



УДК 628.5

С.И. ЭПШТЕЙН, к.т.н., ведущий научный сотрудник,

А.Ю. КАПУСТЯК, младший научный сотрудник, Ю.А. ЩЕРБАК, младший научный сотрудник,

А.В. ПРОКОПЕНКО, научный сотрудник, С.А. ДОБРОСКОК, ведущий конструктор

Украинский государственный научно-технический центр «Энергосталь» (УкрГНТЦ «Энергосталь»), г. Харьков

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ФЛОКУЛЯЦИОННОЙ ОБРАБОТКЕ ВОДЫ ОБОРОТНОГО ЦИКЛА ГАЗООЧИСТОК КОНВЕРТЕРОВ

Приведены результаты исследований по обработке оборотной воды газоочисток кислородно-конвертерного цеха (ККЦ) флокулянтами. Установлено, что даже при стабилизационной обработке воды ингибиторами накипеобразования добавление флокулянтов позволяет получить содержание взвеси в воде менее  $150 \text{ мг/дм}^3$ .

**газоочистки конвертеров, оборотный цикл, ингибиторы накипеобразования, флокулянты, очистка воды, карбонатный индекс**

В связи с реконструкцией газоотводящего тракта и газоочистки конвертера № 2 ОАО «Енакиевский металлургический завод» (ОАО «ЕМЗ») возникла необходимость улучшения работы оборотного цикла водоснабжения газоочисток конвертеров.

Реконструкция газоочистки, которая в результате обеспечит более эффективную очистку конвертерного газа от пыли до уровня не более  $50 \text{ мг/м}^3$ , повысила требования к осветленной воде, подаваемой на очистку газа, – содержание взвешенных веществ не должно превышать  $150 \text{ мг/дм}^3$ . Несмотря на то, что расходы воды при реконструкции увеличиваются незначительно, необходимо проверить, обеспечат ли существующие отстойники требуемое осветление воды, и, если необходимо, предложить для этого соответствующие мероприятия.

Так как в настоящее время в оборотном цикле наблюдаются значительные карбонатные отложения, по-

требовались мероприятия по стабилизационной обработке воды с исключением негативного влияния этой обработки на осветление воды.

Схема узла очистных сооружений оборотного цикла представлена на рис. 1.

Вода в количестве  $830 \text{ м}^3/\text{час}$  после газоочисток по самотечным шламопроводам I (по трубам, затем по открытым лоткам) поступает в распределительную камеру II, а из нее – на радиальные отстойники III. В месте перехода трубопроводов в открытые лотки установлена камера смешивания, следовательно, в распределительную камеру II поступает смесь воды от всех трех газоочисток. После радиальных отстойников III вода подается в приемную камеру IV насосной станции V. Туда же поступает подпиточная вода из общезаводского пруда-шламонакопителя, а кроме того, некоторое количество конденсата и стоки от известково-обжигового цеха.

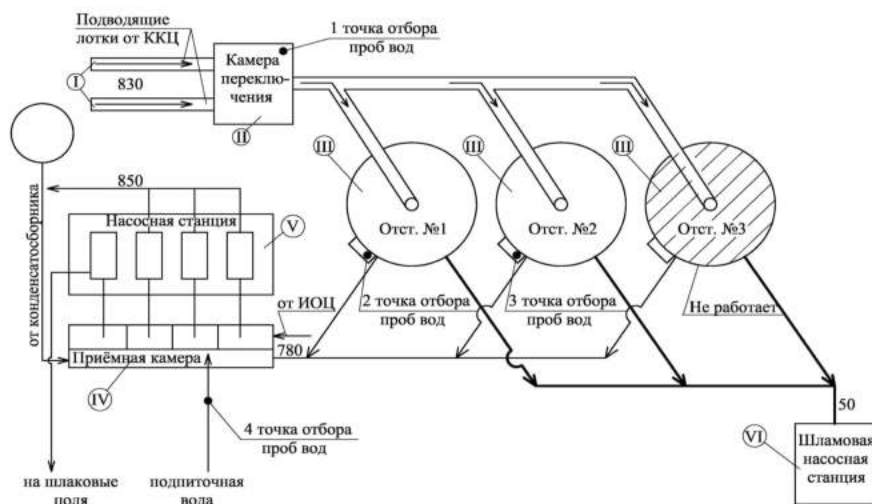


Рисунок 1 – Схема узла очистных сооружений оборотного цикла ККЦ ОАО «ЕМЗ»

