

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ШЛАМОВ ХИМВОДОПОДГОТОВКИ ТЭЦ

*Б.Д. Ижанов*

Исследованы физико-химические свойства шламов химводоподготовки ТЭЦ-2 Алматинской области. Приведены данные, свидетельствующие о ценности шламов для многих отраслей промышленности и сельского хозяйства.

*Ключевые слова:* техногенные отходы; теплоэлектроцентраль; подготовка воды; осадок; шлам; твердый осадок.

Решение проблемы рационального использования техногенных отходов промышленности приведет к сбережению природных ресурсов, расширению сырьевой базы строительства, значительному уменьшению загрязнения окружающей среды. Основной целью при изучении переработки вторичных ресурсов является поиск экономически выгодных и экологически приемлемых технологий получения материалов с заранее заданными свойствами.

Токсичность отходов связана не только с их химическим составом. Степень экологической опасности зависит от агрегатного состояния отходов (твердые, жидкие, газообразные). Твердые отходы сравнительно легко фиксируются и хранятся на местности. Имеется большое количество решений по улавливанию газообразных отходов. Самыми опасными отходами являются “мокрые” – суспензии, пульпы, осадки сточных вод – шламы. Шламы образуются при технологии предварительной очистки воды на ТЭЦ, включающей такие методы обработки воды, как осветление, а также снижение щелочности и частичное ее умягчение.

По агрегатному состоянию шламы представляют собой двухфазные системы: твердая фаза (минеральные частицы) и дисперсная среда

(жидкость). Помимо вида и качества применяемых реагентов при химводоподготовке воды на объем и состав шлама, существенное влияние оказывает вид исходной воды. Важнейшими показателями качества воды для использования в теплоэнергетике являются: концентрация грубодисперсных веществ; концентрация истинно растворенных примесей (ионный состав); концентрация коррозионно-активных газов; концентрация ионов водорода; технологические показатели, в которые входят сухой и прокаленный осадок, окисляемость, жесткость, щелочность, кремнесодержание, удельная электропроводность и т.д. В данной работе исследовались шламы ТЭЦ-2 Алматинской области, которые образуются при использовании воды Талгарского водозабора. Показатели качества исходной воды на АО АлЭС приведены в табл. 1.

Как показывают данные табл. 1, по существующей классификации [1], природная вода рассматриваемых водоемов относится по соленосодержанию к пресной воде средней минерализации, по значению общей жесткости ( $J_0$ ) – к воде с повышенной жесткостью, по содержанию соответствующих анионов – к гидрокарбонатному классу, по степени загрязнения ор-

Таблица 1

## Показатели качества исходной воды на АО АлЭС

Показатель	Единицы измерения	1-й квартал	2-й квартал	3-й квартал	4-й квартал	Среднее за год
Ca <sup>++</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>	2,80	3,10	2,90	3,10	2,975
	мг/дм <sup>3</sup>	56,11	62,12	58,12	62,12	59,62
Mg <sup>++</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>	1,6	1,5	1,5	1,3	1,475
	мг/дм <sup>3</sup>	19,44	18,23	18,23	15,80	17,92
Na <sup>++</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>	0,64	0,55	0,61	0,48	0,57
	мг/дм <sup>3</sup>	14,72	12,65	14,03	11,04	13,11
Сумма катионов		15,04	5,15	5,02	4,88	5,02
Cl <sup>-</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>	0,282	0,282	0,280	0,282	0,281
	мг/дм <sup>3</sup>	10,01	10,01	9,94	9,94	9,98
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>	отс	отс	отс	отс	отс
	мг/дм <sup>3</sup>	отс	отс	отс	отс	отс
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>	0,239	0,236	0,237	0,276	0,247
	мг/дм <sup>3</sup>	14,8	14,6	14,7	17,1	15,31
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>	0,620	0,637	0,600	0,620	0,619
	мг/дм <sup>3</sup>	29,8	30,6	28,8	29,8	29,71
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>	3,90	4,00	3,90	3,70	3,875
	мг/дм <sup>3</sup>	237,86	243,96	237,86	225,66	236,3
Сумма анионов		5,04	5,15	5,02	4,88	5,02
pH		7,6	7,53	7,63	7,5	7,57
CO <sub>2</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	2,2	2,2	2,2	2,2	2,20
Ж	мг-экв/дм <sup>3</sup>	4,4	4,6	4,4	4,4	4,45
Щ	мг-экв/дм <sup>3</sup>	3,9	4,0	3,9	3,7	3,88
SiO <sub>3</sub> общ.	мг/дм <sup>3</sup>	18,24	18,72	18,56	18,24	18,43
SiO <sub>3</sub> раст.	мг/дм <sup>3</sup>	18,04	17,84	18,446	18,04	18,08
SiO <sub>3</sub> колл	мг/дм <sup>3</sup>	0,2	0,88	0,12	0,2	0,35
Fe <sup>+++</sup>	мкг/дм <sup>3</sup>	102,6	88,6	60,6	48,6	75,1
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	мкг/дм <sup>3</sup>	147	126,7	86,7	69,5	107,48
Cu <sup>++</sup>	мкг/дм <sup>3</sup>	4,5	6,5	3,5	5,0	4,9
Взвеш. в-ва	мг/дм <sup>3</sup>	1,45	1,2	1,0	1,6	1,31
Сухой остаток	мг/дм <sup>3</sup>	312,4	314,8	308	376,5	327,93

