

УДК 628.32

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МАСЕЛ НА КОЛИЧЕСТВО КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИ ИНТЕНСИВНОМ ПЕРЕМЕШИВАНИИ СТОЧНЫХ ВОД С ГИДРАТНОЙ И ГИДРОКАРБОНАТНОЙ ЩЕЛОЧНОСТЬЮ

А.В. Прокопенко, аспирант, Харьковская национальная академия городского хозяйства

Аннотация. Представлены результаты лабораторных исследований влияния параметров скорости и продолжительности перемешивания, качества сточных вод на количество карбонатных отложений.

Ключевые слова: водные растворы, щелочность, взвешенные вещества, масла, концентрация, отложения, температура, оптимальные диапазоны.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МАСЕЛ НА КІЛЬКІСТЬ КАРБОНАТНИХ ВІДКЛАДЕНЬ ПРИ ІНТЕНСИВНОМУ ПЕРЕМІШУВАННІ СТІЧНИХ ВОД З ГІДРАТНОЮ ТА ГІДРОКАРБОНАТНОЮ ЛУЖНІСТЮ

А.В. Прокопенко, аспірант, Харківська національна академія міського господарства

Анотація. Представлено результати лабораторних досліджень впливу параметрів швидкості і тривалості перемішування, якості стічних вод на кількість карбонатних відкладень.

Ключові слова: водні розчини, лужність, завислі речовини, масла, концентрація, відкладення, температура, оптимальні діапазони.

OIL EFFECT ON CARBONATE DEPOSITS WITH INTENSIVE WASTEWATER MIXING WITH HYDROCARBON AND HYDRATE ALKALINITY

A. Prokopenko, postgraduate, Kharkiv National Academy of Municipal Economy

Abstract. The laboratory researches influencing the results of speed and time interfusion, sewage qualities on the carbonate deposits.

Key words: aqueous solutions, alkalinity, suspended solids, oil, concentration, sediments, temperature, optimum range.

Введение

Решение проблемы эффективной совместной очистки сточных вод различного химического состава является актуальной задачей для металлургической, машиностроительной, химической и других отраслей промышленности. Исследования, связанные с применением прямоточных напорных гидроциклонных аппаратов, показывают возможность их применения, после соответствующей доработки конструкции, для очистки сточных вод

с гидратной и гидрокарбонатной щелочностью [1].

Анализ публикаций

Известно [2], что на эффективность работы гидроциклонного аппарата влияют две группы факторов, среди которых – физико-химические свойства жидкости. В частности, ранее установлено [3], что на количество карбонатных отложений влияет концентрация масел в жидкости.

Цель и постановка задачи

В соответствии с разработанной методикой [4] лабораторных исследований процесса стабилизации смеси сточных вод с различной щелочностью проведена экспериментальная работа, выполненная в рамках госбюджетной научно-исследовательской работы «Интенсификация работы сооружений для очистки природных и сточных вод» за 2012 г. (№ госрегистрации 0111U006519). Исследовали влияние скорости, длительности интенсивного перемешивания смеси воды с гидратной (содержание в воде гашеной извести $\text{Ca}(\text{OH})_2$) и гидрокарбонатной (содержание в воде гидрокарбоната кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) щелочностью в соотношении 1:1 по объему на количество плотных карбонатных отложений при различной температуре воды, величине щелочности, концентрации масел и взвешенных веществ, а также при их отсутствии.

Теоретические значения параметров, а именно дискретные точки и выбранный диапазон численных значений характеристик исследуемой жидкости, относятся к многолетним результатам практической эксплуатации систем оборотного водоснабжения кислородно-конвертерных и доменных цехов металлургических производств.

