

## **ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ГОРОДСКОЙ КАНАЛИЗАЦИИ: ОБЗОР МЕТОДОВ И НОВЫЕ СПОСОБЫ РЕШЕНИЯ**

Осадки сточных вод, которые образуются на очистных сооружениях в больших городах и промышленных центрах в больших объемах (УП «Минскводоканал» в сутки вывозит на иловые площадки более 650 тонн, в России образуется ежегодно более 2 млн. тонн ОСВ в пересчете на сухое вещество), представляют собой серьезную экологическую угрозу, требующую адекватной реакции с использованием современных способов и технологий.

В то же время ОСВ, содержащие большое количество органического вещества (60% и более), азота, фосфора, калия и микроэлементов, могут быть использованы в качестве удобрения для сельскохозяйственных культур. Однако, например, в России в качестве удобрений используется не более 6% ОСВ.

Во времена СССР ОСВ почти повсеместно вывозились на поля. С 1992 года использование ОСВ в качестве удобрения без предварительной обработки было запрещено. Мотивацией принятия такого решения явилось присутствие в ОСВ токсикантов (прежде всего тяжелых металлов), а также содержание в них яиц гельминтов, патогенных бактерий, вирусов и других болезнетворных организмов.

Хотя сами по себе канализационные сточные воды не содержат соединений тяжелых металлов, превышающих предельно допустимые нормы (по ГОСТ РФ 17.4.3.07-2001), состав ОСВ разных городов отличается качественным и количественным разнообразием химических соединений и элементов. Кроме того, в городскую канализацию могут сбрасываться промышленные сточные воды без локальной очистки в местах их образования, поэтому возникает необходимость обязательного научного обоснования применения ОСВ в качестве удобрений в каждом конкретном случае.

Рассмотрим преимущества и недостатки существующих способов и технологий переработки и утилизации отходов очистных сооружений.

### **Использование в качестве грунтов**

Осадок сточных вод может использоваться в качестве технических грунтов и как удобрение для сельскохозяйственных культур. И преимущество варианта – обогащение почвы гумусом и минеральными элементами (фосфор, азот, калий), микроэлементами. В качестве недостатка следует назвать следующие моменты. В странах ЕЭС су-

существует общий порядок применения ОСВ в сельском хозяйстве в качестве органоминерального удобрения, регламентированный Директивой ЕС от 12.06.1986 г. №86/278, ЕЕС, где особо подчеркивается тот факт, что ОСВ концентрируют в себе все основные загрязняющие вещества, содержащиеся в сточных водах, которые в силу их высокой токсичности являются, по данным ЮНЕСКО, наиболее опасными загрязнителями для окружающей среды. Указывается, что особую опасность представляют хлор и серосодержащие соединения, а также металлоорганические соединения, которые, как правило, относятся к суперэкоотоксикантам, что ограничивает использование ОСВ в качестве удобрения. В документе предписывается, что применение отходов очистных сооружений в качестве удобрений или технических грунтов представляется возможным после предварительной обработки, включающей процессы обеззараживания и дегельминтизации или реагентной детоксикации с последующим обезвоживанием с получением утилизированного продукта органоминерального компоста. В России требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрения и технического грунта регламентировано законодательством и согласно ГОСТ РФ 17.4.3.07-2001 «Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений». Порядок использования ОСВ в качестве органического удобрения регламентирован Типовым технологическим регламентом, утвержденным замминистра с/х РФ в 2000 году.

*Недостатки варианта:*

- для организации компостирования требуется строительство специальных, значительных по размерам площадок (более 100 га при выходе ОСВ 50–100 тонн в сутки) с искусственным наддувом воздуха;
- длительность процесса компостирования (3–6 месяцев);
- необходимость перемешивания с добавлением органики (древесных опилок, зеленой биомассы, химических реагентов);
- потеря при обработке аммиака как ценного компонента удобрений;
- опасность неполной стерилизации от присутствия патогенных бактерий и яиц гельминтов;
- опасность присутствия подвижных форм соединений тяжелых металлов;
- большие материальные затраты по хранению, доставке и внесению компоста в почву (весной в распутицу) под запашку;
- каждую партию компоста из ОСВ необходимо сертифицировать.

