

**К. В. Маркина**  
**K. V. Markina**  
*kristina\_702@bk.ru*

**Л. Р. Гайнуллина**  
**L. R. Gainullina**  
*gainullina7819@mail.ru*

ФГБОУ ВО «Казанский государственный  
энергетический университет», г. Казань  
Kazan State Power Engineering University, Kazan

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ  
ВОД КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ**  
**TECHNOLOGICAL FEATURES OF LARGE INDUSTRIAL CITIES' WASTE  
WATERS PURIFICATION**

**Аннотация:** в данной статье поднимается экологическая проблема неэффективной очистки сточных вод, что приводит к загрязнению токсичными отходами сточных вод промышленными предприятиями. В качестве методов борьбы с этой проблемой предлагаются следующие решения: использование органических и минеральных отходов в качестве добавок, захоронение опасных отходов в отведенные для этого территории и химическая очистка сточных вод. Исследование показало, что наиболее эффективным в данном случае считается химическая обработка сточных вод, решающая серьезную экологическую проблему промышленных городов.

**Abstract:** this article raises the environmental problem of inefficient wastewater treatment, which leads to pollution by toxic wastewater from industrial enterprises. The following solutions are proposed as methods to combat this problem: the use of organic and mineral wastes as additives, the disposal of hazardous wastes in designated areas and the chemical treatment of wastewater. The study showed that the most effective in this case is the chemical treatment of wastewater, which solves a serious environmental problem of industrial cities.

**Ключевые слова:** осадки сточных вод, утилизация, химические вещества, отходы, промышленные предприятия, методы очистки.

**Keywords:** sewage sludge, recycling, chemicals, waste, industrial plants, cleaning methods.

Современный уровень промышленности безостановочно увеличивает уровень урбанизации как в России, так и во всем мире. Данное явление, несомненно, сказывается на общей обстановке экологической ситуации. Все больше сельского населения отправляется в города за лучшей жизнью и перспективами, в свою очередь промышленные предприятия

обеспечивают приезжее население рабочими местами и лучшими условиями жизни. Подобная ситуация является причиной появления проблемы очистки сточных вод крупных промышленных городов. Увеличение количества производственных предприятий повышает поток переработанных химических веществ, которые в огромных объемах накапливаются в виде осадков сточных вод. Осадки сточных вод формируются при их очистке, что создает твердые высокотоксичные органические и минеральные вещества. В Российской Федерации в течение года накапливаются более 2 млн. тон осадков в виде сухого вещества на очистных сооружениях [2].

Процесс очистки и утилизации осадков сточных вод в технологическом плане является достаточно сложным. Вокруг очистных сооружений накапливаются большие объемы твердых осадков, что приводит к обострению экологической ситуации и нарушению технологического процесса. Примерно 0, 013 % осадков сточных вод остается на очистных сооружениях, однако этот показатель зависит от их состава и метода очистки [3].

Одним из методов решения появившейся проблемы является анаэробное сглаживание сырых осадков и избыточных илов на биопленках очистных сооружений в метатанках. В результате процесса анаэробного сглаживания выделяется биологический газ, состоящий из таких компонентов, как метан, углекислый газ, водород, азот, сероводород и кислород. Данный газ выбрасывается в атмосферу или сжигается без использования теплоты сгорания из-за затрудненности промышленного использования газов ввиду отсутствия подобных очистных сооружений в нашей стране.

Последующее применение илов очистных сооружений имеет прямую зависимость от уровня их опасности и состава минеральных веществ в нем. Существует 4 класса опасности твердых токсичных органических и минеральных веществ: малоопасные, умеренно опасные, высокоопасные, чрезвычайно опасные, однако для безопасного полезного применения в производстве подходят лишь два класса. Класс малоопасных илов очистных сооружений состоит из веществ с содержанием углерода, азота, фосфора и пригодны для применения в сельскохозяйственном производстве как минеральное удобрение или корм для птиц и животных. Вторым полезным классом таких веществ являются умеренно опасные осадки сточных вод, они могут быть полезно применены в металлургии для получения технического жира (минеральная составляющая), разнообразных смазывающих веществ (органическая составляющая) и других полезных химических продуктов. Остальные же два класса подлежат обезвреживанию путем захоронения на полигонах токсичных промышленных отходов, предварительно пройдя процесс подготовки. Процесс подготовки к захоронению включает в себя обезвоживание и термическую обработку для уменьшения пагубного воздействия на окружающую среду. Избавление от осадков опаснейшего класса происходит с

помощью нескольких методов. Чрезвычайно опасные твердые осадки подвергаются сжиганию, захоронению, применяются в производстве керамзита или обрабатываются композитными материалами. Однако такие методы малоэффективны, так как сжигание затрачивает много ресурсов на строительство печей и экспорт веществ и, к тому же, загрязняют окружающую среду. Помимо всего перечисленного, возникает проблема утилизации остаточных, после сгорания, веществ. Данный метод является крайне вредным для атмосферы, биосферы и литосферы и применяется лишь в крайних случаях.