Лабораторные исследования

Исследуемые водные растворы с различной щелочностью готовили на водопроводной воде с химическим составом: $\text{pH}=6,9-7,6$; общее солесодержание – 640–800 мг/л; $\text{Щ}_0 = 4,6-5,6$ мг-экв/л; $\text{Ж}_0 = 7,3-7,8$ мг-экв/л; $\text{Cl}^- = 45-65$ мг/л; $\text{SO}_4^{2-} = 205-311$ мг/л, окисляемость – 7,7–8,4 мг/л.

Исследования проводились по уточнённой методике. А именно, дополнительно исследовалась смесь при отсутствии взвешенных веществ, что характерно для «чистых» оборотных циклов водоснабжения. Кроме того, исследовали растворы с концентрациями, мг/л: взвешенных веществ – до 7000, масел – 25 и 50. Физико-химические параметры исследуемой в лабораторных условиях смеси жидкостей приведены в табл. 1. Исследуемые диапазоны физико-химического состава сточной воды включают, в частности, параметры химического состава сточных вод от газоочисток доменного и конвертерного

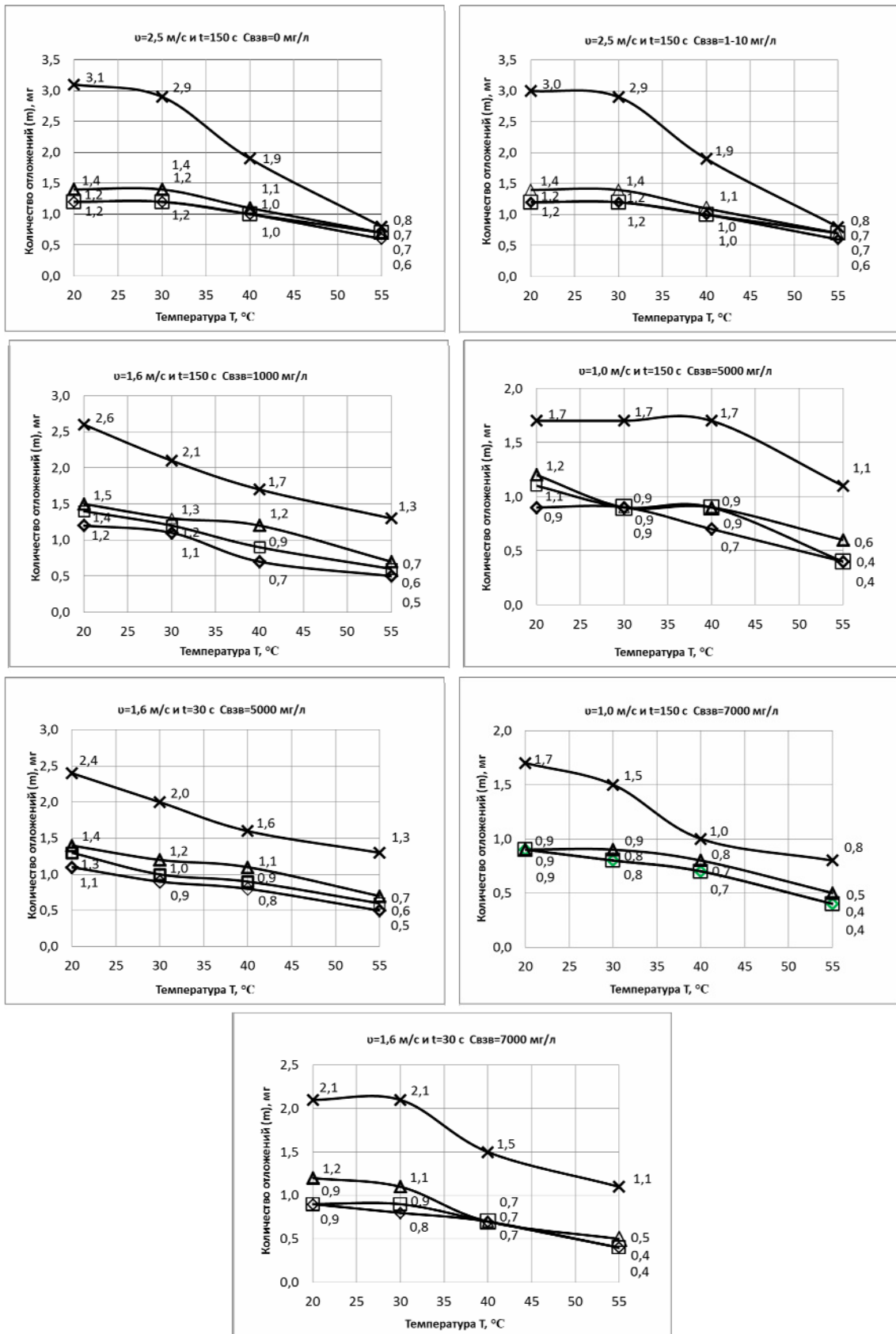
производств в металлургии. Для проведения экспериментальной работы замасленные мелкодисперсные взвешенные вещества с размером частиц до 50 мкм получали из шлама очистных сооружений конвертерного и доменного цехов металлургического комбината «Азовсталь».