**Термическая переработка, сжигание в специальных печах**

Сложившаяся мировая практика свидетельствует о том, что термические методы являются наиболее эффективными с точки зрения

технико-экономических показателей. Это связано с тем, что в процессе термической переработки отходов снижается их масса и, одновременно происходит концентрирование токсичных компонентов, содержащихся в первоначальных отходах в золе. В то же время термические методы переработки отходов являются энергозатратными. Как следствие, возникает необходимость обезвоживания утилизируемых отходов перед сжиганием до минимально возможной влажности. Для сжигания ОСВ существует ряд специальных печей – вращающиеся, многоподовые, с кипящим слоем и другие. В настоящее время самым эффективным считается метод сжигания осадка в кипящем слое кварцевого песка.

*Преимущества:* в процессе сжигания все проблемы заканчиваются – получается зола, которую чаще всего используют для планировочных работ или как добавку к бетону.

*Недостатки:*

Высокие требования к влажности сжигаемого материала; печи сжигания являются не теплопроводящими, а теплопотребляющими; дымовые газы и выбросы подлежат сложной очистке, так как содержат CO, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, бензопирены, диоксины, фураны, пары металлов и др.; газовые выбросы с возможным наличием диоксинов (в литературе и отчетах о работе данной установки нет информации, что их вообще измеряли); неустойчивость процесса, а следовательно, наличие сложных систем автоматики; громоздкость и металлоемкость оборудования, большой набор вспомогательного оборудования и, как результат, запредельные инвестиционные затраты, длительные сроки с начала проектирования и пуска в эксплуатацию; большие удельные эксплуатационные затраты, связанные с очисткой отходящих газов (высокая стоимость импортных фильтров для очистки, расходных материалов и запчастей); необходимость утилизации отходов сгорания ОСВ (зола).

В связи с этим технология сжигания ОСВ реализуется при крайней необходимости, при невозможности применения любой другой технологии утилизации.

В России для сжигания осадков коммунальных сточных вод построена и работает только одна установка в г. Санкт-Петербурге, на которой установлены печи «Пирофлюид» (Франция), работающие по технологии сжигания в кипящем слое кварцевого песка.

**Анаэробная деструкция и обеззараживание с получением биогаза**

Данный метод не нашел широкого применения в России, Республике Беларусь и странах ЕС ввиду ограниченной возможности контроля процесса сбраживания, а также о связи с нестабильным выходом и низким качеством получаемого биогаза. Кроме того, при использовании данного метода не решается вопрос утилизации сброженного в ОСВ.

### **Переработка в органоминеральные гранулированные удобрения**

Технология предполагает организацию буртов, обеспечивающих ферментацию ОСВ с одновременным обезвоживанием ОСВ с 70% до 40%. Далее подготовка ОСВ заключается в усреднении их по влагосодержанию, сепарации от посторонних включений (камней, растительных включений) и обезвоживанию (подсушке) до влажности 25–27%. Затем происходит смешивание ОСВ с агротехническими добавками (хлористым калием 5–6% и карбамидом 5–7% от сухой массы ОСВ) в присутствии связующей добавки – гумата натрия в количестве 2–3% от сухой массы ОСВ. После этого смесь подвергается гранулированию на обогреваемых вальцевых грануляторах и сушке до влажности 8–12%. В РФ применяется на заводах, производящих минеральные удобрения.

*Преимущества:* наличие в грануле сбалансированного набора питательных элементов в легкоусваиваемых растениями формах; содержание в удобрении до 30% органических веществ с высокой концентрацией биогенных элементов; содержание в удобрении хлористого калия и карбамида, придающих удобрению качество комплексного; гуминовый препарат связывает тяжелые металлы в нерастворимые соединения, неспособные к миграции в растения. При этом он способствует транспорту питательных веществ и микроэлементов в растения; легко поддается механизированному внесению на поля обычной сельскохозяйственной техникой; способно длительно и безопасно храниться; транспортабельны – поддаются упаковке в мягкие контейнеры типа «Биг-Бэг» (вес нетто – до 1000 кг).

*Недостатки:* большие инвестиционные затраты (стоимость установки при производительности 1 тонны гранулята в час-200 000\$); значительные энергетические затраты на единицу произведенной продукции; организация буртов для ферментации ОСВ с одновременным обезвоживанием. Процесс длительный – три месяца, в зимний период – проблематичен; большие потери азота в виде газообразного аммиака при ферментации ОСВ в буртах; высокая стоимость гумата натрия.

