

Вклади укрупнених елементів у потік відмов подавального комплексу:

$$v_1 = \omega_1 K_{II_2} = 25,127 \cdot 10^{-4} \cdot 0,0218 = 0,548 \cdot 10^{-4} \text{ 1/год};$$

$$v_3 = \omega_3 = 0,9 \cdot 10^{-4} \text{ 1/год}.$$

Параметр потоку відмов подавального комплексу

$$\omega = v_1 + v_3 = (0,548 + 0,9) \cdot 10^{-4} = 1,448 \cdot 10^{-4} \text{ 1/год}.$$

Напрацювання на відмову подавального комплексу  $T = 6906$  год.

Середній час відновлення працездатності подавального комплексу

$$T_B = \frac{(0,548 \cdot 10,31 + 0,9 \cdot 25) \cdot 10^{-4}}{1,448 \cdot 10^{-4}} = 19,4 \text{ год}.$$

Коефіцієнт готовності комплексу

$$K_G^{II} = \frac{6906}{6906 + 19,4} = 0,9972.$$

Коефіцієнт простою подавального комплексу

$$K_{II}^{II} = 1 - 0,9972 = 0,0028.$$

Таким чином, рекупераційний вузол збільшує кількість працездатних станів і тому безвідмовність зросла у 16,3 рази, але ремонтпридатність зменшилась у 1,9 разів. За коефіцієнтом простою надійність збільшилась у 8,4 рази.

1. ДСТУ 2569-94. Водопостачання і каналізація. Терміни та визначення.

2. Тугай А.М. Водопостачання / А.М. Тугай, В.О. Орлов. – К.: Знання, 2009. – 735 с.

3. Ильин Ю.А. Расчет надежности подачи воды / Ю.А. Ильин. – М.: Стройиздат, 1987. – 320 с.

4. Кузенков Е.В. Обеспечение надежности и долговечности сетей водоснабжения и водоотведения с использованием труб из высокопрочного чугуна / Е.В. Кузенков // Сантехника, отопление, кондиционирование. – 2004. – №7. – С.15-19.

*Отримано 29.02.2012*

УДК 628.32

А.В.ПРОКОПЕНКО, С.Е.НИКУЛИН, канд. техн. наук  
*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

## **К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ ИНТЕНСИВНОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ НА ВЕЛИЧИНУ КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ**

По результатам лабораторных исследований определено влияние параметров скорости и продолжительности перемешивания вод на величину карбонатных отложений. Дана оценка эффективности ингибирования солей карбоната кальция при различных температурах, концентрациях взвешенных веществ и щелочности.

За результатами лабораторних досліджень визначено вплив параметрів швидкості та тривалості перемішування вод на величину карбонатних відкладень. Визначено ефективність інгибування солей карбонату кальцію за різними температурами, концентраціями зважених речовин та лужністю.

Laboratory researches has obtained initial results of the speed and time mixing influence on the amount of carbonate deposits inhibit the efficacy of calcium carbonate salts at various temperatures, concentrations of suspended solids, and alkalinity.

*Ключевые слова:* сточные стоки, солевые отложения, прямоточный вихревой аппарат, умягчение, щелочность, смешивание, интенсивное перемешивание, лабораторные исследования, скорость, время, температура, взвешенные вещества, отложения, эффективность ингибирования, оптимальные результаты.

Известен метод [1] умягчения сточных вод оборотного водоснабжения металлургических производств (предложен на примере подбункерных помещений доменных печей и газоочисток конвертеров) с различной щелочностью при помощи их смешения перед очистными сооружениями. В дальнейшем смешанные воды направляются в отстойное сооружение. Здесь происходит образование карбонатных кристаллов, их рост и частичное выпадение на дно отстойника под действием гравитационной силы. Предложенный метод по объединению сточных вод имеет положительные стороны. С экономической точки зрения процесс отстаивания считается самым простым, наименее энергоемким и дешевым методом выделения из сточных вод твердых примесей с плотностью, отличной от плотности воды. С другой стороны является очевидным неэффективностью смешения в объеме приемного сооружения и неустойчивость процесса осаждения под действием гравитационной силы в отстойном сооружении. В объеме воды сохраняется кристаллическая форма карбоната, обладающая достаточным адгезионным потенциалом для его осаждения на внутренней поверхности трубопроводов при транспортировке в оборотной системе.

