

УДК 631.879.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЙ

С.В. Жуков

Тюменский индустриальный университет, Российская Федерация

e-mail: q260782@yandex.ru

Данная статья посвящена актуальным вопросам обработки и утилизации жидких коммунальных отходов населенных пунктов. В процессе переработки сточных вод образуется большое количество осадков, дальнейшее управление которыми требует рационального подхода. Переработка осадков сточных вод является сложной экономической и экологической задачей, включающей выбор и реализацию различных способов для получения преимущественных результатов. В составе осадков присутствуют органические вещества, которые необходимо использовать. Один из способов утилизации данного вида отходов является получение продуктов, пригодных для удобрения и рекультивации сельскохозяйственных земель.

Ключевые слова: осадок сточных вод, методы обработки, утилизация.

THE USE OF SEWAGE SLUDGE AS FERTILIZERS

S. Zhukov

Industrial University of Tyumen, Russian Federation

e-mail: q260782@yandex.ru

This article is dedicated to current issues related to the treatment and disposal of liquid municipal waste from facilities. In the waste water treatment process, a large quantity of sludge is produced and its management requires a rational approach. The treatment of sewage sludge is a complex economic and environmental challenge that involves selecting and implementing different methods to obtain beneficial results. The sewage sludges contain the organic material to be used. One way of using this type of waste is to produce products suitable for fertilizing and regenerating agricultural land.

Keywords: sewage sludge, treatment methods, utilization.

Введение. Повышение численности проживающих в индустриально развитых городах, а также развитие промышленного прогресса в целом неизменно сопровождаются увеличением объёма осадков сточных вод (ОСВ). Среднестатистически, в любой развитой стране на одного человека приходится до 25кг сухого осадка в год. Согласно расчетным данным, в России усреднённый показатель по объёму ежегодно образующегося сухого осадка сточных вод находится в пределах 2,5 млн т [7].

Основная часть. На очистных сооружениях городов и крупных населенных пунктов количество осадка составляет около 1% от объема очищаемых сточных вод. ОСВ в первичном отстойнике, содержит процент влажности около 95%, после чего продукт подлежит дальнейшей обработке. Как правило, с целью снижения объемов и изменения исходного качества ОСВ, применяют методы уплотнения, стабилизации, обезвоживания, сушки или сжигания. Все используемые методы имеют свои достоинства и недостатки. В результате обычного обезвоживания чаще всего получают продукт, не пригодный к дальнейшему использованию органических веществ, из-за содержания в нем ионов металлов и гельминтов. Кроме того, иловые

поля и площадки депонирования занимают огромные территории около городов и поселений. Сушка позволяет существенно сократить объемы осадков, но требует затрат энергии и не исключает содержание остаточных вредных веществ. После сжигания образуется зола, не подлежащая возврату в природную среду. Стабилизация в аэробных условиях не обеспечивает полное обеззараживание. Компостирование в России встречается редко по причине нестабильного и холодного климата. В любом случае, технологии качественной обработки и утилизации осадков сточных вод требуют весьма больших энергозатрат и денежных вложений. В таблице 1 показано в процентном соотношении, как в странах Европы и в США используют ОСВ.

Таблица 1. – Производство и использование осадков сточных вод [1]

Страна	Численность населения, млн чел.	Производство сухого вещества в год, тыс. т	Утилизация, %				
			сельское хозяйство	сбрасывание в отвалы	сжигание	сброс в океан	специфическое использование
Швеция	8,3	210	60	30	-	-	10
Финляндия	4,8	130	40	45	-	-	15
Дания	5,1	130	45	45	10	-	15
Германия	59,7	1950	38	50	8	2	2
Франция	54,2	510	23	46	31	-	-
Бельгия	9,8	22	10	80	10	-	-
Люксембург	0,4	11	90	10	-	-	-
Нидерланды	1,4	201	53	32	3	13	2
Ирландия	3,5	197	4	51	-	45	-
Великобритания	56,1	1240	45	29	3	23	-
Швейцария	6,5	120	70	30	-	-	-
Италия	57,2	800	20	60	-	-	20
США	232,6	3200	25	*	*	*	*

* Нет данных

В странах Европы применяются различные способы утилизации ОСВ. Например, в Голландии, Швейцарии или Бельгии, использовать ОСВ в сельскохозяйственных нуждах запрещено – его по этой причине сжигают. В Эстонии, Финляндии или Норвегии компост ОСВ применяют в основном только для благоустройства лесопарковых зон. В некоторых странах, например, в Греции или на Мальте, осадок вообще вывозят на полигоны ТБО [8].

В России как удобрения используют лишь 6% осадков сточных вод. Это обусловлено, в первую очередь, недостатком внедренных технологий подготовки этого вида отходов к сельскохозяйственному применению [3].

Ключевой этап технологической обработки осадка для применения конечного продукта в сельскохозяйственной промышленности – обеззараживание при сохранении органического вещества. На данный момент в очистных сооружениях применяют химический, термический и биологические способы обеззараживания осадков. Химическое обеззараживание подразумевает под собой обработку фунгицидами (химическими веществами для борьбы с грибковыми болезнями растений). Влажность получаемого ОСВ составит приблизительно 60%, что усложняет его распределение по необходимому участку. При температурном обеззараживании в 50-70°C и выше, получаемый осадок имеет меньшую влажность <40-80%. Наиболее приемлемым вариантом технологии получения из ОСВ сырья для удобрения остается стабилизация в анаэробных условиях или сбраживание. Оптимальным режимом сбражи-

вания, при котором происходит обеззараживание ОСВ, являются термофильные условия при температуре около 50-55°C. Это происходит в реакторах, куда направляется смесь осадка из первичных отстойников и активного ила. После чего сброженные осадки просушивают на специально оборудованных площадках до необходимой влажности менее 80%.

В зависимости от технологии производства, ОСВ для использования в качестве удобрений получают жидкие (влажностью 90-95%), обезвоженные (влажность до 80%) и высушенные (около 30%). Наилучшим периодом для использования ОСВ в качестве удобрений считается лето и осень, при условии ранней обработки освобождающихся в первую очередь полей, на которых применяют чередование посевов сельскохозяйственных культур.

За осень и весну происходит вымывание из верхнего слоя почвы всех полезных соединений и минералов, прежде всего азота. Поэтому использование осадков зачастую совмещают с добавлением в почву минерального удобрения [2].

Химический состав ОСВ зависит от технологии обработки и первоначального состава сточных вод, поступающих на очистные сооружения. Осадок сточных вод содержит следующие химические элементы: азот, фосфор, калий, кальций, магний. Количество органического вещества составляет до 80% при пересчете на сухое вещество: это протеины, жиры, углеводы, жиры и бактерии. Как правило, в осадке присутствуют следующие микроэлементы: Mg — 500-2000 мг/кг сухого вещества, Cu — 1000-5000 мг/кг сухого вещества и Zn — 1200-6000 мг/кг сухого вещества. В таблице 2 приведен примерный состав ОСВ.

Таблица 2. – Состав осадков сточных вод, % на сухое вещество [1]

Осадок	Азот		P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
	общий	подвижный				
Из первичных отстойников	1,6-4,0	-	0,6-5,2	0,2-0,6	11,8-35,9	2,1-4,3
Сброженный	3,07 (1,7-6,0)	0,27	2,33 (0,9-6,6)	0,210 (0,2-0,5)	3,48 (12,5-15,6)	2,1
Сброженный с активным илом	3,93 (2,4-6,5)	0,7	3,70 (2,3-8,0)	0,180 (0,3-0,4)	3,29 (8,9-16,7)	0,95 (1,4-11,4)
Термически высушенный	1,96 (1,0-3,0)	-	3,92 (2,0-6,0)	0,007 (0,5-1,0)	5,21 (13,0-40,0)	5,81 (4,0-10,0)

Согласно правил, принятых рядом международных стран, ОСВ, предназначенные для употребления в виде удобрений, должны иметь в своём составе от 40% органических веществ, в том числе - не менее 1,5% азота, 0,5% оксида фосфора и 0,2% оксидов калия. При этом влажность может быть не более 80% [4].

Содержание в ОСВ тяжёлых металлов, нефтепродуктов, моющих веществ на спиртовой основе и других опасных соединений, достаточно высоко. Поэтому, использование обезвоженных ОСВ в сельскохозяйственных целях необходимо постоянно контролировать. Безопаснее всего применять осадки на тяжелых почвах, в которых преобладает содержание гумуса. На легких почвах и почвах с небольшим содержанием гумуса применение ОСВ чередуют с химическим орошением. ОСВ по составу и количеству тяжелых металлов, в большинстве случаев, удовлетворяют большинству международных требований. В таблице 3 приведены данные по содержанию в ОСВ ряда химических элементов в городах России и странах Европы, а также соответствие принятым нормам.

Количество осадков, поставляемых с иловых площадок, составляет до 50 т/га, использование которых в качестве удобрений зависит от наличия допустимых химических элементов, а также необходимости привнесения их в культуры. Осадки используются в первую оче-

редь именно для удобрения лесопарковых зон, разного рода питомников и газонов спортивных стадионов; для иных же культур строго с позволения органов санитарного гигиенического контроля, поэтому использовать для удобрения овощных и плодовых культур осадки сточных вод не удаётся.

Таблица 3. – Содержание тяжелых металлов в осадках сточных вод, мг/кг сухого вещества [1]

	Москва	Санкт-Петербург	Щекино	Сочи	ПДК в странах Западной Европы	Директивы ЕЭС	Нормативы РФ по группам	
							I	II
As	4-86	-	-	-	10-100	-	10	20
Hg	0,2-11	-	-	-	6-10	16	7,5	15
Pb	20-325	100		27	300-900	750	250	500
Cb	8-175	60	0,9	6	8-15	20	15	30
Ni	32-880	220	10	< 100	26-500	300	200	400
Cr	265-4700	910	2		40-1000	750	500	1000
Mn	50-1860	305		810	500	-	-	-
Zn	560-7900	1450	51	1662	2000-10000	2500	1750	3500
Cu	69-1740	1250	3	381	300-3000	1000	750	1500

Компостируя свежеполученные осадки, их сушат примерно до 50% и затем перемешивают с торфом в соотношении 1/3. После высушенный продукт формируют штабелями, температура которых поддерживается около 60°C, чтобы привести к гибели всех неспорных организмов, яиц и личинок гельминтов и насекомых [5]. Для процесса приготовления компоста подойдут все типы торфа, к тому же компост изготавливают круглогодично. Процентное соотношение ОСВ и торфа рассчитывается из возможности применения торфа и времени заготовления. Зимой для оптимального прогрева процентное содержание торфа увеличивают до 35%, весной или летом - до 50%. С добавлением извести в ОСВ – 18-20кг на тонну компоста качество повышается. Время приготовления колеблется от 1 до 2 месяцев летом и 3-4 месяца в холодные времена года. Завершение процесса компостирования понимают по отсутствию гельминтов в образцах, взятых на глубине 0,5 метра. Оптимальный компост из ОСВ без минеральных добавок при pH 6,7-7,0 должен содержать: от 51% органических веществ, 1,8-2,0% - азота, 1,0-1,2% - фосфора и до 0,5% калия [9].

Главным требованием применения ОСВ, а также произведённых на их основе удобрений и компостов, считается соблюдение требования законов охраны окружающей среды и других нормативных документов. Осадки и компосты используют только на плоских и ровных территориях, которые исключают возможность возникновения водной эрозии; при этом до поверхности земли уровень грунтовых вод не должен превышать 0,4 метра. При удобрении площадей с промышленной мелиорацией – по направлению движения каналов орошения необходимо соорудить защитные полосы шириной от 30 метров [6].

Заключение. Таким образом, применения отработанного активного ила показало, что в России большая часть отходов вывозится на захоронение; при этом бесцельно пропадают содержащиеся в них полезные природные компоненты, а также используются дополнительные площади, что оказывает неблагоприятное воздействие на окружающую среду. С каждым годом в России растёт число исследований и разработок по применению осадков сточных вод в строительстве, биоэнергетике и сельском хозяйстве. Однако одним из наиболее перспективных методов использования ОСВ в России и за рубежом остается изготовление на его основе органического удобрения.

Компостирование, как способ утилизации осадков сточных вод, отличается простотой, доступностью и достаточно низкой себестоимостью; применение проекта приготовления компоста позволит экономить средства предприятия, затрачиваемые на транспортировку, размещение и захоронение отхода, а также получать высококачественный материал для удобрения и восстановления почв собственных полей, что будет способствовать повышению урожайности земель и общему улучшению агрохимических показателей почв.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ладонин, В.Ф., Мерзлая, Г.Е., Афанасьев, Р.А. и др. Стратегия использования осадков сточных вод и компостов на их основе в агрикультуре. - М.: Агроконсалт, 2002.
2. Минеев, В.Г., Сычев, В.Г., Гамзиков, В.Г. и др. Агрохимия. Учебник под ред. В.Г. Минеева. — М.: Изд-во ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2017. — 854 с.
3. Ягодин, Б.А., Жуков, Ю.П., Кобзаренко, В.И. Агрохимия / Под ред. Б.А. Ягодина. — М.: Колос, 2002. — 584 с.: ил.
4. Муравин, Э.А. Агрохимия. – М. КолосС, 2003.– 384 с.
5. Вильдфлуш, И.Р., Кукреш С.П., Ионас В.А. Агрохимия: Учебник – 2-е изд., доп. И перераб. – Мн.: Ураджай, 2001
6. СНиП 2.08.03-85 Мелиоративные системы и сооружения/Госстрой СССР. - М.: ЦИТП Госстроя СССР. 1986. Источник: https://znaytovar.ru/gost/2/snip_2060385_meliorativnye_sis.html
7. Осадки сточных вод.: [сайт]. – URL: <https://universityagro.ru/агрохимия/осадки-сточных-вод/> (дата обращения 01.04.2022). – Текст: электронный.
8. Как перерабатывают отходы на Крите.: [сайт]. – URL: https://zen.yandex.ru/media/zerowaste_ru/kak-pererabatyvaiut-othody-na-krite-5af7c9461aa80c68415e89db (дата обращения 01.04.2022). - Текст: электронный.
9. по материалам www.biofort.ru