

слизоутворюючими мікроорганізмами – 84,2-85%; за міцеліальними грибами – 65,5-66,2%. Ефективність антимікробної дії основних солей алюмінію вища, ніж сульфату алюмінію, навіть при менших витратах.

Основні солі алюмінію у воді утворюють гідрофобні колоїдні системи, які, завдяки присутності протилежно заряджених колоїдів, коагулюють з утворенням пластівців гідроксиду алюмінію. Ці пластівці сорбують на своїй поверхні забруднення, в тому числі і мікроорганізми. Адсорбція мікроорганізмів на поверхні сорбенту (гідроксиду алюмінію) викликає аномальний обмін іонів між мікроорганізмами і середовищем, що призводить до їх загибелі. Пластівці гідроксиду алюмінію швидко укрупнюються і під дією сили тяжіння осідають, додатково захоплюючи завислі частинки та мікроорганізми.

Також під час гідролізу дигідрокосульфату та гідроксохлориду алюмінію утворюються сульфат- та хлорид-іони, які здійснюють антимікробну дію, обумовлену їх взаємодією із бактеріальними клітинами, що порушує обмін речовин і призводить до загибелі клітин мікроорганізмів. Причому сильна бактерицидна дія хлорид-іонів відбувається миттєво. Вони також активно реагують із азотистими органічними речовинами, сильними органічними відновниками. Через це бактерицидна ефективність хлорид-іона швидко зменшується. Цим пояснюється трохи кращий антимікробний ефект за всіма групами мікроорганізмів дигідрокосульфату алюмінію порівняно з гідроксохлоридом алюмінію.

Отже, використання в якості коагулянтів для очищення транспортерно-миної води бурякоцукрового виробництва основних солей алюмінію, таких як дигідрокосульфат алюмінію ( $Al_2(SO_4)_2(OH)_2 \cdot 11H_2O$ ) та гідроксохлорид алюмінію ( $Al_2(OH)Cl$ ), забезпечує високий ефект очищення води за завислими речовинами та ХСК, значне знебарвлення води та зниження мікробіологічної забрудненості води різними групами мікроорганізмів.

Вода, очищена гідроксохлоридом та дигідрокосульфатом алюмінію, відповідає вимогам до якості очищеної транспортерно-миної води [8]. Використання запропонованих коагулянтів дозволяє комплексно вирішувати питання очищення, знезараження води та запобігання піноутворенню. Це дасть можливість зменшити питомі витрати свіжої води та кількість стічних вод на одиницю перероблюваних буряків, що дуже актуально у наш час, і забезпечить значне покращення екологічної ситуації бурякоцукрового виробництва в цілому.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сорокин А.И. Обратное водоснабжение сахарных заводов. М.: ВО «Агропромиздат». – 1989. – 176 с.
2. Чугунов А.И., Базлов В.Н., Ананьева П.А. Методика оценки работы очистных сооружений // Сахарная промышленность. – 1995. – №1. – С. 18-19.
3. Находкина В.З. Микробиология и микробиологический контроль в свеклосахарном производстве. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 93 с.
4. Штангеева Н.І., Клименко Л.С., Салавор О.М., Сорокін А.І. Дослідження піноутворення у воді оборотної системи гідротранспорту та миття буряків // Наукові праці УДУХТ, Київ – 2000. – №7. – С. 59-62.
5. А.К.Запольський, Н.А. Мішкова-Клименко, І.М. Астрелін та ін. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
6. Отчет по теме «Разработка коагуляционных методов очистки транспортерно-мочных вод сахарных заводов с целью их использования в замкнутом цикле». – Институт коллоидной химии и химии воды им. А.В. Думанского. – Киев, 1985. – 127с.
7. Душкин С.С. Способ подготовки воды с использованием в качестве коагулянта соли алюминия // Душкин С.С., Сорокина К.Б., Аль А.М., Благодарна Г.М. – Харьков, 2001. – 45 с.
8. Сергієнко В.І., Самойленко В.С., Сорокін А.І. Інструкція з питань водного господарства цукрових заводів. – К.: УкрНДІЦП, 1994. – 114 с.

УДК 628.16

Чалова Т. С., Хижняк О. О., Скроцька О. І. (Україна, Київ)

#### ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД БАКТЕРІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ КОАГУЛЯНТІВ – ОСНОВНИХ СУЛЬФАТІВ АЛЮМІНІЮ

До основних екологічних проблем у світі відноситься проблема отримання води питної кондиції. Невпинне скорочення об'єму прісних вододжерел, підвищення середньорічної температури навколишнього середовища та багато інших факторів зумовлюють підвищення кількості мікроорганізмів у природних джерелах, а особливо, привертає до себе увагу підвищення кількості патогенної мікрофлори [1, 2].

