



УДК 633.491 : 631.67

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ НА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ С ПОЛУЧЕНИЕМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ УДОБРЕНИЙ

Пындак В.И., Помогаев Е.Ф.

ФГОУ ВПО «Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия», Волгоград,
e-mail: sport2@vlpost.ru

В статье освещается одна из наиболее серьезных экологических проблем, существующих на канализационных очистных сооружениях, – накопленные непереработанные осадки сточных вод. В ней представлены технические решения и основы технологии переработки осадков городских сточных вод, накопившихся за многие годы эксплуатации на очистных сооружениях. Приведена принципиальная схема опытно – промышленной установки для переработки некондиционных осадков сточных вод со всеми ее элементами, дано описание работы этой установки, а также химическая интерпретация процессов, происходящих при переработке осадков по предлагаемой ферментно – кавитационной технологии. Определены свойства переработанных осадков, подтвержденные их использованием в качестве высокоэффективных нетрадиционных комплексных органоминеральных удобрений.

Ключевые слова: сточные воды, иловый осадок, переработка, экология, удобрения

TECHNICAL SOLUTIONS OF THE ENVIRONMENTAL PROBLEMS AT THE TREATMENT FACILITIES WITH THE RECEPTION OF HIGHLY EFFECTIVE FERTILIZERS

Pyndak V.I., Pomogaev E.F.

Volgograd state agricultural academy, Volgograd, e-mail: sport2@vlpost.ru

In the article is shined one of the most serious environmental problems, existing on sewer treatment facilities, – the saved up not processed waste water's sediments. In it are presented technical decisions and technology's bases of processing of municipal waste water's sediments, which have collected for many years of operation on treatment facilities. The basic scheme of the experimental – industrial plant for processing of sub-standard waste water's sediments with all it's elements is resulted, the description of work of this plant is given, and also chemical interpretation of the processes, occurring at processing of sediments on offered fermental – cavitation technology. The properties of the processed sediments, confirmed by their use as a highly effective nonconventional complex organomineral fertilizers, are defined.

Keywords: waste water, silt sediment, processing, ecology, fertilizers

Вокруг городов и крупных поселений России, за исключением мегалополисов, скопилось огромное количество некондиционных осадков – отходов производства после биологической очистки бытовых (канализационных) сточных вод. Возле мегалополисов такие осадки (их первоначальная влажность составляет 98...99%) сушат и сжигают в специальных весьма энергоемких и экологически небезупречных печах, затем депонируют. В ряде городов, например в г. Саратове, сырые осадки собирают и сбрасывают на городские свалки, усугубляя и без этого напряженную экологическую обстановку.

Известны два основных метода биологической очистки бытовых сточных вод и обработки образующегося при этом осадка [1]: анаэробное метановое сбраживание и аэробная минерализация. Большинство очистных сооружений функционируют по первому методу, который по определению не обеспечивает показатели осадка, соответствующие критерию удобрения.

Известны полевые и лабораторные исследования по использованию осадка в качестве органического удобрения преимущественно при возделывании кормовых и технических культур. Хотя результаты трактуются как положительные, но осадок содержит огромное количество (40...60%,

иногда до 80%) непереработанного органического вещества, которое незначительно усваивается корневой системой растений; в осадке присутствует и патогенная микрофлора. В некоторых городах в канализацию сбрасывают часть неочищенных промышленных стоков, следствием чего является повышенное содержание в осадке тяжелых металлов – в основном кадмия и цинка, в ряде мест – дополнительно меди и никеля.

Весьма прискорбно, что государственный стандарт России [2], трактуя осадки как органические удобрения, требует, чтобы содержание органики в нем было не менее 20%, при этом стандарт допускает в осадке губительную для почвы патогенную флору. Мы же установили: чем больше в осадке органики, тем хуже ее качество как удобрения. При содержании органических веществ больше 50% осадок находится в гелеобразном состоянии, длительное время не обезвоживается, поскольку органика не переработана (нерасщеплена) и в таком виде непригодна для внесения в почву. Именно такой, накопленный за многие годы, осадок стал объектом переработки для решения экологических проблем многих городов.

