

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНЫХ ИЛОВ СТАНЦИЙ АЭРАЦИИ В КАЧЕСТВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

М.В. КИРИЛЛОВ,

аспирант кафедры «Инженерная защита окружающей среды»,

А.М. АСОНОВ,

доктор биологических наук, профессор кафедры «Инженерная защита окружающей среды», Уральский ГУПС

Ключевые слова: активный ил, удобрение, станция аэрации, сточные воды, биохимическая очистка, обработка осадков, биосорбционный комплекс.

Одним из мощных источников загрязнения окружающей среды и, в частности, её главных компонентов – почвы и водных объектов – являются избыточные активные илы городских станций аэрации.

Избыточные активные илы – продукт биохимического процесса окисления органики сточных вод. Он является по своей сути отходом станций аэрации. Ежегодно в России при очистке биохимическим методом более 15 млрд м³ сточных вод на предприятиях ЖКХ образуется около 1 млрд м³ осадка в виде избыточного активного ила влажностью 98%. Его кондиционирование в большинстве случаев сводится к обезвоживанию гравитационным или механическим способом.

Обезвоженный до 60-65% ил складировается на спецполигонах, в отвалах, разного типа хранилищах, занимающих огромные земельные участки. При этом он загрязняет почву, поверхностные и подземные водисточники. Только на полигонах Санкт-Петербурга площадью 196 га в пригородной зоне размещено 6 млн м³ обезвоженного нестабилизированного осадка. Ежегодная потребность в площадях под осадки сточных вод составляет 8-10 га. В Московской области выделено до 1500 га таких площадей [1-3].

Активный ил, задерживаемый вто-

ричными отстойниками после аэротенков, представляет собой биоценоз микроорганизмов и простейших. Его структура представляет собой хлопьевидную массу бурого цвета. В свежем виде активный ил почти не имеет запаха или пахнет землёй. Однако, гнивая, он издаёт специфический гнилостный запах.

По механическому составу активный ил относится к тонким суспензиям, состоящим на 98% по массе из частиц размером меньше 1 мм. Отличается высокой влажностью – 99,2-99,7%. Этот осадок легко взмучивается и довольно быстро оседает при отстаивании [4].

Элементный состав сухого вещества активного ила колеблется в широких пределах (в % от сухой массы): углерода – 44,0-75,8; водорода – 5,8-8,2; серы – 0,9-2,7; азота – 3,3-9,8; кислорода – 12,5-43,2 [5].

Осадки сточных вод содержат значительное количество биогенных веществ – азота, фосфора, калия. Наряду с органическими веществами и микроэлементами они определяют их удобрительную ценность. Осадки сточных вод, обработанные соответствующим образом, не уступают традиционным органическим удобрениям [6].

В зависимости от вида и места происхождения содержание валового фосфора в осадках колеблется в пределах



620034, г. Екатеринбург,
ул. Колмогорова, д. 66;

тел.: 8 (343) 245-33-96, 8-9086391593;

e-mail: kirillovmv.83@mail.ru

0,3-8,0%.

Наиболее богат фосфором активный ил. В его свежем осадке содержится 0,6-5,2%, в сброженном – 0,9-6,6% P₂O₅. Содержание калия в осадках сточных вод в среднем составляет 0,2-0,6% сухого вещества, в активном иле – 0,3-0,8%.

Химический состав осадков позволяет определить наиболее рациональные пути их использования и обработки. В таблице 1 представлен химический состав их минеральной части [5].

Избыточный активный ил по содержанию азота, фосфора, органических веществ не уступает подстилочному навозу, торфу, торфонавозным компостам и другим традиционным удобрениям. Внесение такого ила в почву (в жидком или подсушенном виде) позволяет повышать плодородие сельскохозяйственных угодий. Об этом свидетельствуют данные таблицы 2 [5, 7].

Из таблицы видно, что осадки значительно повышают урожайность. Наиболее эффективной формой удобрения является комбинация осадков с минеральным калийным удобрением (лучше

Activated sludge, fertilizer, station of aeration, sewage, biochemical purification, treatment of waste, biosorption complex.

