

УДК 628.336

СОСТАВ И СВОЙСТВА ВТОРИЧНЫХ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А.Н. Лицкевич, М.В. Гулькович, О.А. Черничко, О.Е. Чезлова, Е.Н. Басалай, А.Ф. Демянчук

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

В статье рассмотрен химический состав разных типов вторичных осадков сточных вод, образуемых на локальных очистных сооружениях молокоперерабатывающих предприятий. Установлены преимущественная схема обработки осадков, включающей анаэробное сбраживание в мезофильных условиях и обезвоживание.

Введение

Состав и свойства осадков сточных вод (ОСВ) зависят от вида и количества производственных сточных вод, от применяемых способов очистки сточных вод, от эффективности работы локальных очистных сооружений предприятий [1].

Вторичные осадки – примеси, первоначально находящиеся в воде в виде коллоидных частиц, молекул и ионов, но в процессах биологической или физико-химической очистки воды или обработки перлячных осадков образующие твердую фазу [2, 3].

Современная технологическая схема обработки ОСВ должна решать следующие задачи: уменьшение объема осадков, получение безвредного продукта, сокращение выброса вредных веществ в атмосферу, использование побочных продуктов (биогаза) [3–5].

Технологический процесс обработки осадков можно подразделить на следующие основные стадии: уплотнение (гравитационное, динамическое), стабилизация (аэробная, анаэробная), кондиционирования, обезвоживания.

На большинстве локальных очистных сооружений молокоперерабатывающих предприятий Беларуси обработка ОСВ заключается только в их обезвоживании. Исключением является ОАО «Пружанский молочный комбинат», где предусмотрено анаэробное сбраживание смеси осадков (уплотненного избыточного ила и флотошлама из флотатора) в метантенке ($V = 2000 \text{ м}^3$) в мезофильных условиях при $t = (35 \pm 5)^\circ\text{C}$. Стабилизированный осадок влажностью 97 % из метантенка направляется в резервуар сброженного осадка и подается на сооружения принудительного обезвоживания [6].

Твердая фаза ОСВ состоит в основном из органических веществ (более 80 %), быстро загнивающих и выделяющих неприятный запах. Осадки содержат азот, фосфор, калий, что делает их ценным сырьем для производства удобрений [4].

Методика и объекты исследования

Объекты исследования – вторичные ОСВ молокоперерабатывающих предприятий.

Отбор проб выполнялся с учетом РД РБ 0212.6-2002 [7], постановления Министратства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 08.01.2003 № 3 «Об утверждении РД РБ «Методика отбора проб отходов» [8] и ГОСТ Р 56226-2014 [9].

Физико-химические исследования образцов ОСВ выполнялись по стандартным методикам выполнения измерений, допущенных к применению в

деятельности лабораторий экологического контроля предприятий и организаций Республики Беларусь, в лаборатории «Гидроэкологии и экотехнологий», аккредитованной в Национальной системе аккредитации РБ (аттестат аккредитации ВУ/112.1.1079 от 30.12.2005, срок действия аттестата аккредитации: 28.02.2017–28.02.2022 гг.).

Химический состав исследуемых проб анализировался по следующим показателям: влажность, рН, массовая доля органического вещества, массовая доля подвижных соединений фосфора и калия, азота общего.

Результаты и их обсуждение

Результаты исследования состава вторичных осадков локальных очистных сооружений молокоперерабатывающих предприятий (шламов, активного ила, смесей шлама и активного ила, анаэробно-оброженных осадков) представлены в таблице 1.

Все изученные образцы ОСВ имеют высокий уровень влажности (82,59–99,12 %) и характеризуются высоким содержанием органического вещества, значения которого составляют 61,25–97,0 %.

Результаты исследования состава разных типов вторичных осадков подтверждают ценность ОСВ как удобрения: содержание основных элементов питания колеблется в пределах: по азоту – 0,90–7,58 %, фосфору (P_2O_5) – 1,33–6,61 %, калию (K_2O) – 0,33–3,39 %.

