

**Подготовка отходов биологических очистных сооружений к  
процессу анаэробной переработки**

**Козлова Ирина Владимировна**

*Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева*

*Ушаков Андрей Геннадьевич, к.т.н, доцент*

[irina15151@mail.ru](mailto:irina15151@mail.ru)

В течение как минимум двух тысячелетий качество воды постоянно ухудшается и достигает таких уровней загрязнения, когда использование воды в разных целях сильно ограничено или вода может быть вредна для человека. Это ухудшение связано с социально-экономическим развитием в пределах бассейна реки. Атмосферный перенос загрязнителей на далекие расстояния теперь изменил эту картину: даже удаленные районы могут быть подвергнуты непрямому техногенному воздействию [1].

Метод биологической очистки воды является наиболее эффективным для производственных сточных вод, содержащих органические вещества в растворенном состоянии. При этом используются те же процессы, что и при очистке бытовых вод – аэробный и анаэробный [2].

Биологическая очистка основана на способности некоторых видов микроорганизмов в определённых условиях использовать загрязняющие вещества в качестве своего питания [3]. 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 [4].

Биологическая очистка стоков является на сегодняшний день неотъемлемой частью технологического процесса многих промышленных предприятий. Из-за того что, активный ил, питаясь бактериями растёт, избыток *его нужно* постоянно выводить и *утилизировать* [3]. Избыточный активный ил является неизбежным, хотя и нежелательным отходом систем биологической очистки промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод.

**Цель работы:** переработка избыточного активного ила методом анаэробного сбраживания. Для достижения данной цели, были поставлены следующие **задачи:**

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

**Экспериментальная часть:**

Исходя из поставленных задач, объектом исследования явились проба механически обезвоженного избыточного активного ила, предоставленная предприятием ОАО "Кемвод".

**Экспериментальные исследования состояли из 2 этапов:**

1. Анализ исходного сырья.
2. Определение массового соотношения воды и избыточного активного ила, для наиболее эффективного протекания процесса анаэробного сбраживания.

*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» (табл. 1);

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

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

Установка для метанового брожения представлена на рис. 1.



*Рисунок 1. Внешний вид опытной установки анаэробного сбраживания обезвоженного избыточного активного ила*

На рис. 2. представлена смесь (вода + избыточный активный ил) для сбраживания, влажность которой составляет 87 %.



*Рисунок 2. Смесь для сбраживания*

**Результаты и обсуждения:**

1. Анализ исходного сырья.

Данные, полученные при определении влажности обезвоженного избыточного активного ила представлены в таблице:

$m_{до}$ (г)	$m_{после}$ (г)	W (%)
3,813	1,077	71,7
7,177	2,037	72
6,426	1,819	72
12,089	3,47	71
11,138	3,169	72

$m_{до}$  – масса активного ила, до сушки, г;

$m_{после}$  – масса активного ила, после сушки, г;

W – полученная влажность, %.

Данные, полученные при определении зольности обезвоженного избыточного активного ила представлены в таблице:

$m_л$ (г)	$m_о$ (г)	$m_{л+о}$ (г)	$m_{л+п.о}$ (г)	$A^a$ (%)
11,666	1,008	12,674	12,039	37
12,071	1,002	13,074	12,424	35
11,176	1,004	12,180	11,537	36
11,385	1,006	12,391	11,736	38
12,472	1,000	13,472	12,824	35

$m_л$  – масса лодочки, г;

$m_о$  – масса образца, г;

$m_{л+о}$  – масса лодочки + масса образца, г;

$m_{л+п.о}$  – масса лодочки + масса полученного образца, г;

$A^a$  – зольность, %.

Расчет зольности производили по формуле (1)

$$A^a = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times 100\% \quad (1)$$

$m_1$  – масса прокаленной лодочки, г;

$m_2$  – масса лодочки с навеской до сжигания, г;

$m_3$  – масса лодочки с навеской после сжигания, г.

2. Определение массового соотношения 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:

$$\frac{100}{x} = \frac{87}{27}$$

$$x = 23,49 \text{ кг воды} \quad (2)$$

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

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.

#### Список публикаций:

- [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.