

УДК 628.3

к.т.н., доц. Терновцев О.В.,
Київський національний університет будівництва і архітектури**АКТИВОВАНЕ ФІЛЬТРУЮЧЕ ЗАВАНТАЖЕННЯ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ З
ВОДИ СІРКОВОДНЮ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ НОВИХ ТА
РЕКОНСТРУКЦІ ІСНУЮЧИХ ОЧИСНИХ СПОРУД ПИТНОГО
ВОДОПОСТАЧАННЯ.**

Розглянуто сучасне фільтруюче завантаження, досліджено його властивості, особливості використання, рекомендації по використанню. Модернізація очисних споруд і переведення їх на сучасний технологічний рівень у тому числі із застосуванням синтезованих нових фільтруючих завантажень дозволить значно покращити якість питної води, і як наслідок умови життєдіяльності людини.

Ключові слова: сірководень, фільтрація, активоване фільтруюче завантаження, окислювальна потужність, фільтроцикл.

В південних областях України, зокрема в Одеській, Миколаївській, Херсонській та інших, останнім часом спостерігається недостатня кількість якісної питної води, завдяки забрудненню її сірководнем. Існуючі очисні споруди не завжди дозволяють отримати якісну питну воду в зазначених областях. Пов'язано таке становище в першу чергу з тим, що технології, які використовуються на очисних станціях застаріли, а якість вихідної води, за рахунок антропогенного навантаження, останнім часом значно погіршилась. Тому питання модернізації очисних споруд, переведення їх на сучасний технологічний рівень, а також проектування нових очисних споруд сьогодні є дуже актуальним.

Активовані завантаження і, зокрема завантаження, що мають окислювальні властивості знайшли широке застосування для видалення з води різного роду забруднювачів, в тому числі сірководню у технічно розвинених країнах. Відомі [1, 2] завантаження, що являють собою кварцовий пісок з розміром зерен 0,6 – 2 мм, поверхня якого оброблюється різними модифікаторами які містять перманганат калію. В результаті обробки завантаження на поверхні утворюється оксидна плівка з марганцю (IV). Утворення оксиду чотиривалентного марганцю відбувається в об'ємі завантаження, а потім колоїдні частки MnO_2 , по різному механізму, закріплюються на поверхні піску.

Результати досліджень приведених в [3], [4] показали, що вживання різних модифікаторів поверхні завантаження веде до різного, не лише по

величині але і по знаку ξ потенціалу поверхні частки. Зчеплення поверхні піщанок з колоїдними частками MnO_2 , від якого в значній мірі залежить тривалість фільтроциклу, гарна окатність піщаного завантаження вимагає додаткової температурної обробки поверхні для поліпшення зчеплення оксидної плівки з частками завантаження.

Інше відоме сучасне завантаження [5] містить в складі мінеральну основу з природних матеріалів та каталітичну плівку аналогічну іншим подібним завантаженням. Завдяки цьому воно має непогані властивості щодо видалення з води іону заліза та марганцю, але його неможливо використовувати для видалення з води сірководню.

Для підвищення ефективності роботи очисних споруд в КНУБА синтезовано фільтруюче завантаження, яке дозволяє доволі широкий спектр використання.

Запропоновано як основу для нанесення каталітично-активної плівки використовувати керамзит або активоване вугілля [6], при цьому сама плівка має доволі потужну адгезію до основи, що дозволяє довготермінове використання завантаження. Попередні дослідження показали, що використання активованого вугілля імпрегнованого MnO_2 має значні переваги з точки зору фільтроциклу і ефекту очищення води, в порівнянні із завантаженнями приведеними в [1-5]. Останнє пояснюється тим, що активоване вугілля, саме за собою, є гарним каталізатором процесу очищення води. Маючи високу пористість, активоване вугілля дозволяє створити умови, по інтенсивному насиченню не лише поверхні але і об'єму кожної частки завантаження оксидом марганцю (IV). Оксидування поверхні активованого вугілля, з іншого боку, приводить до зменшення ефекту його стирання. Використане в експериментах активоване вугілля марки КАД після обробки показало, що стираність його в порівнянні з необробленим вугіллям знизилася в 1,5-2 рази за рахунок підвищення твердості зовнішньої оболонки. Враховуючи результати попередніх досліджень щодо фізичних властивостей, вивчення процесу очищення води від сірководню виконувалось на завантаженні що складається з активованого вугілля марки КАД імпрегнованого MnO_2 .