Часть воды из приемной камеры IV в количестве около 300 м³/час направляется на шлаковые поля, остальная вода (850 м³/час) тремя группами насосов подается на газоочистку.

Шламовая пульпа из радиальных отстойников III в количестве около 50 м³/час шламовыми насосами, установленными в шламовой насосной станции IV, направляется на шламонакопитель. Ориентировочные расходы воды указаны на рис. 1.

Был изучен водно-химический режим оборотного цикла, а именно: выполнены химические анализы проб воды, отобранных в точках 1 (распределительная камера II перед отстойниками), 2, 3 (лотки осветленной воды после отстойников III), 4 (вода, подаваемая на подпитку оборотного цикла), 5 (осветленная вода, подаваемая на газоочистку). Результаты анализов приведены в табл. 1.

Как следует из приведенных данных, после газоочистки в воде наблюдается значительный прирост щелочности и кальция

$$\Delta \text{Щ} = 5,65 - 3,5 = 2,15 \text{ мг-экв/дм}^3;$$

$$\Delta \text{Ca}^{2+} = 18,65 - 16 = 2,65 \text{ мг-экв/дм}^3.$$

Эти приросты объясняются переходом из пыли в воду и растворением в воде извести.

Растворение извести продолжается в отстойниках. Увеличение щелочности составляет 3,1 мг-экв/дм³, Ca – 5 мг-экв/дм³. Можно считать, что выщелачивание извести составляет 5–6 мг-экв/дм³, т.е. 4250–5100 г-экв/час (102–122 кг-экв/сут). Это значит, что за одну плавку выщелачивается около 50–60 кг извести.

Как следует из приведенных данных, вода после газоочистки и радиальных отстойников, а также осветленная вода обладает склонностью к образованию карбонатных отложений.

Для определения тенденции к образованию карбонатных отложений используется ряд методов. Например, известно определение тенденции к образованию карбонат-

**Таблица 1 – Данные химического анализа воды оборотного цикла газоочисток ККЦ ОАО «ЕМЗ»**

№ точки	Наимен. точки	Компоненты, вычисленные величины	Размерность	Дата				
				1.06.10	2.06.10	3.06.10	4.06.10	среднее
1	Общий лоток	t	°C	38	50	46	48	45,5
		pH	–	12	8,5	9	11	10,12
		Ca <sup>2+</sup>	мг-экв/дм³	25,9	15,2	18	15,5	18,65
		Щ (ф/ф)	мг-экв/дм³	9	1,4	1,2	1,4	3,25
		Щ (м/о)	мг-экв/дм³	12,2	3,6	3,2	3,6	5,65
		Общее солесодержание*	мг/дм³					2358
		Сульфаты*	мг/дм³					1262
		Хлориды*	мг/дм³					643
		Взвешенные вещества	мг	5,672	3,319	2,745	3,542	3,8195
		Вычисленные величины:						
		ОН <sup>-</sup>	мг-экв/дм³					0
		CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	мг-экв/дм³					4,8
		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	мг-экв/дм³					0,85
		Карбонатный индекс I <sub>к</sub> = Ca · Щ <sub>общ</sub>	(мг-экв/дм³)²					105
Карбонатный индекс I <sub>к</sub> = Ca · [Щ <sub>общ</sub> – (ОН <sup>-</sup> )]	(мг-экв/дм³)²					105		
2	Отстойник № 1	t	°C	34	40	42	38	38,5
		pH	–	9,5	9	12	10	10,12
		Ca <sup>2+</sup>	мг-экв/дм³	22,7	23,6	24,7	23,7	23,65
		Щ (ф/ф)	мг-экв/дм³	5,6	5,2	8	7,3	6,5
		Щ (м/о)	мг-экв/дм³	7,8	7,3	10,7	9,4	8,8
		Взвешенные вещества	мг	0,029	0,186	0,093	0,174	0,1205
		Вычисленные величины:						
		ОН <sup>-</sup>	мг-экв/дм³					4,2
		CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	мг-экв/дм³					4,6
		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	мг-экв/дм³					0
		Карбонатный индекс I <sub>к</sub> = Ca · Щ <sub>общ</sub>	(мг-экв/дм³)²					208
		Карбонатный индекс I <sub>к</sub> = Ca · [Щ <sub>общ</sub> – (ОН <sup>-</sup> )]	(мг-экв/дм³)²					109



