



УДК 628.35

**Тазабаева Куляш Аскаровна**

кандидат биологических наук, Казахский гуманитарно-юридический инновационный университет, г.Семей

e-mail: kul\_tazab@mail.ru

**Жакиева Алина Жанатовна**

магистрант, Казахский гуманитарно-юридический инновационный университет, г.Семей

e-mail: shokolad\_04@mail.ru

**Алдыңгурова Фирюза Жумановна**

магистр технических наук, ГКП «Астана Су Арнасы», г. Астана

e-mail: fikos\_90@mail.ru

### **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ОЗЕР-НАКОПИТЕЛЕЙ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СТОКОВ АКТИВНЫМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ**

*Мақалада ағынды сулар мәселесі қарастырылған. Ағынды суларды лас нәрселерден тазартудың әртүрлі әдіс-тәсілдерінің сипаттамасы келтірілген: механикалық, химиялық, физико-химиялық, электрохимиялық. Тазартудың биологиялық әдістерінің артықшылықтары көрсетілген. Өндірістік шаруашылықтарда ағынды суларды тазартудың биологиялық әдіс-тәсілдерінің тиімділігін арттыру қарастырылған. Астана қаласы Талдықөл жинақтаушы-буландырғыштың пайда болуы және ластануының қысқаша тарихы көрсетілген сонымен қатар биологиялық әдіс арқылы биопрепарат негізінде тазарту ұсынылады.*

***Түйін сөздер:** ағынды сулар, тазарту әдістері, микроағзалар, биопрепарат.*

*В статье рассматривается проблема очистки сточных вод. Приводится характеристика различных методов очистки сточных вод от загрязнения: механических, химических, физико-химических, электрохимических. Показано преимущество биологических методов очистки. Рассматриваются пути повышения эффективности биологического метода очистки сточных вод промышленных предприятий. Показана краткая история возникновения и загрязнения накопителя-испарителя Талдыколь г. Астаны и предлагается биологический метод его очистки на основе биопрепарата.*

***Ключевые слова:** сточные воды, методы очистки, микроорганизмы, биопрепарат.*

*The article deals with the problem of wastewater treatment. The characteristic of different methods of wastewater treatment from pollution is considered: mechanical, chemical, physico-chemical, electrochemical. The advantage of biological methods of purification is shown. The ways of increasing the efficiency of the biological method of wastewater treatment of industrial enterprises are considered. A brief history of the origin and pollution of the evaporator storage Taldykol in Astana is shown and a biological method of its purification based on a biological product is proposed.*

***Keywords:** wastewater, purification methods, microorganisms, biopreparation.*

В настоящее время наблюдается резкий скачок урбанизации на земле. С растущей урбанизацией проблема сточных вод приобретает все большую остроту и актуальность во всем мире, в том числе и в Казахстане, поскольку в народно-хозяйственной деятельности общество потребляет огромные количества воды.

Ежегодный расход воды в результате жизнедеятельности человечества составляет 3300-3500 км<sup>3</sup>. Большая часть воды после ее использования для хозяйственно-бытовых нужд возвращается в реки в виде сточных вод.

Сточные воды, в зависимости от их источника, содержат в себе растительные волокна, жиры, фекалии, остатки плодов и овощей, отходы кожевенно-меховой и целлюлозно-бумажной промышленности, сахарных и пивоваренных заводов и др. предприятий, вследствие чего они являются причиной органических загрязнений водоемов и наносят окружающей среде, в том числе человеку, непоправимый вред [1]. Отсюда, особую остроту приобретает проблема очистки сточных вод.

Кроме химического загрязнения важным аспектом является также тепловое загрязнение водоёмов, которое представляет собой сброс подогретой воды с промышленных предприятий и тепловых электростанций. Всё это в совокупности приводит к потере водоёмами способности к самоочищению. Кроме того, сильное загрязнение воды навозной жижей и мочой сточными водами животноводческих комплексов ведёт к образованию аммиака (NH<sub>3</sub>), в высоких концентрациях токсичного для большинства живых организмов.

Таким образом, превентивные меры по загрязнению водоёмов сточными водами является важнейшей задачей экологической биотехнологии. Решение данной задачи возможно только с использованием инновационных технологий очистки стоков и современного оборудования.