Дослідження зміни вмісту у воді сірководню залежно від товщини шару фільтруючого завантаження.

Метою даної серії дослідів було з'ясувати зміну вмісту у воді сірководню в залежності від товщини шару фільтруючого завантаження, концентрації сірководню у вихідній воді, швидкості фільтрування і pH води. Водневий показник (pH) даних розчинів вибирався з умови охоплення, як чистого сірководню ($pH \leq 6.5$), так і основної маси сульфідів що знаходяться у воді ($pH=8.5$). Діапазон швидкостей фільтрування $V = 3 \dots 8$ м/год прийнято

виходячи з умови відсутності помутніння освітленої води за рахунок наявності в ній колоїдної сірки. Як показують результати експерименту, рис.1, вимір каламутності води залежно від швидкості фільтрації прийнятою для свіжого завантаження і через 10 годин фільтрації, що відповідає часу рівному 0,5 фільтроциклу.

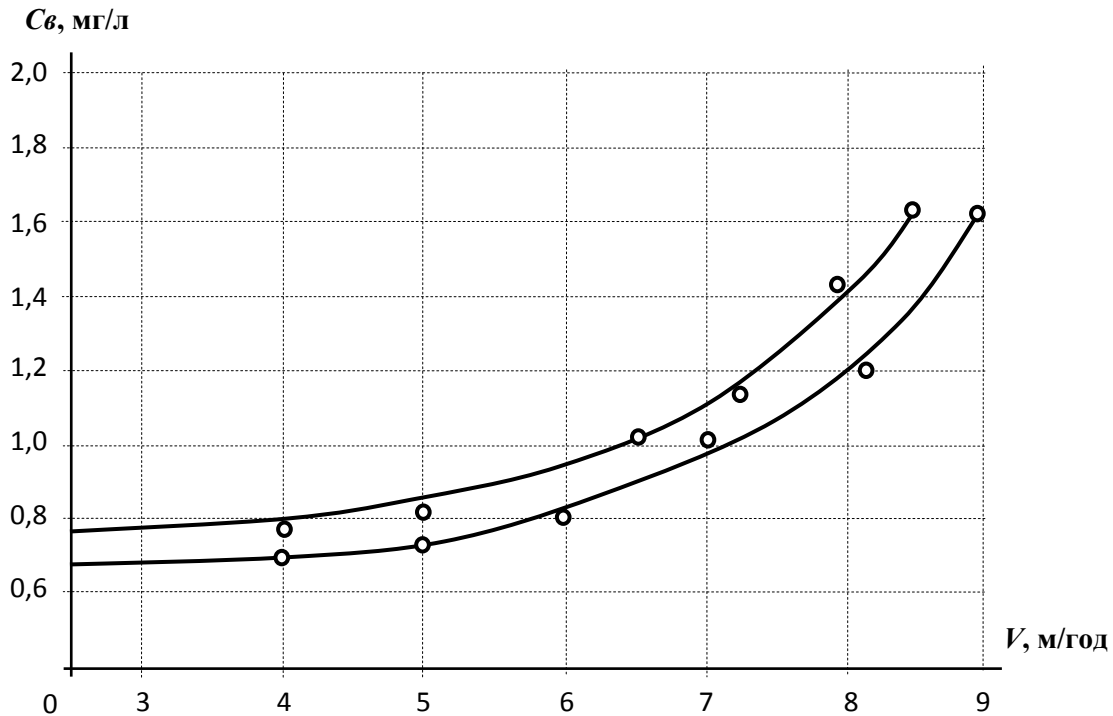


Рис. 1. Зміна каламутності води після фільтрації C_v , в залежності від швидкості фільтрування V , м/год; $C_{H_2S}=30$ мг/л; $pH=8,5$; 1 – початок фільтрації; 2 – через 10 годин

Як видно з графіку, приведеному на рис.1, нижня крива яка відповідає часу початку фільтрування переходить через значення каламутності 1,5 мг/л (вимоги Держстандарту на питну воду) при значенні швидкості біля 9 м/год, а після 10 годин фільтрації, верхня крива, перевищення допустимого значення каламутності відповідає швидкості фільтрації 8,5 м/год. Такі зміни каламутності стали підставою для вибору діапазону швидкостей фільтрування.