Основними реагентами, які застосовуються для підготовки води в Україні є коагулянти – сульфат алюмінію та знезаражуючі реагенти на основі хлору. Головним недоліком хлору є його канцерогенність, а сульфату алюмінію – малоєфективність. Тому при підготовці води постає проблема щодо ефективних і безпечних для здоров'я людини реагентів [3].

Запропоновані коагулянти, а саме, основні сульфати алюмінію (ОСА) з Мо 2,3; 2,5; 2,7 та дигідрокосульфату алюмінію (ДГСА) з Мо 2,0, мають ряд переваг перед традиційними коагулянтами – сульфатом алюмінію (СА) та гідроксохлоридом алюмінію (ГХА) [3, 4, 5].

Оскільки більшість бактерій мають негативний заряд, то можна зробити припущення, що основні сульфати алюмінію будуть зумовлювати зниження кількості мікроорганізмів при очищенні природних вод.

Одним з нормативних показників за ГОСТ 2874-82 "Вода питъевая" в Україні є кількість бактерій групи кишкової палички (показник забруднення води виділеннями людини і теплокровних тварин) в 1 дм<sup>3</sup>, тому в якості модельних мікроорганізмів використовували лабораторний штам бактерій *Escherichia coli* 1257.

Вивчення коагуляційної ефективності ДГСА і ОСА (Мо 2,3; 2,5; 2,7) проводили в порівнянні з традиційним коагулянтом сульфатом алюмінію та гідроксохлоридом алюмінію. Результат видалення бактерій з води представляли як логарифм відношення бактерій, що вижили у воді ( $N_t$ ), до вихідної кількості бактерій ( $N_0$ ):

$$Lg\left(\frac{N_t}{N_0}\right).$$

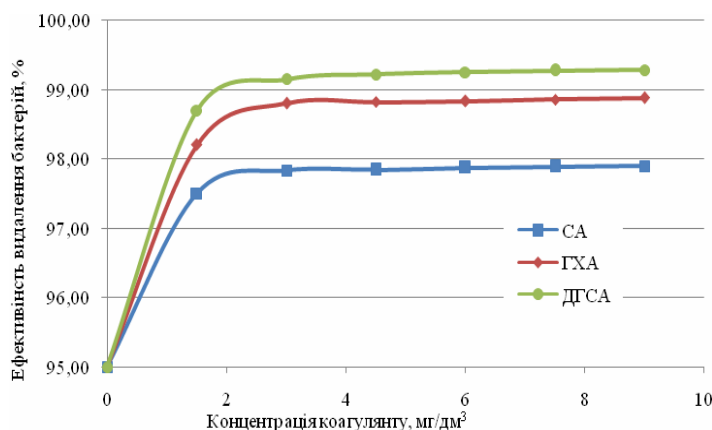


Рис. 1. Ефективність видалення бактерій різними видами коагулянтів.

Діапазон зміни доз коагулянтів становив від 1,5 до 9,0 мг/дм<sup>3</sup> (по  $Al_2O_3$ ), що відповідає концентраціям, які застосовують на водоочисних станціях м. Києва. З рис. 1 видно, що основна кількість мікроорганізмів видалається вже при концентрації 1,5 мг/дм<sup>3</sup>, яка є мінімальною. Подальше видалення бактерій є незначним. Крім того, невелика концентрація коагулянтів знижує ризик привнесення коагулянтами алюмінію, що покращує показники безпеки води, в очищувану воду та її каламутність. А використання в її подальшому очищенні флокулянтів покращить якість води за фізико-хімічними показниками. Тому при виборі концентрації коагулянту потрібно орієнтуватися на якість фізико-хімічних показників. В подальших дослідженнях на здистильованій воді використовували концентрацію коагулянтів 1,5 мг/дм<sup>3</sup>.

Наступним етапом було дослідження впливу тривалості контакту реагентів з мікроорганізмами. Коагулянти дозували в кількості 1,5 мг/дм<sup>3</sup>, тривалість контакту становила 10, 20, 30, 40, 50, 60 хв (рис. 2.). Основна кількість мікроорганізмів видалається коагулянтами протягом 10 хв. – 96-98%. Збільшення тривалості контакту до 60 хв. збільшувало ступінь видалення бактерій коагулянтами до 98,0-99,1% (ступінь видалення 2 порядки з 5). Подальше збільшення тривалості контакту майже не змінювало ефективність видалення мікроорганізмів, тому для досліджень тривалість контакту складала 60 хв.

