

ation and formation of environmental information about the state of the relevant components of the environment. The State Emergency Service of Ukraine represented by Ukrainian Hydrometeorological Center, where it is possible to find both climate and environmental information, pay more attention to this issue. Other subjects of the environmental monitoring publish neither early nor temporary information. Lately there has been some efforts to improve the provision of environmental information in define cities and regions of Ukraine. However, the initiative work and financing of this process is carried out mainly by local budgets. Such examples can be the website of The National Sanitary and Epidemiological Service in Kyiv city and a system for monitoring of air quality in the Dnipropetrovsk region. Both of these examples show the possibility of solving problems for providing with operational information about environment at local and regional rate even in the absence of financing by the state budget. However, it is clear that in this case the approaches for the local systems formation are very different, that in turn creates additional problems in the formation of a workable national system. Therefore, that days determining of common approaches for development of environmental monitoring in define areas by The Ministry of Natural Resources and Ecology of Ukraine is the urgent issue.

Keywords: environmental information, environmental monitoring, access to information.

References

1. About information, Law of Ukraine, Oct. 2, 1992, No 2657-XII.
2. On Environmental Protection, Law of Ukraine, June 25, 1991, No 1264-XII.
3. On approval of the state system about environmental monitoring, The Act of Minister's Cabinet of Ukraine, March 30, 1998, No 39.
4. The Ministry of Natural Resources and Ecology of Ukraine, available at: <http://www.menr.gov.ua>.
5. Monitoring system – national geoportal, available at: <http://www.menr.gov.ua/index.php/geoportal>.
6. The State Environmental Inspection of Ukraine, available at: <http://dei.gov.ua>.
7. The State Agency of Ukraine for an exclusion zone administration, available at: <http://dazv.gov.ua>.
8. State Water Resources Agency, available at: <http://www.scwm.gov.ua>.
9. The State Service of Geology and Mineral Resources of Ukraine, available at: <http://www.geo.gov.ua>.
10. The Hydrometeorological Center of Ukraine, available at: <http://meteo.gov.ua>.
11. The Central Geophysical Observatory, available at: <http://www.cgo.kiev.ua>.
12. The National Sanitary and Epidemiological Service of Ukraine, available at: <http://www.dsesu.gov.ua>.
13. The National Sanitary and Epidemiological Service in Kiev, available at: <http://ses.gov.ua>.
14. The Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine, available at: <http://minagro.gov.ua/uk>.
15. The State Agency of forest resources of Ukraine, available at: <http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/index>.
16. The Ukrainian State Service of Geodesy, Cartography and Cadastre, available at: <http://land.gov.ua/info/okhrona-zemel>.
17. The Ministry of Regional Development, Construction, Housing and Communal Services of Ukraine, available at: <http://www.minregion.gov.ua>.
18. The State Space Agency of Ukraine, available at: <http://www.nkau.gov.ua/nsau/nkau.nsf>.
19. Air quality in Dnipropetrovsk region, available at: <http://eco.dp.gov.ua>.

УДК 628.16

**РАДОВЕНЧИК Я. В., к.т.н., ст. викл.; КАЛІНІЧЕНКО Н. В.; РАДОВЕНЧИК В. М., д.т.н., проф.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»**

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИДАЛЕННЯ ЧАСТИНОК КАОЛІНУ З ВОДИ КОАГУЛЯНТАМИ

Наведено результати дослідження ефективності зменшення каламутності природних вод шляхом вида-лення каоліну. Досліджено декілька алюміній- і залізомістких коагулянтів. Установлено, що жодний із них не забезпечує нормативного вмісту завислих речовин у питній воді, що передбачає її подальше доочищення. Визначені ефективні умови використання коагулянтів і чинники впливу на них.

Ключові слова: каолін, коагулянт, відстоювання, освітлення, освітлення води, зменшення каламутності.

© Радовенчик Я. В., Калініченко Н. В., Радовенчик В. М., 2016.

Постановка проблеми. У 2010 році Україна за якістю питної води займала 95 місце із 122 країн [1]. З огляду на це, питання забезпечення її громадян якісною питною водою є надзвичайно актуальними.

