

from 5% to 10%.

Keywords: criteria, technical condition, reliability of operation, structures, irrigation channels, filtration, costs.

МРНТИ 68.31.21; 70.25.12

DOI <https://doi.org/10.37884/1-2024/17>

*Ш.М.¹Умбетова, Н.И.² Утегулов, А.О.¹ Олжабаева, И.С.³Сейтасанов,
М.С.⁴Зарбалиев
Ж. К.¹Накипова*

¹*Кызылординский университет имени КоркытАта, г. Кызылорда, Республика
Казахстан umbetova-37@mail.ru, Seul379@mail.ru, aidanasaken98@mail.ru,
nakipova.01@mail.ru*

²*Руководитель ТОО «Эко-Алан», n.utegulov@mail.ru*

³*Казахский национальный аграрный исследовательский университет
ss.ibragim@mail.ru*

⁴*Азербайджанский архитектурно-строительный университет, г.Баку,
Азербайджанская Республика zarbaliyev.m@mail.ru*

АКТУАЛЬНОСТЬ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ОРОШЕНИЯ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР И ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Аннотация

Одним из сложных и актуальных геоэкологических проблем, требующего своевременного решения, является накопление в водной среде производственных и бытовых отходов, то есть сточных вод городов и промышленных объектов, требующих безопасной утилизации. Это проблема тесно связана с гидроэкологическим нормированием, на основе которого определяются параметры состояния, интервалов их естественного колебания, выявление пороговых и критических величин параметров, обеспечивающих сохранение портрета природных систем.

Анализ сточных вод, сбрасываемых городами и промышленными предприятиями республики, показывает, что большинство из них по содержанию загрязняющих ингредиентов вполне пригодны для орошения сельскохозяйственных культур.

Практика хозяйств показала, что проектирование оросительных систем с использованием сточных вод весьма выгодное и перспективное направление, как в экологическом, так и в экономическом отношении. Сточные воды богаты полезными для растений веществами. Специалисты подсчитали, что 60% всех сточных вод наших городов по своим удобрительным свойствам равноценны 200 миллионов тонн навоза. Ежегодно в Казахстане производится сброс нормативно чистых и биологически очищенных стоков только по городам до 1,5 млрд. м³/год, которыми при оросительной норме 5000м³/га можно полить 30000 га земель.

В статье состояние систем водоотведения рассматривается как фактор экологической безопасности и устойчивости природного комплекса. Решение задачи предотвращения отрицательного воздействия систем водоотведения на окружающую природную среду и устранения ряда экологических проблем напрямую связано с необходимостью ретехнологизации большинства очистных сооружений канализации, построенных в середине или второй трети прошлого века.

Разработан новый углеродный серебросодержащий наносорбент для доочистки сточных вод на очистных сооружениях в соответствии с требованиями на орошение кормовых культур и древесных насаждений.

Ключевые слова: сточные воды, орошение, сельскохозяйственная культура, природная система, утилизация

Введение

В настоящее время по данным КазНИИВХ в Казахстане существуют оросительные системы на базе сточных вод на площади 51.6 тыс. га, из которых 41,4 тыс. га построены на базе городских сточных вод (таблица 1).

Таблица 1- Максимально возможная площадь орошения сточными водами, га [1]

№	Наименование специализированных мелиоративных систем	Современное состояние		Перспектива	
		Площадь, тыс. га	Объемы утилизации, млн.м ³	Площадь, тыс. га	Объемы утилизации, млн.м ³
1	Оросительные системы на базе городских сточных вод	17,1	145,4	191,5	1819,3
2	Оросительные системы на базе смешанных сточных вод (городские+промышленные)	24,3	206,6	420,0	3780,0
3	Оросительные системы на базе промышленных сточных вод	5,5	40,2	150,0	1275,0
4	Оросительные системы на базе животноводческих стоков	2,4	15,6	20,0	140,0
5	Оросительные системы на базе сточных вод населенных пунктов городского типа	0,7	4,9	5,5	52,3
6	Оросительные системы на базе сточных вод предприятий пищевой, перерабатывающей промышленности	1,6	12,0	12,0	110,5
7	Утилизация сточных вод на орошаемых землях без строительства специализированной оросительной системы	9,1	77,4	77,4	-

По существующим нормам водопотребления и водоотведения определено, что на одного жителя в среднем в канализацию поступает взвешенных веществ 60-70 грамм в сутки: азота-8-9; фосфатов -1,6-2,2; калия -3-4; хлоридов - 9-10 грамм сутки [1]. Концентрация этих компонентов в сточной воде зависит от норм водопотребления, которая в настоящее время при водоснабжении достигает 275-400 литров в сутки на одного жителя города Кызылорды.

Режим формирования сточных вод коммунально-бытовым и промышленными объектами по качеству и количеству существенно отличается от гидрологических показателей естественных водных ресурсов. Значительное количество загрязнения остается в виде остаточных веществ, органических соединений, особенно преобладают соединения азота, калия и фосфора [2].

Следующие очистные сооружения, которые были обследованы авторами, построены в 2015 году в поселке Тасбогет (рисунок 1) и на рисунке 2 показана расположение на местности снятого с дронами, а на рисунке 3 технологическая схема поселка Проектная производительность сооружений для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод – 6400 м³ /сут, протяженность 1871км. Технологическая схема включает следующий состав сооружений: канализационная насосная станция; аэрируемая песколовка; аэротенки с рассредоточенным впуском сточных вод; вертикальные отстойники; песчаные фильтры;

контактные резервуары; резервуар избыточного ила; воздуходувка; насосные и компрессорные установки.

Сточную воду издавна использовали в мире для целей орошения, а согласно всемирному докладу ООН за 2017 г. данная категория воды является одним из важнейших компонентов цикла рационального водопользования. В Республике Казахстан при нехватке оросительной воды сточные воды считаются перспективным альтернативным источником воды для целей орошения. Однако их применение может привести к ухудшению мелиоративной обстановки на поливаемых участках. Это обосновано качеством данной категории воды. Поэтому в ряде случаев необходимо предусмотреть дополнительную подготовку сточной воды. Сточные воды должны отвечать требованиям предельно-допустимой концентрациям (ПДК) веществ для оросительной воды.

Основными принципами создания экологически безопасной и безотходной утилизации сточных вод с использованием их для орошения кормовых культур на малопродуктивных землях, являются сбалансированные гидродинамические и гидрохимические нагрузки на агроландшафт при строгом соблюдении последовательности выполнения работ, обеспечивающих сохранение устойчивости природных систем.