Таблица 1 – Продолжение

№ точ-ки	Наи-мен. точки	Компоненты, вычисленные величины	Размерность	Дата				
				1.06.10	2.06.10	3.06.10	4.06.10	среднее
3	Отстойник № 2	t	°С	32	38	40	41	37,75
		pH	–	9,5	11	11	11	10,62
		Ca <sup>2+</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>	22,6	22,4	26,5	23	23,6
		Щ (ф/ф)	мг-экв/дм <sup>3</sup>	5,5	4,7	8,2	8	6,6
		Щ (м/о)	мг-экв/дм <sup>3</sup>	8,3	6,5	9,8	10,2	8,7
		Взвешенные вещества	мг	0,007	0,081	0,092	0,104	0,071
		Вычисленные величины:						
		ОН <sup>-</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>					4,5
		CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>					4,2
		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>					0
		Карбонатный индекс I <sub>к</sub> = Ca · Щ <sub>общ</sub>	(мг-экв/дм <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>					205
		Карбонатный индекс I <sub>к</sub> = Ca · [Щ <sub>общ</sub> – (ОН <sup>-</sup> )]	(мг-экв/дм <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>					99
		4	Подпиточная вода	t	°С	32	28	
pH	–			4,5	5			4,75
Ca <sup>2+</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>			10,6	13			11,8
Щ (ф/ф)	мг-экв/дм <sup>3</sup>			0	0			0
Щ (м/о)	мг-экв/дм <sup>3</sup>			2,6	2,7			2,65
Взвешенные вещества	мг			0,008	0,0300			0,0190
Вычисленные величины:								
ОН <sup>-</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>							0
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>							0
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>							2,65
Карбонатный индекс I <sub>к</sub> = Ca · Щ <sub>общ</sub>	(мг-экв/дм <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>							31,3
Карбонатный индекс I <sub>к</sub> = Ca · [Щ <sub>общ</sub> – (ОН <sup>-</sup> )]	(мг-экв/дм <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>							31,3
5	Вода на газоочистку			t	°С			
		pH	–				7	7
		Ca <sup>2+</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>				16	16
		Щ (ф/ф)	мг-экв/дм <sup>3</sup>				1,2	1,2
		Щ (м/о)	мг-экв/дм <sup>3</sup>				3,5	3,5
		Взвешенные вещества	мг				0,012	0,012
		Вычисленные величины:						
		ОН <sup>-</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>					0
		CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>					2,4
		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>					1,1
		Карбонатный индекс I <sub>к</sub> = Ca · Щ <sub>общ</sub>	(мг-экв/дм <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>					56
		Карбонатный индекс I <sub>к</sub> = Ca · [Щ <sub>общ</sub> – (ОН <sup>-</sup> )]	(мг-экв/дм <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>					–

\*Общее солесодержание, концентрации сульфатов и хлоридов – приняты по анализам воды, выполненным ООО «Технохимрегент».

