

А. Дзюба, директор по развитию новых технологий
Европейский экологический центр – КРЕВОКС, г. Пясечно, Польша

ЦИРКУЛЯЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА – ОПТИМАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ МУНИЦИПАЛИТЕТОВ

В последние годы новаторские разработки в области очистки стоков позволили улучшить управление очистными сооружениями и их эксплуатацию. Биологические технологии, передовые методы вторичного использования и переработки, а также прогрессивные экологические практики принесли различные экономические, экологические и общественные выгоды, которые помогают снизить затраты, сэкономить энергию, защитить окружающую среду и повысить качество обслуживания клиентов.

Отрасль очистки сточных вод имеет огромный потенциал для получения альтернативных источников энергии, а сами стоки богаты насыщенными питательными веществами, в частности фосфором. Фосфор как биогенный элемент может создавать эксплуатационные проблемы для инфраструктуры очистных сооружений, а также негативно влиять на состояние водных объектов, вызывая эвтрофикацию водоемов и обрастание струвитом трубопроводов и механических систем (рисунок 1).



Рисунок 1 – Негативное влияние фосфора на водные объекты

Фосфор и аммонийный азот являются проблемой многих объектов очистки сточных вод. Нормативы предусматривают их низкую концентрацию на выпуске. Исторически вопрос удаления фосфора решался на предприятиях путем добавления химических веществ (обычно солей металлов, таких как хлорид железа и сульфат алюминия). Несмотря на то, что использование таких солей металлов может решить потенциальные проблемы, связанные с осаждением струвита, а также снизить технологическое воздействие возвратных фосфорсодержащих нагрузок, добавление химических веществ приводит к

значительным эксплуатационным расходам, связанным с их закупкой и соответствующим удалением химически связанного осадка. Кроме того, химические вещества могут негативно влиять на другие щелочные процессы (необходимые для удаления аммиака) и означают «упущенную возможность» в плане извлечения фосфора.

В свою очередь, усиленное биологическое удаление фосфора (Enhanced biological phosphorus removal – EBPR) является технологией, предпочтительной для большинства средних и крупных очистных сооружений, но EBPR может иметь недостатки в случае применения анаэробного сбраживания.

Технология EBPR усиливает пролиферацию микроорганизмов, которые накапливают фосфор в своих клетках, приводят к удалению его из стоков и увеличению концентрации в активном иле. Анаэробное сбраживание превращает поглощенный фосфор обратно в растворимую форму. Во время обезвоживания сброженного осадка оборотный фугат содержит очень высокие концентрации фосфатов. По мере увеличения содержания питательных веществ (биогенов), потенциальная возможность проблемного образования струвита, а также повторного возврата фосфора и азота с фугатом в голову очистных сооружений приводит к увеличению затрат на переработку, а также негативно сказывается на технологической эксплуатации и надежности.

Проблемы, связанные с питательными веществами

Возвращение фугата с высокой концентрацией фосфатов в голову очистных сооружений создает круг удаление – высвобождение – удаление, что приводит к увеличению концентрации фосфора в замкнутом цикле.

Рециркуляция фугата с высокими концентрациями биогенных веществ имеет следующие последствия для инфраструктуры:

- увеличение нагрузки фосфора на процессы очистки стоков может привести к неспособности его удаления, что, в свою очередь, вынуждает добавлять в очистные сооружения реагенты для снижения рециркуляции фосфора, приводящие к увеличению нагрузки неорганическим осадком;

- химический ил, связанный с химическим осаждением фосфора, составляет до 10–15 % от общего избыточного ила, кроме того, увеличивается содержание минеральных частей, которые в конечном итоге увеличивают количество золы в случае сжигания осадка;

- высокая концентрация прекурсоров струвита может привести к ненамеренному обрастанию струвитом ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$) инфраструктуры установок по переработке осадка.

Инновационный процесс извлечения биогенов

Процесс восстановления питательных веществ основан на извлечении фосфора и азота из сточных вод, которые в другом случае были бы потеряны, а также превращении их в экологически чистое удобрение для сельскохозяйственных целей. Этот процесс помогает очищать стоки, удаляя из них питательные вещества и превращая их в ценное вторичное сырье.

Принцип действия процесса основан на контролируемой кристаллизации струвита посредством управления химическими процессами в флюидальном реакторе с восходящим «оживленным» слоем (рисунок 2).