Рисунок 1-Текущее состояние сооружений

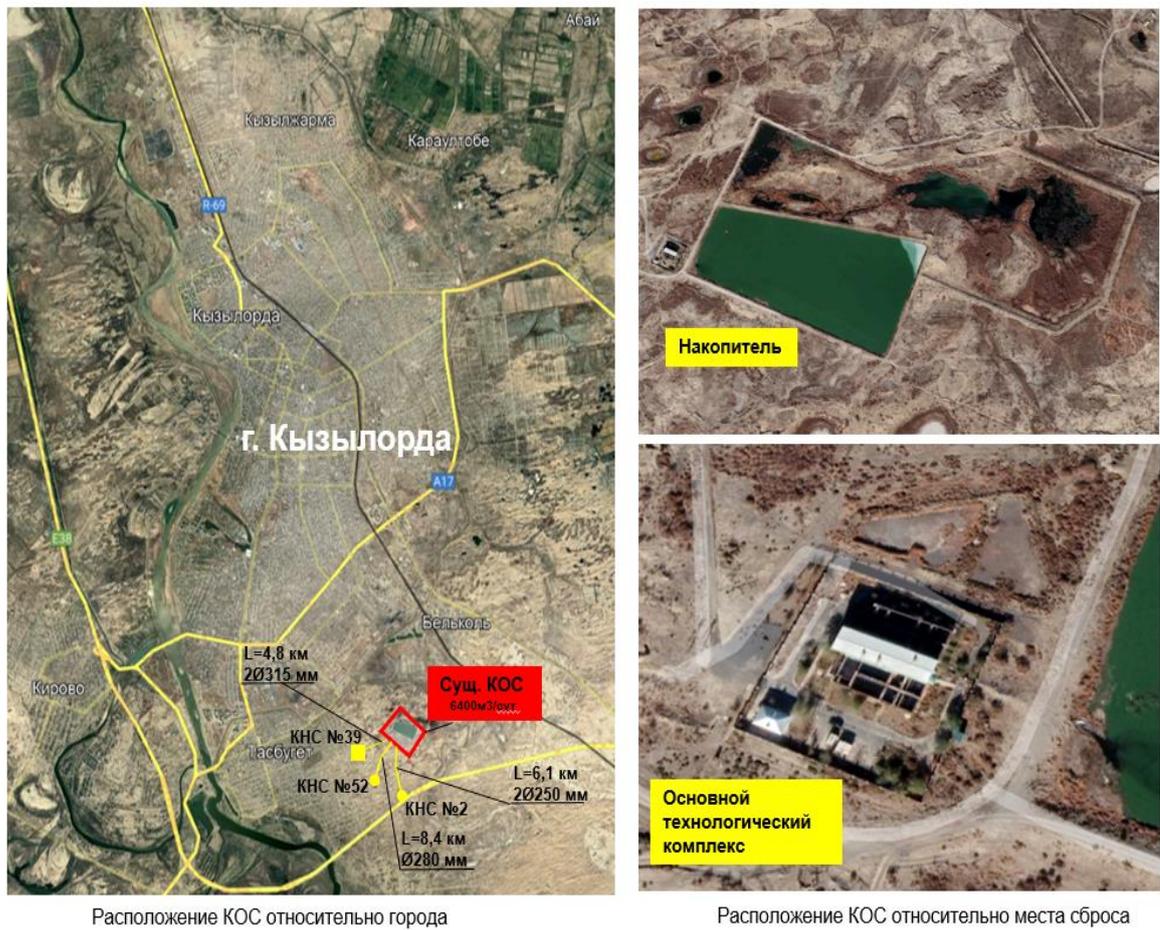


Рисунок 2 - Местоположение модульной станции биологической очистки (МСБО)

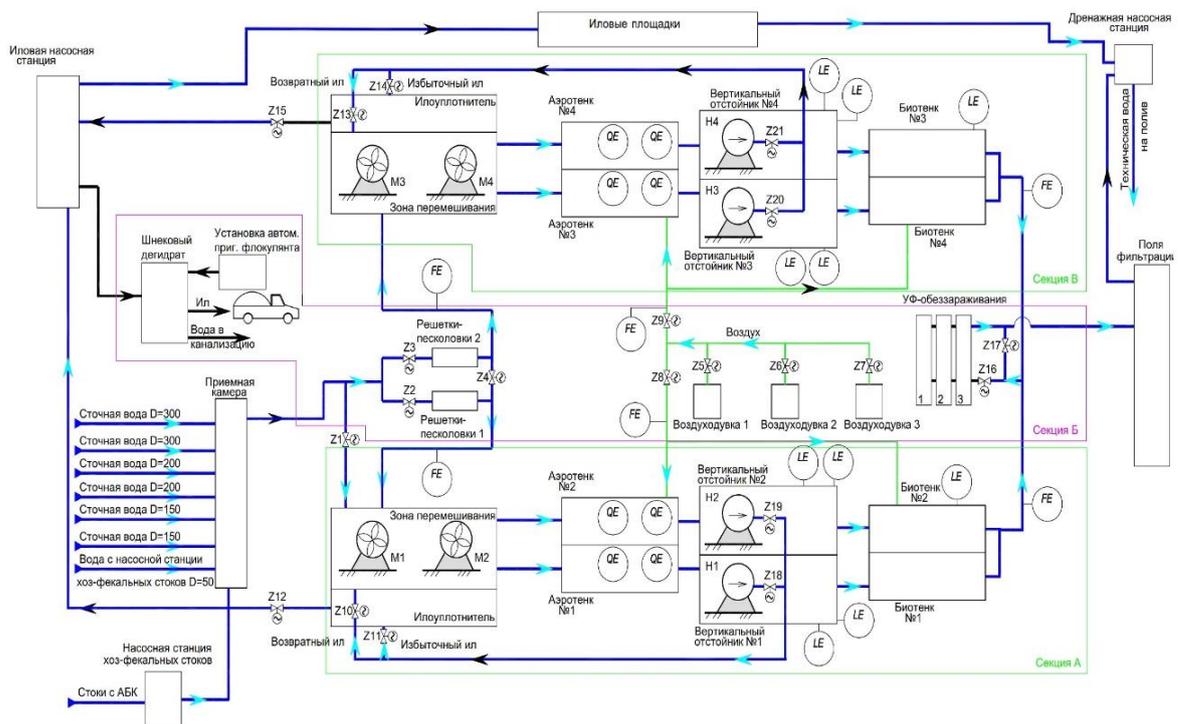


Рисунок 3 - Технологическая схема очистки сточных вод поселка Тасбогет

Качество воды, используемой на орошение сельскохозяйственных культур, определяется содержанием растворимых солей, их составом и содержанием илистых частиц, а также наличием патогенных микроорганизмов.

Прежде чем ставить вопрос об использовании сточных вод на сельскохозяйственные нужды, необходимо определить их пригодность [3].

Еще в 1999-2002 годы Казахский НИИ почвоведения и агрохимии имени У.У.Успанова [4] провели опыты по использованию очищенных сточных вод города Алматы (накопителя Сорбулак) в производстве кормовых культур.

Во все годы исследований прозрачность воды по шрифту Стеллана соответствовала гигиеническим нормативным качествам. Активная реакция pH незначительно (эпизодически) превышала допустимые уровни ПДК. С повышением температуры воздуха и воды (июль-август) создаются благоприятные условия для развития сине-зеленых водорослей, которые, видимо, способствуют повышению pH. Максимальные его значения в летний период не превышали 10,1 при норме ПДК - 6,5-9,5.