Для получения осадка, отвечающего критериям удобрения, разработан и реализован новый аэробный ферментно-кавитацион-

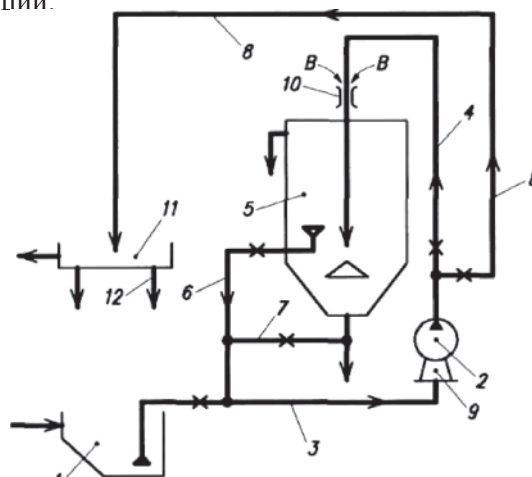
ный метод очистки сточных вод и обработки осадка [3]. Сущность метода будет раскрыта ниже, а пока покажем, что после естественной сушки осадок на очистных сооружениях г. Энгельса может иметь влажность 35...40% (это состояние сыпучести) и содержит всего 15% органики, а также общие формы азота (> 2,5%), фосфора (4,2%), калия (1,25%); впервые в практике очистки сточных вод в осадке «появилась» подвижная сера (1950 мг/кг). Тяжелые металлы (как следствие сброса в канализацию промышленных стоков) в осадке имеются, но в допустимых пределах; лишь кадмий (30 мг/кг) находится на пределе требований, на других очистных сооружениях кадмия меньше. Патогенная флора в таком осадке отсутствует.

Весьма важно, что и органика, и минеральные вещества, и сера находятся в форме, легко доступной растениям и почвенной микрофлоре. Сера, как известно, присутствует во всех живых организмах, является биогенным элементом, входя в состав аминокислот, белков, ферментов и т.п. Для растений сульфат серы SO_4^{2-} – важнейший источник минерального питания. К этому следует добавить, что в осадке присутствует комплекс микроэлементов.

Основы ферментно-кавитационного метода были использованы и при переработке «старых» и сравнительно свежих некондиционных осадков, скопившихся вокруг очистных сооружений. Принципиальная схема опытно-промышленной установки (рисунок) предусматривает приемный резервуар 1 для некондиционных осадков, которые предварительно разбавляют водой. Отсюда насос 2, посредством всасывающего трубопровода 3, забирает субстрат и по напорному трубопроводу 4 подает в главный резервуар установки высотой до 9 м – аэробный ферментно-кавитационный стабилизатор 5, при этом дополнительный циркуляционный трубопровод 6 открыт, а трубопроводы 7 и 8 перекрыты. Перерабатываемый осадок многократно «прогоняют» по малому кругу 3–2–4–5–6. В этом «круге» имеются важнейшие устройства, которые в основном и обеспечивают протекание ферментно-кавитационного процесса, – турбоджет 9 на входе в насос и оксиджет 10 на входе в аэробный стабилизатор.

Турбоджет – это особый, не имеющий аналогов, всасывающий патрубок ротационного (центробежного) насоса. Следствием его использования является винтообразное движение субстрата после выхода из насоса – вдоль стенок трубопровода 4. Это явление и создает кавитацию низкой интенсивности с числом кавитации $K_8 < 0,05$ (для обычных насосов $K_8 = 4...6$). Субстрат становится водовоздушной неньютоновской

жидкостью с кавернами – ядрами кавитации.



Принципиальная схема установки для переработки осадков (обозначения по тексту)

В таком виде водовоздушный субстрат пропускают через оксиджет 10. Это по существу простой струйный аппарат или эжектор. Такой аппарат засасывает воздух из атмосферы (на рисунке показано стрелками В) и нагнетает его в резервуар. По сравнению с традиционными методами обработки осадков концентрация растворенного кислорода в субстрате составляет 18...20 мг/л, а коэффициент использования кислорода возрастает в 8... 10 раз по сравнению с простым аэрированием, которое осуществляется за счет принудительной подачи воздуха энергоемкими воздуходувками. В нашем варианте воздуходувки не требуются.

В водовоздушном субстрате частицы органического вещества и патогенная флора (преимущественно яйца и личинки гельминтов) становятся ядрами кавитации – вокруг них формируются каверны. Схлопывание последних приводит к разрыву оболочки флоры и к дроблению органики. Микропузырьковая среда не оказывает негативного влияния на микроорганизмы и, в частности, на ферменты; такая среда является благоприятной для их интенсивного размножения [1]. Ферменты и весь микромир субстрата продолжают разрушение микрочастиц на своем уровне.

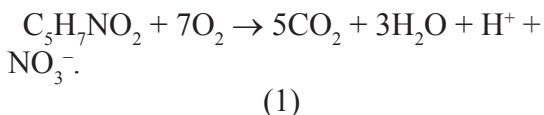
По современным представлениям, образующийся при названных условиях активный ил – это скопление микроорганизмов, в которых клетки окутаны густой «паутиной»; суммарная поверхность микроорганизмов достигает 100 м² на 1 грамм сухого вещества. Это объясняет огромную сорбционную способность ила – глубоко переработанного осадка, который периодически удаляется в процессе циркуляции среды.