Зміна концентрації у воді сірководню повинна привести до зміни окислювально-відновного потенціалу розчину по товщині завантаження. Результати досліджень $Eh_{[мв]}=f(L)$ приведено на рис.2. Досліди проведено при початковому значенні $pH=6,5$ для концентрації розчину 5,8; 10,6; и 30 мг/л сірководню. Перехід через точку чисельно рівною нульовому значенню окислювально-відновного потенціалу змінюється відповідно від 60 до 150 см – повної товщини шару завантаження.

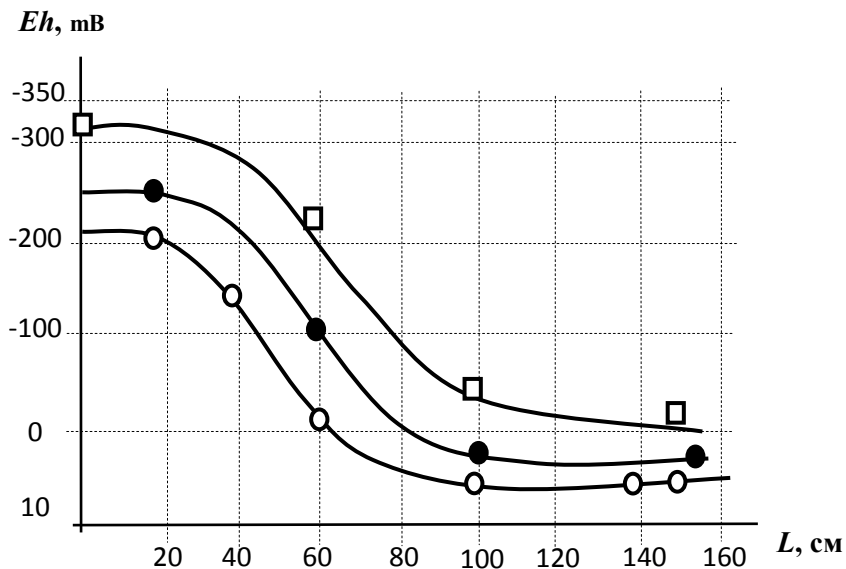


Рис. 2. Зміна окислювально-відновного потенціалу Eh, mV за товщиною шару завантаження.
 $pH=6.5$, концентрація сірководню
 $\square C_0=30$ мг/л; $\bullet C_0=10,6$ мг/л; $\circ C_0=5,8$ мг/л.

