

УДК 662.765

И.В. Козлова, ст-т 4 курса, Ушаков А.Г., к.т.н.  
Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф.  
Горбачева

## ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕТАН- ТЕНКА

Деятельность человеческого общества активно развивается – этому способствует развитие сложной, высокопроизводительной техники, глубокие научные и технологические изыскания. Антропогенное воздействие охватывает практически всю атмосферу, сушу, океан и вносит существенные изменения как количественные, так и качественные в биологические циклы движения элементов в биосфере [1].

Важнейшую роль в этом играют такие компоненты, как мусор, отходы, отбросы, которых в мировом масштабе накапливаются в объеме свыше 20 - ых 109 т в год. Только в России, согласно литературным данным, их ежегодно образуется более 6 млн. т. (в пересчете на сухое вещество). С ростом численности населения планеты и развитием научно-технического прогресса, интенсифицирующего любой труд, степень воздействия: человеческого общества на биосферу будет и дальше возрастать:

- рост добычи полезных ископаемых, использование природных вод для производственных целей, строительство новых городов;

- сопровождение хозяйственной деятельности человека накоплением различного рода отходов производства, городского коммунального хозяйства, которые загрязняют природную среду [2].

Основными источниками загрязнения и засорения водоемов является недостаточно очищенные сточные воды промышленных и коммунальных предприятий, крупных животноводческих комплексов, отходы производства при разработке рудных ископаемых; воды шахт, рудников и т.д.

Для очистки водных ресурсов наиболее эффективным является метод биологической очистки [1].

Биологическая очистка основана на способности некоторых видов микроорганизмов в определённых условиях использовать загрязняющие вещества в качестве своего питания. Активный ил биологического очистного сооружения – это биоценоз зоогенных скоплений (колоний) бактерий и простейших организмов, находясь в сточной жидкости, поглощает загрязняющие вещества внутрь клетки, где они под воздействием ферментов подвергаются биохимической очистке [3].

Биологическая очистка стоков является на сегодняшний день неотъемлемой частью технологического процесса многих промышленных предприятий. Из-за того что, активный ил, питаясь бактериями растет, избыток

его нужно постоянно выводить и утилизировать. Избыточный активный ил является неизбежным, хотя и нежелательным отходом систем биологической очистки промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод [4].

Исходя из выше сказанного, была поставлена **цель** работы – использование метода анаэробного сбраживания, применительно к отходам биологических очистных сооружений. Для достижения данной цели, были поставлены следующие **задачи**:

1. Отладить процесс анаэробного сбраживания в лабораторных условиях на установке, учитывая требования безопасности к такого рода объектам.

2. Подобрать параметры процесса анаэробного сбраживания для получения сброженного остатка с необходимыми характеристиками.

#### **Экспериментальная часть:**

Исходя из поставленных задач, объектом исследования явились механически обезвоженный избыточный активный ил станции аэрации г. Кемерово. Он представлял собой густую однородную массу черного цвета (кек) со специфическим запахом и отнесен к IV классу опасности по критериям отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды.

#### **1. Первоначально производили анализ исходного сырья (табл. 1):**

*Обезвоженный избыточный активный ил* анализировали по следующим методикам:

– массовая доля влаги и массовая доля сухого вещества. ГОСТ 26713-85 «Удобрения органические. Метод определения влаги и сухого остатка»;

– реакция среды. ГОСТ 27979-88 «Удобрения органические. Метод определения рН»;

– массовая доля золы (минеральные вещества), потери при прокаливании (органические вещества). ГОСТ 26714-85 «Удобрения органические. Метод определения золы» (табл. 2).

**Таблица 1**

*Данные, полученные при определении анализа механически обезвоженного избыточного активного ила*

<b>рН</b>	<b>A<sup>a</sup>(%)</b>	<b>W (%)</b>
6,3-7,3	37	72

**Далее определяли массовое соотношение воды и избыточного активного ила для наиболее эффективного протекания процесса анаэробного сбраживания.**

Ранее было установлено, что исходная влажность смеси для сбраживания должна быть не менее 85-87 %, что позволит получить биогаз с достаточным количеством метана в его составе (более 80 % об). Соответственно проведем расчеты для получения такой смеси из представленных выше исходных веществ.