За период наблюдений в воде Сорбулака обнаружены нефтепродукты и фтор с концентрацией превышающей ПДК. К фтору растения очень чувствительны, так как он токсичен, при повышенных его концентрациях повреждаются листья, а у некоторых видов животных появляются признаки выпадения зубов. Фактическое содержание фтора в сточной воде, в основном, превышает установленные уровни ПДК. Использование данной категории воды требует ежегодных мониторинговых наблюдений за изменениями его концентрации в почве и в воде. Высокое содержание фтора в почве может привести к ухудшению ее структуры, снижению содержания гумуса, угнетению развития растений и как следствие снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

Из оценки сточных вод г. Алматы следует, что эти воды нельзя сбрасывать в открытые водные источники из-за несоответствия требованиям ПДК - водоемов рыбохозяйственного и питьевого водопользования по минерализации pH, нефтепродуктам, Си, Fe, Br, F. Единственно правильное решение - использовать сточные воды на орошение кормовых

культур и древесных насаждений.

Исследователи [5,6] Кызылординского государственного университета имени КоркытАта отмечали, что сточные воды Кызылординской городской канализации имеют солевой состав с преобладанием ионов кальция ($Ca=7,2$ мг/л), магния ($Mg=9,6$ мг/л), хлора ($Cl=5,79$ мг/л) и характеризуется слабощелочной реакцией ($pH=6,8-7,6$) и имеют хорошо удобрительную ценность.

Оценка сточных вод г. Кызылорда по химическим и другим показателям говорит об их пригодности для орошения кормовых, технических и древесных культур, за исключением оценки М.Ф.Буданова[7], который считает, что при минерализации воды до 1,0г/л, соотношение катионов должно быть следующее:

$$\frac{Na}{Ca} < 1,0 \cdot b \cdot \frac{Na}{Ca + Mg} < 0,7 \text{ или } \frac{\sum \text{солей}}{Ca + Mg} < 3,0$$

Как показывают результаты отбора проб зафиксировано соотношение $Na^+/Ca^{2+} > 1$. По Буданову, это свидетельствует о том, что при использовании данной категории воды будет происходить осолонцевание почвы, чтобы предупредить развитие этого негативного процесса необходимо известкование воды или гипсование почвы.

Во всех пробах зафиксировано содержание хлоридов от 113,6 до 205,9 мг/л. Использование такой воды может привести к развитию процессов хлоридного засоления. Для его предупреждения необходимо организовать мониторинговые наблюдения за содержанием солей в почве. Если будет проследиваться тенденция по ухудшению солевого состава почвы, необходимо проводить разбавление очищенной сточной воды водой лучшего качества (в среднем содержание хлоридов не должно превышать 140 мг/л).

При поливе сточными водами несколько повышается плодородие почвы: гидролизующий азот увеличивается на 7%, обменный калий на 11%. Отмечена тенденция почвы к осолонцеванию, что свидетельствует о необходимости предусмотрения мелиоративных мероприятий, направленных на предупреждение процесса засоления почвы.

Первичная оценка возможности использования очищенных сточных вод города Кызылорда для целей орошения древесных насаждений показала, что данную категорию воды в целом можно применять для полива сельскохозяйственных растений, но при этом в обязательном порядке необходимо организовать:

- наблюдения за солевым составом почвы;
- проведение гипсования почвы.

Глубокая очистка сточных вод может исключить попадание N и P, поскольку при механической очистке содержание этих элементов снижается на 8-10%, при биологической на 35-50% и при глубокой очистке – на 98-99%.

Для удаления азота, находящегося в сточных водах в виде свободного аммиака, солей аммония и нитратов, используются следующие методы: отдувка аммиака; удаление нитратов способом ионного обмена, гиперфльтрации, электролиза; восстановление нитратов до молекулярного азота химическим или биологическим способом.

Метод отдувки аммиака основан на подавлении диссоциации гидроксида аммония в сильнощелочной среде с образованием газообразного аммиака, который можно отдувать воздухом при многократном разбрызгивании сточной воды. Эффективность отдувки аммиака составляет около 90%. Аммиак удаляют в дегазаторах или в градирнях.

При применении ионообменных фильтров, заполненных селективными смолами, в частности цеолитом, удаление аммонийного азота при скорости фильтрования, равной 14,7 м/ч, составило 90% при исходном его содержании 16 мг/л.

Одной из наиболее сложных задач в области доочистки сточных вод в настоящий момент является достижение предельно допустимых концентраций водных объектов по ионам

тяжелых металлов (далее ИТМ), находящихся в воде в низких концентрациях, но, тем не менее, превышающих нормы во много раз, нанося урон окружающей среде. Так, в городских сточных водах после биологической очистки средние концентрации ионов металлов составляют, мг/л: меди 0,01-0,33, железа 0,24-1,34, цинка 0,03-0,42, алюминия до 0,027, марганца до 0,14.

Соли тяжелых металлов снижают качество очистки сточных вод, угнетая культуры микроорганизмов активного ила водоочистных сооружений, разрушают водные и почвенные экосистемы. Воды, не прошедшие надлежащую очистку от солей тяжелых металлов, представляют угрозу для человека, металлы вызывают заболевания различных тканей и органов.

Применение биологических и реагентных методов осаждения ИТМ из сточных вод не позволяет снизить их концентрации до требуемых норм. Оказалось, что при всем многообразии сорбционных материалов, эффективного и доступного сорбента, предназначенного для удаления ИТМ из водных растворов, который получил бы широкое применение в доочистке производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод, в настоящее время нет.

Эффективность применения сорбционных материалов сдерживается, кроме проблем экономического характера, отсутствием достаточно широкого их ассортимента как по ценам, так и по качеству. Актуальным является поиск и изучение новых материалов, способных выполнять сорбционное и фильтрующее действие для удаления ИТМ при исходных концентрациях на уровне десятых долей мг/л и ниже.

Наночастицы и кластеры серебра являются перспективными материалами для обработки воды. Известно, что при переходе к наноразмерному состоянию меняются не только реакционная способность, магнитные, оптические, каталитические свойства серебра, но и биоцидная активность. В обычных условиях малые кластеры с небольшим числом атомов крайне неустойчивы. Высокая активность и необычные свойства кластеров серебра обуславливаются наличием неспаренных электронов. Кластеры со временем агрегируют и образуют наночастицы. Наночастицы металлов 150,0 также нестабильны и стремятся к агрегации, образуя агрегаты с пониженной реакционной способностью, поэтому их необходимо стабилизировать. Для решения проблемы стабилизации наночастиц их поверхность модифицируют полимерами или вводят в инертную матрицу.

Металлополимерные наноконпозиты (наноконпозиты металл/полимер) представляют из себя двухфазную смесь металл-полимер, при этом металл распределен в виде наночастиц в полимерной матрице.

