод с высоким содержанием соли/Д. В. Павлов, Д. Б. Лакеев // Экология производства: научно-практический журнал, 2012, № 7.-С. 68–71. 32.

41. Гончар, Ю. Н. Совершенствование технологии очистки высокоминерализованных вод поверхностных источников: диссертация на соиск. кандидата технических наук: 05.23.04: защищена 13.11.2014-Волгоград, 2014. — С. 149.

42. Calvet R., Prost R. «Cation migration into emry octahedral sites and surface properties of clays». Clays and Clay minerals v. 19, № 7, 1971

43. Свиточ, А. А., Макшаев, Р. Р. Шоколадные глины Северного Прикаспия (распространение, условия залегания и строение) // Геоморфология. — 2015. — № 1. — с. 101–112.

44. Свиточ, А. А., Шоколадные глины Северного Прикаспия [текст]/Свиточ, А. А., Макшаев, Р. Р., Ростовцева, Ю. В., Клювиткина Т. С., Березнер О. С., Трегуб Т. Ф., Хомченко Д. С. — М.: Географический факультет МГУ — 140 с.

45. Митусова, С. Ю. Обоснование технологических параметров водопотребления овцами в зависимости от типа кормления и системы содержания в условиях промышленного комплекса/Автореф. дисс. … канд. сельхоз. наук. — Ставрополь, 1984. — 24 С.

46. Мовсисянц, А. П. Водопой скота на пастбище [текст]. М.: Россельхозиздат, 1979. — 55 с.

47. Пермяков, Е. Н. Влияние структурных и кристаллохимических особенностей монтмориллонита на технологические свойства бентонитовых и полиминеральных глин. — Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. технич. наук. — Казань, 2005. — 24 С.

48. Арашаев, А. В. Исследование особенностей протекания сорбционных процессов в обработке воды с высоким солесодержанием [текст]/Серпокрылов, Н. С., Арашаев А. В., Борисова В. Ю., Онкаев В. А., Халил Ахмед Соби Авед Эль Сайед./Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер. Стр-во и архит.. — 2016. — Вып. 46 (65). — С. 95–101

49. Ovcharenko, F. D. Gidrofil»nost» glin i glinistyh mineralov [The hydrophilic clays and clay minerals]. Kiev: Naukova dumka, 1961. 292p.

50. Каныгина, О. Н. К вопросу о сорбционной очистке воды монтмориллонит содержащей глиной [текст]/Каныгина О. Н., Четверикова А. Г., Стрекаловская А. Д., Варламова О. В.. — Вестник Оренбургский ГУ. — № 9 (170)/сентябрь»2014. — с. 160–166

51. ГОСТ 21008–93 «Шерсть натуральная мытая. Методы определения массовой доли жира» введенным постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии от 2 июня 1994 г. протокол № 160.

52. Фесенко, Л. Н. Разработка технологии очистки природной воды для питьевых целей на период чрезвычайных ситуаций: производство активного хлора электролизом воды [Текст] // Фесенко Л. Н. Бреус С. А. Скрябин А. Ю. Инженерный вестник Дона. 2016. Т. 41. № 2 (41). С. 98.

53. Фесенко, Л. Н. Производственные испытания обеззараживания питьевой воды прямым электролизом [Текст] // Фесенко Л. Н., Пчельников И. В., Бреус С. А., Скрябин А. Ю. Водоснабжение и санитарная техника. 2017. — № 5. — С. 15–20.

54. Пугачев, Е. А., Шехавцов, И. М. Очистка сточных вод предприятий ПОШ. — М., 1986.

55. ГОСТ 29239–91 «Шерсть натуральная мытая. Методы определения массовой доли остаточных нешерстяных компонентов» принято межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации Российской Федерации от 5 декабря 2003 г. протокол № 24.

56. Пугачев, Е. А., Викулин, П. Д. Исследование влияния рециркуляционной промывки шерсти на технологические параметры // Текстильная промышленность: реф. сб. 1982. № 5.

57. Денискина, Л. Е. Исследование процесса промывки шерсти смесью анионоактивных и неионогенных моющих веществ. — М., 1974.

58. Рогачев, Н. В., Федоров, В. А. Первичная обработка шерсти [Текст]. — М.: Легкая индустрия, 1967. — 327 с.

59. Рогачев, Н. В. Расчет режима противотока и методы его контроля при промывке шерсти // Текстильная промышленность. — 1966. № 3.-С. 77–82.

