

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 19941

(13) С1

(46) 2016.04.30

(51) МПК

C 02F 11/04 (2006.01)

(54) СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

(21) Номер заявки: а 20121788

(22) 2012.12.20

(43) 2014.08.30

(71) Заявитель: Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (ВУ)

(72) Авторы: Шкодов Тарас Васильевич; Ручай Николай Степанович; Кузнецов Илья Николаевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (ВУ)

(56) ГЮНТЕР Л.И. и др. Метантенки. - М.: Стройиздат, 1991. - С. 80.

ШКОДОВ Т.В. и др. Техника и технология защиты окружающей среды. Международная научно-техническая конференция. - Минск, 2011. - С. 77-80.

Промышленное оборудование из Китая, 2010, [<http://www.ct-line.ru/wastewater/industry.html>].

RU 2006118344 А, 2007.

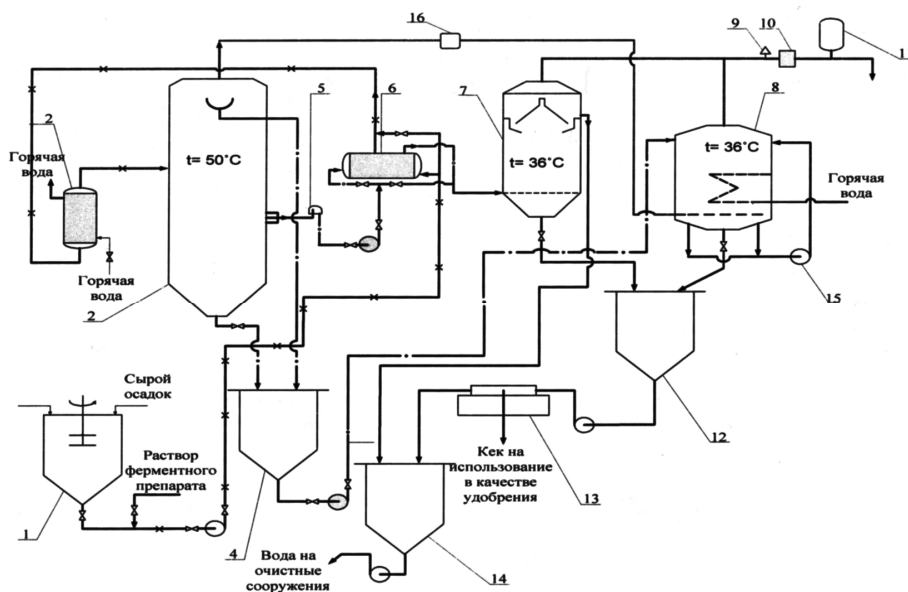
SU 1498721 А1, 1989.

KR 20090132254 А, 2009.

CN 102503051 А, 2012.

(57)

Способ переработки осадков сточных вод, при котором проводят предварительную обработку осадков и последующее сбраживание с генерацией биогаза, отличающийся тем, что предварительную обработку осадков проводят при температуре 50-55 °С в присутствии ферментов, расщепляющих полисахаридные компоненты, с выдержкой в течение 20-24 ч и последующим гравитационным разделением суспензии на осветленную жидкость и концентрат, которые сбраживают при температуре 30-36 °С в отдельных аппаратах: осветленную жидкость - в высокоскоростном UASB-реакторе, концентрат - в метантенке, а образующиеся в процессе предварительной обработки осадков газы компримируют и направляют в нижнюю часть метантенка.



ВУ 19941 С1 2016.04.30

Изобретение относится к области переработки осадков, образующихся при очистке городских сточных вод, с целью их утилизации с получением энергоносителя - биогаза и удобрения.

Известен способ получения биогаза сбраживанием смеси сырого осадка и избыточного активного ила при температуре 30-36 °С (мезофильный режим) или 52-55 °С (термофильный режим) в метантенках [1]. Недостатком способа является большая продолжительность процесса брожения, достигающая 20-25 сут, что обуславливает высокие капитальные затраты на строительство метантенков большого объема.

Известен способ двухфазной анаэробной переработки осадков с разделением процесса на две фазы: кислотогенную и метаногенную, реализуемые в отдельных аппаратах, что в целом ускоряет процесс [2]. Недостатком способа является невысокая степень интенсификации процесса при значительном увеличении капитальных затрат.

Наиболее близким по технологической сущности является способ интенсификации процесса генерации биогаза предварительной обработкой осадков, например нагреванием до температуры 100-170 °С [1]. Недостаток способа состоит в больших энергетических затратах на предварительную термообработку осадков.

Задача настоящего изобретения - интенсификация анаэробной переработки осадков со снижением капитальных затрат на строительство установок.

