

УДК 628.31

В. И. Романовский, ассистент (БГТУ); В. Н. Марцунь, доцент (БГТУ)

РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ И КАНАЛИЗАЦИИ

Данная статья посвящена исследованию осадков сточных вод очистных сооружений канализации. Авторами статьи был проанализирован большой объем литературных данных, который послужил разработкой методики определения состава и свойств осадков сточных вод, позволяющей оперативно получать информацию об их составе, на основании которой может быть выбран метод переработки или использования. Предложенная методика рассмотрена на примере анализа осадков очистных сооружений канализации, образующихся при очистке смеси хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод нефтеперерабатывающих предприятий и предприятий по производству химических волокон.

Given article is devoted to research of waste deposits treatment facilities of the water drain. Authors of article had been analyzed great volume of literature data which has allowed to develop a technique of structure definition and properties of sewage deposits which allows to receive operatively the information on their structure on which basis the processing or use method can be chosen. The offered technique is considered on an example of the analysis of deposits of treatment facilities the water drains formed at clearing of a mix economic-household and industrial sewage of the oil refining enterprises, and the enterprises for manufacture of chemical fibres.

Введение. Осадки сточных вод очистных сооружений канализации – сложная многокомпонентная и многофазная система. В осадках сточных вод содержится большое количество микроорганизмов, в том числе патогенных, токсичные соединения, особенно ионы тяжелых металлов (Co, Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, Zn и др.). Вместе с тем осадки сточных вод являются ценным сырьем, которое может быть вовлечено в хозяйственный оборот.

В Республике Беларусь количество осадков, накопленных на иловых площадках и других объектах, составляет более 2 млн. т.

Традиционными (не считая предварительной обработки) методами использования осадков очистных сооружений канализации являются:

- применение в качестве сельскохозяйственного удобрения;
- компостирование;
- анаэробное сбраживание с получением биогаза;
- сжигание;
- захоронение.

Для выбора направления использования осадков сточных вод необходимо обладать информацией об их составе. Учитывая то, что осадки содержат широкий спектр органических веществ различной молекулярной массы, неорганические вещества в различном фазовом состоянии, исследование их состава представляет довольно сложную задачу. В настоящее время отсутствуют методики определения показателей, характеризующих состав и свойства осадков, которые учитывают особенности этого объекта исследования. Поэтому целью работы была разработка методики исследования осадков сточных вод, позволяющей оперативно получать информацию об их

составе, на основании которой может быть выбран метод переработки или использования.

Общая методика исследований осадков сточных вод. На основании оценки и практической апробации различных схем исследования вещественного и элементного состава осадков сточных вод выбрана методика, включающая первоначальное определение содержания макро- и микроэлементов, на основании которой можно сделать вывод о возможности их использования в качестве удобрения или анаэробного сбраживания с получением биогаза, при этом определяются:

- рН осадков по ГОСТ 26483-85;
- влажность и содержание сухого вещества (плотный остаток) осадков по ГОСТ 26713-85;
- прокаленный остаток (зольность) и потери при прокаливании (содержание органических веществ) по ГОСТ 27980-88.

Для предварительной оценки диапазона концентраций элементов в сухом остатке, а также выбора условий проведения детального исследования элементного состава методом атомно-абсорбционной спектроскопии использовали рентгенофлуоресцентную энергодисперсионную спектроскопию и метод сжигания проб в токе кислорода с последующим газохроматографическим определением оксидов элементов (серы, азота, водорода, углерода).

Определение элементного состава сухого и прокаленного остатка проводили для оценки содержания элементов в органической и минеральной части проб, что необходимо, например, при определении возможности использования осадков для получения биогаза.

Элементный анализ осадков сточных вод на данном этапе исследований осуществляли на

микроскопе JSM 5610 LV с системой химического анализа EDX JED 2201 JEOL (Япония) методом рентгенофлуоресцентной энергодисперсионной спектроскопии. Погрешность данного метода составляет 0,1%.

Результаты исследований позволяют выбрать методики определения содержания отдельных элементов с заданной точностью.

Так, например, для использования осадков сточных вод в качестве удобрения или для рекультивации земель необходимо определить концентрацию тяжелых металлов с точностью до 1 мг/кг. Также следует провести дополнительные исследования по расчету массовой доли общего азота, фосфора и калия по ГОСТу:

- массовая доля общего азота, %, в пересчете на сухое вещество по ГОСТ 26715-85;
- массовая доля общего фосфора, %, в пересчете на сухое вещество по ГОСТ 26717-85;
- массовая доля общего калия, %, в пересчете на сухое вещество по ГОСТ 26718-85.

Содержание тяжелых металлов определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии [1] на спектрометре с электротермической атомизацией проб (метод графитовой кюветы) «Сатурн-3-П1» с использованием ламп ВСБ и ЛТ-2, а также на атомно-абсорбционном спектрометре Avanta, оснащенный графитовой печью GF3000 и автосемплером PAL3000, обеспечивающим автоматическое разбавление проб при построении градуировочных графиков и анализе образцов.

Определение содержания тяжелых металлов проводили после минерализации предварительно высушенных проб. Минерализацию осуществляли на СВЧ-минерализаторе Минотавр-2. Валовое содержание металлов: к пробе осадка 0,2–1,0 г (в пересчете на сухое вещество) добавляли 10 см³

азотной кислоты и 1 см³ пероксида водорода. Смесь нагревалась и после выпаривания обрабатывалась еще два раза так, как описано выше.

Экспериментальная апробация методики. Объектом исследований в работе были осадки очистных сооружений канализации, образующиеся при очистке смеси хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод нефтеперерабатывающих предприятий и предприятий по производству химических волокон.

Результаты исследования осадков иловых площадок нефтеперерабатывающего предприятия представлены ниже.