ных отложений с помощью индекса Ланжелье [1]. Однако данный метод применим только при pH < 10. Другая оценка тенденции к образованию карбонатных отложений связана с карбонатным индексом [2]. Карбонатным индексом I<sub>к</sub> является произведение концентрации Ca в мг-экв/дм<sup>3</sup> на общую щелочность Щ<sub>общ</sub>, также выраженную в мг-экв/дм<sup>3</sup>. Стабильному состоянию воды, т.е. такому, при котором еще исключается возможность образования

карбонатных отложений, соответствует свое предельное значение карбонатного индекса I<sub>к пред</sub>. Если I<sub>к</sub> > I<sub>к пред</sub>, то имеется тенденция к образованию карбонатных отложений. При этом, чем больше разность (I<sub>к</sub> – I<sub>к пред</sub>), тем более выражена эта тенденция. Оценку тенденции к образованию карбонатных отложений с помощью I<sub>к</sub> осуществить достаточно просто – необходимо знать концентрацию кальция и щелочность воды. Но, во-первых, эту

оценку следует считать ориентировочной. Во-вторых, по нашему мнению, при вычислении карбонатного индекса в качестве щелочности следует принимать величину  $(\text{Щ}_{\text{общ}} - [\text{OH}^-])$ , так как ионы  $[\text{OH}^-]$  не участвуют непосредственно в образовании карбонатных отложений.

В табл. 1 приведены концентрации компонентов щелочности ( $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ) и вычисленные значения карбонатных индексов

$$I_k = \text{Ca} \cdot \text{Щ}_{\text{общ}};$$

$$I_k = \text{Ca} [\text{Щ}_{\text{общ}} - (\text{OH}^-)],$$

где Ca – концентрация  $\text{Ca}^{2+}$ , мг-экв/дм<sup>3</sup>;

$\text{Щ}_{\text{общ}}$  – общая щелочность, мг-экв/дм<sup>3</sup>;

$[\text{OH}^-]$  – концентрация ионов  $\text{OH}^-$ , мг-экв/дм<sup>3</sup>.

По данным исследований, проведенных в УкрГНТЦ «Энергосталь», карбонатный индекс  $I_{k \text{ пред}}$  для воды, не обработанной ингибиторами накипеобразования, не превышает 4,4 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Но, как следует из табл. 1, карбонатный индекс воды после газоочистки и воды после отстойников, а также воды, подаваемой на газоочистку, значительно превосходит  $I_{k \text{ пред}}$ , т.е. все перечисленные воды обладают тенденцией к образованию карбонатных отложений. Поскольку карбонатные индексы воды, поступающей на отстойники, и воды после отстойников примерно совпадают, то можно считать, что за время пребывания воды в отстойниках эта тенденция не уменьшается. Однако вода, подаваемая на газоочистку, за счет подмешивания значительного количества подпиточной воды все же имеет меньшую склонность к образованию карбонатных отложений.

Еще более точно тенденцию к образованию карбонатных отложений характеризует величина DFI (индекс движущей силы) [3], которая определяется следующим образом

$$DFI = \frac{f_{\text{Ca}} [\text{Ca}^{2+}] \cdot f_{\text{CO}_3} [\text{CO}_3^{2-}]}{\text{PrCaCO}_3}, \quad (1)$$

где  $[\text{Ca}^{2+}]$  и  $[\text{Ca}_3^{2-}]$  – концентрации ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{CO}_3^{2-}$  в моль/дм<sup>3</sup>;

$f_{\text{Ca}}$ ,  $f_{\text{CO}_3}$  – коэффициенты активности соответствующих ионов.

Стабильной (в части образования карбонатных отложений) воде соответствует  $DFI \leq 1$ . При  $DFI \geq 1$  вода склонна к образованию карбонатных отложений.

Необходимо заметить, что в формулу (1) следует подставлять значения концентрации свободных ионов  $[\text{Ca}^{2+}]$  и  $[\text{Ca}_3^{2-}]$ .

Однако определение свободных концентраций – достаточно сложная и трудоемкая задача. Поэтому обычно в формулу (1) подставляют значения  $[\text{Ca}^{2+}]$  и  $[\text{CO}_3^{2-}]$ , полученные в результате химического анализа воды, хотя это и обуславливает определенную неточность.

