

УДК 628.336.3

О.А. Жвакина, Е.Д. Гельфанд

Жвакина Оксана Анатольевна родилась в 1977 г., окончила с отличием в 1999 г. химико-технологический факультет Архангельского государственного технического университета. Аспирант кафедры биотехнологии Архангельского государственного технического университета. Имеет 4 печатных работы в области переработки осадков сточных вод.



Гельфанд Ефим Дмитриевич родился в 1936 г., окончил в 1959 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор технических наук, профессор кафедры биотехнологии Архангельского государственного технического университета. Имеет более 340 печатных трудов и 140 изобретений в области химической технологии древесины и биотехнологии.



О СОВМЕСТНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ЦБП С ЗОЛОЙ ТЭС

Установлено, что добавление золы ТЭС к осадкам сточных вод позволяет интенсифицировать процессы уплотнения и фильтрации.

активный ил, осадки, зола, флокулянт, совместная переработка.

Предприятия целлюлозно-бумажной промышленности являются одними из наиболее мощных источников отходов, в частности осадков сточных вод (ОСВ), переработка и складирование которых сопряжены со значительными затратами. Наряду с ОСВ на этих предприятиях в качестве отходов образуется зола от сжигания каменного угля в количествах, превышающих ОСВ. В настоящее время ОСВ и зола теплоэлектростанций (ТЭС) транспортируются в соответствующие накопители отходов отдельно.

В результате исследований, проведенных в Архангельском государственном техническом университете, установлено, что механическое смешение золы ТЭС с обезвоженными ОСВ приводит к получению материала, обладающего уникальными свойствами, позволяющими использовать его в новых направлениях, например в качестве плодородного слоя на газонах, плодородного горизонта при рекультивации отслуживших срок накопителей производственных отходов, изоляционного покрытия на накопителях про-

мышленных и бытовых отходов, противофильтрационного экрана на полигонах захоронения промышленных и бытовых отходов*.

В связи с этим представляет интерес исследовать возможность и целесообразность совместной переработки ОСВ с золой, поскольку не исключено, что при этом могут быть выявлены новые положительные эффекты.

Исследования проводили на образцах ОСВ и золы ТЭС Соломбальского ЦБК. Зола в осадки вводили двумя способами: а) перед стадией уплотнения осадков (при этом изучали влияние золы на уплотнение осадков, качество надосадочной жидкости, фильтруемость осадков); б) перед фильтрацией в уплотненные осадки (при этом изучали влияние золы на фильтруемость осадков и качество фильтрата).

В пробных опытах было установлено, что добавление золы ТЭС к суспензии активного ила (АИ) заметно ускоряет его седиментацию. При этом не имеет значения откуда взята зола: непосредственно из-под колосников топки, из системы гидротранспорта или золоотвалов различной давности хранения.

Выявлено, что на эффективность процесса влияет размер частиц золы (рис. 1), однако изучение фракционного состава различных образцов золы показало, что все они на 85 ... 90 % состоят из частиц размером менее 0,5 мм, следовательно проводить фракционирование нецелесообразно.

Рис. 1. Зависимость объема уплотненного осадка (УО) от размера частиц во фракциях золы (расход золы 85 % к абс. сухим веществам АИ, продолжительность отстаивания 90 мин)

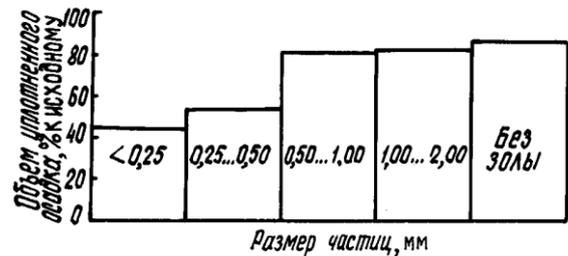
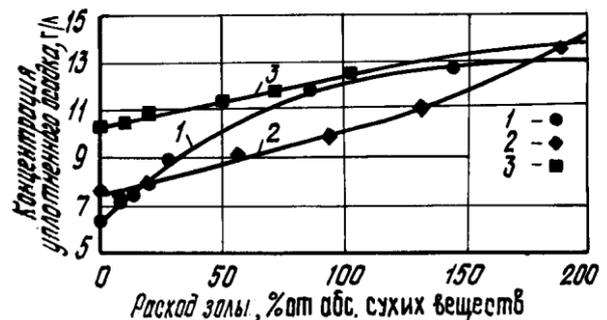


