

Биотехнология глубокой минерализации осадков городских сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов

В.Н.Чернышев, В.Ф.Кижяев, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, г. Макеевка

Осадок городских сточных вод по своему составу характеризуется высоким уровнем содержания биогенных элементов – азота, фосфора и калия, - и является ценным органоминеральным удобрением. Этот способ утилизации является наиболее желательным, поскольку наименее затратный и возвращает в природу необходимые для растений питательные вещества. Однако даже в высокоразвитых европейских странах использование таких осадков в качестве удобрений ориентировочно составляет только около 30% общего их количества. Сдерживает применение этого способа утилизации присутствие в осадках различных токсичных органических минеральных загрязнений и в особенности тяжелых металлов.

Присутствие в осадках городских сточных вод тяжелых металлов связано не только со сбросом в городскую канализационную сеть производственных стоков, но и с рассеянными источниками загрязнения, особенно в промышленных и густонаселенных регионах.

Среди предлагаемых вариантов технологий удаления из осадков сточных вод тяжелых металлов обращают на себя внимание методы реагентного и реагентно-микробиологического выщелачивания.

Процесс реагентного выщелачивания протекает в кислой среде и требует большого расхода кислоты. Кроме того, в этих условиях происходит обеднение осадка азотом и фосфором, что ставит под сомнение дальнейшее использование осадка в качестве удобрения. Следует учитывать и тот факт, что обработанный таким образом осадок требует последующей нейтрализации.

Метод реагентно-микробиологического выщелачивания требует значительных затрат реагентов, сложен в эксплуатации и не всегда может обеспечить содержание металлов в осадках в допустимых концентрациях.

Переход тяжелых металлов в жидкую фазу при аэробной стабилизации активного ила возможен за счет подкисления ила в результате происходящих параллельно процессов нитрификации. Однако это не привело к значительному снижению концентрации металлов в твердой фазе ила.

Таким образом, рассмотренные выше технологии обладают рядом существенных недостатков, что свидетельствует о необходимости поиска других технологических приемов обработки осадков с целью выделения из них тяжелых металлов.

Поиски проводились в двух направлениях. Первое направление связано с изучением реагентного выщелачивания предварительно стабилизированного осадка. Так как при аэробной стабилизации за счет нитрификационных процессов рН осадка существенно снижается, к тому же снижается и его буферность, то реагентное выщелачивание такого осадка требует значительно меньшего расхода кислоты, чем выщелачивание не обработанного осадка.

Исследования проводились на активном иле, стабилизированном в тече-

ние 15 суток. Ил имел величину рН 4,6, в дальнейшем подкислялся соляной кислотой до рН 2,0. После подкисления ил в течение 30 мин. перемешивался на магнитной мешалке и фильтровался для отделения иловой воды. В фильтрате определялось содержание ионов тяжелых металлов. Одновременно содержание металлов определялось в иловой воде необработанного и стабилизированного ила. Анализы проводились атомно-абсорбционным методом. Результаты выполненных анализов приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Содержание тяжелых металлов в иловой воде до и после обработки активного ила

№ п/п	Вид пробы	Содержание иона в иловой воде, мкг/л						
		Cr	Cu	Fe	Ni	Zn	Cd	Pb
1	Иловая вода активного ила до обработки	3,1	25,3	330	10,0	111,4	0,3	2,7
2	Иловая вода стабилизир-го активного ила	6,3	194,5	2410	103,1	709,1	1,1	3,2
3	Иловая вода стабилизир-го и подкисленного активного ила	44,8	579,6	2570	1287	4314,1	6,8	7,2

Как следует из табл. 1, после проведения стабилизации практически по всем металлам наблюдается увеличение их содержания в иловой воде. Еще в большей степени содержание металлов увеличивается при подкислении стабилизированного ила. Следует отметить, что степень увеличения содержания в иловой воде ионов разных металлов различная. Так, максимально увеличивается концентрация никеля (в 128 раз после подкисления), цинка (в 38 раз), меди (в 22,9 раз). В меньшей степени увеличивается концентрация свинца. Кроме того, анализ показывает, что снижение концентрации тяжелых металлов в сухом веществе активного ила после стабилизации и кислотной обработки происходит для разных металлов также в различной степени (от 20 до 90%). Вследствие этого гарантированное удаление всех металлов из осадков до допустимых норм таким способом является задачей достаточно сложной.

Второе направление связано с замеченной зависимостью содержания металлов в иловой воде от степени распада беззольного вещества осадка при аэробной стабилизации. Возможность углубления распада органической части осадка при его аэробной стабилизации была установлена исследованиями, проведенными в ИПЦ «Биотехнология очистки воды» при Макеевском инженерно-строительном институте (ныне Донбасская национальная академия строительства и архитектуры). Согласно исследованиям, за счет дополнительного использования процесса денитрификации в технологии стабилизации степень распада увеличивается до 50% и более.

Основная задача при конструировании экспериментальной установки состояла в создании условий для осуществления технологии такого разделения иловой смеси, которое обеспечивало бы сохранение в аэробном стабилизаторе сформировавшегося биоценоза и отделение от осадка иловой воды, содержащей нитраты и высоко минерализованные иловые частицы. Установка состояла из аэробного стабилизатора и специального илоотделителя. Технологический режим работы всей установки, кроме того, обеспечивал и возможность протек-

кания денитрификации.

В установку загружался активный ил аэротенков, а выводилась только иловая вода. Проведенные в течение полугода исследования по минерализации активного ила Макеевских очистных сооружений показали положительные результаты. Так, при концентрации загружаемого активного ила 4-5 г/л и продолжительности стабилизации от 7 до 10 суток, отделяемая иловая вода содержала в пределах 100-400 мг/л взвешенных веществ. Зольность загружаемого ила составляла 24-25%. Зольность взвешенных частиц иловой воды - 44-46%. В отдельные периоды зольность частиц иловой воды увеличивалась до 50, а иногда и до 70%. Концентрация ила в стабилизаторе колебалась в пределах 6-7 г/л. Его зольность находилась на уровне 32-33%. Отмечалось также значительное увеличение солесодержания отделяемой иловой воды по сравнению с иловой водой исходного ила.

Таким образом, экспериментальные исследования показали, что эффективность минерализации на установке обеспечивает уменьшение массы сухого вещества ила на 92-97%.

Исследования были продолжены на активном иле Ларинских очистных сооружений г. Донецка, при этом получены аналогичные результаты. Проведенные эксперименты дали возможность сделать заключение о целесообразности в дальнейшем из иловой воды выделять ионы металлов путем ее подщелачивания. Подщелачивание иловой воды проводилось до pH 8,5, после чего она подвергалась отстаиванию в течение 60 мин. Анализ осветленной при отстаивании жидкости показал, что содержание в ней ионов тяжелых металлов находится на уровне их содержания в очищенных сточных водах. Объем образующегося осадка при этом не превышал 1% от объема иловой воды.

Выводы:

Проведено обоснование технологии обработки осадков городских очистных сооружений, направленной на его глубокую минерализацию с последующим выделением ионов металлов. На примере активного ила экспериментально показана высокая эффективность минерализации по новой технологии и определены ее некоторые параметры.