

**ВЫВОДЫ**

1. Применяемые в настоящее время конструкции оросительных систем биологических фильтров для очистки сточных вод требуют усовершенствования.
2. Оптимизация систем орошения биофильтров может осуществляться путем реконструкции за счет внедрения оросителей циклического действия.
3. Предложена методика расчета циклического оросителя с переменным сечением приемной емкости.

4. Применение оросителей циклического действия описанного типа позволяет повысить степень очистки сточных вод и увеличить пропускную способность биофильтров.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. А. с. 1640921 СССР, Струйный аэратор / Л.Л. Пойта, Н.В. Васин, Е.И. Дмухайло и др. (СССР). - № 4701126; заявлено 25.04.89; зарег. 8.12.90.
2. Пойта Л.Л. Исследование рациональных конструкций оросителей биологических фильтров/ Вестник БГТУ. - 2001. - №2, - С.40-42.

УДК 628.16

**Житнев Б.Н., Воробьева Т.А.**

## ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ГИПОХЛОРИТА КАЛИЯ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ И КОРРЕКТИРОВКИ УДОБРИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ОСАДКОВ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД

Целью настоящей работы является рассмотрение аспектов проблемы применения электролитического гипохлорита калия для обеззараживания осадков городских сточных вод. На городских очистных сооружениях образуется осадок вследствие выпадения нерастворимых веществ в первичных отстойниках. Кроме того, в результате биоочистки образуется большое количество избыточного активного ила, который выделяется во вторичных отстойниках. Общий объем осадка, как правило, не превышает 1% от объема обработанных стоков. [1]

Осадок состоит из твердых веществ, сильно разбавленных водой. В сыром состоянии при очистке бытовых сточных вод этот осадок имеет неприятный запах и является опасным в санитарном отношении, так как содержит большое количество бактерий, вирусов и яиц гельминтов [2]. Кроме того, большое содержание органических веществ обуславливает способность осадка быстро гнить. Поэтому основной задачей обработки осадков является их обезвреживание: получение безопасного в санитарном отношении продукта. Наиболее распространены: радиационная обработка, компостирование, химическая обработка, нагревание, пастеризация и др.

НИИ КВОВ АКХ им. К.Д. Памфилова разработан способ нагрева жидкого осадка во встречных струях газозвеси. За рубежом применяется метод нагревания осадков в теплообменниках и реакторах, называемый методом пастеризации. В Германии разработана установка для непрерывной пастеризации осадка при 65 °С в течение 30 мин в трубчатых теплообменниках. В Швеции выпускаются спиральные теплообменники, предназначенные для непрерывной пастеризации осадков, с выдержкой при 80 °С в течение 5 мин. Наряду с обеззараживанием нагреванием и пастеризацией в последнее время начинает осваиваться химическое обеззараживание как жидких, так и обезвоженных осадков сточных вод. [1]

Введение в осадки извести повышает их рН до 10 и более. Исследованиями АКХ им. К.Д. Памфилова и Московского института гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана установлено, что при указанном значении рН сырые осадки теряют запах, и развитие в них санитарно-показательных микроорганизмов подавляется. Однако щелочная среда не оказывает существенного влияния на яйца гельминтов. Деформация и гибель яиц гельминтов происходит при введении в осадки гашеной извести, которая наряду с повышением щелочности осадков обеспечивает в

процессе гашения повышение температуры осадков.

Существенное влияние на эффективность обеззараживания осадка оказывают также условия смешения извести с осадком. Результаты опытов показали, что при смешении осадка с известью дозой 22,5-25,2% (по СаО) он прогревается до 50-56 °С при начальной температуре 16 °С. Требуемая для обеззараживания температура 60 °С достигается при дозе извести более 30%. [1]. Наиболее давно известный метод обеззараживания - компостирование. Компостирование - это биотермический процесс разложения органических веществ осадков, осуществляемый под действием аэробных микроорганизмов с целью обеззараживания, стабилизации и подготовки осадков к утилизации в качестве удобрения. Аэробный процесс разложения органического вещества сопровождается выделением теплоты. Наиболее простой метод - полевое компостирование - давно используется в сельском хозяйстве для получения компоста из торфофекальных смесей. [1]

Исследования, проведенные в 70-х годах в США показали, что компостирование позволяет существенно сократить топливно-энергетические расходы на обеззараживание осадков и улучшить их санитарно-гигиенические показатели. В процессе жизнедеятельности аэробных микроорганизмов происходит потребление и расход органических веществ, поэтому биотермический процесс наиболее эффективен при компостировании сырых несброженных осадков.