Наступним кроком було вивчення впливу вихідного навантаження на ефективність очищення води коагулянтами (рис. 3). Діапазон варіювали від 10<sup>3</sup> до 10<sup>6</sup> КУО/см<sup>3</sup>.

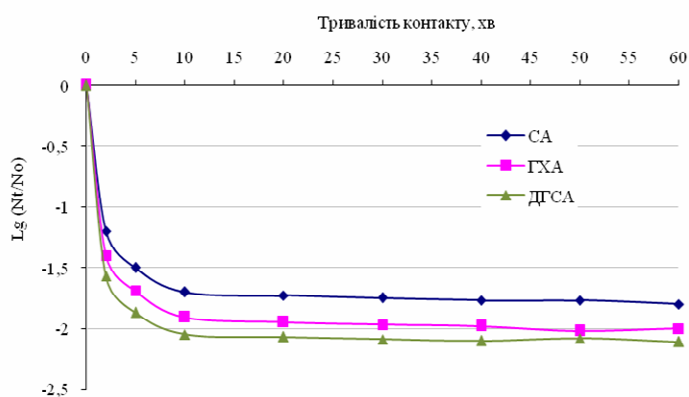


Рис. 2. Вплив тривалості контакту бактерій *E.coli* 1257 з коагулянтами на ступінь їх видалення (вихідне навантаження 10<sup>5</sup> КУО/см<sup>3</sup>).

Попередніми дослідженнями на модельній здистильованій та водопровідній воді підібрали оптимальні параметри очищення води від мікроорганізмів. З метою підбору раціональних параметрів досліджували вплив концентрації коагулянтів, тривалості контакту реагентів з мікроорганізмами, вихідного навантаження бактерій на процес знезаражування.

Наступним етапом було вивчення впливу різної концентрації коагулянтів на ефективність видалення бактерій. Тривалість контакту коагулянтів з бактеріями становила 60 хв., вихідне навантаження було 10<sup>5</sup> КУО/см<sup>3</sup>.

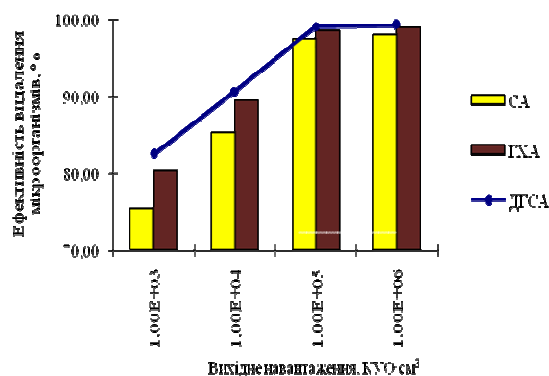


Рис. 3. Вплив вихідного навантаження на ефективність видалення мікроорганізмів коагулянтами.

При кількості бактерій у вихідній воді  $10^4$ , їх видаляється на  $\approx 10\%$  менше, ніж при навантаженні  $10^5$ . Оскільки мікроорганізми є часточками з від'ємним зарядом, і в здистильованій воді немає крім них більше будь-яких домішок, тому вихідне навантаження  $10^4$  КУО/см<sup>3</sup> є недостатньою кількістю для утворення розгалуженої структури глобул і вони не випадають в осад. При  $10^6$  КУО/см<sup>3</sup> видаляється всього на 0,2 - 0,3 % більше, ніж для  $10^5$ . Пояснення цьому недостатня концентрація коагулянтів для видалення бактерій при вихідному навантаженні  $10^6$  КУО/см<sup>3</sup>. Така динаміка видалення мікроорганізмів спостерігається у всіх коагулянтів, але ступінь видалення мікроорганізмів ДГСА є вищим на 1,1% в порівнянні з СА і на 0,35 – з ГХА. Це пояснюється тим, що ДГСА є більш гідролізованим коагулянтом, і продукти його гідролізу мають більший заряд, ніж такі ГХА і тим більше СА.

Для зручнішого підрахунку в подальших дослідженнях використовували вихідне навантаження модельної води  $10^5$  мг/см<sup>3</sup>. Проведені дослідження, показали ефективність використання ДГСА в порівнянні з СА. Ступінь видалення бактерій ГХА знаходиться між СА та ДГСА, тому наступним етапом було дослідження видалення бактерій ОСА (Мо 2,3, 2,5, 2,7), щоб визначити яким з цих коагулянтів замінити ГХА при очищенні води.