В настоящее время хорошо известно, что полимеры являются превосходной матрицей для наночастиц металлов [8-12,6-10]. Они, как правило, являются недорогими, универсальными материалами и могут быть легко получены в виде тонких пленок. Когда наночастицы внедрены или инкапсулированы в полимерную матрицу, полимер работает в качестве «защитной оболочки» их поверхности, что предотвращает объединение нановключений в кластеры больших размеров. Кроме того, синтез металлополимерных наноконпозитов легко реализуется в промышленной технологии производства, что значительно удешевляет их изготовление. Существует целый ряд методов, позволяющий получать такие наноматериалы.

Материалы и методы исследования

Казахстанские исследователи [13,4] разработали новый сорбент для эффективной обработки воды. Сорбент состоит из трёх компонентов: углеродной нанотрубки, продуктов переработки яичной скорлупы и наночастиц серебра. Все эти материалы способны адсорбировать молекулы токсичных веществ. Однако особая роль отводится наночастицам серебра, они модифицируют структуру вещества, улучшая его сорбционные свойства. Из-за своей высокоразвитой поверхности наночастицы серебра обладают свойствами

высокоэффективных адсорбентов, т.е. способны поглощать на единицу своей массы во много раз больше адсорбируемых веществ, чем макроскопические дисперсии.

Тетрагидроборат натрия (NaBH_4) при получении серебряных наночастиц широко используется в этих целях. Это объясняется высоким окислительным свойством боргидрида и простотой применения. Тетрагидробораты натрия одновременно выполняют окисляющие и стабилизирующие функции наночастиц.

Исследование механизма роста наночастиц играет важную роль в использовании боргидратов в объединение элементов в один кластер. До этого в соответствии с моделью Ла Мер-Дайнегер основные показатели коллоидных частиц возникают в кратчайшие сроки нуклеации, а далее увеличение числа показателей связано с окислительными свойствами ионов серебра на поверхности частиц [14,5].

В дальнейшем нами было исследовано соединение коллоидной серебросодержащих наночастиц с цистеинсодержащим аминокислотой, которое находится в составе яичной скорлупы. При соединении коллоидных серебросодержащих наночастиц с цистеинсодержащим аминокислотой образуется комплексобразование ионов серебра с дисульфгидрильной группы.

По литературным данным известно [15,16,2,3], что общей особенностью тиолсодержащих веществ (биотиолов) является присутствие в их молекулах сульфгидрильных SH-групп, источником которых в большинстве случаев служит аминокислота цистеин. Размеры и масса молекул биотиолов варьируют в очень широких пределах, а их виды, физико-химические свойства и биологическая активность отличаются поразительным разнообразием. Важным химическим свойством биотиолов, с которым непосредственно связана их специфическая биологическая активность, является высокая реакционная способность сульфгидрильных групп, обусловленная уникальными особенностями атома серы: легкой поляризуемостью электронов и подвижностью незанятых d-орбиталей, допускающей d-орбитальное замещение. [16, 1]. Вследствие этого биотиолы в мягких физиологических условиях легко вступают в разнообразные химические реакции (окисления, алкилирования, меркаптидообразования). Исключительное значение в биологическом плане имеют окислительно-восстановительные превращения тиолов. А также, легко и обратимо ингибируются при действии слабых окислителей (и ионов серебра) и реактивируются в присутствии тиоловых соединений. Практически мы имеем дело с растворами, содержащими не только ионы, участвующие непосредственно в окислительно-восстановительной реакции, но и другие ионы, например Ag^+ участвующие в реакции, однако оказывающие влияние на величину окислительно-восстановительных потенциалов. В большинстве случаев такими ионами являются ионы комплексообразователей, способных вступить во взаимодействие с окисленной или восстановленной формой вещества.

Комплексообразование серебра с цистеинсодержащими соединениями позволяет повысить стабильность образующихся веществ. Полученные в последние годы координационные соединения серебра с цистеином, обладают противомикробным действием [15, 2].

Исходя из вышеизложенного, координационные соединения на основе серебра и цистеинсодержащие аминокислоты в составе яичной скорлупы могут стать основой поглощающий действия иона серебра в растворе. Для их целенаправленной разработки необходимо было первоначально изучить процесс комплексообразования серебра и цистеина химическим и ИК-спектроскопическим методами. Координационные соединения в этом случае получали через образование промежуточной окиси серебра Ag_2O . Химический анализ показывает, что в области pH 7-9 образуются координационные соединения. Таким образом, при образовании координационных соединений серебра и цистеина через промежуточную окись серебра преобладающими являются комплексные формы.

Растворы координационных соединений были получены путем смешивания рассчитанных количеств растворов нитрата серебра, тетрабората натрия, и порошкообразной натуральной яичной скорлупы с последующим выдерживанием при 60°C в течение 30 минут.

После чего полученные осадок фильтрует, сушить и в прессовом аппарате таблетирует в объеме 1 см². Далее, чтобы получить углеродные серебросодержащие нанотрубки или наносорбенты использовался прибор углеродные нанотрубки от японский компании «ULVAC JAPAN, Ltd.» [1,6].

Этот метод синтеза заключается в восстановлении соединений металлов в растворах полимеров и представляет собой сложный двух- и более стадийный путь образования нанокompозитов. На первой ступени синтеза смешивают компоненты и добиваются равномерного распределения металлсодержащего прекурсора в растворе. Вторая стадия заключается в восстановлении металла и формировании наночастиц. На заключительном этапе удаляют растворитель до его остаточного содержания 5-10 %.

В работах [11,12] сферические наночастицы золота размером от 2 до 20 нм получали путем восстановления под УФ Au³⁺ золотохлористоводородной кислоты в воднокислотных растворах хитозана с последующей термообработкой. Таким же способом изготавливали металлополимерныенанокompозитыAu/МЭГ-Ti, золото/хитозан[10, 8] и Au/ПММА [13].

Содержание серебра (X) мг/дм³ определяется по формуле

$$X = a \cdot 1000 / V \cdot 1000$$

Здесь, V-объем израсходованного раствора Трилон Б; а - объем израсходованных на исследование растворов серебра.

Результаты исследования и их обсуждение

Таблица 2 - Массовая доля наночастиц серебра, содержащихся в твердой фазе, (%) рассчитана по массе

№	Растворы серебра в различных концентрациях в твердой фазе	Состав серебра, массовая доля, %	Растворы серебра в различных концентрациях в жидкой фазе	Состав серебра, массовая доля, %
1	0,01 мг/дм ³	0,16%	0,01 мг/дм ³	0,14%
2	0,02 мг/дм ³	0,15%	0,02 мг/дм ³	0,17%
3	0,03 мг/дм ³	0,19%	0,03 мг/дм ³	0,2%
4	0,04 мг/дм ³	0,25%	0,04 мг/дм ³	0,22%
5	0,05 мг/дм ³	0,17%	0,05 мг/дм ³	0,11%
6	0,06 мг/дм ³	0,13%	0,06 мг/дм ³	0,07%
7	0,07 мг/дм ³	0,11%	0,07 мг/дм ³	0,23%

В результате химической экспертизы, как указано в таблице 2, массовая доля наночастиц серебра, содержащихся в твердой и жидкой фазах, определяется в процентах (%).