60. Скирдов, И. В., Швецов, В. И. и др. Оптимальная схема очистки высококонцентрированных сточных вод фабрик ПОШ // Труды института ВНИИ ВОДГЕО. — Вып. 64. — 1977.

61. Канализация населенных мест и промышленных предприятий: Справочник проектировщика // Под редакцией А. Н. Самохина. М.: Стройиздат, 1977. С. 409.

62. Проектирование сооружений для очистки сточных вод. Справочное пособие к СНиП. М.: Стройиздат, 1990. С. 192.

63. Воловник, Г. И., Коробко, М. И. Очистка промышленных сточных вод // Хабаровск, 1997. С. 44.

64. Мацнев, А. И. Водоотведение на промышленных предприятиях // Л.: Вища школа,1986.

65. Скобелев, А. А. Экспериментальное обоснование выбора материала для электрокоагулятора при очистке производственных сточных вод [текст]/Скобелев, А. А., Малышев, В. В. // «Строительство — 2005»: Материалы междунар. научно — практич. конф. — Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2005, с. 54–55.

66. Арашаев, А. В., Корниенко, В. А., Крашенинников, Е. В.. Серпокрылов Н. С. Патент RU (11) 22675556. Способ очистки сточных вод фабрик первичной обработки шерсти // Дата начала действия патента: 20171011. Дата публикации патента: 20181219. Опубликовано: 19.12.2018, Бюл. № 35.

67. Кичигин, В.И. Водоотводящие системы промышленных предприятий: Учебное пособие [Текст]/. — М.: Изд-во АСВ, 2011. — 656 с.

68. Доочистка вод на модели фильтра с загрузкой «СВЕРАД». / [https://him-stroy.ru/catalog/ochistka-vod-ot-nefteproduktov/sorbent-s-verad-s-verad-bio-dlya-sbora-razlivov-nefti-masel-kislot/

69. http://www.sverad.ru/about/news/9

70. Russian.alibaba.com. Складной брезент — резервуары 4000–10000 л гибкие для воды. (15.04.2018)

71. Фесенко, Л.Н. Оценка экономической эффективности обеззараживания питьевой воды прямым электролизом [Текст] // Фесенко Л.Н., Пчельников И.В., Териков А.С. Военный инженер. Научные исследования и разработки. 2017. — № 4 (6). — С. 12–19.

72. Юрьев, Ю.Ю. Переработка нефтеотхода во вторичное сырье для строительного производства [текст]/Кузнецова О.Н., Гиззатова Г.Л., Юрьев Ю.Ю. и др. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. — 2020. № 4 (81). С. 197–204.

73. Прессование органических удобрений/Сидельников Д.А. Грицай Д.И. // Сельский механизатор.–2013. — № 7. — С. 25–27.

74. Марченко, В.И. Биогазовая установка для сбраживания отходов птицеводства [текст]/Марченко В.И., Сидельников Д.А. // Сельский механизатор. — 2015. — № 1 — С. 24–25.

75. Тарасьянц, С.А. Расчет подачи объема птичьего помёта при удобрительных поливах томатов в первом обороте и огурцов во втором [текст] // Дегтярева К.А., Павлюкова Е.Д., Тарасьянц С.А., Калпакчи Н.Д. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2018. № 141. С. 1–18.

76. Оборудование VacuumEcoDry переработки и утилизации отходов сельскохозяйственных производств. — Ставрополь, 5–7 апреля 2017 г.)/СтГАУ. Ставрополь, 2017. С. 35–39.

77. Качалов В. В. Перспективные технологии распределенной энергетики на местных топливно-энергетических ресурсах. — Объединённый институт высоких температур. — Санкт-Петербург, РМЭФ-2015 май, 12 с.

78. Плотников, Д. А. Древесное гранулированное топливо — пеллеты [текст]/Плотников Д. А., Диденко В. Н. // Проблемы энерго- и ресурсосбережения и охраны окружающей среды, науч. -техн. конф. (20 апреля 2007, Ижевск). Материалы. — Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2008. -С. 64–79.

79. Фесенко, Л. Н. Влияние pH воды едко-натрового умягчения на содержание солей жесткости и остаточного алюминия [Текст] // Фесенко Л. Н., Чепкасова Н. И. Федотов Р. В. Игнатенко С. И. «ТЕХНОВОД-2017»: материалы X Межд. науч.-практ. конф.; г. Астрахань, 5–6 октября 2017 г./Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т. (НПИ) имени М. И. Платова. — Новочеркасск: «Лик», 2017. — С. 155–160.