Рис. 2. Зависимость концентрации УО (без учета сухих веществ золы) от расхода золы при концентрации исходного АИ (продолжительность отстаивания 90 мин): 1 – 3,5; 2 – 5,3; 3 – 9,7 г/л



8*

* Заручевных И.Ю. Совместная утилизация иловых осадков сточных вод целлюлозно-бумажных предприятий и золы ТЭС для изоляции и рекультивации накопителей отходов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Архангельск, 1999. – 21 с.

На эффективность уплотнения АИ с золой существенно влияет ее дозировка. Как видно из рис. 2, это влияние проявляется во всем исследованном интервале дозировок.

Поскольку в реальном производстве введение значительных количеств золы ТЭС на стадии уплотнения может быть сопряжено с технологическими проблемами, была предпринята попытка усилить действие золы (с расходом до 50 %) за счет введения в смесь флокулянта. Так, при добавлении 0,05 %-го раствора флокулянта Праестол 650 ВС и расходе золы 30 ... 45 % за 0,5 ч достигается такая же степень концентрирования АИ, как и за 5,0 ч, но без добавок (рис. 3). Оптимальный расход флокулянта составляет около 0,5 кг/т абс. сухих веществ АИ. При этом значительно улучшается качество надосадочной жидкости, что видно из результатов анализа ее проб, отобранных после уплотнения АИ в течение 1 ч без добавок и с добавками (табл. 1). Подобный эффект был установлен при использовании флокулянта Праестол 611 ВС.

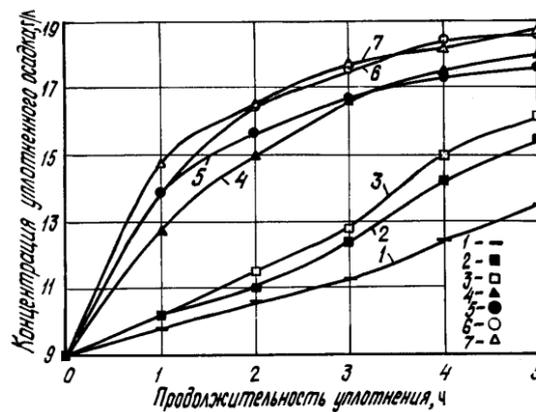


Рис. 3. Зависимость концентрации УО (без учета сухих веществ золы) от продолжительности уплотнения при расходе золы 0 (1); 30 (2, 4, 5); 45 % (3, 6, 7) и расходе флокулянта 0 (1 – 3); 0,5 (4, 6); 0,7 кг/т (5, 7)

Было изучено влияние золы и флокулянта на уплотнение осадков, образующихся при отстаивании производственных (ПО) и хозяйственных (ХФ) стоков.

Полученные результаты показали, что введение золы в осадки ПО и ХФ не оказывает никакого воздействия на уплотнение, но способствует некоторому

осветлению надосадочной жидкости. При добавлении только флокулянта (без золы) она имеет небольшую мутность, но при этом происходит

Таблица 1

Показатель	Значение показателя при введении золы (числитель) и флокулянта (знаменатель)								
	0 / 0	30 / 0	30 / 0,5	30 / 0,7	30 / 0,8	45 / 0	45 / 0,5	45 / 0,7	45 / 0,8
Прозрачность, см	7	7	9	17	20	10	12	14	20
Содержание взвешенных, мг/л	6	4	4	2	1	3	3	1	< 1

Примечание. Расход золы выражен в процентах к абс. сухим веществам АИ, флокулянта – в кг/т абс. сухих веществ АИ.