Количественный анализ полимерных серебросодержащих наночастиц с углеродными наночастицами приведен в таблице 3.

Таблица 3 - Количественный анализ полимерных серебросодержащих наночастиц

№	Наименование элемента	Сравнительная атомная масса	Массовая доля, %	Атом, %
1	C	12	11,21	22,87
2	O	16	29,19	44,70
3	Ca	40	49,16	30,06
4	Ag	108	10,44	2,37
Итого			100	100
Общая формула	-C-O-C-O- Ag -O-C- Ca -O-C-O-Ag-O-Ca-O-C-			

На рисунке 4 приведено отражение рентгенофазных спектров полимерных углеродных серебросодержащих наночастиц. На рисунке 5 показана микроструктура полимерных углеродных серебросодержащих наночастиц, масштаб увеличен во 100 раз, 0,02 нм растровым электронным микроскопом.

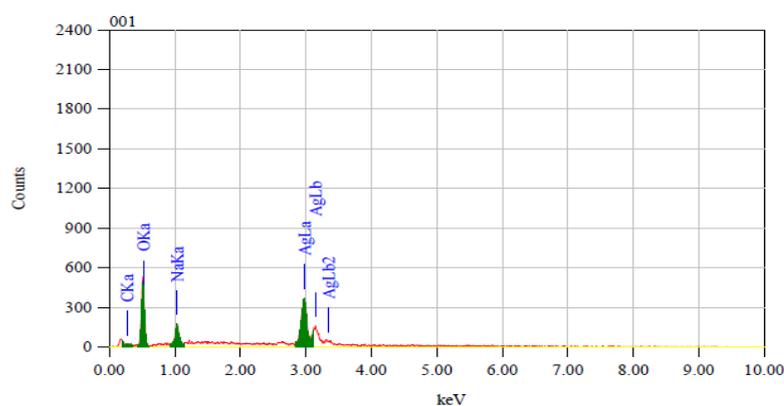
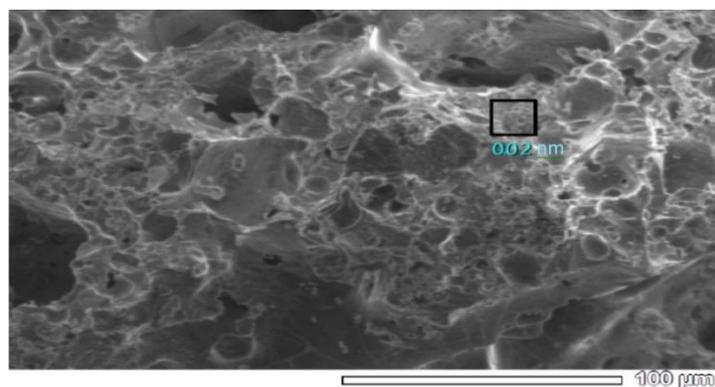


Рисунок 4 - РФА полимерных углеродных серебросодержащих наночастиц



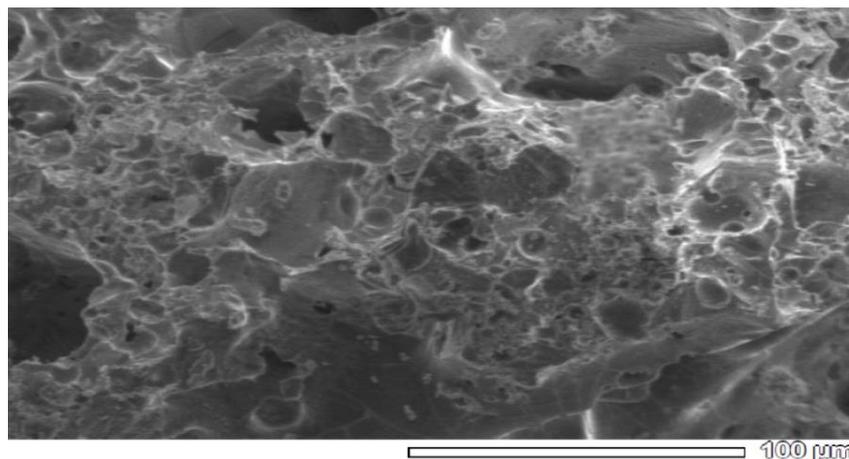


Рисунок 5 - Микроструктура полимерных углеродных серебрясодержащих наночастиц

После исследования в углеродной нанотрубке, данные наночастицы были исследованы ИК спектроскопическим методом.

Отличительные цвета коллоидного серебра обусловлены феноменом, известным как поверхностный плазмонный резонанс. В том случае, когда частота колебаний падающего света равна собственной частоте колебаний свободных электронов вблизи поверхности наночастицы, происходит резкое увеличение амплитуды колебания, в спектре поглощения света появляется пик.

Все измерения проводили относительно дистиллированной воды в кювете объемом 5мл и длиной оптического пути 1см.

На рисунке 6 показано изменение нитрата серебра до оксида серебра (Ag_2O) с интенсивностью 1795 см^{-1} , а также изменение тетрагидробората натрия до оксида натрия (Na_2O) с интенсивностью 2146 см^{-1} , изменение карбоната кальция до оксида кальция (CaO) показано с интенсивностью 2285 см^{-1} , 1957 см^{-1} , 2046 см^{-1} , 2345 см^{-1} [14,15].

Длина волны максимума поглощения не только указывает на факт получения наночастиц серебра, но и позволяет определить их средний диаметр (таблица 4)

Таблица 4 - Длина волны максимума поглощения

Длина волны максимума поглощения λ_{max} , нм.	Ширина полупика, нм	Средний диаметр частиц, нм
390-400	50-75	8-12

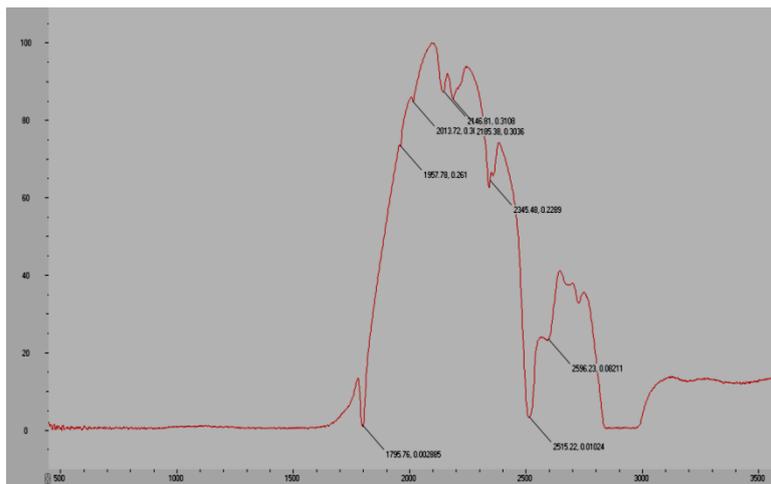


Рисунок 6 - ИК-спектроскопическое изображение серебросодержащих наночастицы

Полученные наночастицы имеют очень большую площадь поверхности (192,29 м²/г) при размере 12 нанометров. Изображения поперечного сечения наночастиц, полученные с помощью сканирующей электронной микроскопии, показали пористую природу углеродных серебросодержащих наночастиц.

