

УДК 628.336

В. И. НЕЗДОЙМИНОВ, В. Н. ЧЕРНЫШЕВ, В. Ф. КИЖАЕВ, А. В. МОГУКАЛО
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»**АСПЕКТЫ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД.
СОДЕРЖАЩИХ ИОНЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ**

Аннотация. В данной статье рассмотрены методы извлечения ионов тяжелых металлов в целях использования осадков, образующихся на очистных станциях, в качестве удобрения. Проведен анализ изменения кинетики и величины рН и влияния предварительной аэробной минерализации на выщелачивание ионов тяжелых металлов из осадка.

Ключевые слова: обработка осадков, ионы тяжелых металлов, минерализация, активный ил.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

На городских канализационных очистных станциях при очистке хозяйственно-бытовых сточных вод образуется значительное количество органических осадков, которые требуют в дальнейшем утилизации. Наиболее рациональным способом утилизации осадков является их использование в качестве органоминеральных удобрений. По агрохимической ценности активный ил не уступает традиционным удобрениям, так как содержит порядка 70 % органического вещества, 5 % азота, 2 % фосфора, 1 % калия [1]. Однако зачастую в осадках присутствуют вредные примеси, в том числе и ионы тяжелых металлов, которые могут препятствовать такому использованию. В этом случае приходится решать задачи их извлечения из осадков.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Существующие методы удаления ионов тяжелых металлов можно подразделить на химические, физико-химические и реагентно-биологические. Химические методы заключаются в обработке осадков реагентами, в технической литературе этот метод называют реагентным выщелачиванием [2]. Реагентное выщелачивание основано на химическом взаимодействии кислот с ионами металлов, с образованием растворимых солей.

При этом образующиеся соли в кислой среде (рН 2–3) переходят в иловую воду, и их концентрация в твердой фазе осадка уменьшается. Жидкую фракцию осадка, полученную фильтрованием, в дальнейшем подвергают обработке щелочным реагентом с целью выделения тяжелых металлов.

Физико-химические методы включают экстракцию соединений тяжелых металлов органическими кислотами, обработку осадка кальцийсодержащими материалами, а также термические методы [3]. Эти методы технологически сложны и требуют специального оборудования.

Реагентно-биологический метод основан на сочетании биологических процессов и реагентной обработки осадка. Он включает анаэробную стабилизацию осадков в метантенке, последующую промывку сброженного осадка, аэробную биологическую обработку его кислотолюбивыми микроорганизмами в кислой среде с добавлением железного купороса. После этого иловая вода, образующаяся при фильтр-прессовании, в дальнейшем обрабатывается флокулянтами для извлечения из нее тяжелых металлов. Обезвоженный осадок нейтрализуется карбонатом кальция [4]. Данный метод обработки позволяет сохранить высокие удобрительные свойства осадка, обладает более высоким эффектом удаления металлов. Анализ рассмотренных методов показывает, что все они обладают разного рода недостатками, которые затрудняют их применение. К таким недостаткам можно отнести сложность технологических схем и большие расходы реагентов.

ЦЕЛЬ

Исследование влияния аэробной минерализации на извлечение ионов тяжелых металлов из осадка.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

С нашей точки зрения для извлечения ионов тяжелых металлов наиболее простым в реализации методом является реагентное выщелачивание. Недостатком метода является повышенный расход кислоты, так как значительная ее часть идет на реакцию с веществами, входящими в состав твердой фазы осадка. С целью уменьшения расхода кислоты можно предложить предварительную аэробную минерализацию. Известно, что при данном методе величина рН снижается [5]. Для выяснения, до каких величин может снизиться рН, был проведен эксперимент. При проведении эксперимента была изготовлена экспериментальная установка по аэробной стабилизации, представляющая собой ёмкость из оргстекла, оборудованную системой аэрации. Емкость квадратная в плане с пирамидальным днищем со следующими габаритами: размер в плане – 14×14 см, общая высота – 53 см, высота пирамидальной части – 14 см, общий объём установки – 7 л. Угол наклона боковой грани пирамидального днища 60°. Подача воздуха для аэрации осуществлялась с помощью компрессора марки НР. Диспергирование воздуха производилось через тканевый аэратор. Для изучения кинетики снижения рН при стабилизации использовался активный ил аэротенков Макеевских очистных сооружений. Эксперименты проводились следующим образом. Установка заполнялась активным илом, отобраным из канала возвратного ила аэротенков, и включалась аэрация. В ходе эксперимента контролировалась величина рН, концентрация растворенного кислорода. Результаты эксперимента графически указаны на рисунке.