Як видно з даних табл. 1, динаміка видалення мікроорганізмів з водопровідної води коагулянтами така ж як і для дистильованої води, з тою різницею, що ступінь видалення бактерій дещо підвищився. Це пояснюється тим, що водопровідна вода вміщає дрібнодисперсні частини колоїдних розмірів, що сприяє осадженню пластівців, які утворюються при коагуляції мікроорганізмів.

**Таблиця 1 – Вплив тривалості контакту коагулянтів з бактеріями E.coli 1257 на ступінь їх видалення з водопровідної води**

Коагулянт (тип, доза)	Тривалість контакту, хв	Ефективність видалення, %
СА 1,5 мг/дм <sup>3</sup>	10	98,75
	20	98,90
	40	98,94
	60	98,99
ГХА 1,5 мг/дм <sup>3</sup>	10	99,30
	20	99,53
	40	99,59
	60	99,64
ДГСА 1,5 мг/дм <sup>3</sup>	10	99,50
	20	99,72
	40	99,79
	60	99,85

Вода в якості основної чи допоміжної сировини використовується в більшості технологічних процесів одержання харчових продуктів.

В ряді виробництв, пов'язаних з виготовленням бутильованої води, води для лікєро-горілчаної продукції, для соків, для дитячого харчування, виникають проблеми, пов'язані з недостатньою якістю вихідної води. Вимоги до якості води на таких підприємствах є жорсткішими. Тому воду питної кондиції потрібно доочищати. Подальші дослідження були пов'язані з видаленням бактерій з води водопровідної мережі.

Ступінь знезаражування підвищується при очищенні водопровідної води в порівнянні з дистильованою. Тому наступним дослідом було визначення яким з ОСА можна замінити ГХА при доочищенні водопровідної води. Інтенсивність видалення бактерій коагулянтами підвищується в ряду СА, ОСА Мо 2,7, ОСА Мо 2,5, ГХА, ОСА Мо 2,3, ДГСА (рис. 4). Ступінь видалення бактерій ГХА дещо вищий за ОСА Мо 2,5, як і при очищенні дистильованої води. Це пояснюється тим, що підвищення фізико-хімічних показників водопровідної води (в порівнянні з дистильованою) позитивно впливає на коагуляційну ефективність і основних сульфатів алюмінію, і ГХА. Використання ОСА Мо 2,5 для доочищення водпровідної води буде повноцінною заміною гідроксохлориду алюмінію.

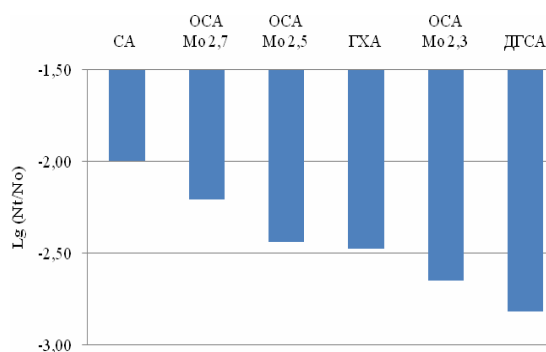


Рис. 4 Залежність ступеня видалення бактерій E.coli різними типам коагулянтів

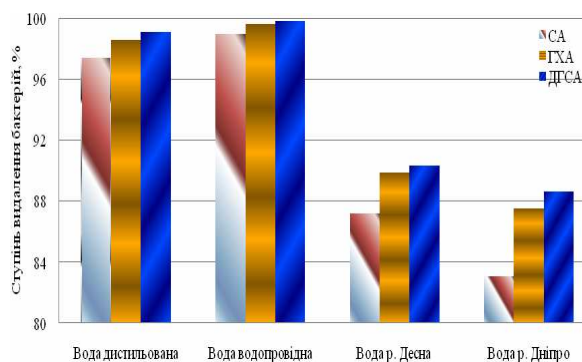


Рис. 5 Залежність ступеня видалення бактерій від типу води і коагулянту

Серед запропонованих коагулянтів найкращу здатність видаляти бактерії має ДГСА, тому його застосування для часткового очищення природних вод від мікроорганізмів є досить ефективним.

На рис. 5 представлені порівняльні результати очищення різних типів вод від бактерій *E.coli*. Ступінь видалення з застосуванням ДГСА становить біля 90 % з природних вод рр. Десна та Дніпро. Цей показник є достатньо високим як для коагулянту, що немає знезаражуючих властивостей.