Рассмотрим экологически безопасный режим орошения люцерны при поливе сточными водами. Для получения хороших урожаев кормовых культур необходимо поддерживать высокий процент влажности почвы за счет применения очищенных сточных вод, т. к. люцерна является влаголюбивым растением. Влажность почвы в массе корней должна равняться 80%. Но не стоит забывать, что при всех своих плюсах, орошение, в зависимости от способа проведения, может иметь свои недостатки, например: разрушение и деградация структуры почвы, образование корки (ухудшается воздушный и пищевой режимы), смывы и размывы почвы.

Для орошения люцерны очищенными сточными водами, используют три основных способа.

Капельное орошение – локальный способ орошения почвы, с подачей воды по пластмассовым трубопроводам через капельницы, безнапорно на поверхность или под поверхность почвы, в зону основного залегания корней каждого отдельного растения. Капельное орошение зарекомендовало себя с положительной стороны в условиях юга Казахстана. В частности, данный способ полива обеспечивает урожай люцерны до 50 т/га и выше, при значительной экономии воды, применяемой для орошения.

Дождевание – способ орошения сельскохозяйственных культур, при котором вода разбрызгивается в виде дождя над поверхностью почвы и растений. Качество дождевания зависит от применяемой поливной техники. Современную дождевальную технику классифицируют в зависимости от типа насадок или аппаратов, с помощью которых создается искусственный дождь, а также от того, где установлены эти насадки и аппараты на поливном трубопроводе, консольной ферме или тракторе. Б. М. Лебедев разделяет оборудование для дождевания на 6 типов: дождевальные установки, дождевальные машины, стационарные насосные станции, передвижные насосные станции, стационарные трубопроводы, разборные передвижные трубопроводы.

Полив по бороздам – способ самотечного орошения по поверхности почвы. Вода подается в борозду направленным потоком и под действием сил гравитации стекает по ней. По мере продвижения по борозде от начала к концу борозды вода впитывается под действием сил гравитации и капиллярного впитывания. В зависимости от глубины борозды подразделяют на мелкие – 8 - 12, средние – 12-16, глубокие – 16-22 см, очень глубокие – более

22 см; по проточности – проточные и тупые; по длине – короткие и длинные. Для нарезки борозд используют тракторные культиваторы.

Все способы имеют как плюсы, так и минусы, основные свойства и различия отображены в таблице 5.

Таблица 5 – Сравнительная характеристика способов орошения

Показатель	Способ орошения		
	Капельное	Дождевание	По бороздам
Автоматизация системы поливов	+	+	-
Физические трудозатраты	-	-	±
Экономия воды	+	±	-
Оптимальное увлажнение корней	+	±	±
Повышение урожайности	+	±	±
Борьба с сорняками и паразитами	+	+	-
Затраты	+	±	-
Деградация почвы	-	+	±
Равномерность полива	+		±
Орошение на сложных рельефах	±	+	-

Проанализировав таблицу 5, можно сделать вывод, что одним из самых оптимальных способов орошения является капельное орошение. Оно имеет множество положительных моментов и, несмотря на свою высокую стоимость, самое перспективное из представленных способов. Дождевание же весьма удобно на участках со сложным рельефом, а высокие затраты обусловлены только техническими средствами, используемыми для орошения. Но при дождевании почва деградирует, нередки смывы и размывы. Основным плюсом полива по бороздам является относительная экономия средств на применение системы орошения, но при этом почва в бороздах засаливается, к конечным участкам доходит меньше воды, а перемещение техники и оборудования при этом способе затрудняется.

Сейчас все большую популярность приобретают дождевальные установки катушечного типа. При использовании таких установок не обязательно обновление всего комплекса машин, а вполне достаточно заменить или обновить только устройство, которое подает очищенную сточную воду непосредственно на поле. Такие установки исключают вредное воздействие на почву, растения, дают возможность эффективно использовать воду, а сточная вода, подаваемая на поле, по консистенции напоминает естественный дождь – а это самые полезные для растений осадки.

Выводы

Извлечение металлов из сточных вод - проблема огромной важности. Соли тяжелых металлов снижают качество очистки сточных вод, угнетая культуры микроорганизмов активного ила водоочистных сооружений, разрушают водные и почвенные экосистемы. Воды, не прошедшие надлежащую очистку от солей тяжелых металлов, представляют угрозу для человека, металлы вызывают заболевания различных тканей и органов.

Проблема сорбции тяжелых и благородных металлов важна как с экологической, так и с экономической точек зрения. Извлечение тяжелых металлов из сточных вод углеродными серебросодержащими наночастицами являются дешевой альтернативой применения традиционных сорбентов - ионообменных смол и активированных углей.

Полимерные углеродные серебросодержащие наночастицы являются очень активными наносорбентами. Полученные серебросодержащие наносорбенты можно использовать в качестве фильтров – насадок для очистки питьевой воды. Назначение фильтров - тонкая очистка жидких продуктов при микро- (0,1-10 мкм) и ультрафильтрации (0,001-0,1 мкм), серебросодержащие наносорбенты могут быть встроены в наноразмерные фильтры (0,00001-0,1 мкм). Проведенными исследованиями был продемонстрирован потенциал наномасштабного углеродного серебросодержащего наносорбента, способного очищать сточные воды, загрязненные тяжелыми металлами на очистных сооружениях в соответствии с требованиями на орошение кормовых культур и древесных насаждений.

Произведена первичная оценка ирригационной пригодности сточных вод и рассмотрены перспективы их сельскохозяйственного использования.

Благодарность: Работа выполнена в рамках программно-целевого финансирования по научным, научно-техническим программам на 2023-2025 годы BR21882415 «Разработка технологии безопасной утилизации сточных вод для полива кормовых культур и древесных насаждений в условиях дефицита воды в Кызылординской области.