Таблица 1 Параметры исследуемых вод [4]

Наименование показателей	Значения показателей
Температура, °С	20–55
Щелочность, мг-экв/л	2,5–20,0
Соотношение объемов смешиваемых вод ($\text{Щ}_{\text{гидрокарб}}$ и $\text{Щ}_{\text{гидратн}}$), ед.	1:1
Взвешенные вещества: – концентрация, мг/л; – размер частиц, мкм	0–7000 0–50
Масла: – концентрация, мг/л; – размер условных капель, мкм	0–50 0–20
Продолжительность перемешивания, мин	0,5–2,5
Линейная скорость при перемешивании, м/с	1,0–2,5

Ниже приведена уточнённая методика исследований. Рабочие растворы с гидрокарбонатной и гидратной щелочностью сливали в химический стакан объемом 1 л. На водяной бане смешанный водный раствор доводился до необходимой температуры, после чего его медленно перемешивали с помощью лабораторной мешалки с интенсивностью вращения 100 об./мин в течение 30 с и отстаивали в течение 150 с (т.н. «холостой» опыт). В «результативных» опытах после медленного перемешивания смесь подвергали интенсивному перемешиванию при скорости вращения мешалки 300, 500, 700 об./мин (максимальная линейная скорость – 1,0; 1,6; 2,5 м/с соответственно) продолжительностью 30; 90; 150 с. Количество карбоната кальция, осевшего на стеклянных образцах в «холостых» и «результативных» опытах, подвергали сравнительному анализу.

Графические зависимости количества отложений (m) от температуры воды (20; 30; 40; 55 °С) при: концентрациях взвешенных веществ 0; 1–10; 1000; 5000; 7000 мг/л; масел – 25; 50 мг/л; общей щелочности 2,5; 5; 7; 20 мг-экв/л в воде при установленных опытным путем оптимальных значениях (v , t) приведены на рис. 1, 2.



Условные обозначения

◆-Щ=2,5 □-Щ=5,0 ▲-Щ=7,0 ✕-Щ=20,0

Рис. 1. Графики зависимости количества отложений (m) от температуры (T) при основных гидродинамических (v , t) и физико-химических ($C_{\text{взв}}$, Щ) параметрах в условиях интенсивного перемешивания смеси вод с содержанием масел 25 мг/л