Таблица 1

Состав минеральной части осадков, % к абсолютно сухому веществу

Типы осадков	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	ZnO	CuO	NiO	Cl ₂ O ₃
Первичные сырые	8,4-55,9	0,3-18,9	3,0-13,9	11,8-35,9	2,1-4,3	0,7-3,4	0,8-4,2	1,8-7,5	0,1-0,6	0,1-0,8	0,2-2,9	0,8-3,1
Активный ил	7,6-33,8	7,3-26,9	7,2-18,7	8,9-16,7	1,4-11,4	0,8-3,9	1,9-8,3	1,5-6,8	0,2-0,3	0,1-0,2	0,2-3,4	0-2,4

Таблица 2

Эффективность осадков как удобрения (почва супесчаная)

Удобрение	Урожай капусты		Урожай картофеля	
	ц/га	%	ц/га	%
Без удобрения (контроль)	312	100	226	100
Минеральное	460	147	269	119
Навоз, 30 т/га	439	141	297	131
Осадки сырые, 30 т/га	408	131	298	132
Осадки сброженные, 30 т/га	434	139	275	122
То же + K ₆₀	506	160	–	–

Таблица 3

Химический состав (валовое содержание элементов) кека цеха механического обезвоживания Северной аэрационной станции

Показатели, мг/кг	Годы наблюдений				Нормы для почв, мг/кг [8]
	1996	1998	2000	2008	
Алюминий	2300	19800	12000	52604	50000
Барий	700	600	600	–	600
Бериллий	0,4	0,6	0,4	–	3,8
Бор	1000	1100	1300	–	38
Железо	2200	39000	19000	56276	51000
Кобальт	50	40	20	–	18
Марганец	8100	2000	8100	2986	1000
Медь	700	800	1200	726	33-132
Никель	300	360	590	429	20-80
Свинец	140	180	630	–	32-130
Молибден	4,0	2,0	1,0	–	4,1
Хром	1100	800	1700	1195	83
Цинк	1200	1300	1978	4705	55-220

– с серноокислым калием).

Учитывая высокую удобрительную ценность и большие объёмы избыточных активных илов, следует признать главным и единственным потребителем данного продукта сельское хозяйство, где они используются в качестве органического удобрения. Процесс рециклирования отходов ЖКХ для сельского хозяйства позволит не только снизить техногенную нагрузку на окружающую среду, но и получить значительную выгоду за счёт повышения урожайности сельхозпродукции.

Следует отметить, что активные илы, образующиеся на станциях аэрации крупных городов с развитым промышленным потенциалом, в большинстве случаев загрязнены адсорбированными из городских сточных вод ионами тяжёлых металлов, которые являются тормозом для широкого использования активных илов в качестве органического удобрения.

Источниками загрязнения активного ила являются сточные воды металлургических предприятий чёрной и цветной металлургии, радиопромышленности, производств, имеющих в своём составе гальванические цеха. Все они сбрасывают свои недоочищенные от ионов тяжёлых металлов сточные воды в городскую канализацию. В процессе

биохимической очистки сточных вод активный ил, являясь хорошим сорбентом, обогащается солями тяжёлых металлов (Zn, Pb, Cu, Cd, Cr, Ni). Использование активного ила в качестве органического удобрения без предварительной детоксикации представляет опасность загрязнения почв металлами свыше нормативных показателей и, как следствие, негативно влияет на качество и урожай сельскохозяйственной продукции.

В таблице 3 представлены результаты исследований состава активного ила Северной станции аэрации канализации г. Екатеринбурга.

Столь жёсткие требования к концентрациям тяжёлых металлов в почве сельскохозяйственных угодий обязывают при использовании активного ила в качестве удобрения решать проблему снижения этих ингредиентов и в нём самом.

Проблема обработки осадков и, в частности, поиск способов извлечения тяжёлых металлов из концентрированных отходов актуальны и по сей день. В настоящее время наиболее часто используются на практике три способа:

- термический (автоклавы гидролиз, сжигание);
- ионообменный с последующей сильнокислотной обработкой;
- химическое выщелачивание концентрированными кислотами и щелочами.