В качестве примера приведем вычисление DFI для воды, подаваемой на газоочистку. Прежде всего, выразим ионный состав воды в мг-экв/дм<sup>3</sup> и моль/дм<sup>3</sup>.

**Таблица 2 – Баланс катионов и анионов в воде, подаваемой на газоочистку**

Вид иона	Концентрация			Вид иона	Концентрация		
	мг/дм <sup>3</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>	моль/дм <sup>3</sup>		мг/дм <sup>3</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>	моль/дм <sup>3</sup>
$\text{Ca}^{2+}$		16	0,0080	$\text{SO}_4^{2-}$	1262	26,3	0,0132
$\text{Mg}^{2+}$		2	0,0010	$\text{Cl}^-$	643	18,1	0,0090
				$\text{CO}_3^{2-}$		2,4	0,0012
				$\text{HCO}_3^-$		1,1	0,0006
Итого:		18				41,9	

Примечание. Концентрация магния принята ориентировочно

Как следует из табл. 2, содержание анионов составляет 41,9 мг-экв/дм<sup>3</sup>, а суммарное содержание кальция и магния составляет всего 18 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Следовательно, недостающее количество катионов –  $(41,9-18)=23,9$  мг-экв/дм<sup>3</sup>=0,024 моль/дм<sup>3</sup>.

Аналогичным образом определены значения DFI и для других вод (табл. 3).

Из табл. 3 следует, что вода, подаваемая на газоочистку, имеет тенденцию к образованию отложений в три раза меньшую, чем осветленная вода после радиальных отстойников.

**Таблица 3 – Индекс DFI для воды оборотного цикла газоочисток ККЦ ОАО «ЕМЗ»**

Место отбора пробы воды	DFI
Вода после газоочистки	1382
Вода после радиальных отстойников	1450
Вода, подаваемая на газоочистку	506

Для предотвращения отложений предполагается обработка воды ингибиторами накипеобразования.

Исследования, проведенные в УкрГНТЦ «Энергосталь», показали, что при тех значениях щелочности и содержания кальция, которые имеют место на ОАО «ЕМЗ», стабилизационная обработка не может полностью предотвратить образование карбонатных отложений. Тем не менее, при реконструкции конвертера предусматривается стабилизационная обработка воды, однако при этом возможно ухудшение осветления воды. Поэтому в процессе реконструкции конвертера также предусматрива-



ется осуществление мероприятий по обработке воды коагулянтами и флокулянтами. Рекомендации по коагуляционной обработке воды были разработаны на основе исследований, проведенных в промышленных условиях на натуральных водах оборотного цикла газоочисток конвертеров. Вначале были проведены пробные эксперименты для выбора типа флокулянтов. В качестве ингибитора накипеобразования использовался реагент Purotech-110, производимый ООО «Технохимреагент» (г. Запорожье). В качестве флокулянтов использовали анион-активный флокулянт PL-1011 и катион-активный флокулянт PL-890 того же производителя. Результаты исследований приведены в табл. 4.

Наиболее эффективным оказался анион-активный флокулянт PL-1011.

После выбора флокулянта были проведены более детальные исследования по осаждению взвешенных веществ при обработке воды ингибиторами накипеобразования и флокулянтами. Усредненные графики уменьшения концентрации взвешенных веществ с течением времени для различных режимов обработки приведены на рис. 2.

Анализируя зависимость осаждения взвешенных веществ без применения реагентов, можно отметить, что остаточной концентрации  $150 \text{ мг/дм}^3$  в период исследований соответствовало время отстаивания – 8 минут и охватывающая скорость –  $0,21 \text{ мм/с} = 0,75 \text{ м/час}$ . Средняя концентрация взвешенных веществ после отстойников в этот период –  $122 \text{ мг/дм}^3$  при нагрузке на отстойники

$$q = 830 / 2 / 705 = 0,59 \text{ м}^3/\text{м}^2\cdot\text{час}.$$

Концентрации  $122 \text{ мг-экв/дм}^3$  по графику, приведенному на рис. 2, соответствует охватывающая скорость  $u = 0,167 \text{ мм/с} = U_0 = 0,6 \text{ м/час}$ .