80. Серпокрылов, Н. С., Иванова, Ю. Ю., Коловерда, И. И./Технологическая линия для производства пеллет и/или гранулированных удобрений из осадков сточных вод патент гранулы. — Патент РФ на полезную модель № 133527 от 27.06.2013 г., опубл. 2010.

81. Смирнов, А. В. Очистка сточных вод населенных пунктов в районе большого Сочи [текст]/А. В. Смирнов, М. М. Богатырев, Ю. А. Иванова./Технологии очистки воды «ТЕХНОВОД-2011»: Материалы VI Межд. науч.-практ. конф.; г./Юж.-Рос. гос. техн. ун-т. (НПИ). — Новочеркасск: «Лик», 2018, С. 193–201.

82. Фесенко, Л. Н. Блочно-модульная установка и технология очистки высокоцветной сероводородсодержащей подземной воды производительностью 10 м^3/час [Текст] // Фесенко Л. Н., Федотов Р. В., Пчельников И. В., Чепкасова Н. И., Игнатенко С. И.,

Черкесов А. Ю. «ТЕХНОВОД-2016»: материалы IX Межд. науч.-практ. конф.; г. Ростов-на-Дону, 5–7 октября 2016 г./Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т. (НПИ). — Новочеркасск: «Лик», 2016. — С. 165–173.

83. Фесенко, Л. Н. Проектирование и строительство электролизной станции в условиях отсутствия системы канализации на территории объекта [текст]/Фесенко Л. Н., Черкесов А. Ю., Игнатенко С. И. Технологии очистки воды «ТЕХНОВОД-2019» Материалы XII Международной научно-практической конференции. 2019 Издательство: ООО «Лик» (Новочеркасск) Технологии очистки воды «ТЕХНОВОД-2019» Москва, 22–23 октября 2019 г. с. 181–186.

84. Ташнинова, Л. Н. Монография: Красная книга почв и экосистем Калмыкии [текст]/АПП «Джангар», г. Элиста, 2000 г., 216 с.

85. Михеева, И. В. Водные объекты и состояние водоснабжения на территориях южного федерального округа. И. В. Михеева. Технологии очистки воды «ТЕХНОВОД-2019» Материалы XII Международной научно-практической конференции. 2019 Издательство: ООО «Лик» (Новочеркасск) Технологии очистки воды «ТЕХНОВОД-2019» Москва, 22–23 октября 2019 г. с. 74–83

86. ВНТП-Н-97/Нормы расходов воды потребителей систем сельскохозяйственного водоснабжения. Введены в действие с 1 апреля 1997 г. (распоряжение N 7-22-267 от 2.04.97 г.).

87. Водопроводная и техническая вода в Элисте. Доставка воды водовозом: https://perevozka24. ru/dostavka-gruzov/dostavka-vody/kalmykiya/elista. (20.02.2018)

88. Волосухин, В. А. Проблемные вопросы реализации мониторинга водопользования на юге России в условиях роста техногенных нагрузок и климатических изменений. Волосухин В. А., Бандурин М. А. [текст] // Вестник ДонГАУ Издательство: ФГБОУ ВПО «Донской государственный аграрный университет» (пос. Персиановский) № 2–1 (24) 2017 — с. 113–123

89. Косолапов, А. Е. Управление эффективностью водообеспечения региональной системы [текст] // Косолапов А. Е., Матвеева Л. Г. Региональная экономика. Юг России. 2018. № 4. С. 170–181.

90. О разработке методологии подготовки комплексных планов восстановления и устойчивого функционирования бассейнов малых и средних рек. Косолапов А. Е., Дандара Н. Т., Капустин М. В. Общество. Среда. Развитие. 2017. № 3 (44). С. 86–90.

91. Дрововозова, Т. И. Интегральный показатель качества сточных вод, отводимых в водный объект [текст] // Дрововозова Т. И., Паненко Н. Н., Лещенко А. В. Инженерный вестник Дона. — Ростов-на-Дону, 2019 № 3 (54). С. 27

92. Дрововозова, Т. И. Инструментарно-методический анализ социо-эколого-экономических результатов деятельности приоритетного природопользователя на мезоэкономическом уровне [текст] // Ревунов С. В., Дрововозова Т. И., Вильдяева Н. И. Экономика и предпринимательство. 2016. № 1–2 (66) с. 402–405

93. Юрьев, Ю. Ю. Использование осадков сточных вод производства стирол-акриловых лакокрасочных материалов в качестве вторичного сырья для производства водно-дисперсионных красок [текст] // Потоловский Р. В., Сахарова А. А., Москвичева Е. В., Геращенко А. А., Юрьев Ю. Ю., Калиновский С. А. Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. № 54 (73). С. 141–147.