Каждый из этих методов имеет свои достоинства и недостатки.

Ещё в 1990 году был сделан вывод о перспективности термического сжигания осадков городских сточных вод, однако он не является экологически безопасным, поскольку требуется очистка выбрасываемых газов, возникают трудности с дополнительной очисткой образующихся суспензий в системе промывки газов [9].

Одним из недостатков химического способа извлечения тяжёлых металлов из избыточного активного ила является использование дорогостоящих реагентов, большая продолжительность процесса, образование вторичных кислых стоков.

Необходимость кондиционирования активного ила, используемого в дальнейшем в качестве органического удобрения, ставит перед исследователями две основные задачи:

- снижение содержания токсичных веществ в активном иле;
- разработка максимально простой и экономичной технологии обработки осадка, исключающей использование капитальных сооружений и оборудования с большим потреблением энергоносителей.

Поставленные задачи нами решаются с использованием биосорбционного комплекса, включающего высшую водную растительность и природный ионообменный сорбент, обеспечивающий десорбцию тяжёлых металлов из избыточных активных илов и тем самым снижение их концентраций до допустимых уровней.

Исследования по детоксикации избыточных активных илов биосорбционным методом выполнялись на пилотной установке, размещённой возле иловых карт Северной станции аэрации г. Екатеринбурга. В качестве биосорбента использовался тростник обыкновенный. Исследования по десорбции тяжёлых металлов (Cu, Cd, Fe, Mn, Ni, Zn, Co) из активных илов, взятых с производственных карт, и их накоплению в биомассе тростника выполнялись в течение трёх вегетационных сезонов.

Было установлено, что основная масса токсикантов (Zn, Ni, Mn, Co) купируется в зелёной массе: 81, 99, 79, 99% соответственно. Ионы меди распределяются между корневой системой и надземной (зелёной) массой практически поровну (52 и 48%). Содержание кадмия и железа в корневой системе – 99 и 70% соответственно. Исследования динамики накопления вегетационными органами тростника ионов металла в вегетационный период позволяет констатировать, что тростник обыкновенный способен десорбировать, а затем и утилизировать в своей биомассе за один вегетационный период от 30 до 70% токсичных поллютантов, содержащихся в активном иле.

Сравнение остаточных концентраций тяжёлых металлов в иле с нормативными показателями указывает

Биология

на возможность использования детоксированного ила в качестве органического удобрения под любые сельскохозяйственные культуры и на лю-

бых почвах. Использование высшей водо-воздушной растительности (тростник обыкновенный) в качестве биосорбента эффективно и экологично,

является перспективным направлением в разработке экобезопасных технологий кондиционирования отходов станций аэрации.

Литература

1. Кармазинов Ф. В. Опыт «Водоканала Санкт-Петербурга» по обработке и утилизации осадков // Водоснабжение и санитарная техника. 2002. № 12. Ч. 1. С. 13-15.
2. Данилович Д. А. Обработка и утилизация осадков на московских станциях аэрации // Водоснабжение и санитарная техника. 2002. № 12. Ч. 1. С. 7-12.
3. Похил Ю. Н. Обработка осадка на ОСК г. Новосибирска // Водоснабжение и санитарная техника. 2002. № 12. Ч. 1. С. 21.
4. Евилевич А. З. Осадки сточных вод. Л. ; М. : Изд-во литературы по строительству. 1965.
5. Яковлев С. В., Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод : учебник для вузов. М. : АСВ, 2004. 704 с.
6. Тяжёлые металлы в системе почва – растение – удобрение / под общ. ред. акад. МАЭН М. М. Овчаренко. М. : Пролетарский светоч, 1997. 290 с.
7. Шведова Л. В., Куприяновская А. П. Миграция кадмия и свинца в растениях при внесении в почву отработанного активного ила // Экология и промышленность России. 2004. № 10. С. 28-31.
8. СанПиН 2.1.7.573-96. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения.
9. Зыкова И. В., Панов В. П. Утилизация избыточных активных илов // Экология и промышленность России. 2001. № 12. С. 29-30.