Исходя из того, что объем метантенка 40 л, а должен быть он заполнен на 2/3 от своего объема, следует то, что необходимо взять 27 кг сырья (вода + активный ил).

Далее, определяли по формуле 2 количество воды, а по формуле 3, количество сухого ила, необходимых для получения нужной смеси:

$$\frac{100}{x} = \frac{87}{27}$$
$$x = 23,49 \text{ кг воды (2)}$$

$$m_{\text{сух. ила}} = 27 - 23,49 = 3,51 \text{ (3)},$$

где  $m_{\text{сух. ила}}$  – масса сухого ила.

Из этого следует, что 1 кг активного ила, содержит 0,27 кг сухого вещества и 0,73 кг воды. Определили, что 13 кг активного ила, содержит 3,51 кг. сухого вещества (формула 4) и 9,49 кг воды. (формула 5).

$$m = 13 * 0,27 = 3,51 \text{ (4)}$$

$$m = 13 * 0,73 = 9,49 \text{ (5)}$$

Таким образом, если 13 кг составляет активный ил, то для получения необходимой смеси надо добавить 14 кг воды.

Проверим, полученные данные по влажности (формула 6)

$$W = \frac{m_{\text{исх.}} - m_{\text{сух. ила}}}{m_{\text{исх.}}} \text{ (6)}$$

Подставив данные в формулу 6, получим влажность 87 %, следовательно, расчеты верны.

Таким образом, расчетным путем установлено, что массового соотношения воды и избыточного активного ила должно составлять 14:13 для получения смеси влажность 87 %, анаэробное сбраживание которой будет наиболее эффективно с точки зрения выделения газа наибольшей калорийностью. На рис. 1. представлена смесь (вода + избыточный активный ил) для сбраживания, влажность которой составляет 87 %.



Рисунок 1. Смесь для сбраживания влажностью 87%

Внедрение технологий анаэробного сбраживания отходов, в технологическом процессе которых происходит выделение газообразного энергоносителя – биогаза с высокой концентрацией метана, значительно увеличивает вероятность техногенных рисков, связанных с утечкой метана в атмосферу, потенциальную опасность взрывов и других аналогичных внештатных ситуаций.

Неотъемлемой частью технологических процессов анаэробной переработки органических веществ является подогрев метантенков. Особенно важен вопрос регулирования температуры метантенков, работающих в условиях Сибири. Процесс брожения необходимо осуществлять при выбранном оптимальном температурном режиме, поскольку даже кратковременное нарушение его, особенно в сторону снижения температуры, приводит к торможению стадии метаногенеза, накоплению кислот за счет активной работы более устойчивых гидролитических организмов, нарушению трофических связей и процесса в целом [3].

Для минимизации техногенных рисков и устранения причин их появления разработаны следующие технические решения:

1. Обогрев метантенка с применением источников инфракрасного излучения.
2. Дешевая и качественная теплоизоляция на основе силикатов щелочных металлов.

Состав термопленки: карбоновая паста, серебряная паста, медь, полиэстеровая пленка.

Предложенные технические решения применены для модернизации опытной установки анаэробного сбраживания органических отходов. Ее эксплуатация показала стабильность нагрева и поддержания температуры сбраживаемой массы в диапазоне 35-55 °С и простоту обслуживания.

Внешний вид метантенка, оборудованных термопленкой, представлен на рис. 2.



Рисунок 2. Внешний вид опытной установки анаэробного сбраживания обезвоженного избыточного активного ила

Сравнительный анализ способов обогрева метантенка (с использованием газообразных, жидких и твердых энергоносителей) в сравнении с термопленкой подтверждают наличие у электрообогрева конкурентных преимуществ: простота реализации и эксплуатации обогрева, а также меньшие экономические затраты.

#### **Список литературы:**

1. Анаэробная биологическая обработка сточных вод/ Тезисы докладов участников республиканской научно-технической конференции 15-17 ноября 1988г. / Кишинев, 1988г.
2. Ушаков А.Г. Утилизация обезвоженного избыточного активного ила с получением топливных гранул // Вест. Кузбасс. гос. технич. ун-та. – 2010. – № 5. – С. 110-112.
3. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 704 с.
4. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : Учебник для вузов : 12-е изд., стереотипное, доработанное / А. Г. Касаткин. – М.: ООО ТИД "Альянс", 2005. – 753 с.