94. Юрьев, Ю. Ю. Области применения продукта переработки гальвано- и сож-содержащих сточных вод [текст] // Москвичева Е. В., Юрьев Ю. Ю., Батманов В. П., Приходченко А. В., Фомин А. А. Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. № 44–1 (63). С. 84–92.

95. Treatment of paint-containing wastewater for industrial needs using electrochemical method. Potolovsky R. V., Sakharova A. A., Moskvicheva E. V., Yuryev Y. Y., Klimenko V. I. В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Current Problems and Solutions. 2019. p. 012045.

96. Федеральный закон. ФЗ-89 «Об отходах производства и потребления» от 24 июня 1998 года.

97. Приказ министерства природных ресурсов РФ от 2 декабря 2002 г. N 786 «Об утверждении федерального классификационного каталога отходов».

98. Федеральный закон. ФЗ-99 «О лицензировании отдельных видов деятельности» от 4 мая 2011 года.

99. Порядок определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия» утвержденный Постановлением Правительства РФ N 632 от 28 августа 1992 г.

100. Постановление правительства РФ № 344 от 12 июня 2003 г. «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления».

101. Найманов, А. Я. Методика определения расчетных показателей качества воды при выборе технологической схемы водоочистки [текст] // Найманов, А. Я., Трякина, А. С. // Технологии очистки воды «техновод-2017», Материалы X– Юбилейной Международной научно-практической конференции (Астрахань, 05–06 октября 2017). — Новочеркасск: Изд — во НПИ, 2017. — С. 135–140.

102. Афанасьев, В. Н. Практическое руководство для сельскохозяйственных предприятий по охране окружающей среды [текст]/В. Н. Афанасьев, П. А. Суханов, А. В. Афанасьев. — СПб.: СЗНИИМЭСХ, 2005. — 272 с.

103. Дегтярева, К. А. Птичий помёт и способы его внесения при удобрительных поливах [текст]/Дегтярева К. А., Уржумова Ю. С., Тарасьянц С. А., Бондарь Л. А. Уральский научный вестник. 2018. Т. 3. № 1. С. 058–064.

104. Дрововозова Т. И. Научные основы повышения качества воды и экологической безопасности систем водоснабжения сельских поселений: дисс. док-ра. техн. наук: 25.00.36/Т. И. Дрововозова; СЗГЗТУ. — Санкт-Петербург, 2009. — 322 с.

105. Куликова, И. А. Совершенствование технологии обеззараживания сточных вод в целях ликвидации негативного воздействия на объекты геоэкологической среды: дисс. канд. тех. наук: 25.00.36; 05.23.04/И. А. Куликова; ВГАСУ. — Волгоград, 2005. — 140 с.

106. Дегтярева, К. А. Комплекс питательных веществ животноводческих стоков и минеральных удобрений на планируемый урожай кормовой свеклы в системах орошения [текст] // Дегтярева К. А., Тарасьянц С. А., Тарасьянц А. С., Павлюкова Е. Д., Гущев И. С. Вестник Курганской ГСХА. 2019. № 4 (32). С. 8–11.

107. Дегтярева, К. А. Смесители животноводческих стоков и минеральных удобрений в системах орошения [текст] // Мазанов Р. Р., Рудаков В. А., Уржумова Ю. С., Дегтярева К. А., Бондаренко А. М., Тарасьянц С. А. Проблемы развития АПК региона. 2019. № 2 (38). С. 117–124.

108. Методические рекомендации по расчету количества и качества принимаемых сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации населенных пунктов: МДК 3–01.2001: утв. Госстроя России от 06.04.2001 № 75. — М., 2001. — 21 с.

109. Методические указания по осуществлению государственного санитарного надзора за системами сбора, удаления, хранения, обеззараживания и использования навоза и навозных стоков животноводческих комплексов и ферм промышленного типа № 2156–80: МУ 2156–80: утв. зам. Глав. Государ. сан. врача СССР 12.03.1980. — М., 1980. — 17 с.