#### Висновок

З отриманих результатів досліджень, можна зробити висновок, що всі коагулянти в тій чи іншій мірі ефективні. Але існує небезпека при використанні ГХА через вміст хлору, а СА як малоефективним коагулянт по відношенню до фізико-хімічних і мікробіологічних показників. При використанні в якості коагулянтів ОСА та ДГСА спостерігається покращення фізико-хімічних показників води та ефективність видалення бактерій зумовить зменшення дози знезаражуючого агента, який зазвичай використовують після коагуляційного очищення природних вод.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Душкин С.С. Способ подготовки воды с использованием в качестве коагулянта соли алюминия / Душкин С.С., Сорокина К.Б., Аль А.М., Благодарна Г.М. – Харьков, 2001. – 45 с.
2. Гончарук В.В. Коллоидно-химические аспекты использования основных солей алюминия в водоочистке / В.В.Гончарук, И.М.Соломенцева, Н.Г.Герасименко // Химия и технология воды. □ 1999. □ Т. 21, № 1. – С. 52-87.
3. Запольский А.К. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды / Запольский А.К., Баран А.А. – Л.: Химия, 1987. – 204 с.
4. Некоторые физико-химические свойства растворов дигидроксосульфата алюминия / А.К.Запольский, Л.А.Бондарь, И.И.Дешко //Химия и технология воды. 1986, т.8 №5. – С. 38-39.
5. Интенсификация водоподготовки с помощью гидроксосульфата алюминия / А.К.Запольский, И.М.Соломенцева, Л.И.Панченко и др. // Бум.пром-ть. – 1985. – №5. – С. 33–39.

УДК 664.1:504.062

**Гусятинська Н. А. (Україна, Ірпінь), Чорна Т. М., Бондар Л. М., Касян І. М. (Україна, Київ)**

#### ДО ПИТАННЯ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА ЦУКРУ

Постановка проблеми. Сучасна екологічна ситуація в Україні знаходиться в кризовому стані. Це в значній мірі пов'язано з недосконалою структурою економіки країни, яка протягом значного періоду формувалася без урахування об'єктивних потреб населення та економічних можливостей її окремих територій – перевага віддавалася розвитку сировинно-видобувних, ресурсномістких, енергоємних та екологічно небезпечних галузей промисловості. Будівництво нових об'єктів здійснювалось з найменшими капітальними витратами, без урахування екологічних вимог, будівництва очисних споруд тощо [5].

Аналіз останніх публікацій. Все сказане вище стосується й харчової промисловості, яка є однією з провідних галузей економіки України. В державі промислове виробництво харчових продуктів здійснюють понад 22 тис. підприємств, на яких зайнято більше мільйона працюючих. За різними оцінками, продукція харчової промисловості нині складає 15-21% від усієї промислової продукції, що виробляється в Україні [2], а сама галузь за питомою вагою посідає друге місце в господарстві країни. На більшості підприємств галузі експлуатується морально і фізично застаріле природоохоронне устаткування, використовуються старі технології, що призводить до забруднення навколишнього природного середовища. Як наслідок, виробництво харчових продуктів супроводжується утворенням рідких, газоподібних та твердих відходів, що забруднюють гідросферу, атмосферу та ґрунти, споживанням значної кількості води, що призводить до скидів відпрацьованих забруднених вод на поля фільтрації, у відстійники та водойми без необхідного очищення.

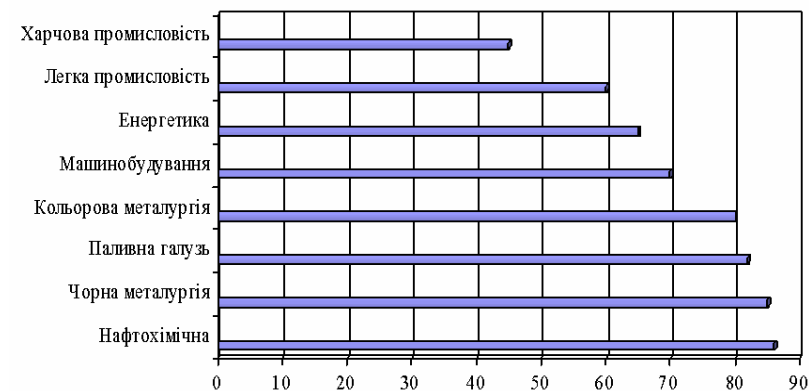


Рис. 1. Технічна досконалість оборотної системи водопостачання різних галузей промисловості (за показником  $K_{об}$ ) [6]

Слід зазначити, що порівняно з іншими галузями економіки України, питомі витрати води в харчовій промисловості є низькими. Але, на відміну від інших галузей господарства, в харчовій промисловості є найвищим відсоток використання води питної якості.

Очищенню з метою повторного використання у виробництві підлягає досить незначна частка використаної води [1,3,8], решта переходить в категорію стічних вод, які часто без належного очищення скидаються в навколишнє середовище (рис. 1).