

УДК 628.16

Хижняк О. О., к.т.н., доцент (Національний університет харчових технологій, м. Київ)

ВИКОРИСТАННЯ КОАГУЛЯНТІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД БАКТЕРІЙ

Проблема якості питної води на даний час стоїть дуже гостро. Тому було поставлено за мету отримати реагенти з високою коагуляційною здатністю не тільки в відношенні до фізико-хімічних домішок, але й до мікроорганізмів. Запропоновані коагулянти – основні сульфати та дигідрокосульфат алюмінію дозволяють отримати воду високої якості, та видалити бактерії E.coli. Ступінь видалення становить біля 90%, що вказує на високу їх ефективність.

Ключові слова: основний сульфат алюмінію, дигідрокосульфату алюмінію, коагуляція, підготовка води, коагуляційне видалення бактерій.

Вступ. Однією з глобальних проблем у світі є проблема отримання питної води, зокрема високої якості. Поступове скорочення водних ресурсів на планеті, глобальне підвищення температури навколишнього середовища, антропогенне навантаження на природу та інші негативні впливи зумовлюють погіршення якості вододжерел, зокрема у мікробіологічному відношенні. Особливу увагу приділяють патогенній мікрофлорі.

Вода забезпечує життєдіяльність мікроорганізмів за рахунок органічних та мінеральних речовин, які є поживними речовинами для них. Якісний та кількісний склад мікроорганізмів у водоймах залежить від багатьох факторів – температури, промислового навантаження, органічних та мінеральних забруднювачів та ін. Загальна кількість мікроорганізмів в 1 см³ активного мулу стічних вод за прямим підрахунком становить 10–20 млрд. У зв'язку з бурхливим розвитком промисловості і збільшенням чисельності населення міст різко збільшилась різноманітність стічних вод, які часто не очищеними спускаються у відкриті водоймища і ріки. Саме цей фактор є джерелом забруднення рік.

Основними «жителами» водоймів є: *Micrococcus roseus*, *Micrococcus agilis*, *Micrococcus candidus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacterium Violaceum*, *Clostridium perfringens*.

Питна вода за своїм складом і властивостями має бути безпечною в

епідемічному відношенні, нешкідливою за хімічним складом і мати хороші органоліптичні властивості. Якість питної води оцінюється комплексом хімічних, органоліптичних і бактеріологічних показників.

Аналіз останніх досліджень. На даний час в Україні використовуються традиційні реагенти для підготовки питної води, а саме, сульфат алюмінію, який є малоефективним, та реагенти на основі хлору, які використовують в якості знезаражуючого агенту. Основним недоліком іону хлору є його канцерогенність. Останнім часом частіше почали застосовувати фізичні методи оброблення, які також мають недоліки у використанні. Тому при підготовці води постає проблема щодо ефективних і безпечних для здоров'я людини реагентів [1, 2, 3].

Методика досліджень. В якості реагентів використовували коагулянти сульфат алюмінію (СА), дигідроксосульфат алюмінію (ДГСА), гідроксихлорид алюмінію (ГХА).

В якості тестової культури використовували санітарно-показовий штам бактерій *Escherichia coli* 1257, отриманого з колекції Державного науково-дослідницького інституту стандартизації та контролю медичних біологічних препаратів ім. Л.А. Тарасевича (Москва). Кількість бактерій, яку поміщали в очищувану воду, становила від 10^5 КУО/см³. В якості модельної води використовували стерильну водопровідну воду з температурою 20°C, величиною рН 7,8. Коагулянти дозували з 1%-их розчинів (по Al_2O_3). Тривалість контакту бактерій з реагентами до

60 хв. Після чого розчин фільтрували через стерильний паперовий фільтр. В фільтраті визначали кількість бактерій, що вижили, методом прямого посіву на середовище Ендо. Культивування бактерій проводили при 37°C впродовж 18-24 год. Результат (порядок видалення) виражали як логарифм відношення бактерій, що вижили, (Nt), до загальної кількості (No).

Постановка завдання. З використанням санітарно показових мікроорганізмів оцінити здатність коагулянтів до очищення природних вод від мікроорганізмів.

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

Одним з нормативних показників за ГОСТ 2874-82 “Вода питьевая” в Україні є кількість бактерій групи кишкової палички (показник забруднення води виділеннями людини і теплокровних тварин) в 1 дм³, тому в якості модельних мікроорганізмів використовували лаборатор-

ний штам бактерій *Escherichia coli* 1257.

