



3. Pulp, paper, and packaging in the next decade: Transformational change. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/paper-forest-products-and-packaging/our-insights/pulp-paper-and-packaging-in-the-next-decade-transformational-change> (date of appeal: August 2019).
4. Lipnizki F., Jönsson A.-S. Changing an industry with membrane technology – Converting pulp mills to bio-refineries. *2017 International Congress on Membranes and Membrane Processes*. San Francisco, 2017.
5. Легалайз по-українськи: Хто вже заробляє на коноплях (легально). URL: <https://resource.com.ua/legalajz-po-ukraynsky-kto-uzhe-zarabatyvaet-na-konople-legalno/> (дата звернення: 08.02.2019).
6. Опис та характеристика рослини КОНОПЛИ ПОСІВНІ. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/plants/konopli-posivni>.
7. Богданова О.Ф., Домбровська О.П., Бабіч С.С., Домбровський О.Г. Визначення можливості одержання волокнистих напівфабрикатів із ненаркотичних конопель. *Вісник ХНТУ*. Херсон, 2018. № 1 (64). – С. 67-74. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-vozmozhnosti-polucheniya-voloknistykh-polufabrikatov-iz-nenarkoticheskoy-konopli/viewer>.
8. Барбаш В.А., Трембус І.В. Обґрунтування методики визначення вмісту холоцелюлози в недеревній рослинній сировині. *Наукові вісті НТУУ «КПІ»*. Київ, 2012. № 1. С. 132-136.
9. Трембус І.В. Пакувальний папір із стебел соняшнику. *Молодий вчений*. Київ, 2016. № 3 (30). – С. 280-284. – URL: <http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2016/3/64.pdf>.
10. Трембус І.В., Соколовська Н.В. Солом'яна целюлоза в композиції пакувального паперу. *Вісник НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського»*. Київ, 2017. № 1. – С. 96-101. – DOI: <https://doi.org/10.20535/2306-1626.1.2017.119485>.



УДК 504.062.2

ВИЗНАЧЕННЯ РОЗЧИННОСТІ ОСАДІВ ПІД ДІЄЮ КИСЛОТ ДЛЯ ЗАХИСТУ ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМ ВОДОСПОЖИВАННЯ

М.Г. Добкіна, Т.О. Шаблій, М.Д. Гомеля, Д.Е. Бенатов

Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського

пр. Перемоги, 37, Київ-56, 03056, Україна

e-mail: dobkina98@gmail.com

На багатьох підприємствах використовуються оборотні системи водоспоживання. Для захисту металевих конструкцій у воді та водних середовищах від корозії та накипу застосовують інгібітори корозії і стабілізатори накипоутворення. В разі оптимального підбору типу та дози інгібіторів і антискалантів можливий перехід до замкнених систем водоспоживання. Результатом такого переходу буде зменшення кількості забору свіжої води, зменшення об'ємів стічних вод та подовження терміну експлуатації трубопроводів та обладнання.

Крім підбору ефективних реагентів для стабілізаційної обробки води, існує проблема застарілого обладнання, поверхня якого вкрита шаром продуктів корозії та карбонатно-сульфатним осадом [1]. Ефективність використання інгібіторів корозії та стабілізаторів накипоутворення в трубопроводах, що вкриті продуктами корозії та накипом, мінімальна. В даному випадку необхідно або збільшувати витрату реагентів,



або попередньо відновлювати внутрішні поверхні трубопроводів. Другий варіант є економічно та екологічно доцільним.

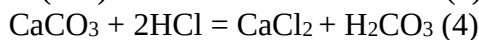
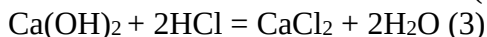
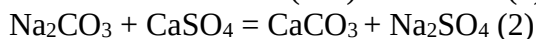
Відновлення поверхонь обладнання проводять шляхом їх обробки кислими – травильними – розчинами. Проте використання таких розчинів несе за собою ряд небезпек. А саме, після застосування соляної кислоти у воді залишаються хлорид-аніони, які викликають підвищення агресивності води та водних розчинів. Обробка поверхонь розчинами сірчаної кислоти супроводжується утворенням сульфату кальцію, що не вирішує питання відновлення поверхонь обладнання.