В СНиП 2.04.02-84 [5] приводится метод расчета отстойников. В расчетную формулу вводится коэффициент  $\alpha$ , названный в указанном источнике коэффици-

ентом использования объема, но фактически представляющий собой коэффициент запаса. Из приведенной формулы [5] можно получить выражение для  $\alpha$ , если известны фактические параметры – нагрузка на отстойник  $q$  и охватывающая скорость  $u$ , соответствующая концентрации взвешенных веществ в воде после отстойников

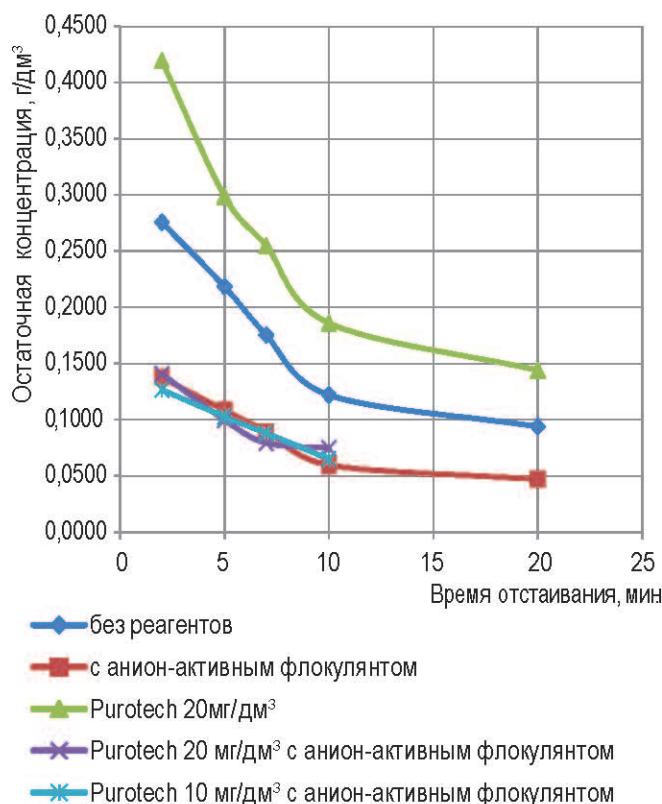


Рисунок 2 – Кинетики выпадения взвешенных веществ из воды, поступающей на отстойники оборотного цикла газоочисток ККЦ ОАО «ЕМЗ» (в зоне малых остаточных концентраций). Высота отстаивания – 100 мм. Исходная концентрация взвешенных веществ  $2,6\text{--}3,6 \text{ г/дм}^3$

Таблица 4 – Данные по осаждению взвешенных веществ из воды оборотного цикла газоочисток ККЦ ОАО «ЕМЗ» при обработке различными реагентами

Время, мин	Без реагентов	Purotech 10 мг/дм³	Purotech 10 мг/дм³ и катион-активный флокулянт 1 мг/дм³	Purotech 20 мг/дм³ и катион-активный флокулянт 1 мг/дм³	Purotech 20 мг/дм³ и анион-активный флокулянт 1 мг/дм³	Purotech 10 мг/дм³ и анион-активный флокулянт 1 мг/дм³
0	5,6720	5,6720	2,2289	2,2289	3,3190	3,3190
2	0,2740	0,1700	0,1920	0,1930	0,0600	0,0610
5	0,2360	0,5310	0,2430	0,1800	0,0380	0,0380
7	0,1870	0,3660	0,1050	0,1330	0,0460	0,0460
10	0,0920	0,2220	0,1030	0,1230	0,0350	0,0350
20	0,0760	0,1520	0,1030	0,1250	0,0230	0,0230

$$\alpha = \frac{3,6 \cdot u}{q} = \frac{U}{q}, \quad (2)$$

где  $u$  – охватывающая скорость, мм/с;

$U$  – охватывающая скорость, м/час.