В настоящее время известен ряд методов очистки сточных вод, применение которых определяется характером загрязнения и степенью вредности примесей:

➤ **механические методы.** Механическая очистка сточных вод – это физическая фильтрация воды от механических примесей. Она, как правило, проводится на самом первом этапе в комплексном подходе к очистке сточных вод.

С экономической точки зрения механическая очистка сточных вод считается наиболее эффективной, поскольку это самый дешевый метод очистки. При необходимости снижения концентрации взвешенных веществ в сточных водах на 40-50% и БПК – на 20-30% ограничиваются механической очисткой. Технологическая цепочка механической очистки включает в себя решетки, песколовки, и отстойники [2].

➤ **химические методы.** Химический метод заключается в том, что в сточные воды добавляют различные химические реагенты, которые вступают в реакцию с загрязнителями и осаждают их в виде нерастворимых осадков. Химической очисткой достигается уменьшение нерастворимых примесей до 95% и растворимых до 25%. В химических методах используют следующие процессы: *окисление и восстановление*, применяемые для обезвреживания от токсичных примесей – цианидов, комплексов меди и цинка, сульфидов и сероводорода, метод окисления подходит в случае, когда все другие способы очистки не приводят к должному результату, используют хлорную известь CaCl(ClO), гипохлорит кальция (Ca(ClO)<sub>2</sub>) и натрия (NaOCl), перманганат калия (KMnO<sub>4</sub>), бихромат калия (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>), кислород и др.; *нейтрализацию* для очистки от кислот и щелочей, в большинстве случаев нейтрализации подвергают сточные воды производственных предприятий, которые нельзя без предварительной обработки сливать в канализационную магистраль; *осаждение* нерастворимых кристаллических осадков, на которых задерживаются загрязнения [3].

➤ **физико-химические методы.** К ним относятся реагентная очистка, сорбция, экстракция, эвапорация, дегазация, ионный обмен, озонирование, хлорирование и др. [4].

➤ **электрохимические методы.** Электрохимические методы - очистка сточных вод под действием электрического тока. Они являются разновидностью физико-химического метода и отличаются многостадийностью и относительной сложностью происходящих в аппаратах водоочистки физико-химических явлений. Эти методы позволяют одновременно с очисткой сточных вод извлекать и использовать массу ценных продуктов и металлов [5,6].

➤ **биологические методы.** Биологический метод очистки сточных вод основан на использовании закономерностей биохимического

и физиологического самоочищения рек и других водоёмов. С этой целью используются микроорганизмы, которые в своём метаболизме используют загрязнители сточных вод. Биологический метод широко используется как перед сбросом сточных вод в водоем, так и перед повторным использованием их в системах оборотного водоснабжения [7].

До использования биологических методов сточные воды предварительно очищают механическими и химическими методами, например, хлорируют их жидким хлором или хлорной известью. Биологический метод играет важную роль среди других методов очистки сточных вод. Во-первых, микроорганизмы, используемые в биологической очистке, в процессе своей жизнедеятельности разлагают различные загрязнители сточных вод, во-вторых, они сами являются источником питания живых организмов водоёмов [8].

По сравнению с очисткой сточных вод физическими и химическими методами биологический метод приводит к частичному или полному разрушению загрязнителей в сточной воде [9].

На протяжении последних десятилетий ученые уделяют большое внимание вопросу повышения эффективности биологического метода очистки сточных вод промышленных предприятий. Исследования были посвящены разработке методов интенсификации с использованием технического кислорода [10] или обогащенного воздуха; создании оптимальных условий по pH и температуре [11]; использовании специфической микрофлоры активного ила [12,13] и др.

Таким образом, биологическая очистка имеет ряд значительных преимуществ перед другими методами. Микроорганизмы осуществляют полное разложение бытовых стоков до нейтральных продуктов (газ и вода), обеспечивая при этом круговорот веществ в природе. Отсюда, биологическая очистка в отличие от других способов не извлекает и не переводит загрязнения в другие формы, что обеспечивает практически безотходность производства, обеспечивает высокую степень очистки и является химически безопасной по сравнению с другими методами.