Відомо, що крім неорганічних кислот, в якості травильних розчинів використовують органічні кислоти. Зокрема, 10 % розчин сульфамінової кислоти є ефективним в процесах очищення труб від продуктів корозії та накипу. Але даний реагент характеризується високою корозійною агресивністю по відношенню до сталі 20, середній поляризаційний опір ($R_{р_ср}$) становить 70 Ом [1].

Отже, не дивлячись на масштабність і тривалість використання водооборотних систем, проблема відновлення обладнання ще існує. Зокрема, існує попит на ефективні і в той же час корозійно неагресивні травильні розчини для очищення металевих поверхонь від осадів.

Якщо порівнювати розчинність в кислих середовищах карбонату кальцію та сульфату кальцію, то перший осад розчинюється набагато краще [2]. Складнішою проблемою залишається розчинення гіпсу. Тому в даній роботі більш детально вивчалися процеси розчинення сульфату кальцію в неорганічних та органічних кислотах.

Крім того, з метою підвищення ефективності розчинення сульфату кальцію в кислотах здійснювали його двохстадійну обробку. На першій стадії гіпс обробляли 5 %-им розчином NaOH або 10 %-им розчином Na_2CO_3 . Таким чином проводилось часткове переведення гіпсу у вапно або карбонат кальцію (реакція 1-2). Утворені осади легко розчиняються при взаємодії з кислотами. Наприклад, для соляної кислоти – це реакції 3 та 4. З іншими кислотами карбонат кальцію та гідроксид кальцію взаємодіють аналогічно. В деяких дослідженнях кислоти використовували сумісно з уротропіном (1%). Результати досліджень наведено на рисунку 1.



Найбільшою розчинністю сульфату кальцію характеризується соляна кислота. Так, даний показник для 2 %-ої соляної кислоти становив 28,3 г/дм³, а в розчині з більшою концентрацією (10 %) зростав до 36,2–36,7 г/дм³.

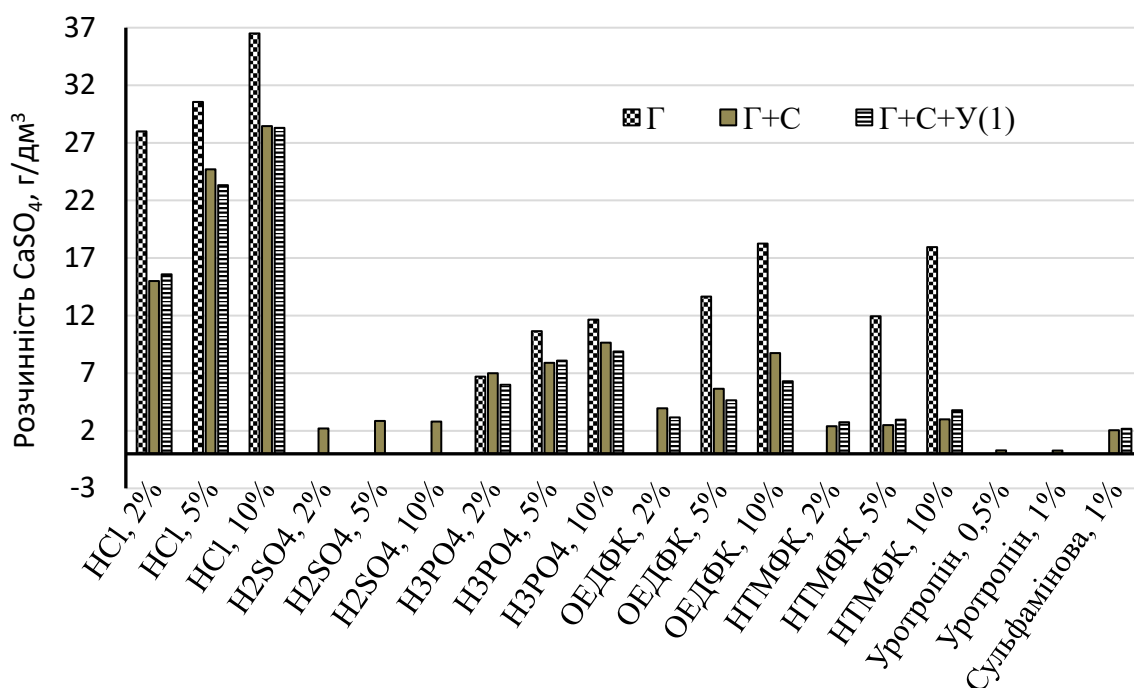
Ортофосфорна кислота характеризується значно меншою здатністю до розчинення гіпсу в порівнянні з іншими неорганічними та органічними кислотами. Так його розчинність зростає в середньому з 6,7 г/дм³ при концентрації кислоти 2 % лише до 11,65 г/дм³ при концентрації кислоти 10 %.