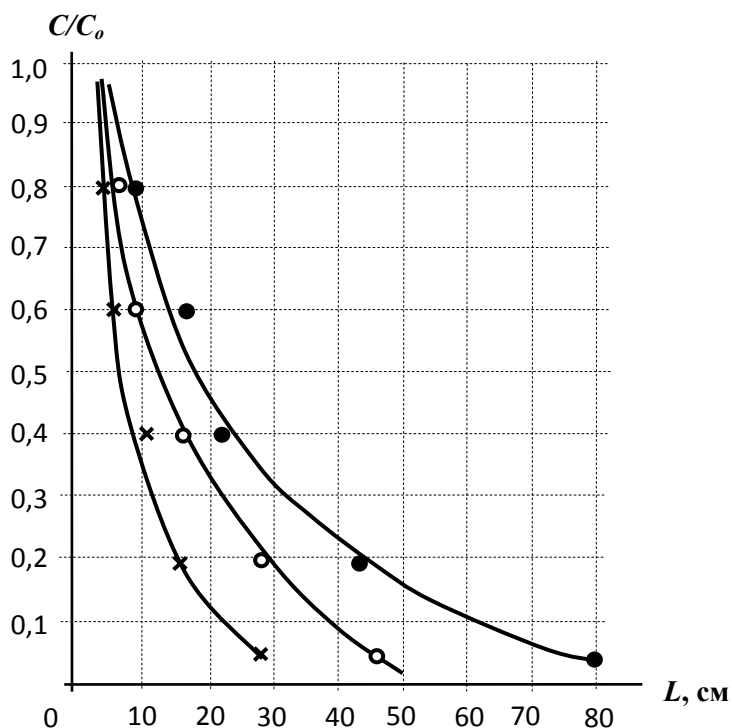


Рис. 3. Зміна концентрації сірководню за висотою шару фільтруючого завантаження $C_0 = 8,8$ мг/л; $pH=8.5$;
 $\times V=3$ м/год; $\circ V=5$ м/год; $\bullet V=8$ м/год.

Зміна концентрації у воді сірководню по висоті шару фільтруючого завантаження визначається рівнянням:

$$\frac{C_1}{C_{01}} = e^{-46 \cdot 10^2 \text{ pH}^{-2,3} \cdot \frac{x}{V_\phi}} \quad (1)$$

Час захисної дії завантаження, залежить від ряду чинників до яких в першу чергу належать:

- залишковий вміст сірководню на виході із фільтру;
- загальне значення активної (окислювальної) потужності завантаження;
- кінцеве значення окислювальної потужності фільтруючого завантаження, тобто таке мінімальне її значення, при якому залишковий вміст сірководню у воді не перевищує допустимого нормативом значення.

Такі величини, як швидкість фільтрування і товщина шару завантаження, є похідними розглянутих параметрів і враховуються практично безрозмірним значенням часу.

Якщо розглядати очищення води фільтруванням від завислих речовин, тоді одним з головних факторів, що визначає поведінку завантаження буде залишкова концентрація завислих речовин на виході із фільтру, або втрати тиску, по досягненню яких фільтрування припиняється, враховуючи, що основа завантаження - інертний матеріал і розміри часток завантаження не змінюються в процесі фільтрування.

Окислювальна потужність фільтруючого завантаження, по відношенню до сірководню поводить ся не однозначно відносно концентрації останнього, оскільки в процесі очищення відбувається видалення суміші - сірководень, сульфідів та іонів сірки. Як відомо їх вміст у воді визначається *pH* середовища.

Вивчення процесу видалення сірководню залежно від часу фільтрування виконано з врахуванням означених положень і по відомій, для іонного обміну методиці, проведено дослідження значення активної окислювальної потужності завантаження.

Дослідження проведено на розчинах з *pH* 6.5 і різним вмістом у воді сірководню. Мінімальне, таке, що відповідає залишковій величині 0,5 мг/л сірководню, відповідає окислювальній потужності 0,3 мг/л. Початкове значення окислювальної потужності завантаження виконаною за технологією описаною в [6] досягає 65 мг/л.

Результати досліджень зміни окислювальної потужності завантаження від часу для *pH* = 6.5 при зміні вмісту сірководню від 5 до 30 мг/л представлено у вигляді графіків на мал. 4.

Графіки, наведені на рис.3 показують, що для розчину, що містить сірководень, при *pH* = 6.5 час досягнення залишкової відносної концентрації

окислювальної потужності рівної 0,3 мг/л, що відповідає граничному вмісту у воді сірководню 0,5 мг/л, залежить від початкового вмісту сірководню в воді.