Таблица 2

Объект исследования	Концентрация уплотненного осадка (без учета золы), г/л, при концентрации исходной смеси, г/л			
	8,70	11,80	14,86	17,98
Смесь без добавок	20,4	19,7	17,5	20,3
Смесь с добавкой 30 % золы и 0,5 кг/т флокулянта	23,7	25,6	23,8	25,7
Смесь с добавкой 45 % золы и 0,5 кг/т флокулянта	24,0	25,8	26,7	27,7

слипание частиц и волокон осадка друг с другом, осадок как бы «набухает». При совместном введении золы и флокулянта концентрация уплотненного осадка несколько увеличивается за счет слипания частиц золы с волокнами, что способствует их оседанию.

Так как на предприятиях используют совместное уплотнение АИ вместе с другими осадками, нами были проведены исследования по уплотнению этих смесей с добавлением золы и флокулянта.

Смеси готовили из АИ, осадков ПО и ХФ в соотношении 50:30:20 по сухим веществам. В смеси на 1 т сухих веществ добавляли оптимальное количество золы и флокулянта (300 кг золы + 0,5 кг флокулянта; 450 кг золы + 0,5 кг флокулянта). Продолжительность уплотнения 2 ч. Условия и результаты опытов приведены в табл. 2, из которой видно, что во всех случаях введение золы и флокулянта заметно улучшает уплотнение смесей осадков. Дополнительным эффектом является улучшение качества надосадочной жидкости (табл. 3).

На следующем этапе изучали фильтруемость осадков, уплотненных с добавками и без добавок золы и флокулянта. Фильтрацию проводили на фарфоровой воронке, моделирующей работу ленточного вакуум-фильтра, диаметром 750 мм через фильтроткань лавсан. Разрежение 0,4 ... 0,5 атм. Условия опытов и результаты представлены в табл. 4.

Анализ результатов показал, что введение золы в смесь осадков на стадии уплотнения позволяет получить осадок с концентрацией на 20 ... 30 % больше (без учета золы), чем без добавок. Кроме того, при обезвоживании осадков, уплотненных с золой, влажность получаемого кека на

Таблица 3

Объект исследования	Прозрачность (числитель) и содержание взвешенных веществ (знаменатель) в надосадочной жидкости при концентрации исходной смеси, г/л	
	14,86	17,98
Смесь без добавок	2 / 7	2 / 41
Смесь с добавкой 30 % золы и 0,5 кг/т флокулянта	3 / 5	3 / 2
Смесь с добавкой 45 % золы и 0,5 кг/т флокулянта	4 / 2	3 / 7

Примечание. Прозрачность приведена в см, содержание взвешенных – в мг/л.

Таблица 4

Номер серии	Исходная концентрация смеси, г/л	Расход			Концентрация сухих веществ в уплотненном осадке (без учета золы), г/л	Высота слоя кека, мм	Влажность кека, %	Удельная производительность фильтрации, кг/(м ² · ч)	
		зола, % к сухим веществам	флокулянта, кг/т сухих веществ					без учета золы	с учетом золы
			Всего	В том числе до отстаивания					
1	8,7	0	2,5	0,0	20,4	4	79,2	15,8	–
		30	2,5	0,5	23,7	7	77,2	18,3	23,8
		45	2,5	0,5	24,0	7	75,7	18,8	27,3
2	8,7	0	3,0	0,0	20,4	4	79,4	18,4	–
		30	2,5	0,5	23,7	4	75,4	18,2	23,7
		45	2,5	0,5	24,0	4	72,5	27,6	40,0
3	11,8	0	3,0	0,0	19,7	5	82,1	19,5	19,5
		30	3,0	0,5	25,6	7	77,2	22,1	28,7
		45	3,0	0,5	25,8	8	75,4	26,5	38,5
4	18,0	0	2,0	0,0	20,3	5	82,6	15,6	–
		30	2,0	0,5	25,7	8	79,3	17,8	23,1
		45	2,0	0,5	27,7	7	77,2	21,8	31,5
5	14,9	0	3,0	0,0	17,5	3	79,6	29,0	29,0
		30	3,0	0,5	23,8	5	76,2	47,7	62,0

4 ... 7 относ. % ниже, чем при обезвоживании без добавок. При этом удельная производительность фильтрации (УПФ) увеличивается в 1,4 – 1,7 раза (без учета золы).