110. Романенко, Н. А. Использование животноводческих стоков, сточных вод и их осадков для орошения и удобрения сельскохозяйственных культур [текст]/Н. А. Романенко, Р. П. Воробьева, З. М. Гафурова. — М.: Россельхозакадемия, 1995. — 271 с.

111. Технологии утилизации отходов сельского хозяйства. Марченко В. И. и др. — Научный журнал КубГАУ. № 123 (09), 2016. С. 332–347.

112. Щербаков, С. Н. Комплексные методы очистки хозяйственно-питьевых вод: диссертация … кандидата технических наук: 25.00.36. — Москва, 2003. — 170 с.

113. Халил, Ахмед Собхи Авед Элсайед. Разработка технологии очистки оборотных вод установок рыборазведения: на примере Египта: диссертация … кандидата технических наук: 05.23.04/Халил Ахмед Собхи Авед Элсайед; [Место защиты: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет]. — Ростов-на-Дону, 2019. — 178 с.: ил.

114. Чернов, М. С. Микроморфологические исследования глин с помощью растрового электронного микроскопа [текст]/Чернов, М. С., Соколов, В. Н. // Глины и глинистые минералы: VI Российская Школа по глинистым минералам «Argilla Studium-2019» и IV Российское Совещание по глинам и глинистым минералам «ГЛИНЫ-2019», Москва, 07–15 ноября 2019 года. Материалы докладов. М.: ИГЕМ РАН, 2019. С. 46–49.

Приложения

Приложение А

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** (11) **2 675 556**(13) **C1**

(51) МПК
C02F 9/06 (2006.01)
C02F 1/463 (2006.01)
C02F 1/28 (2006.01)
C02F 1/66 (2006.01)
C02F 103/22 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
C02F 9/00 (2018.08); C02F 1/463 (2018.08); C02F 1/281 (2018.08); C02F 2103/22 (2018.08)

(21)(22) Заявка: **2017135973, 11.10.2017**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
11.10.2017

Дата регистрации:
19.12.2018

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **11.10.2017**

(45) Опубликовано: **19.12.2018** Бюл. № **35**

Адрес для переписки:
344082, Ростовская обл., г. Ростов-на-Дону, пер. Братский, 39, стр. а, пом. 3, ООО "РОСТИНПРОМ", Крашенникову Евгению Викторовичу

(72) Автор(ы):
Крашенников Евгений Викторович (RU),
Серпокрылов Николай Сергеевич (RU),
Корниенко Владислав Владимирович (RU),
Арашаев Александр Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Общество с Ограниченной Ответственностью "РОСТИНПРОМ" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **МАЛЫШЕВ В.В. Экологическая оценка и оптимизация водоохранных гальванокоагуляционных технологий для предприятий строительной индустрии, Автореферат диссертации на соискание ученой степени Кандидата технических наук, Ростов-на-Дону, 2016, с.24. SU 1381077 A1, 15.03.1988. SU 1010020 A, 07.04.1983. CN 104211140 A, 17.12.2014. CN 105110422 A,** (см. прод.)

RU 2675556 C1

(54) **Способ очистки сточных вод фабрик первичной обработки шерсти**

(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано для очистки сточных вод на фабриках первичной обработки шерсти. Для осуществления способа проводят электролиз в поле постоянного тока, нейтрализацию щелочным реагентом с аэрацией, отстаивание в тонком слое, сорбцию и повторное использование очищенных сточных вод. При этом обработку сточных вод ведут в течение до 7,5 мин при напряжении около 20 В и плотности тока до 150 А/м^2, при температуре не менее 35°С, а в качестве сорбента используют загрузку на основе природного алюмосиликата. Очищенную сточную воду частично подают в электролизер и частично на мойку шерсти, при этом свежей горячей воды на мойку шерсти добавляют не более 25%. Способ обеспечивает повышение эффективности очистки сточных вод от жиров и взвешенных веществ. 1 з.п. ф-лы, 1 табл.

(56) (продолжение):
02.12.2015. RO 113635 B, 30.09.1998.

RU 2675556 C1

Приложение Б

Акт

Внедрения способа снижения солесодержания вод для водопоя овец шоколадной глиной

Мы, нижеподписавшиеся: председатель СПК «Первомайский» Болдырев В.А., профессор кафедры «Водоснабжение и водоотведение» - Серпокрылов Н.С., аспирант – Арашаев А.В. составили акт в том, результаты исследований по снижению солесодержания подземной воды с применением шоколадной глины приняты к внедрению в выше указанном хозяйстве.