Визначення коагуляційної ефективності ДГСА і ОСА (Мо 2,3; 2,5; 2,7) проводили в порівнянні з традиційним коагулянтом сульфатом алюмінію та гідроксохлоридом алюмінію.

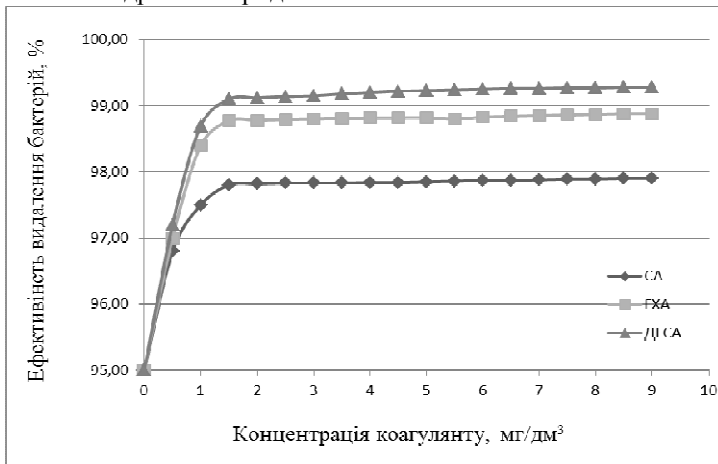


Рис. 1. Ефективність видалення бактерій різними видами коагулянтів

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 10^5 КУО/см³.

Діапазон зміни доз коагулянтів становив від 1,5 до 9,0 мг/дм³ (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/дм³, 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/дм³.

Наступним етапом було дослідження впливу тривалості контакту реагентів з мікроорганізмами. Коагулянти дозували в кількості 1,5 мг/дм³, тривалість контакту становила 10, 20, 30, 40, 50, 60 хв (рис. 2). Основна кількість мікроорганізмів видалялася коагулянтами впродовж 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.

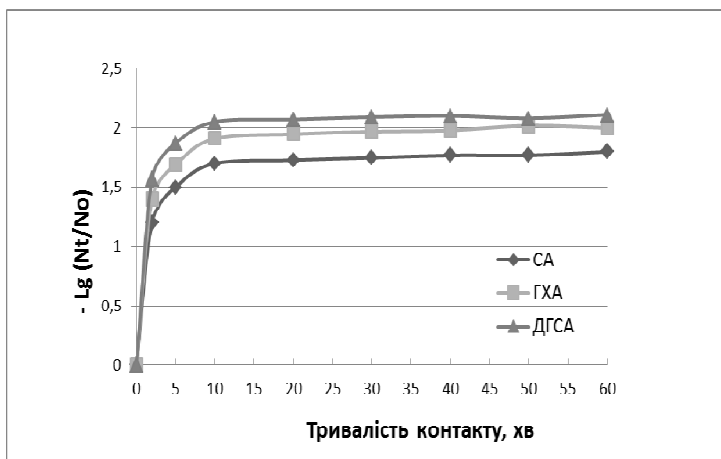


Рис. 2. Вплив тривалості контакту бактерій E.coli 1257 з коагулянтами на ступінь їх видалення (вихідне навантаження 10⁵ КУО/см³)

Наступним кроком було вивчення впливу вихідного навантаження на ефективність очищення води коагулянтами (рис. 3). Діапазон варіювали від 10³ до 10⁶ КУО/см³. мікроорганізмів коагулянтами.

При кількості бактерій у вихідній воді 10⁴, їх видаляється на ≈ 10% менше, ніж при навантаженні 10⁵. Оскільки мікроорганізми є часточками з від'ємним зарядом, і в здистильованій воді немає крім них більше будь-яких домішок, тому вихідне навантаження 10⁴ КУО/см³ є недостатньою кількістю для утворення розгалуженої структури глобул і вони не випадають в осад. При 10⁶ КУО/см³ видаляється всього на 0,2-0,3% більше, ніж для 10⁵. Пояснення цьому недостатня концентрація коагулянтів для видалення бактерій при вихідному навантаженні 10⁶ КУО/см³. 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 коагулянтном, і продукти його гідролізу мають більший заряд, ніж такі ГХА і тим більше СА.