Одним із найбільш поширених забрудників природних вод є завислі частинки, переважно залишки руйнування русел річок і життєдіяльності живих організмів. Висока дисперсність зумовлює значні труднощі їхнього видалення з води. Тому дослідження в цій сфері є своєчасними та актуальними.

Уміст твердої фази в питній воді не має перевищувати $0,58 \text{ мг/дм}^3$ [2]. Щоб досягти цього рівня, використовують відстоювання, фільтрування, флотування, сорбування та інші методи. Найбільш простим та економічним методом є відстоювання. Проте його ефективність є невисокою. Щоб її підвищити, застосовують коагулянти й флокулянти.

Аналіз попередніх досліджень. Раніше було встановлено [3], що наявність коагулянтів у концентрації до 50 мг/дм^3 не дозволяє досягти нормативного вмісту твердої фази при використанні як модельного розчину суспензії бентоніту. Попередні дослідження видалення частинок каоліну відстоюванням також засвідчили, що наявність коагулянтів у концентрації 70 мг/дм^3 не гарантує бажаного результату [4].

Метою статті є вивчення можливості підвищення ефективності видалення частинок каоліну з водного середовища коригуванням рН і початкового вмісту твердих частинок.

Викладення основного матеріалу. Як модельний розчин використовували попередньо відстоювану протягом двох годин суспензію каоліну. Після замочування 3 г реагенту у 5 дм^3 води й відстоювання протягом 2 год залишкова концентрація твердої фази становила 225 мг/дм^3 . Суспензію обсягом 100 см^3 обробляли дозою реагенту, коригували рН і знімали криві відстоювання протягом 2 год. Після цього фотоколориметричним методом визначали залишкову каламутність води та ефективність відстоювання. Як реагенти використовували хлорид і сульфат алюмінію, хлорид заліза (III) і гідроксохлорид алюмінію у вигляді коагулянту АКВА-АУРАТ 30.

Установлено, що найкраще освітлення суспензії з використанням як коагулянту хлориду алюмінію відбувається в лужному середовищі. Освітлення в такому середовищі спостерігається навіть без оброблення (рис. 1). Наявність же коагулянту забезпечує максимальну інтенсивність осадження (рис. 2) й мінімальні залишкові концентрації завислих частинок в освітленій воді (табл. 1).

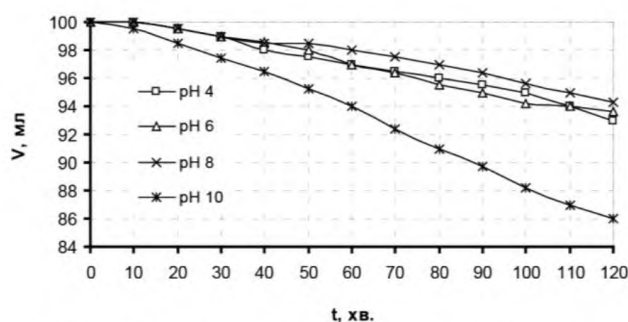


Рис. 1 – Вплив рН на ефективність відстоювання суспензії каоліну без коагулянту ($C_k = 225 \text{ мг/дм}^3$)

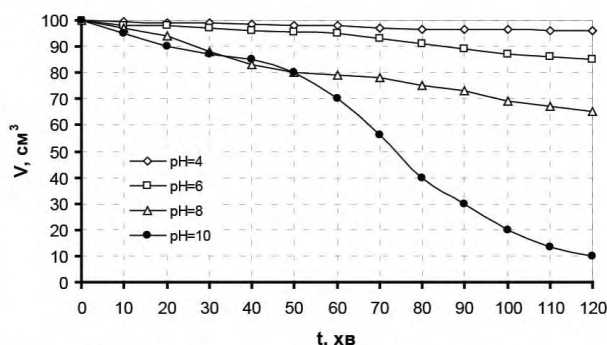


Рис. 2 – Вплив рН на ефективність відстоювання суспензії каоліну з хлоридом алюмінію ($C_k = 225 \text{ мг/дм}^3$, $C_{Al} = 20 \text{ мг/дм}^3$)