Применяемая активированная шоколадная глина фракцией 1-5 мм, с удельной сорбцией (г шоколадной глины / г выделенных солей) 1,07 г/г.

председатель СПК «Первомайский» В.А. Болдырев

Профессор кафедры
«Водоснабжение и водоотведение»
ДГТУ Н.С. Серпокрылов

Аспирант А.В. Арашаев

Продолжение приложения Б

Акт

испытаний и внедрения способа очистки сточных вод при мойке шерсти.

Комиссия в составе председателя СПК «Первомайский» Болдырева В.А., профессора ДГТУ Серпокрылова Н.С, аспиранта ДГТУ Арашаева А.В. провели опытно-промышленную мойку шерсти с повторным использованием очищенных сточных вод с применением электрокоагуляции в СПК «Первомайский» (Способ разработан в ООО «РОСТИНПРОМ» г. Ростов-на-Дону. Решение о выдаче патента на изобретение № 2675556 от 11.10.2017. Авторы: Крашенников Е.В., Серпокрылов Н.С., Корниенко В.В., Арашаев А.В.)

Способ очистки сточных вод фабрик первичной обработки шерсти состоит из следующих этапов: сточные воды после мойки и отжима шерсти, поступают в узел очистки моечных вод, включающий накопитель, электролизер, нейтрализатор с аэрацией, отстойник, сборник плавающих веществ, сорбционный фильтр, накопитель очищенных вод, куда вводится до 25% свежей горячей воды, насосы для перекачки вод, дегидратор шлама.

В результате испытаний было промыто 30 кг грязной овечьей шерсти, очищено 4000 л сточных вод.

Качество промытой шерсти удовлетворяет нормам первичной обработки. Очищенная вода с разбавлением водопроводной водой на 25% пригодна для повторного использования.

Председатель СПК «Первомайский» В.А. Болдырев

Профессор кафедры
«Водоснабжение и водоотведение»
ДГТУ Н.С. Серпокрылов

Аспирант ДГТУ А.В. Арашаев

Научное издание

Арашаев Александр Владимирович
Сангаджиев Мерген Максимович
Онкаев Виктор Аджиевич
Дорджиев Анатолий Григорьевич
Кедеева Ольга Шавшиновна

МОБИЛЬНАЯ УСТАНОВКА ОЧИСТКИ ВОД ВОДОПОЯ ОВЕЦ И МОЙКИ ШЕРСТИ

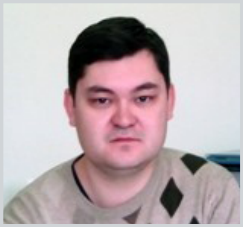
Монография

Компьютерная верстка: Р. И. Газизов
Дизайн обложки: А. В. Сорокин

Подписано в печать: 14.12.2022 г.
Формат 60×84 1/16. Усл. печ. л. 7,75.
Тираж 500 экз., Заказ № 22/042.

Издательский дом «Сциентиа»
г. Санкт-Петербург, пер. Дегтярный, д. 22, литер А
Тел. +7 (812) 649-93-76
www.scientia-pub.org
email: info@scientia-pub.org

Отпечатано в типографии «Реноме»
г. Санкт-Петербург, наб. Обводного канала, д. 40



Арашаев Александр Владимирович
старший преподаватель, кандидат технических наук, кафедра строительства инженерно-технологического факультета Калмыцкого государственного университета им. Б. Б. Городовикова



Сангаджиев Мерген Максимович
доцент, кандидат геолого-минералогических наук, кафедра строительства инженерно-технологического факультета Калмыцкого государственного университета им. Б. Б. Городовикова



Онкаев Виктор Аджиевич
доцент, кандидат технических наук, кафедра строительства инженерно-технологического факультета Калмыцкого государственного университета им. Б. Б. Городовикова



Дорджиев Анатолий Григорьевич
доцент, кандидат технических наук, кафедра строительства инженерно-технологического факультета Калмыцкого государственного университета им. Б. Б. Городовикова



Кедеева Ольга Шавшиновна
доцент, кандидат сельскохозяйственных наук, кафедра зоотехнии аграрного факультета Калмыцкого государственного университета им. Б. Б. Городовикова

ISBN 978-5-6048667-8-8

9 785604 866788

SCIENTIA
ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