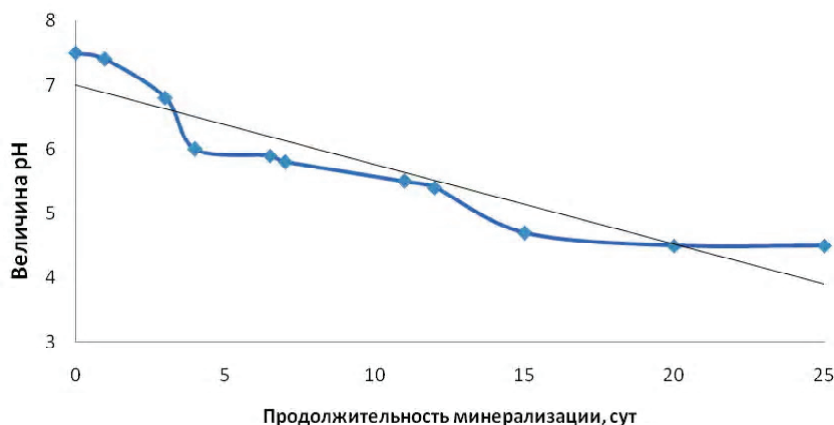


Рисунок 1 – Кинетика снижения величины рН иловой смеси в ходе аэробной минерализации активного ила.

По полученным экспериментальным данным видно, что снижение величины рН при минерализации происходит до 4,5.

В дальнейшем изучался вопрос выщелачивания тяжелых металлов в ходе аэробной минерализации. С этой целью проводился эксперимент с контролем над содержанием в иловой воде ионов металлов до и после минерализации. Для эксперимента использовался активный ил при концентрации 5,7 г/дм³. Минерализация активного ила осуществлялась в течение 18 суток, при этом рН снизилось до 4,6. Концентрация активного ила за счет минерализации снизилась с 5,7 до 3,85 г/дм³. Анализ по содержанию ионов тяжелых металлов выполнялся атомно-адсорбционным методом на приборе «Сатурн 3-П1» с приставкой Графит 2, предназначенной для электронного обсчета результатов анализа. Контролировалось содержание следующих металлов: свинца, никеля, хрома, меди, цинка и кадмия. В таблице 1 приведены данные содержания ионов металлов в осадке до минерализации, было проведено сравнение с допустимыми концентрациями содержания ионов металлов в осадке [6].

Из полученных данных видно, что содержание ионов свинца, хрома, цинка и меди входит в допустимые нормы, однако по показателям содержание ионов никеля и кадмия превышает допустимые концентрации. В таблице 2 указаны результаты содержания ионов тяжелых металлов после минерализации активного ила.

Таблица 1 – Результаты содержания ионов тяжелых металлов в активном иле до минерализации Макеевских очистных сооружений

| № п/п | Наименование ионов металлов | ПДК мг/кг | В иле до минерализации мг/кг сух. в-ва |
|-------|-----------------------------|-----------|--|
| 1 | Свинец | 250 | 47,5 |
| 2 | Никель | 200 | 272,4 |
| 3 | Хром | 500 | 31,6 |
| 4 | Цинк | 1 750 | 406,8 |
| 5 | Медь | 750 | 17,9 |
| 6 | Кадмий | 15 | 27,8 |

Таблица 2 – Результаты выщелачивания ионов тяжелых металлов активного ила после минерализации Макеевских очистных сооружений, при pH- 4,5.

| № п/п | Наименование ионов металлов | Содержание ионов металлов | | | Кол-во ионов металлов, перешедшее в илов. воду, мг/кг сух. в-ва | В иле после минер., мг/кг сух. в-ва | Э % |
|-------|-----------------------------|--------------------------------------|---|--|---|-------------------------------------|-----|
| | | В иле до минерализ., мг/кг сух. в-ва | В илов. воде до минерализ., мг/ дм ³ | В илов. воде после минерализ., мг/ дм ³ | | | |
| 1 | Никель | 272,4 | 0,0139 | 0,4625 | 79,1 | 193,3 | 29 |
| 2 | Кадмий | 27,8 | 0,0003 | 0,1 | 17,4 | 10,4 | 62 |

Исходя из полученных данных видно, что в процессе минерализации некоторое количество ионов тяжелых металлов перешло в воду. Тем самым снизив концентрацию в твердой фазе осадка.