На основании полученных данных

$$\alpha = \frac{0,6}{0,59} \approx 1.$$

Однако, по данным исследований, проведенных нами в 2004 г.,  $\alpha=2,57$ . Примем среднее значение  $\alpha \approx 1,75$ .

Как следует из приведенного выше, применение флокулянта PL-1011 значительно интенсифицирует осаждение взвешенных веществ. Охватывающая скорость, соответствующая концентрации взвешенных веществ  $140 \text{ мг/дм}^3$ , возрастает более чем в 4 раза, а концентрации  $120 \text{ мг/дм}^3$  – в 2,5 раза.

Обработка воды только ингибитором накипеобразования Purotech-110 замедляет процесс осветления. Охватывающая скорость, соответствующая концентрации взвешенных веществ  $150 \text{ мг/дм}^3$ , уменьшается более чем в 2 раза. Однако обработка флокулянтами воды, содержащей ингибитор, осветляет ее почти до такого же уровня, что и при обработке воды, не содержащей ингибитора. Концентрация взвешенных веществ, равная  $140 \text{ мг/дм}^3$ , достигается через 2 мин, что соответствует охватывающей скорости  $0,83 \text{ мм/с} = 3,0 \text{ м/час}$ . При  $\alpha \approx 1,75$  это соответствует нагрузке  $q = 1,65 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{час}$ , или расходу воды  $1150 \text{ м}^3/\text{час}$  на один отстойник.

Таким образом, для достижения содержания взвешенных веществ, равного  $150 \text{ мг/дм}^3$ , в осветленной воде (в условиях применения ингибиторов накипеобразова-

ния) рекомендуется обрабатывать воду анион-активным флокулянтами PL-1011.

Следует отметить, что в подобных исследованиях, даже в производственных условиях, невозможно воссоздать такое явление, как накопление мелкой взвеси, которое может произойти в оборотной системе. Поэтому, наряду с флокулянтами, следует предусмотреть периодическую обработку воды (по мере необходимости) каким-либо коагулянтом (например,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , оксихлоридом алюминия либо другим, аналогичным) для осаждения накопившейся мелкой взвеси.

На основании исследований, а также экспериментов, ранее проведенных в УкрГНТЦ «Энергосталь», разработаны технические решения по реагентной обработке воды оборотного цикла газоочисток ККЦ ОАО «ЕМЗ».

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Клячко, В.А. Очистка природных вод / В.А. Клячко, И.Э. Апельцин. – М. : Изд-во лит-ры по стр-ву, 1971. – 580 с.
2. Федоренко, В.И. Ингибирование осадкообразования в установках обратного осмоса / В.И. Федоренко // Крит. техн. мембраны. – 2003. – № 2 (18). – С. 23–30.
3. Кучеренко, Д.И. Обратное водоснабжение / Д.И. Кучеренко, В.А. Гладков. – М. : Стройиздат, 1980. – 169 с.
4. Лурье, Ю.Ю. Справочник по аналитической химии / Ю.Ю. Лурье. – 6-ое изд., перераб. и доп. – М. : Химия, 1989. – 446 с.
5. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М. : Стройиздат, 1985. – 136 с.

Поступила в редакцию 13.07.2010

Наведено результати досліджень щодо обробки оборотної води газоочисток киснево-конвертерного цеху [ККЦ] флокулянтами. Встановлено, що навіть при стабілізаційній обробці води інгібіторами накипутворення додавання флокулянтів дозволяє отримати вміст зависі у воді менше  $150 \text{ мг/дм}^3$ .

Results of investigation on circulating water treatment with flocculants of gas purifications at oxygen-converter shop are given. It is established that even at stabilization water treatment with scale formation inhibitors flocculants addition enables obtaining suspension content in water less than  $150 \text{ mg/dm}^3$ .