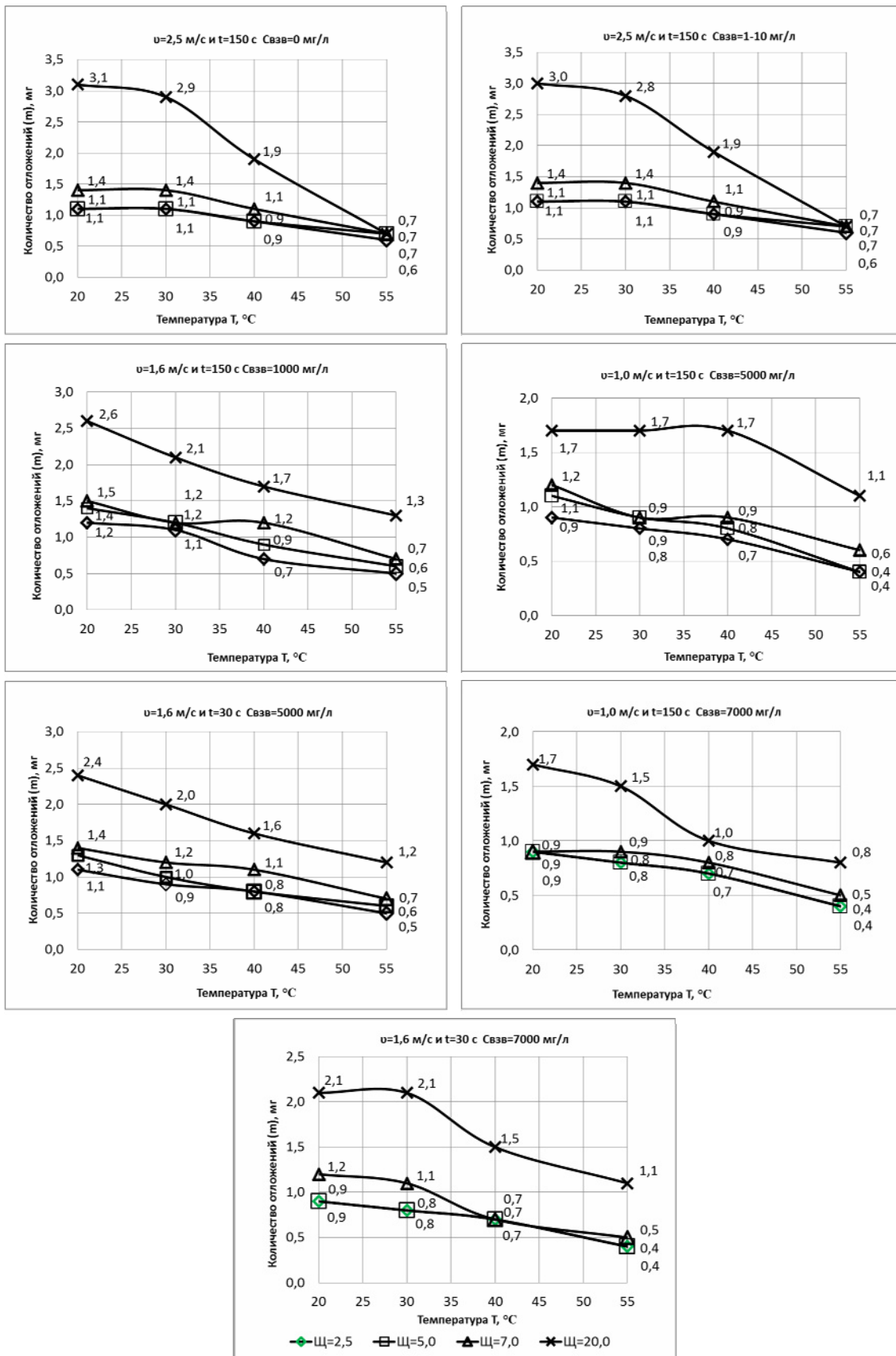


Рис. 2. Графики зависимости количества отложений (m) от температуры (T) при основных гидродинамических (u , t) и физико-химических ($C_{\text{взв}}$, Щ) параметрах в условиях интенсивного перемешивания смеси вод с содержанием масел 50 мг/л

По результатам анализов определены оптимальные диапазоны параметров: наименьшая скорость (v) и продолжительность (t) перемешивания, обеспечивающие выгодную эффективность ингибирования отложений ($\Xi \geq 90\%$). Полученные результаты свидетельствуют о повышении эффективности ингибирования отложений с увеличением концентрации взвесей, масел в воде при интенсивном ее перемешивании (табл. 2).