Таблиця 1 – Залишкові концентрації твердої фази в суспензії каоліну після відстоювання та оброблення різними реагентами ($C_k = 225 \text{ мг/дм}^3$, $C_{Al} = 20 \text{ мг/дм}^3$) за різної величини рН

Реагент	Залишкова концентрація твердої фази, мг/дм^3 , за величини рН			
	4	6	8	10
Без реагентів	112,5	122,5	155	120
Хлорид алюмінію	56	19	8	7
Сульфат алюмінію	19,5	14	7	1
Хлорид заліза (III)	7,1	10	8	7
АКВА-АУРАТ 30	32	12	6,1	7,5

Використання сульфату алюмінію забезпечує схожі результати (рис. 3; табл. 1). Мінімальний уявний об'єм осаду становить близько 10 % від початкового об'єму суспензії і фіксується в лужному середовищі. У нейтральному й кислому середовищі коагулянт майже не працює. За величини рН 10 сульфат алюмінію за-

безпечує залишкові концентрації твердої фази у відстояній воді на рівні 1 мг/дм³. Це – найкращий результат для всіх досліджених коагулянтів.

Застосування як коагулянту хлориду заліза (III) зменшує ефективність відстоювання і збільшує уявний об'єм осаду (рис. 4). Порівняно з алюмініймісткими коагулянтами ці показники є вдвічі гіршими. Проте цей коагулянт стабільно працює в діапазоні рН 4...10, що є позитивною характеристикою, особливо в технологіях очищення, за яких водневий показник може суттєво змінюватися.

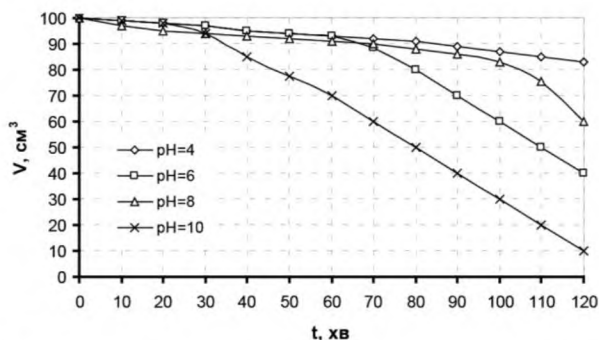


Рис. 3 – Вплив рН на ефективність відстоювання суспензії каоліну з сульфатом алюмінію ($C_K = 225$ мг/дм³, $C_{Al} = 20$ мг/дм³)

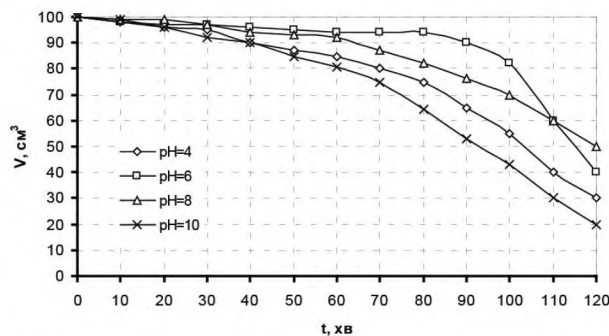


Рис. 4 – Вплив рН на ефективність відстоювання суспензії каоліну з хлоридом заліза (III) ($C_K = 225$ мг/дм³, $C_{Fe} = 20$ мг/дм³)

Інтенсивність осадження твердих частинок та уявний об'єм твердої фази в разі використання коагулянту АКВА-АУРАТ 30 є близькими для інших алюмініймістких коагулянтів (рис. 5). За залишковими концентраціями твердої фази цей коагулянт навіть поступається сульфату алюмінію й хлориду заліза (III) (табл. 1).

Установлено також, що на ефективність відстоювання суттєво впливає початковий вміст твердої фази. Найбільш інтенсивно осадження відбувається за початкових концентрацій понад 150 мг/дм³. За вмісту твердих частинок на рівні 50 мг/дм³ позитивної дії коагулянту не фіксується, попри те що саме за цих концентрацій співвідношення між масами коагулянту й твердої фази є максимальним. Оскільки доза коагулянту та рН залишалися сталими протягом всього циклу дослідів, можна стверджувати, що збільшення вмісту твердої фази спричиняє взаємодію між окремими частинками, їхнє агрегування та швидке осадження, тоді як коагулянт відіграє лише допоміжну функцію під час агрегування. Підтвердженням цього є найнижчі залишкові концентрації твердої фази після освітлення (табл. 2).