В рамках данной работы был выполнен анализ [2] конструкций известных аппаратов, где могут быть реализованы оптимальные параметры по смешению сточных вод и дальнейшему их перемешиванию для взаимного умягчения. Наиболее приемлемым вариантом по реализации поставленной задачи представляется прямоточный напорный вихревой аппарат гидроциклонного типа цилиндрической формы, имеющий тангенциальные впуск и выпуск воды. Применение этого аппарата, по нашему мнению, позволит сократить производственные капитальные и эксплуатационные расходы.

Известно [3], что на эффективность работы гидроциклонного аппарата влияют две группы факторов:

- факторы, определяющие гидродинамический режим движения воды – конструктивные параметры аппарата (от них зависит характер

движения жидкости и время пребывания в аппарате);

- факторы, обусловленные свойствами жидкости – физико-химические свойства жидкости (концентрация щелочности; температура воды; концентрация и гранулометрический состав твердых частиц взвешенных веществ и условных капель масел; соотношение объемов смешиваемых сточных вод с различной щелочностью).

При выборе значений диапазонов гидродинамических параметров, продолжительности ( $t$ ) и скорости перемешивания ( $v$ ), использовались результаты [4-7] теоретических и экспериментальных исследований по разработке модернизированного радиального отстойника с камерой флокуляции и встроенными кристаллизаторами при температуре воды  $20^{\circ}\text{C}$ . Физико-химические свойства исследуемой жидкости приняты на основании обобщенного опыта проектирования и эксплуатации сооружений для очистки сточных вод и систем оборотного водоснабжения [8]. По результатам проработки данных уточнена разработанная ранее методика лабораторных исследований [9, 10]. А именно: расширен диапазон исследований по концентрации щелочности – учтены максимальные концентрации гидратной и гидрокарбонатной щелочности, достигающие 15-20 мг-экв/л. Повышенные значения щелочности в сточной воде наблюдаются на производстве кратковременно (в течение нескольких минут), например, во время продувки кислородом в конвертерах.

Лабораторные исследования проводились в воде моделирующей физико-химический состав сточных вод металлургических производств (подбункерных помещений доменных печей и газоочисток конвертеров) в отсутствии масел. В дальнейших исследованиях этот параметр, который включен в составленную ранее методику, будет дополнительно учтен.

Исследовали влияние скорости ( $v$ ), а также продолжительности ( $t$ ) интенсивного перемешивания смеси вод с гидратной и гидрокарбонатной щелочностью в соотношении 1:1 по объему на количество ( $m$ ) плотных карбонатных отложений при различной температуре воды ( $T$ ), концентрации взвешенных веществ ( $C_{\text{взв}}$ ) и величине щелочности ( $\text{Щ}$ ).

В ходе проведенных исследований получены результаты, представленные в таблице [11], которые позволяют оптимизировать проведение дальнейших экспериментальных работ, направленных на расширение возможностей применения результатов для смешения растворов с гидратной и гидрокарбонатной щелочностью в соотношениях 1:2 и 2:1, а также при наличии масел.