Таблица 2 Зависимость эффективности ингибирования отложений от гидродинамических и физико-химических параметров

Скорость v , м/с	Эффективность (%) ингибирования отложений при концентрации взвесей $C_{взв}$, мг/л			
	0–10	1000	5000	7000
1,0	32–92	74–96	77–98	78–98
1,6	46–95	84–97	96–98	96–99
2,5	85–99	87–99	96–99	96–99

Установлено, что с увеличением концентрации взвесей в присутствии масел интенсивность ингибирования отложений возрастает. Количество отложений (в мг) снижается на 4–16 % при концентрации масел 25 мг/л и на 6–17 % – при концентрации масел 50 мг/л. Эффективность ингибирования солей отложения при оптимальных диапазонах скоростей и продолжительности перемешивания приведены в табл. 3.

Таблица 3 Оптимальные диапазоны скорости и продолжительности перемешивания смеси вод

Конц. масел C_m , мг/л	Конц. взвесей $C_{взв}$, мг/л	Эффективность Ξ , %	Скорость v , м/с	Время t , с
25; 50	0–10	96–99	2,5	150
	1000	96–97	1,6	150
	5000	96–97	1,0	90
			1,6	30
	7000	96–97	1,0	90
			1,6	30

Выводы

Полученные результаты исследований подтверждают эффективность метода интенсивного перемешивания воды в присутствии взвешенных веществ и масел для обеспечения снижения количества отложений во всем диапазоне концентраций щелочности и температуры воды.

1. Определены параметры скорости и продолжительности перемешивания для получе-

ния максимальной эффективности ингибирования плотных отложений (карбоната кальция) в смеси вод с щелочностью диапазоном 2,5–20 мг-экв/л, концентрацией взвешенных веществ 0–7000 мг/л, масел 25, 50 мг/л и при температурах воды 20–55 °С.

2. Полученные оптимальные значения параметров скорости и продолжительности перемешивания позволили сузить диапазоны проведения дальнейших лабораторных экспериментов в условиях смешения растворов с гидратной и гидрокарбонатной щелочностью с соотношениями объемов 1:2 и 2:1 при наличии масел – только для оптимальных диапазонов параметров.

3. Оптимальные значения гидродинамических параметров жидкости (v , t) будут использованы при разработке усовершенствованной конструкции гидроциклонного аппарата для проведения опытно-промышленных испытаний – при смешении растворов с гидратной и гидрокарбонатной щелочностью.

Литература

1. Никулин С.Е. Исследование вопроса применения вихревых напорных аппаратов при очистке воды от малорастворимых солей / С.Е. Никулин, А.В. Прокопенко // Вода, экология, общество: материалы III Межд. науч.-практ. конф. – Х.: ХНАГХ, 2010. – С. 295–300.
2. Никулин С.Е. Исследование влияния параметров на количество отложений при интенсивном перемешивании сточных вод с гидратной и гидрокарбонатной щелочностью / С.Е. Никулин, А.В. Прокопенко // Науковий вісник будівництва. – 2012. – № 67. – С. 294–302.
3. Пантелят Г.С. Системы водоснабжения металлургических производств, исключая сброс отработанных вод в водоемы : автореф. дисс. на соиск. учён. степени докт. техн. наук : спец. 05.23.04 «Водоснабжение, канализация» / Г.С. Пантелят. – М., 1985. – 48 с.
4. Никулин С.Е. Обоснование общей методики исследований и параметров модернизированного гидроциклона / С.Е. Никулин, А.В. Прокопенко // Комунальне господарство міст. – 2011. – № 99. – С. 307–312.

Рецензент: Э.Б. Хоботова, профессор, д.х.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 12 марта 2013 г.