Відомо, що фосфонові кислоти є ефективними стабілізаторами накипоутворення. Крім того, їх цинкові солі є ефективними інгібіторами корозії металу. Тому було цікаво дослідити їх в якості травильних розчинів.

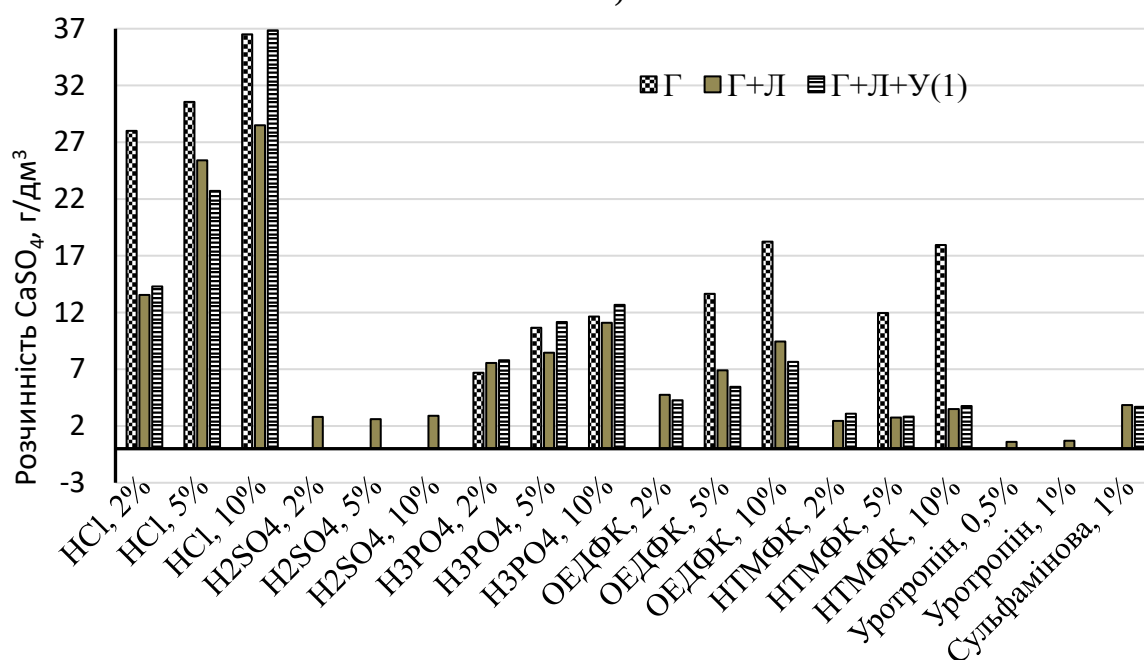
За результатами досліджень видно, що ОЕДФК та НТМФК не відзначаються високою розчинністю гіпсу. Навіть при концентраціях фосфонових кислот 10 % розчинність сульфату кальцію не перевищувала 18 г/дм³, що практично в 2,0–2,5 рази менша за



розчинність гіпсу за тих же умов в соляній кислоті. Проте їх використання для відновлювання поверхонь обладнання є доцільним, так як дані речовини є ефективними стабілізаторами накипоутворення та інгібіторами корозії металу.