Результаты лабораторных исследований представлены в виде графиков (рис.1, 2) зависимости количества отложений ( $m$ ) от температуры ( $T$ ) при различных значениях скорости ( $v$ ) и времени ( $t$ ) для различных

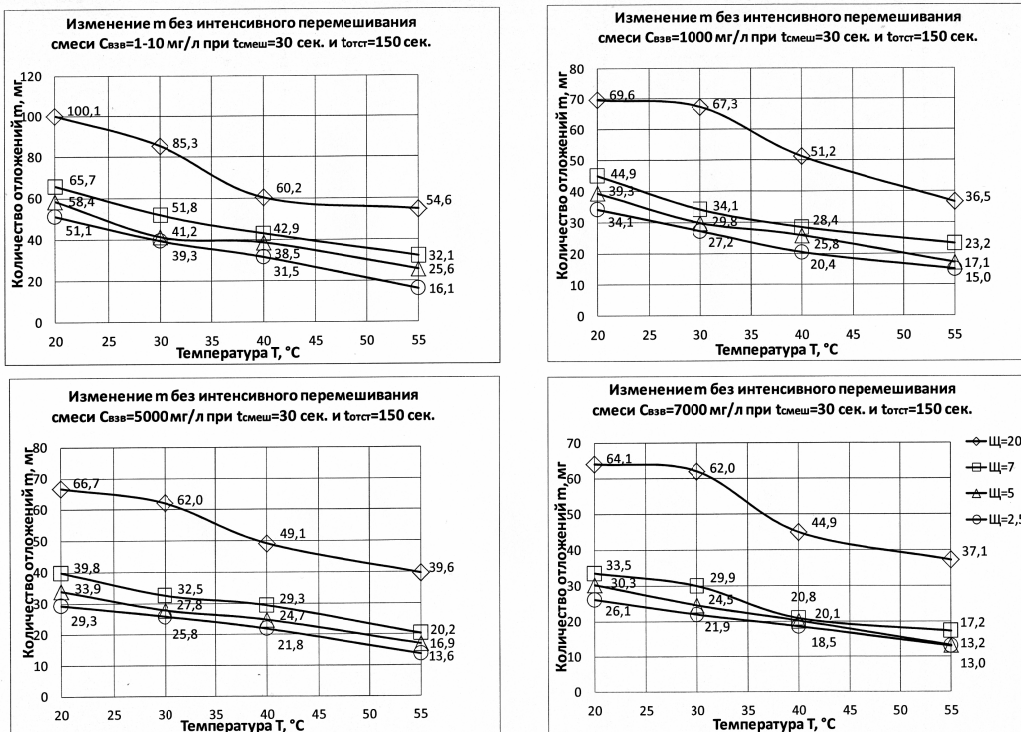


Рис.1 – Графики зависимости количества отложений (m) от основных гидродинамических (v, t) и физико-химических (C<sub>взв</sub>, T, Щ) параметров без интенсивного перемешивания смеси вод

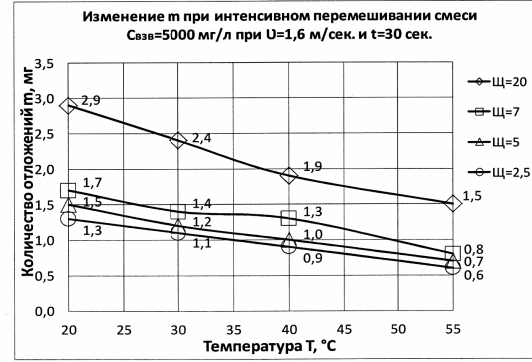
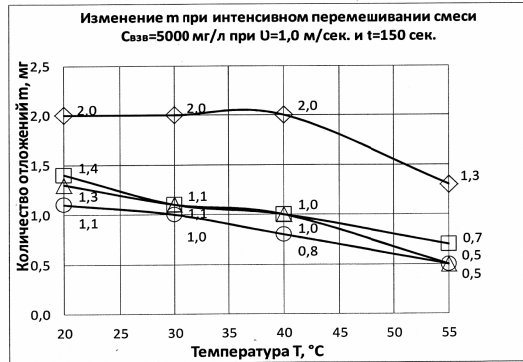
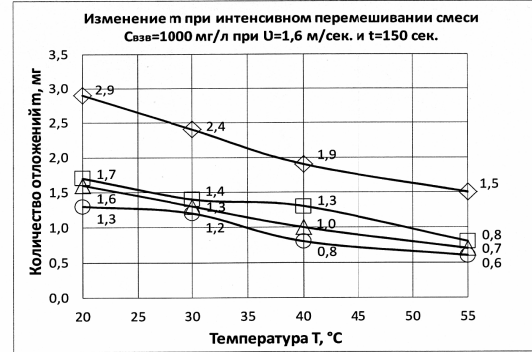
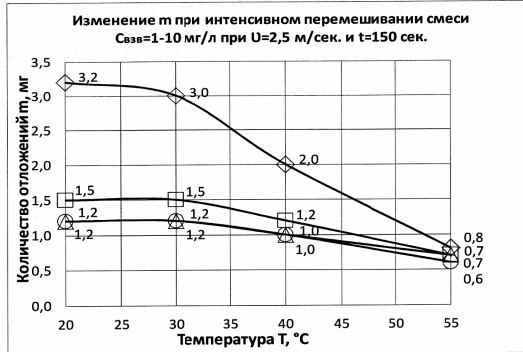