Так как на станциях биологической очистки наибольшее распространение получили барабанные вакуум-фильтры, дальнейшее изучение УПФ осадков, уплотненных с золой и без золы, проводили на погружной воронке, моделирующей работу барабанного вакуум-фильтра при разрежении 0,4 ... 0,5 атм. Из полученных результатов (табл. 5) видно, что увеличение дозы золы приводит к уменьшению влажности кека на 6 ... 11 относ. % с одновременным увеличением УПФ от 5 до 70 относ. %.

Кроме этого, было изучено влияние золы на фильтруемость осадков, уплотненных без добавок золы и флокулянта. Золу в этом случае вводили

Таблица 5

Исходная концентрация смеси, г/л	Продолжительность фильтроцикла, с		Расход			Концентрация сухих веществ в уплотненном осадке (без учета золы), г/л	Высота слоя кека, мм	Влажность кека, %	Удельная производительность фильтрации, кг/(м ² · ч)	
			зола, % к сухим веществам	флокулянта, кг/т сухих веществ					без учета золы	с учетом золы
	Всего	В том числе сушки		Всего	В том числе на стадии отстаивания					
8,7	150	45	0	2,0	0,0	20,4	4,5	80,2	19,5	–
	150	45	30	2,0	0,5	23,7	5,0	76,2	18,6	24,2
	150	45	45	2,0	0,5	24,0	6,0	77,2	20,4	29,6
14,9	100	30	0	2,0	0,0	17,5	4,5	81,9	30,1	–
	100	30	30	2,0	0,5	23,8	6,5	79,5	38,0	49,4

18,0	100	30	45	2,0	0,5	26,7	7,5	77,4	43,1	62,5
	100	30	0	3,0	0,0	20,3	4,5	81,2	27,8	27,8
	100	30	30	3,0	0,5	25,7	6,5	78,7	36,7	47,7
	100	30	45	3,0	0,5	27,7	9,5	78,8	47,4	68,8

Таблица 6

Расход золы, % к абс. сухим веществам осадка	Высота слоя кека, мм	Влажность кека, %	Удельная производительность фильтрации, кг/(м ² ·ч)	
			без учета золы	с учетом золы
Наливная воронка				
0	3,5	86,2	11,4	–
15	4,0	84,2	11,7	13,5
30	4,0	82,3	11,1	14,4
45	4,5	79,7	11,8	17,1
60	4,5	78,9	12,1	19,3
Погружная воронка				
0	5,0	82,2	9,8	–
15	5,0	80,5	11,0	12,6
30	5,5	79,2	10,1	13,2
45	6,0	76,8	10,3	15,0

Примечание. Здесь и далее, в табл. 7, 9, расход флокулянта составлял 3 кг/т сухих веществ.

непосредственно перед фильтрацией. Было проведено 2 серии опытов по фильтрованию на наливной и погружной воронках. Результаты опытов (табл. 6) показали, что, как и в предыдущих случаях, влияние золы положительно, но менее эффективно.

Аналогичные опыты по изучению влияния золы на фильтруемость осадков при введении ее как до стадии уплотнения, так и в уже уплотненные осадки, были проведены нами на лабораторном пресс-филт্রে при давлении 0,955 атм. Для исследований использовали флокулянт марки Праестол 611 ВС. Результаты опытов, представленные в табл. 7, 8, показы-

Таблица 7

Расход зола, %	Расход флокулянта на стадии отстаива- ния, кг/т сухих веществ	Концентрация сухих веществ в осадке перед фильтрацией, г/л		Влажность осадка, %	Удельная производи- тельность фильтрации, кг/(м ² ·ч)	
		без учета зола	всего		без учета зола	с учетом зола
0	0,0	19,8	19,8	86,5	61	–
30	0,5	25,7	33,3	82,5	142	185
45	0,5	25,8	37,4	76,0	184	267