а)



б)

Рис.1. Розчинність сульфату кальцію (г/дм³) в залежності від складу травильного розчину та способу обробки гіпсу: а) – содою, б) – лугом

Попередня обробка сульфату кальцію содою або лугом не викликає позитивний ефект, а, навпаки, призводить до зменшення ступеня розчинності. І така тенденція характерна як для неорганічних, так і для органічних кислот в усьому діапазоні використаних концентрацій. Особливо малою розчинністю сульфату кальцію характеризується сірчана



кислота. Це пояснюється тим, що при збільшенні концентрації сульфатів розчинність гіпсу повинна знижуватись. Незначне його розчинення пояснюється зміною рН, утворенням ліофобних колоїдних частинок, які переходять в розчинник, утворюючи колоїдний розчин.

Додавання в кислі розчини уротропіну в концентрації 1 % не відмічається покращенням ефективності розчинення осаду.

Підсумовуючи, можна відмітити, що найбільшою розчинністю по сульфату кальцію серед представлених неорганічних кислот характеризується соляна кислота. Проте її використання обмежується високою корозійною агресивністю до металу. Фосфонові кислоти відмічаються меншою розчинністю гіпсу, проте їх можна застосовувати для відновлювання поверхонь обладнання. Попередня обробка сульфату кальцію лугом або содою є недоцільною, так як ступінь розчинення осаду не зростає і, крім того, додатково витрачаються реагенти.

Література:

1. Synthesis, surface properties and inhibition behavior of novel cationic gemini surfactant for corrosion of carbon steel tubes in acidic solution / Hegazy M. A., Rashwan S. M., Kamel M. M., El Kotb M. S. // Journal of Molecular Liquids. 2015. Vol. 211. P. 126–134.
2. Shuryberko M., Gomelya, M., Shabliy, T., Chuprova K. Development of reagents for protection of equipment of water supply systems from scale and corrosion / Technology audit and production reserves. – 2018. – № 5/3 (43). – С. 27–32.



УДК 628.17

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМІ ВОДОПОСТАЧАННЯ ЛІСОПЕРЕРОБНОГО ВИРОБНИЦТВА

О.Г. Добровольська

Запорізький національний університет
вул. Жуковського, 66, Запоріжжя, 69600, Україна
e-mail: dogoks@gmail.com

Актуальність. Інтеграція України у світову мережу водних відносин вимагає формування сучасного підходу до збалансованого водокористування. Відповідні рішення про обмеження споживання водних ресурсів можна приймати на основі оцінки обсягів забору свіжої води, її використання в різних сферах господарської діяльності, втрат при транспортуванні, обсягу водовідведення та скиду забруднених вод.

Пошук ефективних та доступних систем охолодження направлений на забезпечення санітарно-гігієнічних норми щодо теплового забруднення водою [1], вибору оптимальних параметрів циркулюючої води [2]. Відкриті системи циркуляційної охолоджувальної води широко використовуються в переробній промисловості. Щорічне споживання свіжої води в лісопереробній галузі становить близько 4,5-4,7% від загального водоспоживання країни. Відносно невисока економія свіжої води, яка становить 69%, пояснюється необхідністю використання свіжої води в ряді технологічних процесів як одного з компонентів сировини. Зменшити використання свіжої води можна за рахунок збільшення потужностей повторно-послідовного та оборотного водоспоживання. Тому оптимізація стратегії роботи водних систем є актуальним питанням на сьогодні.