Для создания пористой структуры осадка требуемой влажности и оптимального соотношения углерода и азота, обеспечивающих проведение биотермического процесса в аэробных условиях, компостирование осадков следует осуществлять в смеси с наполнителями. Наиболее благоприятное соотношение углерода и азота 20-30: 1.

Совместное биотермическое обезвреживание осадков сточных вод и твердых отходов позволяет ускорить процесс разложения органического вещества путем взаимообогащения компонентами, способствующими интенсификации процесса, в частности, улучшению соотношения углерода и азота, повышению пористости осадков и относительному уменьшению инертных включений в смеси (стекла, песка и т.п.). Основными компонентами твердых бытовых отходов являются бумага и пищевые отходы, играющие главную роль в процессе биотермического разложения. Увеличение содержания в твердых бытовых отходах бумаги ведет к сокращению в них органического азота. Смешивание же твердых бы-

**Житнев Борис Николаевич.** Зав. каф. водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

**Воробьева Татьяна Андреевна.** Инженер УКП «Брестдорпроект».

товых отходов с осадками способствует обогащению их азотом и улучшению качества готового продукта. Совместная переработка осадков и твердых отходов позволяет сократить требуемые площади для их хранения и число обслуживающего персонала. При этом также сокращаются энергетические затраты, так как обеззараживание осадков достигается в процессе компостирования без применения специальных устройств. Получаемый компост используется в качестве удобрения. Для осуществления процесса компостирования в оптимальных условиях влажность смеси осадков и отходов должна быть в пределах 50-60% и отношение осадка к твердым отходам по массе – от 1:1 до 1:3.[1]

Для того чтобы выбрать наиболее эффективный метод обеззараживания осадка, который одновременно будет более экономичным, необходимо провести опробования установок и методов в лабораторных, а еще лучше - в производственных условиях.

В бытовых сточных водах содержатся в значительном количестве такие вещества как азот, фосфор, калий, кальций и др. Часть этих веществ выпадает в осадок в результате обработки сточных вод. Таким образом, осадок, выделяемый на очистных сооружениях, обогащен полезными и необходимыми для сельскохозяйственных культур элементами. Осадки содержат все необходимые питательные вещества, уступая навозу только лишь по количеству калия.[2]

Калий принадлежит к числу элементов, необходимых в значительном количестве для питания растений. Хотя в почве находится довольно много солей калия, но и уносится его с некоторыми растениями также очень много. Поэтому для пополнения убыли калия необходимо вносить в почву удобрения, содержащие этот элемент.[3]

Как и натрий, калий содержится во всех тканях организма человека. Но, в отличие от натрия, калий в преобладающем количестве находится внутри клеток. Ион калия играет важную роль в некоторых физиологических и биохимических процессах, например, он участвует в проведении нервных импульсов. Определенная концентрация калия в крови необходима для нормальной работы сердца. В организм калий поступает главным образом с растительной пищей.[4]

В бытовых сточных водах соотношение между основными элементами питания растений N,P,K составляет 5:1:2, в то время как соотношение этих элементов в навозе составляет 2:1:2,4 [2].

Следует отметить, что большая часть азота и почти весь калий находятся в сточных водах в растворенном виде, только фосфор в значительной степени выпадает в осадок.

Согласно [2] количество основных удобрительных веществ в бытовых стоках из расчета на 1 человека в год составляет: азота-2,92; фосфора-0,62; калия-0,8 кг.

Из вышеуказанного можно сделать следующий вывод: осадки бытовых стоков являются в основном азотно-фосфорным органическим удобрением с низким содержанием калия. Поэтому применяемые в сельском хозяйстве осадки рекомендуются сочетать с внесением калийных удобрений.[1]

Однако можно предложить способ насыщения осадка калием в процессе обеззараживания бытовых стоков. Существует возможность использования в качестве обеззараживающего реагента электролитически полученный гипохлорит калия вместо гипохлорита натрия.

Калий и натрий - металлы главной подгруппы первой группы - это щелочные металлы. Они принадлежат к распространенным элементам: содержание каждого из них в земной коре приблизительно 2% (масс). Оба металла входят в состав различных минералов и горных пород силикатного типа. Калий по внешнему виду, а также по физическим и химическим свойствам очень похож на натрий, но обладает еще большей активностью.[4]

В республике Беларусь имеются обширные месторождения калийных солей, в частности Старобинское месторождение в Солигорском районе Минской области.