Вещественный состав осадков приводится в табл. 1.

Таблица 1

Влажность и содержание органических веществ в исследуемых пробах иловых площадок

№ иловой площадки	Массовая доля влаги, %	Массовая доля органического вещества, %
1	70,5	51,4
2	71,5	51,6
3	72,8	50,4
4	73,7	50,0

Отношение содержания минеральных и органических веществ во всех исследуемых пробах изменяется незначительно и составляет примерно 1 : 1.

Результаты исследования осадков сточных вод методом рентгенофлуоресцентной энергодисперсионной спектроскопии представлены в табл. 2.

Содержание тяжелых металлов определяли в сухом остатке после их мокрой минерализации методом атомно-абсорбционной спектроскопии (табл. 3).

Таблица 2

Содержание элементов в сухом остатке

№ иловой площадки	г/кг							мас. %				
	Cd	Ni	Cr	Zn	Cu	Hg	As	Ca	P*	K*	S	N*
1	0,26	0,20	0,18	0,44	0,55	0,00	0,00	3,48	4,08	1,79	0,71	1,41
2	0,21	0,00	0,01	0,32	0,00	0,00	0,00	3,37	3,84	1,64	0,68	1,26
3	0,00	0,00	0,03	0,24	0,19	0,00	0,34	3,82	1,77	0,70	1,15	1,51
4	0,19	0,12	0,23	0,27	0,00	0,00	0,00	4,02	3,82	1,98	0,66	1,12

* Приведено среднее значение из результатов, полученных методом рентгенофлуоресцентной энергодисперсионной спектроскопии и по ГОСТ 26715-85, 26717-85, 26718-85.

Таблица 3

Содержание элементов в сухом остатке (для усредненных проб) С, мг/кг

№ иловой площадки	C _{Zn}	C _{Cd}	C _{Pb}	C _{Fe}	C _{Co}	C _{Ni}	C _{Cu}	C _{Cr}	C _{Hg}	C _{As}
1	854,3	1,5	42,9	23253,0	3,7	47,7	187,3	302,0	1,9	2,7
2	1026,1	1,8	56,4	15043,0	4,9	116,4	228,0	339,8	2,5	2,7
3	1168,3	2,1	56,3	9547,7	5,5	61,8	267,8	419,7	3,6	3,2
4	976,3	1,7	46,3	14737,7	4,5	53,1	216,8	300,6	3,1	2,5

Таблица 5

Содержание элементов в сухом остатке С

№ пробы	C _{Zn} , мг/г	C _{Cd} , мг/г	C _{Pb} , мг/г	C _{Co} , мг/г	C _{Ni} , мг/г	C _{Cu} , мг/г	C _{Cr} , мг/г	S, мас. %	N, мас. %	C, мас. %	H, мас. %
1	8,13	0,00	0,03	0,00	0,11	0,90	0,26	0,75	2,9	22,4	6,8
2	3,83	0,00	0,02	0,00	0,30	1,10	0,30	0,20	2,2	37,7	7,2
3	2,10	0,00	0,00	0,00	0,24	1,10	0,19	0,10	2,0	46,2	7,3
4	18,58	0,00	0,00	0,19	0,08	0,50	0,50	0,15	3,4	40,4	7,2

Результаты определения pH осадков сточных вод для усредненных проб:

- иловая площадка № 1 – 7,87;
- иловая площадка № 2 – 7,75;
- иловая площадка № 3 – 7,83;
- иловая площадка № 4 – 8,10.

Полученные результаты дают возможность рекомендовать данные осадки сточных вод к использованию в качестве удобрения. Критерием пригодности осадка к использованию в качестве удобрения выступают принятые технические условия ТУ ВУ 300003249.001-2009 «Удобрения из осадков сточных вод».

Результаты исследования осадков сточных вод предприятия по производству искусственных волокон представлены ниже.

В работе исследовались следующие пробы:

- 1 – осадок первичных отстойников (I очередь);
- 2 – осадок первичных отстойников (II очередь);
- 3 – осадок первичных отстойников (III очередь);
- 4 – активный ил.

Содержание минеральных и органических веществ в исследуемых пробах представлено в табл. 4.

Таблица 4

Влажность и содержание органических веществ в исследуемых пробах

№ пробы	Массовая доля влаги, %	Массовая доля органического вещества, %
1	97,9	65,6
2	98,5	73,4
3	96,1	76,7
4	99,3	72,5

Содержание тяжелых металлов в сухом остатке определяли методом рентгенофлуоресцентной энергодисперсионной спектроскопии, а содержание углерода, азота, серы и водорода

по результатам газохроматографического анализа (табл. 5).

Белки, жиры и углеводы определяли в органическом веществе в пробах № 4 и 5 (табл. 6).

Таблица 6

Содержание белков, жиров и углеводов в органическом веществе, %

№ пробы	Белки	Жиры	Углеводы
4	48	14	9
5	46	18	11

Анализ полученных данных позволяет обосновать направление использования исследуемых осадков сточных вод для анаэробного сбраживания с целью получения биогаза.

Закключение. Разработана методика исследования осадков сточных вод, позволяющая оперативно (в течение нескольких рабочих дней) определить состав и свойства осадков и выбрать направление их использования. Экспериментальная апробация методики была проведена на осадках очистных сооружений канализации, образующихся при очистке смеси хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод нефтеперерабатывающего завода и предприятия по производству химических волокон. По результатам исследований рекомендовано осадки сточных вод нефтеперерабатывающего завода использовать в качестве удобрения, а осадки сточных вод предприятия по производству искусственных волокон – для анаэробного сбраживания с целью получения биогаза.

Литература

1. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства / под ред. А. М. Артюшина. – М.: ЦИНАО, 1992. – 61 с.

Поступила 31.03.2010