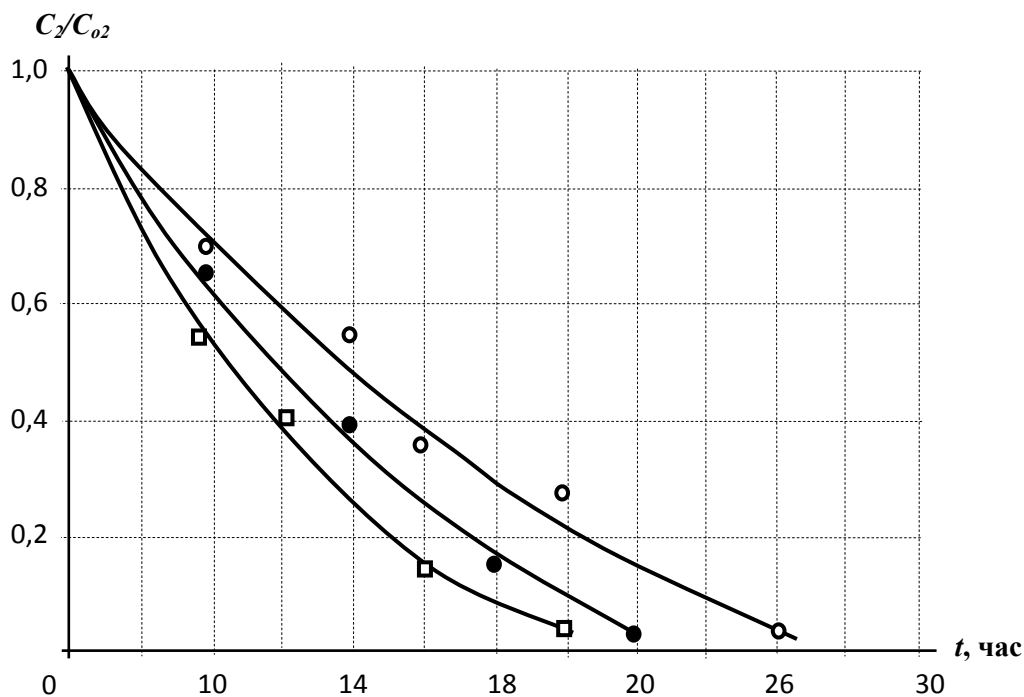


Рис.4. Зміна окислювальної потужності завантаження від часу $pH=6,5$; $\square C_{H_2S}=30$ мг/л; $\bullet C_{H_2S}=10$ мг/л; $\circ C_{H_2S}=5$ мг/л.

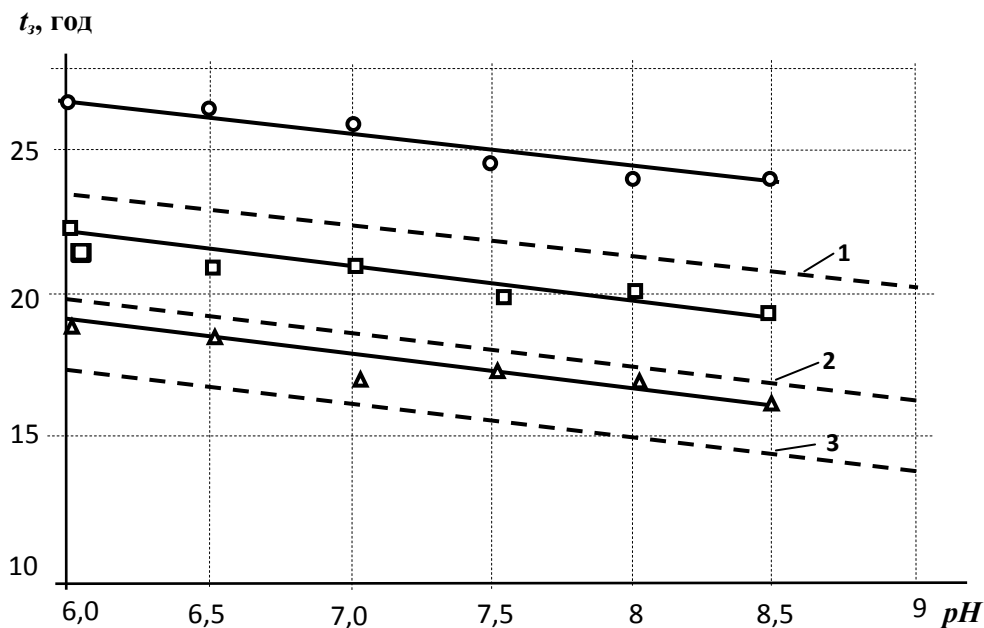


Рис. 5. Зміна фільтроциклу t_3 (год), в залежності від pH
 $\circ C_{01}=5$ мг/л; $\square C_{01}=10$ мг/л; $\Delta C_{01}=30$ мг/л.
 За даними [7] 1- $C_{01}=5$ мг/л; 2- $C_{01}=20$ мг/л; 3- $C_{01}=30$ мг/л.