За время эксплуатации месторождения накоплено большое количество отходов, занимающих значительные площади бывших сельскохозяйственных угодий, что отрицательно влияет на окружающую среду.

Для борьбы с загрязнением осуществляются мероприятия по совершенствованию технологии горных работ, использованию защитных солеустойчивых экранов и др. природоохранные мероприятия. Использовать эти отходы можно в качестве вторичных минерально-сырьевых ресурсов - для обеззараживания осадков сточных вод.[5]

С помощью использования электролитически полученного гипохлорита калия можно откорректировать удобрительные свойства осадков. Принцип корректировки удобрительных свойств состоит в том, что выпадающий в процессе обеззараживания в осадок калий обогащает осадок сточных вод, который после обеззараживания является безопасным в санитарном отношении и пригоден для использования в сельском хозяйстве.

Таким образом, решаются следующие проблемы:

1. проблема накопления отходов в местах добычи калийных солей, путем использования их в качестве исходного сырья для получения гипохлорита калия;
2. скорректирования удобрительных свойств осадков городских сточных вод путем увеличения в них содержания калия, необходимого для сбалансирования удобрительных свойств;
3. эффективного и надежного обеззараживания осадков с целью использования их как полноценные органические удобрения.

Электролитический способ получения гипохлоритов основан на получении хлора и его взаимодействии с щелочью (натрием или калием) в одном и том же аппарате – бездиафрагменном электролизере.[6]

Процесс получения гипохлоритов можно кратко описать следующим образом. При электролизе водных растворов хлоридов на аноде идет разряд ионов хлора; выделяющийся хлор растворяется в электролите с образованием хлорноватистой и соляной кислот. На катоде происходит разряд молекул воды. Атомы водорода после рекомбинации выделяются из раствора в виде газа, оставшиеся же в растворе ионы  $\text{OH}^-$  образуют возле катода с ионами натрия или калия щелочь.

Вследствие перемешивания анолита с католиком происходит взаимодействие хлорноватистой кислоты со щелочью с образованием гипохлорита натрия (калия).

В практике электрохимического производства хлорпродуктов нашли применение разнообразные конструкции электролитических ванн. Несмотря на внешнее различие, они на основании внешних признаков могут быть разделены на две группы: монополярные и биполярные. Схема включения электродов в электрическую цепь для ванн каждой из этих групп является общей.

Достоинства электролитического гипохлорита натрия (калия) как эффективного бактерицидного агента, простота и надежность работы электролитических установок, а также заинтересованность потребителей в применении безопасного электрохимического метода обеззараживания воды привели к созданию огромного числа самых разных по конструкции электролизеров.[6]

Установка «Sanilec», работающая на поваренной соли, состоит из электролизера, выпрямителя, системы автоматической подачи рассола, емкостей для хранения рассола и гипохлорита натрия, умягчителя воды и элементов автоматического контроля за показателями работы. Концентрация активного хлора в готовом продукте в среднем составляет 8 г/л. На получение 1 кг активного хлора расходуется 3,5 кг соли,

5,5 кВт-ч электроэнергии и 125 л воды. Разработаны установки производительностью от 9 до 90 кг активного хлора в сутки.[6]

Электролизеры «Sea clor» биполярного типа включают: насосы-дозаторы, промежуточный бак, выпрямитель, бак для растворения соли, сетчатый фильтр, электролизеры, газоотделитель, бак-хранилище гипохлорита, кислотный контур. На получение 1 кг активного хлора при использовании растворов соли расходуется 5-6 кг хлорида натрия и 4,5-5 кВт-ч электроэнергии. Содержание активного хлора в готовом продукте 5-6 г/л.[6]

НИИ КВОВ совместно с ПКБ АКХ разработана серия установок, отличающихся производительностью, конструктивным оформлением, электродными материалами. Заводом «Коммунальник» серийно выполняются непроточные электролизные установки периодического действия типа ЭН, состоящая из: растворного бака, электролизера, бака-накопителя, выпрямительного агрегата, насоса, распределительной решетки, поплавка и вентилей.[7]

Наиболее простыми по конструкции являются установки производительностью до 1 и 5 кг хлора в сутки (ЭН-1 и ЭН-5). Эти электролизеры на получение 1 кг активного хлора расходуют 12-15 кг соли. Электролизеры ЭН-25 и ЭН-100 производительностью 25 и 100 кг хлора в сутки на получение 1 кг активного хлора расходуют 8-9 кг соли.[6]