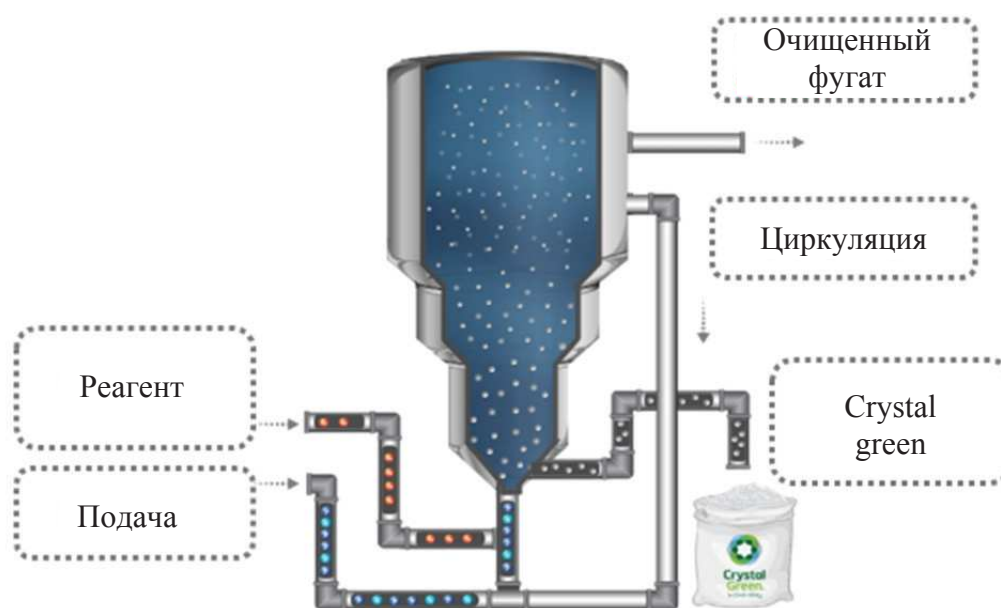


Рисунок 2 – Схема процессов извлечения фосфора и азота из фугата и производства высококачественного удобрения замедленного действия

Важным компонентом при образовании струвита является магний. Магний дозируется в реактор в виде раствора хлорида магния. Образование струвита зависит от pH, поэтому для улучшения производительности удаления биогенных веществ добавляется гидроксид натрия (каустическая сода). Насосы рециркуляции реактора управляют гидравлическими условиями в нем и обеспечивают оптимальную скорость потока фугата для «оживления» слоя гранул струвита. Процесс является непрерывным, и так как удаление биогенных веществ управляется скоростью химического процесса, то система может работать с производительностью больше или меньше номинальной, компенсируя изменения интенсивности потока и нагрузки. Гранулы удобрения образуются от микроскопических кристаллов струвита,

находящихся в реакторе, и потом растут в слое струвита (аналогично устрицам, создающим жемчужины). В результате образуются предельно чистые, кристаллические гранулы струвита, которые выводят-ся из реактора после достижения достаточного размера для продажи в качестве фосфатного удобрения (рисунок 3).



Рисунок 3 – Выгрузка и хранение гранул струвита

Получаемое удобрение является коммерческим и наиболее экологичным из доступных удобрений высокого качества. Оно имеет низкую степень растворения, что снижает вымывание питательных веществ и предотвращает залповые биогенные загрязнения грунта при орошении. Сушка полученного удобрения осуществляется в низкотемпературном режиме в отличие от классических методов производства удобрений и имеет низкий углеродный след, составляющий примерно 10 т CO₂ на 1 т удобрения Crystal Green.

Выгрузка и обработка гранул осуществляется автоматически партиями без остановки процесса. Гранулы промываются и направляются на решетки для обезвоживания. Потом их сушат с помощью горячего воздуха (можно использовать отходящее тепло или другой источник) и после просеивания направляют в силос для хранения.

Основные преимущества внедрения

Процесс извлечения биогенных веществ решает проблемы очистных сооружений коммунальных стоков посредством извлечения фосфора и аммиака и превращения их в ценное удобрение. Безопасно биогенные элементы возвращаются туда, где они наиболее полезны – для выращивания растений. Данный способ удаления фосфора позволяет:

- выполнять требования нормативов для сбрасываемых сточных вод;
- снижать затраты на приобретение химикатов (солей железа);
- снижать затраты по утилизации образующегося химического осадка;

- добиваться надежной и стабильной работы этапа удаления фосфора без применения химикатов на линии очистки сточных вод;
- сохранять щелочность для более стабильной работы биологических процессов;
- предотвращать образование струвита в метантенках и трубопроводах и сокращать связанные с этим капитальные и эксплуатационные затраты;
- извлекать возобновляемое и устойчивое фосфорсодержащее удобрение с соответствующей прибылью от продажи.

Убедительные причины для извлечения биогенов

1. Экономические:

- снижение эксплуатационных затрат;
- максимальное извлечение ценных ресурсов.

2. Экологические:

- снижение сброса биогенных веществ;
- снижение угольного пятна.

3. Общественные:

- сбалансированное экономическое развитие;
- сохранение основных ресурсов.