Способ переработки осадков сточных вод, который отличается тем, что проводят предварительную обработку осадков при температуре 50-55 °С в присутствии ферментов, расщепляющих полисахаридные компоненты, при выдержке в течение 20-24 ч, с гравитационным разделением суспензии на осветленную жидкость и концентрат, которые сбраживают при температуре 30-36 °С в отдельных аппаратах: осветленную жидкость - в высокоскоростном UASB-реакторе, а концентрат - в метантенке, а образующиеся в процессе предварительной обработки осадков газы компримируют и направляют в нижнюю часть метантенка.

Сущность способа заключается в том, что ферменты переводят часть коллоидных и взвешенных веществ (целлюлоза, гемицеллюлоза) в растворенное состояние, что стимулирует развитие кислотогенных бактерий. Процесс сопровождается гравитационным осветлением суспензии с образованием осветленной жидкости (70 %) и концентрата (30 %), которые сбраживаются в различных аппаратах. Осветленная жидкость сбраживается с высокой скоростью в UASB-реакторе, концентрат - метантенке. Ферментативная обработка осадков интенсифицирует процесс генерации биогаза. Использование высокоскоростного UASB-реактора резко уменьшает требуемый объем метантенков и, следовательно, снижает капитальные затраты на процесс.

Способ поясняется следующими примерами.

Пример 1.

Используют сырой осадок (3,0-3,5 % сухих веществ (СВ) и уплотненный избыточный активный ил (1,6-1,8 % СВ)) с городских очистных сооружений.

Смесь сырого осадка и активного ила (1:1 по объему) в количестве 500 мл выдерживают при температуре 50 °С в присутствии ферментного препарата Pectinex 5XL (1 мл 1 %-ного раствора на 100 мл смеси осадков) в течение 12-48 ч. За время выдержки происходит гравитационное расслоение суспензии с образованием верхнего и нижнего слоев, содержащих взвешенные вещества, и среднего слоя осветленной жидкости (табл. 1). При ферментативной обработке осадков в течение 24 ч доля осветленной жидкости составляет 70-75 %. Концентрат содержит 4,2-4,6 % сухих веществ, осветленная жидкость - 0,37-0,45 %.

Выдержка осадков в течение 12 ч уменьшает долю осветленной жидкости. Увеличение продолжительности обработки до 48 ч существенно не влияет на эффективность разделения суспензии.

При выдержке осадков одновременно протекает процесс преацидификации (развитие кислотогенных микроорганизмов), являющейся первой стадией анаэробного сбраживания субстрата.

Таблица 1

Гравитационное разделение суспензии осадков при ферментативной обработке

Слои	Доля от общего объема суспензии, %		
	$\tau = 12$ ч	$\tau = 24$ ч	$\tau = 48$ ч
Верхний (взвешенные вещества)	34	17	15
Средний (осветленная жидкость)	52	75	77
Нижний (взвешенные вещества)	14	8	8

Пример 2.

Осветленную жидкость, преацидификат, сбрасывают в высокоскоростном UASB-реакторе в непрерывном режиме при температуре 36 °С (табл. 2).

Полученные данные свидетельствуют о возможности изменения и эффективном функционировании UASB-реактора.

При времени пребывания осветленного преацидификата в биореакторе 1,7-2,5 сут степень деструкции загрязнений по показателю ХПК достигает 87-89 %. Содержание сухих веществ в сброженном преацидификате снижается на 56-69 %. Сброженный преацидификат имеет остаточный уровень загрязненности по показателю ХПК 650-800 мг/л, что удовлетворяет требованиям ($\text{ХПК} \leq 1000$ мг/л) для сброса сточных вод в городскую канализационную сеть для полной очистки.

Количество выделяющегося в UASB-реакторе биогаза составляет около 2 м³/м³ осветленного преацидификата.

Таблица 2

Эффективность анаэробного сбраживания осветленного преацидификата

Проток преацидификата, мл/сут	Время удержания преацидификата в биореакторе, сут	Показатель ХПК, мг/л		Содержание сухих веществ, %		Степень очистки преацидификата, %		Удельная производительность биореактора, кг ХПК/м ³ ·сут	Количество биогаза, м ³ /м ³
		преацидификата	очищенной воды	в преацидификате	в очищенной воде	по показателю ХПК	по сухим веществам		
400	5,0	7200	1100	0,445	0,135	84,7	69,7	1,2	2,0
600	3,3	7200	1200	0,445	0,135	83,3	69,7	1,8	2,1
800	2,5	6300	650	0,375	0,115	89,7	69,3	2,3	2,1
1000	2,0	6300	700	0,375	0,145	88,9	61,3	2,8	2,3

Таким образом, 70 % смеси сырого осадка и избыточного активного ила в виде ферментализованного при 50 °С и осветленного гравитационным методом преацидификата могут быть сброжены с генерацией биогаза в высокоскоростном UASB-реакторе в течение короткого времени 1,7-2,5 сут.