НПК «Эколог» по заказу ГУП «Водоканал С.-Петербурга» разработаны и изготовлены электролизеры для получения гипохлорита натрия. Типоразряд электролизеров НПК «Эколог» представлен установками различной производительности по воде: от 1 тыс. до 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут. (типы АОХ-2). Особенность этих электролизеров заключается в непрерывности процесса электролиза. В производственных условиях достиг-

нуты следующие основные показатели работы: расход электроэнергии 6-8 кВт-ч активного хлора, расход соли 12 кг/кг хлора.[8]

Существует большое количество конструкций электролизных установок. Надежность работы и безопасность эксплуатации установок, сравнительная простота их монтажа, а также возможность размещения на незначительных площадях способствуют широкому внедрению электролизеров в различных отраслях хозяйства, где в технологических процессах требуется применение хлорреагентов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Туровский И.С. Обработка осадков сточных вод.- М.: Стройиздат, 1988-256 с.
2. Яковлев С.В. и др. Канализация.- М.: Стройиздат, 1975-632 с.
3. Евилевич А.З. Утилизация осадков сточных вод. – М.: Стройиздат, 1979- 87 с.
4. Глинка Н.Л. Общая химия: Учебное пособие для вузов.- Л.:Химия, 1985-704 с.
5. Природа Белоруссии. Популярная энциклопедия.- Мн.: «Белорусская советская энциклопедия им. П. Бровки», 1986- 598 с.
6. Медриш Г.Л. Обеззараживание природных и сточных вод с использованием электролиза.- М.: Стройиздат, 1982- 80 с.
7. Медриш Г.Л. Оборудование и приборы для обеззараживания воды. Журнал «Водоснабжение и санитарная техника» N 2, 1993
8. Иткин Г.Е., Гоухберг М.С., Трухин Ю.А. Новые установки для производства гипохлорита натрия. Журнал «Водоснабжение и санитарная техника» N10, 1998.

УДК 574

**Головач А.П.**

## ГУМУСОВЫЕ ВЕЩЕСТВА В ПРИРОДНЫХ ГИДРОЭКОСИСТЕМАХ

Природные поверхностные воды - это сложнейшие гетерогенные многокомпонентные системы, содержащие до 60-70 элементов Периодической системы и тысячи природных и антропогенных органических веществ, из которых около 1000 строго нормируются. Возрастающая производственно-хозяйственная деятельность человека приводит к неизбежному увеличению концентрации тяжелых металлов и органических загрязняющих веществ в природных водах. Воздействие загрязнителей на экосистемы в значительной степени зависит от особенностей миграции их в гидросфере. Имеется в определенной степени обоснованное предложение при установлении предельно допустимых концентраций учитывать не только абсолютную концентрацию отдельных веществ в воде, но и форму существования их в виде определенных соединений, а также состояние этих соединений в водах, зависящее от величины рН среды и других факторов. Например, большинство природных вод обладает способностью связывать ионы тяжелых металлов, поступающих в водные объекты.

Металлы в ряду наиболее опасных веществ, поступающих в природные воды при антропогенном загрязнении, занимают особое место. Даже в малых количествах эти поллюанты оказывают токсическое воздействие на гидробионтов, существенно изменяя экологическое состояние водных объектов. Кроме того, металлы не подвергаются биодegradации и в значительных количествах могут накапливаться в воде, водных

организмах и толще донных отложений. Большинство природных вод обладает способностью связывать ионы тяжелых металлов, поступающих в водные объекты. Это свойство природных вод является интегральным показателем и называется комплексообразующей способностью. Величина комплексообразующей способности определяет "буферную емкость" воды с точки зрения потенциальной возможности снижения токсического воздействия тяжелых металлов на гидробионтов. Комплексообразующая способность природных вод характеризует совокупное содержание активных центров координации в составе компонентов, способных связывать ионы металлов, и определяется суммарным содержанием органических и неорганических лигандов, а также коллоидов различной природы, образующих с ионами металлов комплексные соединения и вещества разной степени устойчивости [1].

Наиболее существенный вклад в комплексообразующую способность природных вод вносит растворенное органическое вещество. Учитывая критерий снижения токсичности тяжелых металлов и распространенность в водах органических веществ, способных их связывать, в составе растворенных органических веществ можно выделить следующие классы веществ, определяющих в основном комплексообразующую способность природных вод: гуминовые кислоты, фульвокислоты, полифенолы, белковоподобные вещества, полипептиды и сахара.

*Головач Анна Петровна. Доцент каф. инженерной экологии и химии Брестского государственного технического университета.*

*Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.*

*Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология*