

УДК 628.32

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ГОРОДСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ

Ю.А. Джембрий, Л.В. Чайка

Донецкий национальный технический университет

В статье рассмотрена актуальная проблема, связанная с образованием осадков сточных вод, поступающих на Макеевские очистные сооружения. Расчетным путем установлено их количество и предложена комплексная технология утилизации с получением экологически безопасного органоминерального удобрения.

В настоящее время сохранению окружающей среды уделяется огромное внимание. В этой связи утилизация осадков сточных вод представляет актуальное направление.

Последствием работы очистных сооружений коммунально-бытового назначения являются твердые отходы – осадки сточных вод (ОСВ), в состав которых входят избыточный активный ил и осадки первичных отстойников.

В качестве объекта изучения были выбраны очистные сооружения города Макеевки. На первом этапе очистки (механической) образующиеся осадки после дезинфекции подвергаются послойной засыпке земель. На втором этапе в горизонтальных бункерных песколовках улавливаются тяжелые механические примеси, которые удаляются на песковые площадки, где осуществляется дренажное обезвоживание песка. Далее частично очищенные сточные воды поступают в первичный радиальный отстойник для отделения примесей в виде грубодисперсных взвесей, которые накапливаются и уплотняются на иловых прудах при длительном отстаивании в виде осадков [1].

Количество осадка, образующегося в процессе работы очистных сооружений, возможно определить расчетным путем по объемам стоков и результатам их лабораторных анализов.

Среднесуточный объем сухого осадка ($Q_{\text{сух}}$) определяется по формуле [2]:

$$Q_{\text{сух}} = C \cdot \varepsilon \cdot K \cdot Q / 1000 / 1000, \quad (1)$$

где C – концентрации взвешенных веществ, поступающих на первичные отстойники, мг/дм³, ($C = 200$ мг/дм³);

ε – эффект задержания взвешенных веществ в первичных от-

стойниках (в долях единицы), (принимается $\Theta = 0,5$);

K – коэффициент отбора пробы, учитывающий увеличение объема осадка за счет крупных фракций [2], ($K = 1,1$);

Q – среднесуточный расход сточных вод, поступающих на очистные сооружения, $\text{м}^3/\text{сут}$, ($Q = 79034 \text{ м}^3/\text{сут}$).

$$Q_{\text{сух}} = 200 \cdot 0,5 \cdot 1,1 \cdot 79034 / 1000 / 1000 = 8,69 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Среднесуточный объем активного ила ($V_{\text{сух}}$) рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{сух}} = [C \cdot (1 - \Theta) \cdot n - b] \cdot Q / 1000 / 1000, \quad (2)$$

где n – коэффициент неравномерности прироста активного ила [2, табл. 53, с. 151], ($n = 1,15$);

b – вынос активного ила в водоем, $\text{мг}/\text{дм}^3$, ($b = 9,0 \text{ мг}/\text{дм}^3$).

Тогда среднесуточный объем активного ила составит:

$$V_{\text{сух}} = [200 \cdot (1 - 0,5) \cdot 1,15 - 9] \cdot 79034 / 1000 / 1000 = 8,38 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Объем осадка ($V_{\text{ос}}$) зависит от среднесуточного объема сухого осадка ($Q_{\text{сух}}$), влажности и плотности сырого осадка согласно формулы:

$$V_{\text{ос}} = \frac{100 \cdot Q_{\text{сух}}}{(100 - W_{\text{ос}}) \cdot P_{\text{ос}}}, \quad (3)$$

где $W_{\text{ос}}$ – влажность сырого осадка, %, ($W_{\text{ос}} = 95 \%$);

$P_{\text{ос}}$ – плотность сырого осадка, $\text{т}/\text{м}^3$, ($P_{\text{ос}} = 1,0 \text{ т}/\text{м}^3$).

При заданных условиях объем осадка будет равен:

$$V_{\text{ос}} = \frac{100 \cdot 8,69}{(100 - 95) \cdot 1} = 173,8 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

В свою очередь, объем ила ($V_{\text{ил}}$) зависит от его среднесуточного объема, влажности ($W_{\text{ил}}$) и плотности ($P_{\text{ил}}$) активного ила. Величины $W_{\text{ил}}$ и $P_{\text{ил}}$ имеют такие же значения, как $W_{\text{ос}}$ и $P_{\text{ос}}$ в формуле (3).

Откуда:

$$V_{\text{ил}} = \frac{100 \cdot V_{\text{сух}}}{(100 - W_{\text{ил}}) \cdot P_{\text{ил}}}, \quad (4)$$

$$V_{\text{ил}} = \frac{100 \cdot 8,38}{(100 - 95) \cdot 1} = 167,6 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Объем смеси представляет сумму объемов осадка и избыточного активного ила:

$$V_{\text{см}} = 173,8 + 167,6 = 341,4 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Дальнейшая обработка полученной смеси осадков в стабилизаторе дает возможность снизить влажность до 50 %, что приводит к уменьшению объема в 10 раз (34,14 м³/сут). Тогда годовое накопление осадка определяется плотностью смеси осадков ($P = 0,72 \text{ т/м}^3$) и количеством дней в году ($\tau = 365 \text{ дн}$):

$$M_{\text{год}} = V_{\text{см}} \cdot P \cdot \tau, \quad (5)$$

$$M_{\text{год}} = 34,14 \cdot 0,72 \cdot 365 = 8972 \text{ т/год.}$$

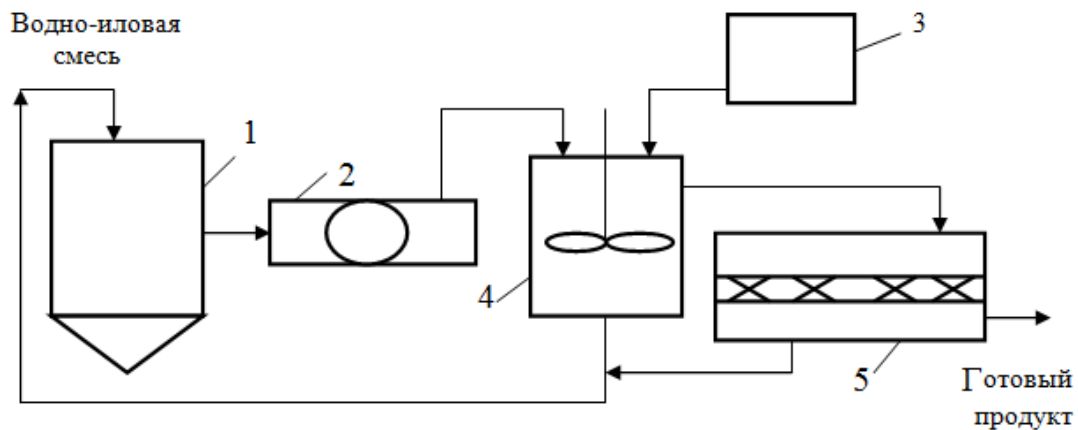
Традиционным способом нейтрализации образующихся отходов в результате очистки сточных вод является их хранение на иловых площадках, что является экономически и экологически нецелесообразным. Содержащиеся в ОСВ токсины не полностью локализуются и постепенно распространяются по близлежащим территориям с талыми и грунтовыми водами. В таблице 1 представлена характеристика образующихся отходов [1].

Таблица 1 – Минерально-органический состав осадков очистных сооружений

Химический состав, %	Агрегатное состояние	Класс опасности
SiO ₂ - 52,43; Al ₂ O ₃ - 2,13; FeO - 2,15; SO ₄ ²⁻ - 44,18; другие, в т. ч. карбоновые кислоты, формальдегид, полициклические ароматические углеводороды	Шламо-образное	IV

Как видно из данных таблицы, наличие в осадках сточных вод примесей неорганической и органической природы определяет целесообразность их использования в качестве вторичного сырья в производстве удобрений.

В данной работе предлагается комплексная технология утилизации ОСВ с получением безопасной подкормки, которая включает обеззараживание патогенных микроорганизмов гидродинамическим кавитогенераторным методом и детоксикацию гуминовыми препаратами тяжелых металлов (Pb, Mn, Zn, Cr, Cu), находящихся в избыточном иле. Влажность осадка в начале схемы составляет 99 % и наличие тяжелых металлов 4 мг/дм³, а в конце схемы – влажность осадка 64 %, тяжелые металлы отсутствуют [3]. Принципиальная схема представлена на рисунке 1.



1 – илоуплотнитель; 2 – гидродинамический кавитогенератор; 3 – узел приготовления гуминовых препаратов; 4 – промежуточная емкость; 5 – шнековый обезвоживатель осадка

Рисунок 1 – Схема комплексной утилизации отходов ОСВ в качестве удобрения

Для обеззараживания необходимы высокоинтенсивные методы, среди которых наиболее перспективным является гидродинамическая кавитация. Принцип действия кавитационных аппаратов заключается в том, что в процессе движения осадков возникают кавитационные поля за счет образования пузырьков и кумулятивных микроструек. Уплотненный осадок поступает на гидродинамический кавитогенератор для обезвреживания патогенных микроорганизмов. При этом скорость потока уменьшается, давление в системе возрастает и в результате «схлопывания» кавитационных пузырьков происходит дезинтеграция бактерий, микробов и вирусов. Использование кавитационных систем позволяет не только осуществить эффективное обеззараживание, но и увеличить их способность к влагоотдаче, что исключает стадию обезвоживания с помощью дорогостоящих реагентов.

На следующем этапе обеззараженный отход поступает в промежуточную емкость, снабженную мешалкой, в которой происходит де-

токсикация тяжелых металлов гуминовыми кислотами, и в результате происходящих реакций образуются нерастворимые соли, которые не способны к миграции в растениях. Следствием этих взаимодействий являются органоминеральные продукты – удобрения. Наличие в их составе минеральных солей улучшает физико–механических свойства почв, а органическая составляющая снабжает растения питательными веществами [3].

Внедрение предлагаемой комплексной технологии обработки и обеззараживания ОСВ позволит интенсифицировать их утилизацию в качестве высокоэффективного органического удобрения и улучшения качества почв, что особенно актуально для загрязненных грунтов Донбасса. Реализация предложенного метода сократит территории имеющих иловых площадок, тем самым улучшит экологическое состояние всех компонентов окружающей среды (почв, атмосферного воздуха, водного бассейна) и сократит количество минеральных удобрений, используемых на объектах сельского хозяйства.

Библиографический список:

1. Инвентаризация отходов производства КП «Компания «Вода Донбасса»: Отчет годовой / КП «Компания «Вода Донбасса». – Макеевка, 2010. – 48 с.
2. Колобанов, С. К. Проектирование очистных сооружений канализации / С. К. Колобанов, А. В. Ершов. – К.: Будівельник, 1977. - 224 с.
3. Скворцов, Л. С. Комплексная обработка осадков с целью их утилизации / Л. С. Скворцов // Журнал «Водоснабжение и канализация». – 2012. - №3. – С. 77-83.