Таблица 8

Расход золы, %	Влажность	Удельная производительность фильтрации,
----------------	-----------	-----------------------------------------

к абс. сухим веществам осадка	осадка, %	кг/(м ² · ч)	
		без учета золы	с учетом золы
0	85	100	–
10	81	110	121
20	79	122	146
30	77	121	157
40	78	129	180

Примечание. Исходный осадок содержал сухих веществ 48,5 г; расход флокулянта составлял 1,3 кг/т сухих веществ.

вают, что введение золы существенно увеличивает производительность фильтрации и снижает влажность обезвоженного осадка.

В случае введения золы в смесь ОСВ до стадии уплотнения (табл. 7) УПФ может возрасти в 2,5 – 3,0 раза при расходе золы 30 % к абс. сухим веществам осадка и в 3,0 – 4,5 раза при 45 %. При этом влажность обезвоженных осадков может быть снижена на 15 ... 19 относ. % в зависимости от количества золы.

При введении золы в смесь ОСВ после стадии уплотнения (табл. 8) показатель УПФ можно увеличить в 1,3 раза, а влажность уменьшить на 9 относ. %.

Установлено, что загрязненность фильтрата, получаемого при обезвоживании осадков с добавлением золы, меньше, чем без золы.

Отдельная серия посвящена опытам по фильтрованию только АИ (без ПО и ХФ), уплотненного с золой и без золы. Для исследований использовали флокулянт Праестол 611 ВС. Опыты, проведенные нами на лабораторном пресс-фильтре, показали (табл. 9), что введение золы в АИ оказывает положительное влияние на стадию не только уплотнения, но и мехобезвоживания, существенно увеличивая производительность фильтрации и снижая влажность обезвоженного осадка.

Зависимость удельной производительности фильтрации от количества добавляемой золы носит экстремальный характер. Наилучшие показатели достигнуты при введении 50 % золы к сухим веществам АИ.

Таблица 9

Расход зола, %	флокулянта на стадии отстаива- ния, кг/т сухих веществ	Концентрация сухих веществ в осадке перед фильтрацией, г/л		Влажность осадка, %	Удельная производи- тельность фильтрации, кг/(м ² · ч)	
		без учета зола	с учетом зола		без учета зола	с учетом зола
0	0,0	13,0	–	90	8	–
30	0,5	15,0	19,5	79	18	23
50	0,5	17,0	25,5	75	22	33
70	0,5	18,0	30,6	80	20	35
90	0,5	19,0	36,1	81	15	29

Выводы

1. Зола является эффективным средством для уплотнения осадков, содержащих активный ил.

2. Введение флокулянтов Праестол в количестве до 0,5 кг/т при уплотнении активного ила с золой существенно повышает эффективность процесса уплотнения (сокращается продолжительность уплотнения и увеличивается концентрация сухих веществ в осадке).

3. Зола не оказывает никакого действия на уплотнение отдельно взятых ХФ и ПО осадков.

4. При уплотнении как АИ, так и смесей осадков добавление золы и флокулянта улучшает качество надосадочной жидкости: в 1,5 – 3,0 раза увеличивается ее прозрачность, в 1,6 – 5,0 раз уменьшается содержание взвешенных.

5. Обезвоживание смесей осадков с золой позволяет уменьшить влажность кека на 4 ... 11 относ. %. При этом удельная производительность фильтрации увеличивается в 1,4 – 1,7 раза (без учета сухих веществ золы).

6. Для улучшения процесса фильтрации зола может быть введена в осадки как на стадии уплотнения, так и непосредственно перед фильтрацией.

Архангельский государственный
технический университет

Поступила 9.10.01

O.A. Zhvakina, E.D. Gelfand

On Joint Treatment of Waste Waters Sludge of PPM with Ash from Heat-and-Power Station

Introduction of ash from heat-and-power station to waste water sludge allows to intensify the processes of compaction and filtration.