Рис.2 – Графики зависимости количества отложений ( $m$ ) от основных гидродинамических ( $v$ ,  $t$ ) и физико-химических ( $C_{взв}$ ,  $T$ ,  $\Psi$ ) параметров при интенсивном перемешивании смеси вод

концентрацій взвешенних речовин ( $C_{взв}$ ), щелочності (Щ) і температури (Т) рідини.

На рис.1 наведені результати по кількості відкладень  $CaCO_3$  в умовах без інтенсивного перемішування суміші вод при  $C_{взв}=1\div 10$  (характерно для “чистих” оборотних циклів); 1000; 5000; 7000 мг/л; Щ=2,5; 5,0; 7,0; 20,0 мг-екв/л;  $t_{смеш}=30$  с;  $t_{отст}=150$  с.

На рис.2 представлена вибірка графіків аналогічних залежностей для оптимальних діапазонів параметрів при інтенсивному перемішуванні для  $t=30$ ; 150 с.

Под оптимальними результатами параметрів слід вважати достаточну ефективність (Э) інгибування відкладень, яка досягається при найменших швидкостях (v) і тривалості (t) перемішування сумішуваних вод. Ефективність інгибування становить 29-99%.

Із представлених графіків на рис.1, 2 побудованих залежностей, а також таблиці [11] можна відзначити, що отримані оптимальні параметри (Э<sub>оптим</sub> = 97-98%; v = 2,5 м/с; t=150 с) для суміші розчинів з  $C_{взв}=1-10$  мг/л і Щ= 2,5-20,0 мг-екв/л.

Оптимальні параметри (Э<sub>оптим</sub> = 95-96%; v = 1,6 м/с; t=150 с) для суміші розчинів з  $C_{взв}=1000$  мг/л і Щ= 2,5-20,0 мг-екв/л.

Оптимальні параметри (Э<sub>оптим</sub> = 96-97%) для суміші розчинів з  $C_{взв}=5000$  і 7000 мг/л і Щ= 2,5-20,0 мг-екв/л отримані при  $v_{min}=1,0$  м/с і t=150 с і при  $t_{min}=30$  с – v = 1,6 м/с.

При збільшенні швидкості (v), часу (t) перемішування, а також збільшенні концентрації взвешених речовин значення ефективності (Э) стають ще вище.

Сполучення оптимальних параметрів дозволить оптимізувати наступні дослідження з точки зору техніко-економічних параметрів в бік покращення при наступному промисловому використанні вказаного методу.

1.Шуб В. Б., Хвостак Л. Л., Пантелят Г. С., Муха В. И. Водоборотні системи на металургійських підприємствах // Водоснабження і санітарна техніка. – 1987. – №12. – С.25-26.

