

## НАУЧНАЯ СЕКЦИЯ «СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА»

УДК 628.543.1

### НАПРАВЛЕНИЯ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД И ОБРАБОТКИ ОСАДКА

*Ануфриев В.Н., Блажук В.Э.*

*Белорусский национальный технический университет*

Концепция совершенствования и развития жилищно-коммунального хозяйства до 2025 года, принятая правительством Республики Беларусь [1], содержит ряд задач в области водоснабжения и водоотведения, связанных с повышением эффективности функционирования и снижением затрат, в том числе за счет уменьшения энергопотребления. Для решения указанных задач определен интерес представляет опыт применения биоинженерных сооружений для очистки сточных вод и обработки осадка на объектах водоотведения небольшой производительности.

Практика проектирования и строительства систем водоотведения небольших населенных пунктов и отдельных объектов в большинстве случаев основана на принципах, используемых для создания инженерной инфраструктуры больших населенных пунктов с организацией централизованных систем канализации. Создание централизованных систем водоотведения в сельской местности и отдельных объектов является весьма затратным, особенно при необходимости транспорта сточных вод на очистку на значительные расстояния. С другой стороны, застройка без организации водоотведения, применение примитивных санитарно-технических устройств в индивидуальной застройке и традиционных простейших сооружений для очистки сточных вод небольшой производительности для сельских населенных пунктов ведет к значительному негативному воздействию на окружающую среду, ухудшает санитарную обстановку, делает проживание людей в таких условиях весьма некомфортным. В связи с чем, актуальной задачей является разработка технических решений связанных с очисткой сточных вод в нецентрализованных системах водоотведения, которые бы обладали надежностью, простотой в эксплуатации, экономичностью, характеризовались бы низким энергопотреблением и позволяли обеспечивать выполнение современных природоохранных и санитарных требований.

В настоящее время в Республике Беларусь более 1,5 млн. человек, проживающих в сельской местности, не имеют доступа к централизованным и местным системам канализации. Строительство централизованной канализации с традиционными подходами в части устройства сооружений биологической очистки с активным илом требует значительных инвестиций, а их эксплуатация связана со значительным энергопотреблением и необходимостью привлечения квалифицированного персонала.

Альтернативным направлением решения указанной проблемы является применение биоинженерных сооружений, основанных на использовании процессов близких к естественным. Одним из таких сооружений являются грунтово-растительные площадки для очистки сточных вод и обработки осадка. Различают площадки с горизонтальным, вертикальным и наклонным потоком в грунте. Различные типы грунтово-растительных площадок имеют свои особенности, что и создает возможность очистки в них разных категорий сточных вод. На грунтово-растительные площадки для предотвращения их колюматации подается осветленная сточная вода. Осветление небольших расходов сточных вод производится в септиках или других сооружениях для отстаивания. Грунтово-растительные площадки для очистки сточных вод представляют собой заглубленное сооружение, объем которого заполнен песком, гравием, галькой, другим крупнодисперсным инертным материалом с посадками камыша либо другой влаголюбивой растительности. Площадки размещают на слабофильтрующих грунтах или же

для предотвращения просачивания частично очищенной сточной воды в грунт, фильтрующая загрузка размещается над слоем гидроизоляции из полимерных пленок. Профильтрованная вода собирается дренажными трубопроводами в нижней части загрузки.

Грунтово-растительные площадки могут применяться в сочетании с другими видами очистных сооружений, например, биологическими прудами, биологическими фильтрами, что позволяет уменьшить нагрузку на площадки и сократить размеры площадей необходимые для их размещения.

Строительство сооружений грунтово-растительных для отдельных объектов и небольших населенных пунктов является доступным, не требует применения сложных механизмов, дорогостоящих материалов и приспособлений и осуществляется с использованием местных строительных материалов. В сравнении с эксплуатацией сооружений биологической очистки с активным илом при аналогичной эффективности удаления загрязняющих веществ удельное энергопотребление при очистке сточных вод на грунтово-растительных площадках ниже в 2-4 раза из-за отсутствия систем аэрации иловой смеси.

Вторым направлением использования растительно-грунтовых площадок является обработка осадка с целью облуживания и подсушивания. Конструктивное исполнение указанных сооружений аналогично. В обоих случаях применяются грунтовая фильтрующая загрузка и посадки макрофитов, однако различное назначение требует и использования особых устройств. В международной практике для обозначения используются различные термины “Constructed wetland” – для обозначения систем для очистки сточных вод и “Reed beds” – систем для обработки осадка.

В настоящее время размещение и долговременное хранение осадка сточных вод на иловых площадках для Республики Беларусь весьма распространенный способ его утилизации даже для крупных очистных сооружений. При этом такие сооружения являются источником запахов и долгосрочного негативного воздействия на почву и подземные воды.