Також проведено дослідження по вивченню поведінки завантаження в залежності від pH середовища. Визначався час захисної дії завантаження, що фільтрувало. Результати досліджень представлені у вигляді графіків на рис. 5. На рис. 5 також показано експериментальні дані тривалості фільтроциклу в залежності від pH за даними [7].

Графіки, наведені на рис. 5 вказують на лінійний зв'язок між фільтроциклом та pH середовища, як для наших досліджень, так і для досліджень приведених в [7], завантаження прийняте в наших дослідах показало якісніші показники, тому його використання дозволяє збільшити фільтроцикл. Це положення пояснюється складом основи – активованим вугіллям, на поверхню якого нанесено каталізатор. Сама основа володіє невеликими каталітичними властивостями. Для завантаження що складається лише з активованого вугілля, що було замочено на протязі 24 годин в розчині з концентрацією сірководню 30 мг/л, фільтроцикл при концентрації у вихідній воді сірководню 5 мг/л не перевищує 1,5-2 години.

Взаємодія плівки з оксиду марганцю з активованим вугіллям приводить, в очевидь до утворення гальванопари, що і інтенсифікує процес очищення води від сірководню.

Експериментальні дослідження очищення води від сірководню за допомогою завантаження що має окислювальні властивості дозволили з'ясувати наступне:

- при фільтруванні крізь розглянуте завантаження швидкість не повинна перевищувати 8 м/ч. Збільшення швидкості фільтрування більше 8 м/ч приводить до збільшення каламутності очищеної води;
- отримано дані що дозволяють визначити: зміну вмісту сірководню залежно від pH , товщини шару завантаження (x) і швидкості фільтрування (V); зміни окислювальній потужності завантаження в часі (t); зміну тривалості роботи завантаження (фільтроциклу) залежно від pH середовища.
- максимальний вміст сірководню у вихідній воді не повинен перевищувати 30 мг/л.

Використана література:

1. Gruhler I., Fliger K. Wege der Beseitigung von Schwefelwasserstoff. - "Wasserwirtschaft - Wassertechnik". 1967, №11. p. 46-50.
2. Мазяк З.Ю., Карпинская И.А. Химия и технология воды. – 1998, F.20, №4. - С. 346-351.
3. Кочиашвили Г.Т., Николадзе Г.И., Соселия Г.А. Применение модифицированной загрузки для удаления сероводорода из подземных вод.

Науч. труды №1(271). Грузинского политехнического института, Тбилиси 1987. - С. 87 - 90.

4. Кочиашвили Г.Т. Удаление сероводорода из подземных вод фильтрованием через модифицированную загрузку. Автореферат диссертации на соиск. уч.степ. М. 1985. - 22 с.

5. http://www.clackcorp.com/downloads/ion_exchange_resin_and_filter_media/birm_2350.pdf

6. Терновцев О.В. Зоря О.В., Терновцев В.О. Фільтруючо-сорбційний матеріал для очищення води. //Патент UA 48334A, B01D39/02, 2002, Бюл. №8.

7. Киселев С.К. Фильтрация загрязненных вод через пористые среды. Вісник УДАВТ “Сучасні проблеми фільтрації”, Рівне 1998. - С. 72 - 82.

Аннотация

Рассмотрена современная фильтрующая загрузка, определены ее свойства, рекомендации по использованию. Модернизация очистных сооружений и приведение их к современному технологическому уровню, в том числе с использованием новых синтезированных загрузок, позволит значительно повысить качество питьевой воды, и как следствие условия жизнедеятельности человека.

Ключевые слова: сероводород, фильтрация, активированная фильтрующая загрузка, окислительная мощность, фильтроцикл.

Annotation:

Considered the modern filtering media, characterized it, recommendations for use. Modernization of treatment facilities and bringing them to a modern technological level, including the use of new synthesized filtering media, will significantly improve the quality of drinking water, and as a consequence of the conditions of human life.

Keywords: hydrogen sulfide, filtration, activated filtering media, oxidizing power, the filtration.