### **Переработка в удобрения при помощи негашеной извести**

В основе этой технологии лежит способ переработки ОСВ в процессе контролируемой экзотермической реакции между водной фракцией ОСВ и высоко реактивными щелочными реагентами (негашеная известь). Полученный продукт представляет собой органоминеральное удобрение пролонгированного и контролируемого действия а виде гранул с прочной оболочкой, окружающей ядро с питательными элементами.

*Преимущества:* перевод ионов тяжелых металлов в малоподвижные соединения, в результате которого снижается гидролитическая кислотность, повышается степень насыщенности основаниями и по-

движность фосфатов; происходит естественное разбавление исходного сырья (ОСВ) в пропорции 1:2 за счет введения в состав извести; содержание в грануле более 30% органических веществ и легко усваиваемого азота (связанного аммиака в солевую форму Мора); содержание в грануле заданного количества фосфора, калия и азота придает удобрению качество комплексного с набором питательных веществ, необходимых для конкретной сельхоз культуры и соответствующим почвенным и климатическим условиям; полное отсутствие энергетических затрат, так как в ходе экзотермической реакции выделяется достаточное количество тепла для получения гранул с влажностью 10-15%; полная стерилизация ОСВ, так как процесс идет при температуре 60-140°C; гранула, содержащая органику, имеет прочную оболочку, поскольку в процессе реакции гидрат кальция ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) связывается с двуокисью кислорода ( $\text{CO}_2$ ), образуя  $\text{CaCO}_3$ . Это соединение создает тонкую, но прочную оболочку вокруг ядра с органо-минеральной начинкой; гранулированные органо-минеральные удобрения имеют свойства пролонгированного действия, так как оболочка замедляет выход питательных веществ в почву; наличие в продукте значительного количества кальция (до 50% в сухой массе) понижает кислотность почвы, которая после внесения продукта не требует дополнительного известкования; в ценное гранулированное органо-минеральное удобрение по данной технологии могут перерабатываться навоз животноводческих комплексов, куриный помет, осадки установок по производству биогаза и органические остатки мясоперерабатывающих и других предприятий с/х производства; технология достаточно отработана за рубежом и нашла широкое применение в странах ЕЭС, США, Кореи и Китая; самым неоспоримым преимуществом является удобство хранения, перевозки и внесения в почву традиционными методами.

Наиболее далеко в этом вопросе продвинулась польская фирма EvergreenSolutionsSp.zo.o, разработавшая технологию OrCal, позволяющую перерабатывать любые органические отходы, в том числе ОСВ, навоз, куриный помет и отходы пищевой и мясоперерабатывающей промышленности в органо-минеральное удобрение, пользующееся большим спросом на рынке удобрений в странах ЕЭС. Оптовая отпускная цена со склада находится в пределах 100–140\$.

Стоимость комплекта оборудования для Минской очистной станции, производительностью 30 тонн в час составит около 8 млн. евро. Альтернативная программа утилизации ОСВ Минской ОС путем переработки ОСВ в газ и дальнейшего сжигания образующего осадка составляет более 100 млн. евро. При этом эксплуатационные затраты превышают 50\$ за тонну утилизированного продукта.

## **Заключение**

Таким образом, ОСВ, переработанный в гранулированные органоминеральные удобрения методом известкования, является наиболее предпочтительным с точки зрения экономической эффективности и задачи охраны окружающей среды.

ЗАО «Белагроинторг» совместно с российскими партнерами разработало и внедряет указанную технологию с конечной целью решения триединой задачи в республиканском масштабе. Это:

- утилизация ОСВ, отходов животноводства и птицеводства;
- насыщение обедненных почв органикой;
- известкование кислых почв.

С этой целью на базе ОАО «Щучинагрохимсервис» в 2018 году запущена опытно-производственная установка, производительность которой до 2-х тонн в час органоминеральных удобрений с использованием сырья в виде ОСВ, куриного и свиного помета.

Для регистрации полученных удобрений в Государственном реестре СЗР и удобрений, разрешенных к применению на территории, проведен первый годичный цикл испытаний в «Гродненском зональном институте растениеводства НАН РБ». Результаты испытаний показали высокую биологическую и экономическую эффективность удобрений. Второй цикл по яровому ячменю и кукурузе будет проводиться в марте–сентябре 2019 года.

В течение февраля-июня будет закончена разработка и регистрация технических условий на органическое удобрение на основе ОСВ Минской очистной станции.