При этом стоимость обработки осадка в случае применения высокотехнологичных методов, которые позволяют снизить влажность и соответственно объем обрабатываемого осадка характеризуются резким ростом в сравнении экстенсивными методами (обезвоживание на иловых площадках). Так, например, стоимость капитальных вложений на сооружения механического обезвоживания с использованием ленточных фильтр-прессов варьируются в пределах 160 – 500 тысяч белорусских рублей в зависимости от производительности оборудования. Данное оборудование характеризуется энергопотреблением около 20–30 кВт ч на 1 т сухого вещества осадка. При этом требуется 4–12 кг специального реагента флокулянта на 1 т сухого вещества осадка. Применение методов дополнительной обработки, такой как сушка и сжигание делают процесс обращения с осадком еще более затратным. При сжигании стоимость инвестиций уже достигает уровня 40-80 миллионов белорусских рублей. Если для крупных очистных сооружений такие технологии являются приемлемыми из-за большого объема обрабатываемого осадка, то для очистных сооружений небольшой и средней производительности проблема обработки осадка является актуальной в части технических решений, которые при соответствующем уровне санитарной и экологической безопасности характеризовались бы приемлемыми технико-экономическими показателями.

В этом плане представляет определенный интерес замена иловых площадок традиционных конструкций на грунтово-растительные площадки предназначенных для обработки осадков.

Простота устройства грунтово-растительных площадок дает возможность для их эффективного использования с целью обработки осадка сточных вод небольших объектов.

Осадок из очистных сооружений сточных вод подается на поверхность площадки по распределительной системе трубопроводов. В слое загрузки с растениями происхо-

дит обезвоживание осадка за счет транспирации, испарения и его частичная минерализация. Профильтрованная вода собирается дренажными трубопроводами, уложенными в нижней части загрузки и отводится обратно на очистные сооружения. Для предотвращения просачивания иловой вод в нижележащие слои грунта фильтрующая загрузка размещается над слоем гидроизоляции из полимерной пленки таким образом в отличие от традиционных иловых площадок отсутствует фильтрация в грунт иловой воды, профильтрованной через загрузку. Срок эксплуатации таких систем составляет около 10 лет, с получением влажности осадка при его выгрузке не более 70% [2].

Грунтово-растительные площадки, предназначенные для обработки осадков, имеют определенные особенности и требуют проведения специальных исследований по адаптации технических решений к климатическим условиям Республики Беларусь и разработки усовершенствованных конструкций таких сооружений.

#### **Список использованных источников**

1. Концепция совершенствования и развития жилищно-коммунального хозяйства до 2025 года. Утверждена Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 29.12.2017 № 1037.
2. Steen Nielsen. Sludge Treatment in Reed Beds Systems – Development, design, experiences. Sustainable Sanitation Practice, 2012. – №12. – Pp. 33-39.

УДК 622.23

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТНОГО КОМПЛЕКСА ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ**

*Басалай Г.А.*

*Белорусский национальный технический университет*

На рудниках ОАО «Беларуськалий» широко применяется столбовая система отработки пластов полезного ископаемого с использованием современных высокопроизводительных очистных комплексов. Основными составляющими очистного комплекса являются: один-три очистных комбайна, забойный скребковый конвейер, комплекс гидромеханизированной крепи и энергостанция.

Ежегодные объемы руды, поставляемые от очистных комплексов на солеобогатительные фабрики, составляют свыше 40 млн. т. при объеме конечной продукции, т. е. калийных удобрений, 8 млн. т.

В виду разнообразия горногеологических условий на различных рудниках и горизонтах очистные лавы формируются по нескольким принципиальным схемам, которые зависят, в первую очередь, от мощности разрабатываемого пласта (низкая или высокая лава), а также схемы отработки (валовая или селективная) сложно сформированных пластов.

С учетом технологических особенностей на рудниках разрабатываемого Старобинского месторождения применяются различные по конструктивному исполнению и принципам действия одно- или двухшнековые очистные комбайны фирмы Айкхофф (Германия), с диаметром шнеков до 1400 мм и установленной мощностью электродвигателей на привод шнек-фрез от 150 до 400 кВт.

Эффективность очистного комплекса в значительной степени зависит также от конструктивных и эксплуатационных параметров забойных скребковых конвейеров. Для комплектации очистных комплексов в настоящее время используются скребковые конвейеры белорусских производителей горного оборудования: ЗАО «Солигорский институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством», Холдинг «Нива». Длина конвейеров выбирается с учетом длины лавы, которые могут достигать 250 и более метров, которые предназначены для транспортирования руды из очистных и подготовительных забоев к пунктам перегрузки на магистральные ленточные конвейеры.