Список литературы

- 1 Константинов В.М., Койбакова Е.С. Эколого-мелиоративные основы сельскохозяйственной утилизации сточных вод в Казахстане // Вестник ТарГУ им. М.Х.Дулати /Природопользование и проблемы антропосферы –Тараз,2001 №2 41-48с.
- 2 Зубаиров О.З. Орошение сточными водами в Казахстане –Алматы,1996-177с.
- 3 Панков В.И., Прохоров А.Н. Оценка пригодности воды для орошения // Гидротехника и мелиорация 1985-№10-С 54-58
- 4 Mirzaxmetov M., Wmbetova Ş.M., Kojaxan A.K., Sadieva X.R. Polimerl ikümis quramdı kömirtekti nanosorbentter. Qazaqstan Respwblıkası Ulttıq injenerlik akademiyasınıñ Habarşısı j-ı. № 2 (76) 2020, S. 167-172.
- 5 Шомантаев А.А.,Отарбаев Б.С., АбдикероваУ.Б.Ирригационная оценка сточных вод г.Кызылорда для возделывания древесных культур и кустарниковых насаждений. Наука и мир.2014 №4, стр.151-156.
- 6 АбдикероваУ.Б.Биологическая очистка сточных вод города Кызылорда в целях орошения гибридных тополей.Магистерская диссертация. Кызылординский государственный университет имени КоркытАта, 2012.Буданов М.Ф. Система и состав контроля за качеством природных и сточных вод при использовании их для орошения. – Киев 1970, с. 48
- 7 In Situ Synthesis of Metal Nanoparticles in Polymer Matrix and Their Optical Limiting Applications / S. Porel, N. Venkatram, D. Narayana Rao, T.P. Radhakrishnan // Journal of Nanoscience and Nanotechnology. – 2007. – V. 7, № 6. – P. 1887–1892.
- 8 Polymer Composites With Metal Nanoparticles: Synthesis, Properties, and Applications / L. Tamayo, H. Palza, J. Bejarano, P. A. Zapata // Polymer Composites with Functionalized Nanoparticles ; edited by K. Pielichowski, T. M. Majka. – Amsterdam, Netherlands : Elsevier, 2019. – Chapter 8. – P. 249–286.
- 9 Stepanov, A. L. Optical Properties of Polymer Nanocomposites With Functionalized Nanoparticles / A. L. Stepanov // Polymer Composites with Functionalized Nanoparticles ; edited by K. Pielichowski, T. M. Majka. – Amsterdam, Netherlands : Elsevier, 2019. – Chapter 10. – P. 325–355.
- 10 Wizeł, S. The preparation of a polystyrene-iron composite by using ultrasound radiation / S. Wizeł, S. Margel, A. Gedanken // Polymer International. – 2000. – V. 49, № 5. – P. 445–448.
- 11 Fabrication and Characterization of Silver–Polyvinyl Alcohol Nanocomposites / Z. H. Mbhele, M. G. Salemane, C. G. C. E. van Sittert, J. M. Nedeljković, V. Djoković
- 12 K.R.Sadieva, G.A.Sharshenaliyeva, A.A.Iskakova, G.B.Dzhumabekova, D.G.Baltabayeva, Absorbed intestinal research with carbon nanotubes, provided by vapor

- method on the installation CN-CVD-100, *Mechanic and Technology Periodical*, 4, 2017P.53–58.
- 13 Тепанов А.А., Кудринский А.А. Закономерности адсорбционной иммобилизации наночастиц серебра из водных дисперсий на модифицированную поверхность кремния. // *Материалы V Международной конференции «От наноструктур, наноматериалов и нанотехнологий к наноиндустрии»*. – 2015. – С. 190.
 - 14 U.R.Radzhabov, M.Shuhrazoda.S.G.olymer Composites With Metal Nanoparticles: Synthesis, Properties, and Applications / L. Tamayo, H. Palza, J. Bejarano, P. A. Zapata // *Polymer Composites with Functionalized Nanoparticles* ; edited by K. Pieliowski, T. M. Majka. – Amsterdam, Netherlands : Elsevier, 2019. – Chapter 8. – P. 249–286.
 - 15 M.Syaole, C.Kely, C.Inhao, Properties, Applications And Methods Of Nanosilver Preparation, *International Students' Scientific Newsletter*. 2018 № 6.; URL: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=19414> (дата обращения: 19.06.2020). (accessed 18 March 2020).

References

- 1 Konstantinov V.M., Koybakova Ye.S. Ekologo-meliorativnyye osnovy sel'skokhozyaystvennoy utilizatsii stochnykh vod v Kazakhstane // *Vestnik TarGU im. M.KH.Dulati /Prirodopol'zovaniye i problemy antroposfery –Taraz,2001 №2 41-48s.*
- 2 Zubairov O.Z. Orosheniye stochnymi vodami v Kazakhstane –Almaty,1996-177s.
- 3 Pankov V.I., Prokhorov A.N. Otsenka prigodnosti vody dlya orosheniya // *Gidrotekhnika i melioratsiya 1985-№10-S 54-58*
- 4 Shomantayev A.A.,Otarbayev B.S., AbdikerovaU.B.Irrigatsionnaya otsenka stochnykh vod g.Kyzylorda dlya vzdelyvaniya drevesnykh kul'tur i kustarnikovykh nasazhdeniy. *Nauka i mir.2014 №4, str.151-156.*
- 5 AbdikerovaU.B.Biologicheskaya ochistka stochnykh vod goroda Kyzylorda v tselyakh orosheniya gibridnykh topoley.Magisterskaya dissertatsiya. Kyzylordinskiy gosudarstvennyy universitet imeni KorkytAta, 2012.
- 6 Budanov M.F. Sistema i sostav kontrolya za kachestvom prirodnykh i stochnykh vod pri ispol'zovanii ikh dlya orosheniya. – Kiyev 1970, s. 48
- 7 In Situ Synthesis of Metal Nanoparticles in Polymer Matrix and Their Optical Limiting Applications / S. Porel, N. Venkatram, D. Narayana Rao, T.P. Radhakrishnan // *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*. – 2007. – V. 7, № 6. – P. 1887–1892.
- 8 Polymer Composites With Metal Nanoparticles: Synthesis, Properties, and Applications / L. Tamayo, H. Palza, J. Bejarano, P. A. Zapata // *Polymer Composites with Functionalized Nanoparticles* ; edited by K. Pieliowski, T. M. Majka. – Amsterdam, Netherlands : Elsevier, 2019. – Chapter 8. – P. 249–286.
- 9 Stepanov, A. L. Optical Properties of Polymer Nanocomposites With Functionalized Nanoparticles / A. L. Stepanov // *Polymer Composites with Functionalized Nanoparticles* ; edited by K. Pieliowski, T. M. Majka. – Amsterdam, Netherlands : Elsevier, 2019. – Chapter 10. – P. 325–355.
- 10 Wizel, S. The preparation of a polystyrene-iron composite by using ultrasound radiation / S. Wizel, S. Margel, A. Gedanken // *Polymer International*. – 2000. – V. 49, № 5. – P. 445–448.
- 11 Fabrication and Characterization of Silver–Polyvinyl Alcohol Nanocomposites / Z. H. Mbhele, M. G. Salemane, C. G. C. E. van Sittert, J. M. Nedeljković, V. Djokovi
- 12 K.R.Sadieva, G.A.Sharshenaliyeva, A.A.Iskakova, G.B.Dzhumabekova, D.G.Baltabayeva,Absorbed intestinal research with carbon nanotubes, provided by vapor method on the installation CN-CVD-100, *Mechanic and Technology Periodical*, 4, 2017P.53–58.
- 13 Тепанов А. А., Кудринский А. А. Закономности адсорбционной мобилизации наночастиц серебра из водных дисперсий на модифицированную поверхность кремния. //

- Materialy V Mezhdunarodnoy konferentsii «Ot nanostruktur, nanomaterialov i nanotekhnologii k nanoindustrii». – 2015. - S. 190.
- 14 U.R.Radzhabov, M.Shuhrazoda.S.G.olymer Composites With Metal Nanoparticles: Synthesis, Properties, and Applications / L. Tamayo, H. Palza, J. Bejarano, P. A. Zapata // Polymer Composites with Functionalized Nanoparticles ; edited by K. Pielichowski, T. M. Majka. – Amsterdam, Netherlands : Elsevier, 2019. – Chapter 8. – P. 249–286.
- 15 M.Syaole, C.Kely, C.Inhao, Properties, Applications And Methods Of Nanosilver Preparation, International Students' Scientific Newsletter. 2018 № 6.; URL: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=19414> (дата обращения: 19.06.2020). (accessed 18 March 2020).

**Ш.М.¹Умбетова, Н.И.² Утегулов, А.О.¹ Олжабаева, И.С.³Сейтасанов,
М.С.⁴Зарбалиев, Ж. К.¹Накипова**

¹ Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан Республикасы
umbetova-37@mail.ru, Seul379@mail.ru, nakipova.01@mail.ru

²«Эко-Алан» ЖШС басшысы, n.utegulov@mail.ru

³Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті,
ss.ibragim@mail.ru

² Өзірбайжан сәулет-құрылыс университеті, Баку қ., Өзірбайжан Республикасы,
zarbaliyev.m@mail.ru,

МАЛАЗЫҚТЫҚ ДАҚЫЛДАР МЕН АҒАШ ЕКПЕЛЕРІН СУАРУ ҮШІН ТӨГІНДІ СУЛАРДЫ ТОЛЫҚ ТАЗАРТУДЫҢ ӨЗЕКТІЛІГІ

Аңдатпа

Уақтылы шешуді талап ететін күрделі және өзекті геоэкологиялық проблемалардың бірі су ортасында өндірістік және тұрмыстық қалдықтардың, яғни қауіпсіз кәдеге жаратуды талап ететін қалалар мен өнеркәсіптік объектілердің сарқынды суларының жинақталуы болып табылады. Бұл проблема гидроэкологиялық нормалаумен тығыз байланысты, оның негізінде олардың табиғи тербеліс аралықтары, табиғи жүйелердің суретін сақтауды қамтамасыз ететін параметрлердің шекті және критикалық шамаларын анықтау анықталады.

Республиканың қалалары мен өнеркәсіптік кәсіпорындарынан шығатын төгінді суларды талдау олардың көпшілігі ластаушы ингредиенттердің құрамы бойынша малазықтық дақылдарды суаруға өте қолайлы екенін көрсетеді.

Шаруа қожалықтарының тәжірибесі көрсеткендей, төгінді суларды қолдана отырып суару жүйелерін жобалау экологиялық және экономикалық тұрғыдан өте тиімді болып табылады. Төгінді сулар өсімдіктерге пайдалы заттарға бай. Мамандар біздің қалалардағы барлық төгінді сулардың 60% - ы тыңайтқыш қасиеттері бойынша 200 миллион тонна көңге тең деп есептеді. Жыл сайын Қазақстанда нормативтік таза және биологиялық тазартылған төгінді тек жылына 1,5 млрд.м³ дейінгі қалалар бойынша ағызады, олар 5000 м³/га суару нормасымен 30000 га жерді суаруға болады.

Мақалада дренаж жүйелерінің жағдайы экологиялық қауіпсіздік пен табиғи кешеннің тұрақтылығының факторы ретінде қарастырылады. Су бұру жүйелерінің қоршаған ортаға теріс әсерін болдырмау және бірқатар экологиялық проблемаларды жою мәселесін шешу өткен ғасырдың ортасынан екінші үштен біріне дейін салынған кәріз тазарту қондырғыларының көпшілігін қайта өңдеу қажеттілігімен тікелей байланысты.

Қажетті іс-шаралар ұсынылды, оларды іске асыру жемшөп дақылдары мен ағаш екпелерін суаруға қойылатын талаптарға сәйкес тазарту құрылыстарында төгінді суларды тазартудың кепілді дәрежесін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: төгінді сулар, суару, ауылшаруашылық дақылдары, табиғи жүйе, пайдаға асыру

Sh.M.¹Umbetova, N.I.² Utegulov, ³I.S.Seytasanov, A.O.¹ Olzhabayeva, M.C.⁴ Zarbaliyev,
J.K.¹Nakipova

¹Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan

umbetova-37@mail.ru, Seul379@mail.ru, nakipova.01@mail.ru

²Head of Eco-Alan LLP, n.utegulov@mail.ru

³Kazakh National Agrarian Research University,

ss.ibragim@mail.ru

⁴Azerbaijan University of Architecture and Civil Engineering, Baku, Republic of Azerbaijan

zarbaliyev.m@mail.ru

RELEVANCE OF WASTEWATER TERMINATION FOR IRRIGATION OF FORAGE CROPS AND WOOD PLANTINGS

Abstract

One of the complex and urgent geocological problems requiring timely solution is the accumulation of industrial and household waste in the aquatic environment, that is, wastewater from cities and industrial facilities requiring safe disposal. This problem is closely related to hydroecological rationing, on the basis of which the parameters of the state, the intervals of their natural fluctuations are determined, the identification of threshold and critical values of parameters that ensure the preservation of the portrait of natural systems.

Analysis of wastewater discharged by cities and industrial enterprises of the republic shows that most of them are quite suitable for irrigation of agricultural crops in terms of the content of polluting ingredients.

The practice of farms has shown that the design of irrigation systems using wastewater is a very profitable and promising direction, both in environmental and economic terms. Wastewater is rich in substances useful for plants. Experts have estimated that 60% of all wastewater in our cities is equivalent to 200 million tons of manure in its fertilizing properties. Annually, Kazakhstan discharges normatively clean and biologically treated wastewater only in cities up to 1.5 billion m³/year, which at an irrigation rate of 5000 m³/ha can water 30,000 hectares of land.

In the article, the state of wastewater disposal systems is considered as a factor of environmental safety and sustainability of the natural complex. Solving the problem of preventing the negative impact of wastewater disposal systems on the environment and eliminating a number of environmental problems is directly related to the need to retechnologize most sewage treatment plants built in the middle or second third of the last century.

The necessary measures are presented, the implementation of which will ensure a guaranteed degree of wastewater treatment at wastewater treatment plants in accordance with the requirements for irrigation of fodder crops and tree plantations.

Keywords: wastewater, irrigation, agricultural culture, natural system, utilization