Время переработки осадка (5...7 часов) зависит от первоначального содержания в нем органики, температуры среды и дав-



ления водовоздушного субстрата перед эжектором (оптимальное давление для этой установки – 0,12...0,14 МПа). Переключением запорных элементов (на рисунке показаны значками ×) скопившийся в резервуаре ил (переработанный осадок) по трубопроводам 7–3–8, посредством насоса, выгружающей химической формулой $C_5H_7NO_2$. Тогда уравнение окисления биомассы в условиях длитель-

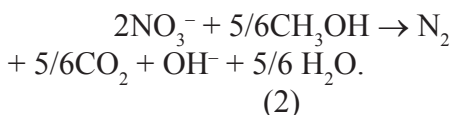
ного аэрирования имеет вид:



химическими методами расщепить относительно крупные частицы органики. Согласно (1)

нестабильными элементами являются H^+ и NO_3^- .

Активные соединения азота NO_3^- обеспечивают процесс денитрификации осадка с образованием свободного азота N_2 , выделяющегося из сточных вод в атмосферу, –



Что касается ионов H^+ и OH^- , то, как известно, они формируют важнейший показатель pH жидкой и влажной среды, в нашем случае осадка:

$$pH = [H^+] \times [OH^-] \quad (3)$$

Выявлено: чем глубже и более высокое качество обрабатываемых осадков, тем больше выделяется ионов H^+ и OH^- , и тем выше показатель pH, значения которого могут достигать 8,0...8,5; высокие показатели pH свидетельствуют о щелочных свойствах осадков и косвенно подтверждают глубину их переработку.

Выполнена опытно-промышленная апробация переработанных осадков в качестве комплексного удобрения. Полевые опыты проводили в сухостепной зоне на бедной гумусом светло-каштановой почве – в условиях сухого земледелия (возделывали озимую пшеницу) и в условиях орошения при выращивании семенного картофеля. Особенности технологии и данные по урожайности изложены в работах [4, 5]. Общий вывод таков: глубоко переработанные осадки – не только высокоэффективное нетрадиционное комплексное органоминеральное удобрение, но и аккумулятор влаги в почве, и средство для повышения плодородия почвы. Актив-

ется на иловые площадки 11, снабженные дренажной системой 12.

Кратко описанный процесс переработки осадков сопровождается химическими реакциями под действием кислорода. Обрабатываемую биомассу зачастую представляют

В химической интерпретации обработка осадков считается законченной, когда конечные продукты (в нашем случае CO_2 , H_2O , сульфаты и нитраты) не подвергаются дальнейшим разложениям. Высокое содержание органики в некондиционных осадках объясняется недостатком кислорода, сокращенным циклом аэрации и невозможностью

ное действие осадков как удобрения происходит, как минимум, на протяжении двух лет.

Некоторые авторы утверждают, что при использовании осадка в почве возрастает дефицит калия; на орошаемом поле, где проводили опыты, был недостаток природного калия. Поэтому нами принято решение: в таких случаях осадок применять совместно с природным кварц-глауконитовым песком (глауконитом), который содержит калиевое K_2O и магниевое MgO удобрения (суммарно <17%) и микроэлементы, улучшает структуру почвы и так же, как осадок, длительно удерживает почвенную влагу.

Опыты по возделыванию семенного картофеля проводили после внесения осенью (после пахоты) осадка по вариантам 20; 40; 60 т/га плюс 10% (по массе) глауконита. Урожайность клубней картофеля повышается соответственно на 16; 74; 112% по сравнению с контролем (без осадка, но при наличии традиционных минеральных удобрений) [5]. Достигнута также экономия поливной воды при капельном орошении.

Таким образом, предлагаемые технические решения обеспечивают экологизацию обширных территорий вокруг очистных сооружений; повышение плодородия почв, в том числе бедных почв в засушливых регионах; существенное ограничение использования дорогостоящих химических (минеральных) удобрений.

Список литературы

1. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Изд-во АСВ, 2004. – 701 с.
2. ГОСТ Р 17.4.3.07–2001. Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании в качестве органических удобрений. – М.: Агропром, 2001. – 38 с.
3. Степкина Ю.А. Совершенствование технологий и систем обработки осадка при очистке сточных вод, получение и апробация комплексного удобрения: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Волгоград, 2009. – 23 с.