Пример 3.

Концентрат преацидифицированной смеси осадков (30 % от объема осадков) сбрасывают в метантенке объемом 2,8 л, функционирующем в мезофильном (36 °С) режиме (табл. 3).

Таблица 3

Непрерывное сбраживание концентрата осадков

Загрузка концентрата, мл/сут	Время удержания в метантенке, сут	Содержание сухих веществ, %		Степень трансформации сухих веществ, %	Усредненный выход биогаза	
		в концентрате	в сброженной массе		мл/сут	м ³ /м ³ концентрата
150	18,7	4,4	1,9	56,8	1108	7,4
190	14,7	4,4	2,2	50,0	845	4,4

Как следует из полученных данных, процесс генерации биогаза протекает интенсивно при времени удержания массы в метантенке 18,7 сут: степень трансформации сухих веществ составляет 56,8 %, выход биогаза 7,4 м³ из 1 м³ концентрата.

Сброженный концентрат направляется на обезвоживание по существующей технологии (центрифугированием).

Способ поясняется технологической схемой переработки осадков, представленной на фигуре: 1 - приемник-смеситель осадков; 2 - подогреватель кожухотрубчатый, 3 - преацидификатор-разделитель фаз; 4 - сборник концентрата взвешенных веществ; 5 - смотровой фонарь; 6 - спиральный теплообменник; 7 - UASB-реактор; 8 - метантенк; 9 - факельная свеча безопасности; 10 - установка сухой очистки биогаза от сероводорода; 11 - газгольдер; 12 - приемник сброженной массы; 13 - декантерная центрифуга; 14 - сборник осветленной жидкости; 15 - циркуляционный насос; 16 - компрессор.

Исходная смесь сырого осадка и активного ила (содержание сухих веществ 2,0-2,5 %) ступенчато подогревается до температуры 50 °С и поступает в преацидификатор-разделитель (3). Подогрев осадков производится последовательно в спиральном теплообменнике (2) с использованием вторичного тепла сброженной массы и горячей водой в кожухотрубчатом теплообменнике (6). Во всасывающую линию подающего насоса дозируется раствор ферментного препарата. Продолжительность процесса преацидификации, совмещенного с ферментативной обработкой, составляет 20-24 ч. Повышенная температура в преацидификаторе (50 °С) ускоряет ферментативное расщепление компонентов осадков.

Выделяющийся в преацидификаторе биогаз, содержащий преимущественно диоксид углерода, компримируется (16) и направляется в метантенк для перемешивания сбраживаемой массы барботируемым газом. При этом часть диоксида углерода трансформируется метаногенными бактериями в метан, что повышает содержание метана в биогазе.

Осветленная жидкость, занимающая около 70 % общего объема преацидификатора и содержащая 0,3-0,5 % сухих веществ, выводится из его средней части через гребенку штуцеров, смотровой фонарь (5) и спиральный теплообменник (6) в UASB-реактор (7), функционирующий в мезофильном режиме (36 °С).

Трансформация растворенных веществ в биогаз в UASB-реакторе осуществляется спонтанно формирующимся в аппарате гранулированным активным илом. Концентрат взвешенных веществ (около 30 % от общего объема исходной смеси осадков) содержит 5,0-6,5 % сухих веществ. Из сборника (12) концентрат направляется в метантенк (8), где сбраживается в мезофильном режиме (36 °С) с образованием биогаза. Сброженная масса из метантенка совместно с избыточным активным илом из UASB-реактора поступает на обезвоживание центрифугированием (13). Кек используется в качестве удобрения в лесопитомниках. Осветленная жидкость из центрифуги (13) и UASB-реактора поступает на городские очистные сооружения. Биогаз после удаления водного конденсата и очистки от сероводорода направляется потребителю.

Достоинства предлагаемого способа:

интенсификация процесса генерации биогаза за счет ферментативной обработки осадков и применения высокоскоростного UASB-реактора;

снижение капитальных затрат за счет резкого уменьшения требуемого объема метантенков в результате переработки 60-70 % от общего объема осадков в высокоскоростном UASB-реакторе;

уменьшение в 2,5-3 раза объема сброженной массы, подлежащей обезвоживанию, что снижает затраты реагентов и электроэнергии на процесс.

Изобретение относится к области переработки осадков сточных вод городских очистных сооружений.

Изобретение предназначено для применения на городских и локальных очистных сооружениях.