2.Никулин С.Е., Прокопенко А.В. Дослідження питання застосування вихревих напорних апаратів при очищенні води від малорастворимих солей // Матеріали ІІІ Міжнародного науково-практичного конференції “Вода, екологія, суспільство”. – ХНАГХ, 2010. – С.295-300.

3.Шестов Р.Н. Гидроциклоны. – Л.: Машиностроение, 1964. – 80 с.

4.А.с. СССР №106626. Отстойник / Пантелят Г.С., Холодный В.А., Шуб В.Б. и др. Опубл. Бюл. №2, 1984.

5.А.с. СССР №1101264. Отстойник / Пантелят Г.С., Холодный В.А., Эпштейн С.И. и др. Опубл. Бюл. №25, 1984.

6.Никулин С.Е. Усовершенствованная система оборотного водоснабжения станов горячей прокатки: Дисс. ... канд. техн. наук. – Харьков: НИПИ «Энергосталь», 1994. –

233 с.

7.Пантелят Г.С., Никулин С.Е. Исследование и разработка новых типов сооружений для очистки сточных вод и интенсификации стабилизационной обработки воды // Методы удаления твердых примесей из промышленных сточных вод: Тез. докл. – Челябинск: Уральский ДНТП, 1984. – С.21-23.

8.ОРД 14.397-2.02-87 Указания по проектированию объектов энергохозяйства металлургических предприятий. Очистные сооружения и защита водоёмов. Т.14. – М.: Минчермет СССР, 1987.

9.Нікулін С.Ю., Прокопенко А.В. Обґрунтування загальної методики досліджень, досліджувальних параметрів модернізованого гідроциклонного апарату // Науковий вісник будівництва: Зб. наук. праць. Вип.63. – Харків: ХДТУБА, 2011. – С.378-382.

10.Никулин С.Е., Прокопенко А.В. Обоснование общей методики исследований и параметров модернизированного гидроциклона // Комунальне господарство міст: Наук.-техн. зб. Вип.99. Серія: Технічні науки та архітектура. – Харків: ХНАМГ, 2011. – С.307-312.

11.Никулин С.Е., Прокопенко А.В. Исследование влияния параметров на количество отложенный при интенсивном перемешивании сточных вод с гидратной и гидрокарбонатной щелочностью // Науковий вісник будівництва: Зб. наук. праць. Вип.67. – Харків: ХДТУБА, 2012. – С.294-302.

*Получено 01.03.2012*

УДК 628.17.08

О.С.НОВИЦЬКА, канд. техн. наук

*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне*

## **СПРОЩЕННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ РОЗРАХУНКІВ ПРИ РІЗНИХ РЕЖИМАХ РОЗБОРУ ВОДИ**

Наведено залежності коефіцієнтів регресії для різних режимів водоспоживання залежно від нічного розбору води для спрощення виконання гідралічних розрахунків водопровідних мереж систем подачі та розподілення води.

Показаны зависимости коэффициентов регрессии для разных режимов водопотребления в зависимости от ночного разбора воды для упрощения выполнения гидравлических расчетов водопроводных сетей систем подачи и распределения воды.

The relationships of regression coefficients for different regimes of water using as a function of night water using are shown for simplified fulfillment of water network hydraulic calculations of water transmission and distribution systems.

*Ключові слова:* системи подачі та розподілення води, водопровідні мережі, гідралічні розрахунки, вузлові відбори, вільні напори, необхідний напір, режим водоспоживання.

Втрати води в системах подачі та розподілення води (СПРВ) складають 40-50%. Більша частка втрат води припадає на житловий сектор. Однією з основних причин формування втрат води є напори у водопровідних мережах [1, 2]. Від величин вільних напорів залежать: непродуктивні витрати, що формуються у процесі розбору води споживачем; витрати у споживача, які самовільно виливаються з санітарно-технічних