ВЫВОДЫ

1. Избыточный активный ил, образующийся в результате очистки хозяйственно- бытовых сточных вод на Макеевских очистных станциях, имеет содержание ионов тяжелых металлов, таких как свинец, хром, цинк и медь, не превышающее предельно допустимые концентрации, а также превышающее – ионы никеля и кадмия.
2. Проведение аэробной минерализации активного ила приводит к выщелачиванию некоторых металлов, при этом концентрация ионов никеля и кадмия снижается ниже предельно допустимых концентраций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нездойминов, В. И. Миграция ионов тяжелых металлов при использовании осадков городских сточных вод в качестве удобрения [Текст] / В. И. Нездойминов, О. А. Чернышева // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури, 2010. – Вип. 2010-2(82) Проблеми архітектури і містобудування. – С. 150–157.
2. Котюк, Ф. А. Разработка методов удаления тяжёлых металлов из осадков городских сточных вод [Текст] / Ф. А. Котюк, Ю. И. Штонда // Научно-технический сборник. Коммунальное хозяйство. – 2004. – № 72. – С. 165–169.
3. Зыкова, И. В. Обезвреживание избыточных активных илов и осадков сточных вод от тяжелых металлов [Текст] : автореф. дисс. на соискание ученой степени докт. хим. наук : 03.0016 – экология / Ирина Викторовна Зыкова. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2008. – 32 с.
4. Пат. 2057088, Россия МПК С02F 11/00. Способ обработки осадков сточных вод с удалением тяжёлых металлов [Текст] / Д. А. Данилович, В. Е. Аджиенко ; патентообладатель Данилович Дмитрий Александрович, Аджиенко Владислав Евгеньевич. – № 2003112774/15 ; заявл. 25.04.1994 ; опубл. 27.03.1996. – 7 с.
5. Чернышев, В. Н. К вопросу удаления металлов из осадков городских сточных вод [Текст] / В. Н. Чернышев, А. В. Пономаренко, В. Ф. Кижаяев // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури, 2008. – Вип. 2008-2(70) Інженерні системи та техногенна безпека. – С. 60–64.
6. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 Охрана природы (ССОП). Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений [Текст]. – Введен впервые 2001-10-01 / ОАО «Научно-исследовательский институт коммунального водоснабжения и очистки воды»; Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт органических удобрений; НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина РАМН; Институт медицинской паразитологии и тропической медицины им. Е. И. Марциновского МЗ РФ; Научно-исследовательский институт по сельскохозяйственному использованию сточных вод

«Прогресс» ; Всероссийский научно-исследовательский институт удобрений и агропочвоведения им. Д. Н. Прянишникова. – М. : Госстандарт России. – 2001. – 5 с.

Получено 08.10.2018

В. І. НЕЗДОЙМІНОВ, В. М. ЧЕРНИШЕВ, В. Ф. КИЖАЕВ, А. В. МОГУКАЛО
АСПЕКТИ ЗНЕШКОДЖЕННЯ ОСАДІВ СТИЧНИХ ВОД, ЩО МІСТЯТЬ ІОНИ
ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. У даній статті розглянуті методи вилучення іонів важких металів з метою використання осаду, що утворюється на очисних станціях, як добриво. Проведено аналіз зміни кінетики величини рН і впливу попередньої аеробної мінералізації на вилугування іонів важких металів з осаду.

Ключові слова: оброблення осаду, іони важких металів, мінералізація, активний мул.

VIKTOR NEZDOYMINOV, VALENTIN CHERNYSHEV, VITALY KIZHAEV,
ANASTASIA MOGUKALO
ASPECTS OF ACTIVE SLUDGE CONTAINING HEAVY METAL
IONS UTILIZATION

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. This article discusses the methods of heavy metal ion extraction, in order to use the precipitation formed at the sewage treatment plants as fertilizer. The analysis of changes in pH kinetics and the effect of preliminary aerobic mineralization on the leaching of heavy metal ions from sludge were carried out.

Key words: sludge utilization, heavy metal ions, mineralization, active sludge.

Нездойминов Виктор Иванович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: биологическая очистка сточных вод.

Чернышев Валентин Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: интенсификация методов очистки сточных вод и обработка осадков.

Кижаяев Виталий Федорович – аспирант кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: методы утилизации осадков.

Могукало Анастасия Вадимовна – ассистент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: обработка осадков.

Нездойминов Віктор Іванович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри водопостачання, водовідведення та охорони водних ресурсів ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: біологічна очистка стічних вод.

Чернышев Валентин Миколайович – кандидат технічних наук, доцент кафедри водопостачання, водовідведення та охорони водних ресурсів ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: інтенсифікація методів очищення стічних вод і оброблення осадків.

Кижаяев Віталій Федорович – аспірант кафедри водопостачання, водовідведення та охорони водних ресурсів ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: методи видалення з опадів іонів важких металів.

Могукало Анастасія Вадимівна – асистент кафедри водопостачання, водовідведення та охорони водних ресурсів ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: оброблення осадків.

Nezdoyminov Viktor – D. Sc. (Eng.), Professor, Head of Water Supply, Sanitation and Protection of Water Resources, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: biological treatment of wastewater.

Chernyshev Valentin – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Water Supply, Sanitation and Protection of Water Resources, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: intensification of methods of sewage treatment and deposits processing.

Kizhaev Vitaly – Post-graduate student, Water Supply, Sanitation and Protection of Water Resources, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: methods of removal from deposits of ions of heavy metals.

Mogukalo Anastasia – Assistant, Water Supply, Sanitation and Protection of Water Resources, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: sludge treatment.