В то же время биологические методы менее затратные, так как за исключением капитальных вложений почти не требуют эксплуатационных расходов.

При этом основной рабочий компонент

(активный ил) при благоприятных условиях самовоспроизводится [14].

### **История возникновения и загрязнения накопителя-испарителя Талдыколь г. Астаны.**

Озеро Большой Талдыколь расположен в левобережной пойме реки Есиль в 4 км. южнее г. Астана. В 60-х годах прошлого века в городе Целиноград впервые появились сети канализации, однако не было очистных сооружений для очистки сточных вод. В связи с этим с 1964 по 1970 гг. озеру Большой Талдыколь был присвоен статус накопителя и в него сбрасывались неочищенные сточные воды.

Затем производился сброс механически очищенных сточных вод, а с 1974 в накопитель поступали биологически очищенные сточные воды со станции Аэрации города Целиноград. Канализационные очистные сооружения с полной биологической очисткой производительностью 136 тыс. м<sup>3</sup>/сут были введены в эксплуатацию в 1974 г.

В последние годы (до 2015 года включительно) накопитель ежедневно принимал биологически очищенные сточные воды. При этом постоянно существовала угроза переполнения накопителя. Согласно градостроительным прогнозам к 2020 г. объем сброса сточных вод возрастет до 254 тыс. м<sup>3</sup>/сут., а через 10 лет до 341 тыс. м<sup>3</sup>/сут.; что исключает возможность эксплуатировать накопитель-испаритель в проектом режиме.

Накопитель является одним из наиболее крупных очагов техногенного воздействия на гидрологическую среду г. Астаны. Накопитель не оборудован противодиффузионной защитой, в результате чего вокруг него образованы озерца и болота, заросшие камышом, район вокруг водного объекта следует отнести к зоне затопления.

Согласно заключению экологической экспертизы, накопитель – испаритель Талдыколь признан очевидным источником загрязнения и подпора грунтовых вод, что создает геотехнические проблемы в зоне активного строительства жилых районов в левобережной части города. В течение более 50 лет эксплуатации накопителя, в Талдыколе аккумулировались сточные воды различного качества, что в свою очередь привело к выделению неприятного запаха в период весеннего снеготаяния, а в летний период к размножению насекомых и комаров. Таким образом, в 2015 году был прекращен сброс

биологически очищенных сточных вод в накопитель.

В связи с выраженным отрицательным воздействием на общую геоэкологическую и экологическую ситуацию города было принято решение об извлечении донного слоя ила с последующим его геотубированием и рекультивацией.

С 2015-2017 годы произведены работы по удалению техногенных иловых осадков, скопившихся на дне накопителя. После чего было воссоздано озеро «Большой Талдыколь», для этого уменьшили объемы накопителя до естественных размеров. Озеро выполняет функцию приемника поверхностных и грунтовых вод с естественным гидрологическим режимом. Освобожденная прилегающая территория и озеро далее рассматривается как рекреационная зона.

Для использования накопителя в качестве природного озера необходимо доведение качества воды до норм САНПиН РК для поверхностных вод. На данный момент качество воды в накопителе после извлечения донного ила существенно улучшилось, однако не отвечает требованиям нормативов. Тому свидетельствует обильное цветение озера в летнее время. Данный факт указывает на то, что вода в озере содержит органические загрязнения в частности азот аммонийный и фосфор, которые приводят к процессу цветения и заболачивания озера.

В зимний период водоросли выпадают на дно и при снижении концентрации растворенного кислорода в донных слоях протекают процессы гниения, вследствие анаэробного дыхания микроорганизмов. Слой льда на поверхности озера исключает возможность естественного насыщения воды озера кислородом.

Весной в период таяния льда, зеркало озера оголяется, и весь накопленный газ, а именно сероводород, высвобождается в атмосферный воздух. В районе накопителя наблюдается зловонный запах «тухлых яиц», который порывами ветра доносится до жилых кварталов левого берега г. Астаны. Для исключения в зимний период процессов гниения, необходимо оздоровить озеро, очистить от органических загрязнений во избежание цветения в летний период. Сменить микрофлору озера на наиболее благоприятную среду, способную к самоочистке.

### **Разработка метода биологической очистки сточных вод накопителя-испарителя Талдыколь на основе биопрепарата.**

Для устранения органических загрязнений из накопителя было принято решение о разработке биопрепарата на основе микроорганизмов. Эта технология сможет использовать от 5 до 7 штаммов естественных микроорганизмов, они будут способны преобразовывать и усваивать свободную органику и биогенные элементы из воды и донных отложений водоема в процессе жизнедеятельности.

Естественные микроорганизмы будут научно выделены из экосистем незагрязняемых и загрязняемых водоемов, благодаря естественной высокой способности разрушать и усваивать мертвую органику с образованием воды, углекислоты и минерального осадка. Микроорганизмы смогут потреблять и преобразовывать биогенные вещества. Полученное сообщество микроорганизмов сможет эффективно устранять экологические последствия органического и биогенного загрязнения и эвтрофикации водоема: т.е. очищать сточную воду, очищать донные отложения от свободной органики и питательных веществ. Также сокращать массу донного ила на 40-50% за летний период времени.

Применение биопрепарата позволит за один теплый сезон привести качество воды в водоеме в соответствие с требованиями СанПиН по ХПК, взвешенным веществам, соединениям азота и фосфатов, растворенного кислорода.

Кроме того, препарат поможет очистить донные отложения от свободного органического вещества. В результате полностью прекратятся летние и зимние заморы рыбы, массовое размножение водорослей и фитопланктона. При достижении заданного уровня очистки водоема от загрязнения и восстановления процессов самоочистки среда водоема перестанет быть супер-питательной для фитопланктона: сине-зеленых водорослей, тины, рясы и высших водорослей. Они сократят свою численность в водоеме, возвращаясь в свою естественную биологическую нишу в условиях биологического равновесия.

Биомасса сине-зеленых водорослей, ряски, тины будет отмирать естественным путём и опускаться на дно, где ее остатки будут полностью уничтожаться бактериями биопрепарата. Загрязнение и деградирование

водоема остановится. В результате водоем восстановится как самоочищающаяся экосистема, для которой характерно состояние биологического баланса.

Таким образом, мы рекомендуем использование биопрепарата в очистке нарушенных водоемов с высоким уровнем

донных отложений, повышенной мутностью воды, повышенным газообразованием и выделением неприятных запахов, ослабленным микробиологическим самоочищением, загрязнением патогенной и условно патогенной микрофлорой.

#### Список использованной литературы

1. Очистка сточных вод [электронный ресурс]. <https://works.doklad.ru/view/gGcSNwMCTzY/all.html>
2. Штриплинг Л.О., Туренко Ф.П. Основы очистки сточных вод и переработки твердых отходов. Учебное пособие. – Омск: Изд-во ОмГТУ. – 2005. – 192 с.
3. Stasinakis A.S. Use of selected advanced oxidation processes (AOPs) for wastewater treatment – A mini review // Global NEST Journal. – 2008. – 10 (3). – p. 376-385.
4. Зайнуллин Р.Р., Галяутдинов А.А. Проблемы очистки городских сточных вод // Междунар. инновац. ж. «Инновационная наука». – 2016. - № 6. – С. 68
5. Лепеш Г.В., Панасюк А.С., Чурилин А.С. Современные методы очистки сточных вод промышленных предприятий // Техничко-технологические проблемы. – 2016. – № 3(37). – С. 14-23.
6. Каратаев О.Р., Шамсутдинова З.Р., Хафизов И.И. Очистка сточных вод электрохимическими методами // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – т.18, №22. – С. 21-23.
7. Яковлев С. В., Скирдов И. В., Швецов В. Н. М Биологическая очистка производственных сточных вод. Процессы, аппараты и сооружения. М: Стройиздат. - 1985. - 208 с.
8. Шамсутдинова З.Р., Хафизов И.И. Анализ эффективности аэротенков в системе очистки сточных вод // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2016. - № 4. – С. 245-249.
9. Wunderlin P. Mechanisms of N<sub>2</sub>O production in biological wastewater treatment under nitrifying and denitrifying conditions // Water Research.- 2012.- 1027–1037.].
10. Яковлев С. В., Скирдов И. В., Швецов В. Н. Биологическая очистка производственных сточных вод. Процессы, аппараты и сооружения. - М.: Стройиздат. – 1985. – 208 с.
11. Проскураев В.А., Л.И Шмидт. Очистка сточных вод в химической промышленности. – Л.: Химия, 1977. – 464 с.
12. Когановский А.М., Клименко Н.А. Физико-химические основы извлечения поверхностно-активных веществ из водных растворов и сточных вод. – Киев: Наук. думка. – 1978. – 175 с.
13. Лю Хун, Хэ Ценпин, Лю Ин, Чжен Уен. Исследование методов биологической очистки сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. – 1999. – № 2. – С. 36.
14. Максимов С.П., Алексеев И.А. Обзор методов биологической очистки сточных вод // Технические науки - от теории к практике: сб. ст. по матер. ХLI междунар. науч.-практ. конф. – № 12(37). – Новосибирск: СибАК, 2014.

#### Тазабаева Куляш Аскарвна

**Лауазымы:** биология ғылымдарының кандидаты, «Қолданбалы биология» кафедрасының доценті, Қазақ инновациялық гуманитарлық-заң университеті, Семей қ.

**Пошталық мекен-жайы:** 071400, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Абай к., 107

**Ұялы тел:** 87771381857

#### Жакиева Алина Жанатовна

**Лауазымы** 6M070100 «Биотехнология» мамандығы бойынша 2 курс магистранты, Қазақ инновациялық гуманитарлық-заң университеті, Семей қ.

**Пошталық мекен-жайы:** 071400, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Абай к., 107

**Ұялы тел:** 87757227275

#### Алдыңгурова Фирюза Жумановна

**Лауазымы:** техникалық ғылымдарының магистрі, «Астана Су Арнасы» МКК-ның бас инженер-технологы

**Пошталық мекен-жайы:** 010008, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Қорғалжын тас жолы 47

**Ұялы тел:** 87785003398

**Канализациялық суларды жинақтауш-көлді активті микроорганизмдер арқылы биологиялық тазартудың технологиясын жобалау**

#### Тазабаева Куляш Аскарвна

**Должность:** кандидат биологических наук, доцент кафедры прикладной биологии, Казахский гуманитарно-юридический инновационный университет, г.Семей

**Почтовый адрес:** 071400, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Абая, 107.

**сот. тел:** 87771381857

**Жакиева Алина Жанатовна**

**Должность:** магистрант 2 курса специальности 6M070100 «Биотехнология», Казахский гуманитарно-юридический инновационный университет, г.Семей

**Почтовый адрес :** 071400, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Абая, 107.

**сот. тел:** 87757227275

**Алдынгулова Фирюза Жумановна**

**Должность:** магистр технических наук, ведущий инженер технолог ГКП «Астана Су Арнасы»

**Почтовый адрес:** 010008, Республика Казахстан, г.Астана , Кургальджинское шоссе, 47

**сот. тел:** 87785003398

**Разработка технологии биологической очистки озер-накопителей канализационных стоков активными микроорганизмами**

**Tazabayeva Kulyash Askarovna**

**Position:** Candidate of Biological Sciences, associate professor of the department of «Applied biology», Kazakh Humanitarian Juridical Innovative University, Semey city

**Mailing address:** 071400, Republic of Kazakhstan, Semey c., Abai str., 107

**Mob. phone:** 87771381857

**Zhakiyeva Alina Zhanatovna**

**Position:** undergraduate 2 year degree 6M070100 «Biotechnology» specialty, Kazakh Humanitarian Juridical Innovative University, Semey city

**Mailing address:** 071400, Republic of Kazakhstan, Semey c., Abai str., 107

**Mob.phone:** 87757227275

**Aldyngurova Firyuza Zhumanovna**

**Position:** Master of Technical Sciences, leading engineer-technologist of SME «Astana Su Arnasy»

**Mailing address:** 010008, Astana c., Kurgaldzhin highway, 47

**Mob. phone:** 87785003398

**Development of biological treatment method of lakes-accumulators of sewage effluents by active microorganisms**