Метод захоронения так же не является эффективным по той причине, что при захоронении требуется выделение определенной территории за счет изъятия ее из хозяйственного оборота, что является нецелесообразным и отрицательно сказывается как на экономике, так и на экологии. К тому же, для данных целей необходимо строительство специализированных площадок, что в свою очередь так же является пунктами траты ресурсов.

В качестве альтернативы данному решению проблемы можно выдвинуть метод утилизации с возможностью применения осадков как добавки при производстве керамзитового гравия. Данным методом позволит использовать до 3 % от общего объема влажных осадков и улучшить качество производимого товара, что частично решает проблему и является эффективным с экономической точки зрения. Однако, применяемый для этого метод пиролиза требует строительство цехов со специализированным оборудованием. В то же время отходы от такой формы переработки отходов так же будут создавать угрозу окружающей среде.

Наиболее экологически эффективный метод решения проблемы был разработан Государственным научно-исследовательским институтом органической химии и технологии. Были разработаны новые реагенты для комплексной обработки сточных вод, в результате применения которых в сточных водах все тяжелые металлы разлагаются на нетоксические органические соединения, уничтожая всю патогенную микрофлору в воде и осадках. Достаточно сотой или тысячной весовых процентов данных реагентов для получения необходимого эффекта, что является эффективным экономическим вложением для решения проблемы, так как суммарные затраты на обработку уменьшаются и с большей эффективностью решают проблему экологической безопасности. В качестве бактерицидных реагентов использованы комплексные соединения металлов, способные связывать аминокислотные группы белков с сохранением их структуры [1]. Наряду с этим были разработаны экологически безопасные дезинтоксикационные реагенты тяжелых металлов в воде, почве и твердых телах поверхности. В естественных условиях объекты содержат (сложные) отношения медь, цинк и другие металлы в круговороте веществ в природе. Ионы

марганца, хрома, кобальта, никеля, меди, цинка, кадмий и свинец являются типичными комплексообразователями. В результате они образуют устойчивые соединения в растворе со специальными карбоновыми кислотами, окислами, аминами, аминокислотам и другим лигандам. Системы, содержащие лиганды различной природы, с комплексом металлов претерпевают превращения, в результате которых образуются соединения со значительными константами устойчивости. По результатам исследований влияние связывания ионов металлов в аминоклетках на их токсичность показало следующее: аминокислотные комплексы различных тяжелых металлов оказались в тысячи раз менее токсичными по сравнению с исходными солями. Данные соли являются чрезвычайно опасными для окружающей среды. А в качестве детоксиканта для людей, работающих на объектах с тяжелыми металлами, была разработана аминокислота (АК-3Е). Это испытание было проведено на городском очистном сооружении в Москве, Подольске. На сегодняшний день практическое применение композиционных соединений требует дальнейшего изучения поведения полулюнгантов в донных отложениях и их устойчивости в почвах и влияния растений на них.

Однако у данного метода решения проблемы есть и свои недостатки. Так, встает вопрос о масштабном производстве реагента для очистки сточных вод, ведь почти в каждом густонаселенном городе стоит проблема загрязнения сточных вод, необходимо бесперебойно проводить процедуру очистки. Также появляется необходимость доставки реагентов в каждый из таких городов или строительства специальных сооружений для производства реагентов, что является затратным с точки зрения финансовой составляющей.

В результате исследования мы выяснили серьезность проблемы, связанную с обработкой очищенных сточных вод в крупных городах, а также со значительными объемами накопленных осадков на очистных сооружениях крупных предприятий, их высоком уровне опасности из-за содержания в них токсичных тяжелых металлов. Наиболее эффективным методом устранения проблемы является комплексная очистка сточных вод с помощью разработанных химических реагентов Государственным научно-исследовательским институтом. Однако, данный метод имеет ряд нюансов, которые необходимо учитывать при его применении. Одна из таких проблем – создание реагента в производственных масштабах и транспортировка его во все города с проблемой загрязнения. Стоит и в дальнейшем проводить исследования в поисках решения менее затратной с точки зрения ресурсов и более эффективной и экологичной проблемы очистки сточных вод.

## **Список литературы**

1. Усовершенствование технологической схемы физико-химической очистки сточных вод / Б. С. Ксенофонов, А. С. Козодаев, Р. А. Таранов, М. С. Виноградов // Экология и промышленность России. 2021. Т. 25, № 4. С. 10–13.

2. Мазур И. И., Молдованов О. И., Шишов В. Н. Инженерная экология: Общий курс. Т. 1. Теоретические основы инженерной экологии. М. : Высшая школа, 1996. 637 с.

3. Суханова Л. И. Утилизация осадков природных и сточных вод: Обзорная информация. М. : ВНИИПИ, 1990. 29 с.