К сожалению, несоответствие осадков санитарно-гигиеническим требованиям (таблица 2) не позволяет в полной мере использовать на практике ОСВ с высоким содержанием азота, фосфора и калия в качестве эффективных органических или комплексных органоминеральных удобрений и почвогрунтов для восстановления нарушенных земель. В настоящее время нормирование ОСВ проводится по наличию бактерий группы кишечной палочки (БГКП) и патогенной флоры [10, 11].

Из исследуемых образцов ОСВ не было выделено патогенных энтеробактерий родов *Salmonella* и *Shigella*. Титр БГКП в сырых осадках составил в 10^5 и $0,01$ в осадке после мезофильного сбраживания при норме не $<0,01$ [10]. Это означает, что осадки сточных вод ОАО «Щучинский МСЗ» и ОАО «Березовский сыродельный комбинат» по санитарно-бактериологическим показателям не пригодны для использования в качестве удобрения без их предварительной обработки с целью обеззараживания, в частности биотермическим методом (компостирование).

Мезофильное сбраживание обеспечивает частичное обеззараживание осадка до показателей со-

Таблица 1. – Аарохимические показатели ОСВ

ОСВ	Влажность, %	pH	Org в-во, %	N, %	P ₂ O ₅ , %	K ₂ O, %
Флотошлам						
ОАО «Березовский сыродельный комбинат»	86,12	6,2	79,70	4,15	1,85	2,49
ОАО «Поставский молочный завод»	55,92	6,6	79,70	–	1,50	1,05
ИАИ						
ОАО «Березовский сыродельный комбинат»	98,15	6,4	97,0	0,90	4,72	3,39
ОАО «Пружанский молочный комбинат»	56,06	5,45	90,04	7,58	1,33	1,20
ОАО «Поставский молочный завод»	99,12	6,2	81,25	–	2,10	1,04
Смесь флотошлама и ИАИ						
ОАО «Верхедвинский маслосырзавод»	82,05	5,1	92,58	4,03	1,48	0,87
ОАО «Щучинский маслосырзавод»	85,46	5,7	77,05	2,11	2,75	0,91
ОСВ после мезофильного сбраживания						
ОАО «Пружанский молочный комбинат» (необезвоженный)	97,97	8,2	67,25	3,75	6,61	2,74
ОАО «Пружанский молочный комбинат» (обезвоженный)	82,59	6,6	75,23	3,98	5,88	0,33
Норма для ОСВ [10]	–	5,5-8,5	–	≥ 0,6	≥ 1,5	–

Таблица 2. – Санитарно-показательные бактерии в ОСВ

Образец	Титр БГКП	Титр энтерококков	Патогенные бактерии, в т.ч. сальмонеллы	Титр <i>C. perfringens</i>
ОСВ сырой ОАО «Щучинский МСЗ»	10 ⁵	10 ⁴	0	0,1
ОСВ до обработки в декантере ОАО «Березовский сыродельный комбинат» [12]	10 ³	10 ²	0	10 ³
ОСВ после мезофильного сбраживания ОАО «Пружанский молочный комбинат» [6]	0,01	1,0	0	0,01
Гигиеническая норма для почвы [13]	1,0 и выше	1,0 и выше	0	0,01 и выше
Норма для ОСВ [10]	0,01 (ОСВ I группы) 0,001 (ОСВ II группы)	-	-	-

ответствующих нормативным требованиям и делает его безопасным для окружающей среды.

Одним из преимуществ анаэробного сбраживания, помимо частичного обеззараживания осадков, является производство биогаза.

В рамках выполняемой научно-исследовательской работы определен состав образующегося биогаза в мотантенках локальных очистных сооружений ОАО «Пружанский молочный комбинат» (таблица 3). Исследования проводились на специализированном оборудовании (анализаторе биогаза BIOGAS 5000) КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод».

Таблица 3. – Качественный состав биогаза

№ п/п	Показатель	Единица измерения	Значение концентрации
1	Метан (CH ₄)	%	76,4
2	Углекислый газ (CO ₂)	%	12,3
3	Кислород (O ₂)	%	6,3
4	Сероводород (H ₂ S)	ppm	н/п

Установлено, что содержание метана в газовой смеси очень высокое – 76,4 %, что выше проектного (59,9 %). Отсутствие сероводорода в составе биогаза свидетельствует о высокой степени очистки газовой смеси и высоких качественных характеристиках биогаза, как топлива. Запланированный выход биогаза, образуемого при анаэробном сбраживании флотошлама и избыточного активного ила, составляет – 1086 м³/сут.