Таблица 2

## Результаты химического анализа раствора

Пробы	pH	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	Ca, мг/дм <sup>3</sup>	Mg, мг/дм <sup>3</sup>	Na, мг/дм <sup>3</sup>	K, мг/дм <sup>3</sup>
Раствор	1,2	0,05	7250	350	32,40	14,64	485,0	54,0	625,0	191,0

Таблица 3

## Результаты химического анализа осадка

Пробы	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , %	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , %
Осадок	0,008	12,3

ганическими веществами, характеризующейся степенью окисляемости, – к группе повышенной окисляемости.

Для определения химического состава двух фаз – раствора и осадка – были использованы шламы химводоподготовки ТЭЦ АО “АлЭС”. Неоднородный раствор с белым творожистым осадком, объемом 300 мл после интенсивного перемешивания на магнитной мешалке (ММ-5) был отфильтрован на среднепористом фильтре (желтая лента). Отфильтрованный раствор далее является испытательным раствором. Оставшийся на фильтре осадок высушен при температуре  $T = 105^{\circ}\text{C}$  в сушильном шкафу (2В-151) до постоянного веса, масса которого составила 4,25 г. В табл. 2 и 3 приведены результаты химического анализа раствора и осадка.

Как видно из табл. 2 и 3, химический анализ данных шламов позволяет говорить о достаточно стабильном химическом составе данных продуктов с преобладающим содержанием сульфатной фазы. Исследование показало – основное содержание данного образца состоит из катионов Са, Mg, Na, К и анионов  $\text{SO}_4$ . Содержание в растворе карбоната ( $\text{CO}_3$ ) и бикарбоната ( $\text{HCO}_3$ ) соответственно составляет 32,40 и 14,64 мг/дм<sup>3</sup>.

Высушенный и растертый шлам представляет собой тонкодисперсный порошок желтого цвета с удельной поверхностью 647–780 м<sup>2</sup>/кг и с остатком на сите № 008, близким к нулю.

Гранулометрический состав шлама, определенный седиментационным анализом показывает, что около 80% и более частиц имеют размер 10–20 мкм, на частицы размером > 20 мкм приходится не более 20%. Это позволяет отнести шламы,

согласно классификации Зидентрофа–Зигманда, к полидисперсным системам [2], при этом степень дисперсности шламов составила  $(4-6)10^{-6}$ . Высокая дисперсность шлама при его утилизации на стадии обезвоживания вызывает низкую фильтрующую способность. В заводских условиях фильтрация является наименее стабильной операцией, определяющей производительность процесса в целом. Для повышения технологической эффективности механического обезвоживания при всех равных условиях необходимо стремиться к укрупнению размеров частиц шлама [3], что является одним из приоритетов разрабатываемого экологического подхода к утилизации.

Зарубежный и отечественный опыт свидетельствует о том, что шламы водоподготовительных установок ТЭС являются ценным исходным сырьем для многих отраслей промышленности и сельского хозяйства. В этой связи перевод шламов водоподготовительных установок из разряда “отходов” во вторичные сырьевые источники позволит решать важнейшие экологические, экономические и социальные вопросы.

#### *Литература*

1. СанПиН РК 3.010667-97 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
2. *Воюцкий С.С.* Курс коллоидной химии. М.: Химия, 1975. 512 с.
3. *Вознесенский В.В., Феофанов Ю.А.* Экологические технологии: проблемы переработки и утилизации осадков сточных вод // Инженерная экология. 1999. № 1. С. 2–7.