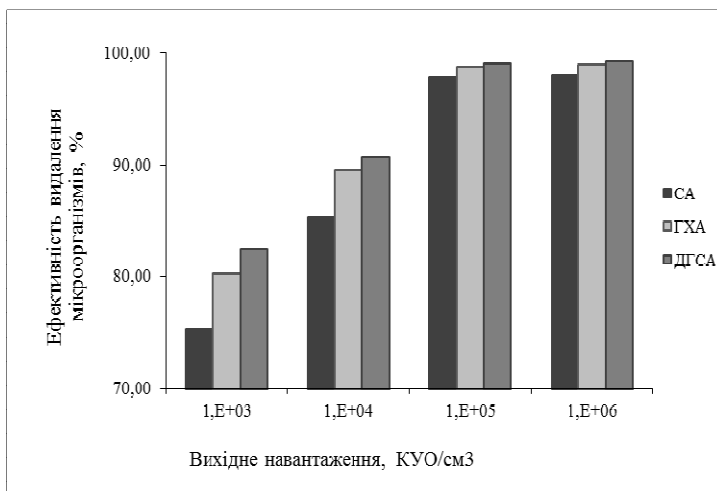


Рис. 3. Вплив вихідного навантаження на ефективність видалення

Для зручнішого підрахунку в подальших дослідженнях використовували вихідне навантаження модельної води 10^5 мг/см³.

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.

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-горілочної 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 підви-

щується 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 водопровідної води буде повноцінною заміною гідроксохлориду алюмінію.

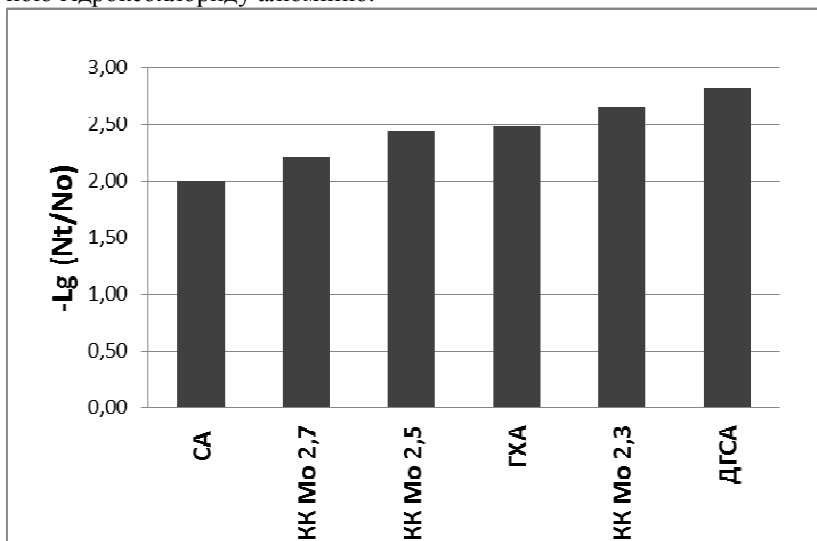


Рис. 4. Залежність ступеня видалення бактерій E.coli різними типам Коагулянтів

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

Висновки. 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.

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 дигидрокосульфата 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 гидрокосульфата алюминия / А. К. Запольский, И. М. Соломенцева, Л. И. Панченко и др. // Бум.пром-ть. – 1985. – № 5. – С. 33–39.

Рецензент: с.н.с., профессор Яцков М. В. (НУВГП)

Khyzhniak O. O., Candidate of Engineering, Associate Professor
(National University of Food Technologies, Kyiv)

USE OF COAGULANTS FOR WATER PURIFICATION FROM BACTERIA

The problem of quality of drinking-water in this time stands very sharply. That is why it was put for a purpose to get reagents with high coagulative ability not only on the relation of physical and chemical admixtures but also to the microorganisms. Offered coagulants - the basic sulfates of aluminium and dihydroxosulfate aluminium allow to get water of high quality and delete a bacterium E.coli. Degree of delete of bacteria about 90%, that specifies on their high efficiency.

Keywords: the basic sulphate of aluminium, dihydroxosulfate of aluminium, water preparation, coagulation removal of bacteria.

Хижняк О. А., к.т.н., доц. (Национальный университет пищевых технологий, г. Киев)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОАГУЛЯНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ БАКТЕРИЙ

Проблема качества питьевой воды в данное время стоит очень остро. Потому было поставлено за цель получить реагенты с

высокой коагуляционной способностью не только по отношению физико-химических примесей, но и к микроорганизмам. Предложенные коагулянты - основные сульфаты алюминия и дигидроксосульфат алюминия позволяют получить воду высокого качества и удалить бактерии E.coli. Степень удаления бактерий около 90%, что указывает на высокую их эффективность.

***Ключевые слова:* основной сульфат алюминия, дигидроксосульфат, подготовка воды, коагуляционное удаление бактерий.**