Выводы

Сырые осадки по содержанию общего азота и подвижных соединений фосфора не уступают сброженным. При этом осадки после мезофильного сбраживания представляют большую ценность как удобрение и неопасны для окружающей среды, тогда как сырые осадки по причине микробиологического загрязнения подлежат обязательному обеззараживанию.

Сбраживание ОСВ в мезофильных условиях сопровождается образованием биогаза высокого качества с содержанием метана 76,4 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Количество и состав бытовых и производственных сточных вод. Службы отходов: методы их очистки и состав сооружений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vodolov.ru/spravocchnik-stroitelstva/spravocchnik-proektirovshika/> – Дата доступа: 02.04.2018.
2. Новикова, О.К. Обработка осадков сточных вод: учеб.-метод. пособие / О.К. Новикова, М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Беларус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2015. – 86 с.
3. Обработка осадков городских сточных вод: учебное пособие / Л.Р. Хидматеева. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архит.-строит. ун-та, 2016. – 105 с.
4. Воронин, Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов / Ю.В. Воронин, С.В. Яковлев. – М.: Изд-во АСВ, 2008. – 704 с.
5. Технический справочник по обработке воды в 2 т. / редкол.: М.И. Алексеев [и др.]. – СПб.: Новый журнал, 2007. – 2 т.
6. Исследование свойств осадка производственных сточных вод очистных сооружений ОАО «Пружанский молочный комбинат» и разработка способа производства удобрения на его основе: отчет о НИР (промежут.) / Полесский аграрно-экологический ин-т НАН Беларуси, рук. А. Н. Лицкевич. – Брест, 2017. – 62 с. – № ГР 20171808.
7. Методика отбора проб отходов РД РБ 0212.6-2002. – Введ. 01.02.2003. – Мн., 2002.
8. Об утверждении РД РБ «Методика отбора проб отходов»: Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 08.01.2003 № 3. – Минск, 2003.
9. Ресурсосбережение: Осадки сточных вод. Методы отбора и подготовки проб ГОСТ Р 58226-2014. – Введ. 01.01.2015. – М., 2014. – 11 с.
10. Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений. ГОСТ Р 17433.07-2001. – Введ. 23.01.01. – М.: Госстандарт России, 2001. – 5 с.
11. Требования к сточным водам и их осадкам для орошения и удобрения. – ГОСТ 17433.05-86. – 1987. – Введ. 01.07.87. – 4 с.
12. Чезлова, О.Е. Микробиологическая характеристика осадков сточных вод Березовского сыродельного комбината / О.Е. Чезлова // Природа, человек и экология: сборник материалов региональной студенч. научн.-практ. конф., Брест, 25 апреля 2012 г. / Брест. гос. ун-т имени А. С. Пушкина, редкол.: П. М. Усачева (гл. ред.) [и др.]. – Брест: БрГУ, 2012. – С. 80–81.
13. Инструкция 4.2.10-12-9-2003. Методы санитарно-микробиологических исследований почвы: утв. пост. гл. гос. санит. врача 29.05.06. – Минск, 2006. – 32 с.

COMPOSITION AND PROPERTIES OF SECONDARY SEDIMENTS OF WASTE WATERS OF DAIRY ENTERPRISES

LITSKEVICH A.N., GULKOVICH M.V., CHERNICHKO O.A., CHEZLOVA O.E., BASALAI E.N., DEMYANCHUK A.F.

The chemical composition of different types of secondary sewage sludge of dairy enterprises is considered. A high content of organic matter, nitrogen and phosphorus in sewage sludge is established. Sewage sludge after mesophilic fermentation have a great value as fertilizer and is not harmful to the environment. The fermentation of sewage sludge from milk plants under mesophilic conditions is accompanied by the formation of high-quality biogas with a methane content of 78.4 %.