Таблиця 2 – Залишкові концентрації твердої фази в суспензії каоліну після відстоювання та оброблення різними реагентами ($C_{Al,Fe} = 20$ мг/дм³) за її різного початкового вмісту

Реагент	Залишкова концентрація твердої фази, мг/дм ³ , за її початкового вмісту, мг/дм ³			
	56	112	168	225
Хлорид алюмінію	45	18,7	14	6
Сульфат алюмінію	45	20	24	12
Хлорид заліза (III)	32,5	25	7	6,3
АКВА-АУРАТ 30	31	40	24	6,3

Для сульфату алюмінію відповідний ефект виражений надзвичайно чітко (рис. 7), переважно для концентрацій понад 200 мг/дм³. За менших значень коагулянт працює неефективно. Залишкові концентрації твердої фази для цього коагулянту також є максимальними за всіх початкових концентрацій.

Для хлориду заліза (III) (рис. 8) за концентрації твердої фази нижче 150 мг/дм³ спостерігається забарвлення води, оскільки пластівці коагулянту протягом тривалого часу не формуються взагалі. Вода набуває жовтавого забарвлення, мутніє і не освітлюється. За вищих концентрацій реагент швидко коагулює, формуються великі агрегати, що досить швидко осаджуються. Осад набуває яскраво-помаранчевого кольору та ущільнюється до 10 % від початкового об'єму суспензії. Залишкові концентрації твердої фази у відстояній воді також суттєво зменшуються (табл. 2).

Для коагулянту АКВА-АУРАТ 30 залежність ефективності освітлення від початкової концентрації твердої фази є ще більш незвичною (рис. 9). Коагуляція та освітлення спостерігалися лише за концентрацій

понад 200 мг/дм³. Мінімальні залишкові концентрації твердої фази також зафіксовані для початкової концентрації понад 200 мг/дм³. Таку поведінку коагулянту можна пояснити низькими температурами (15...20 °С).

Оскільки для природних вод така температура є нормальною, це питання потребує більш детальних досліджень.

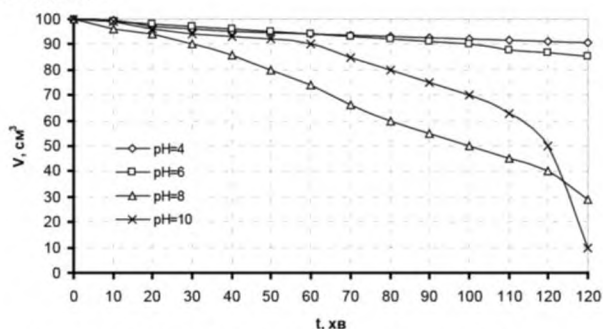


Рис. 5 – Вплив рН на ефективність відстоювання суспензії каоліну з АКВА АУРАТОМ 30 ($C_k = 225$ мг/дм³, $C_{Al} = 20$ мг/дм³)

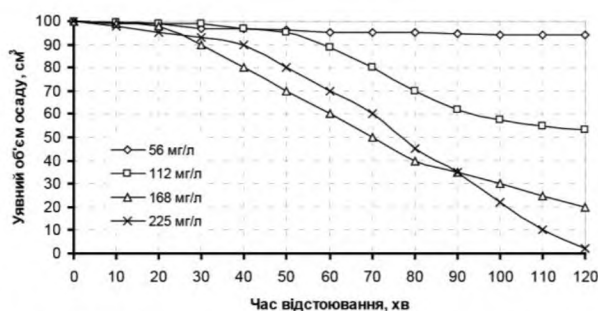


Рис. 6 – Вплив початкової концентрації твердої фази на ефективність відстоювання суспензії каоліну з хлоридом алюмінію ($C_{Al} = 20$ мг/дм³)

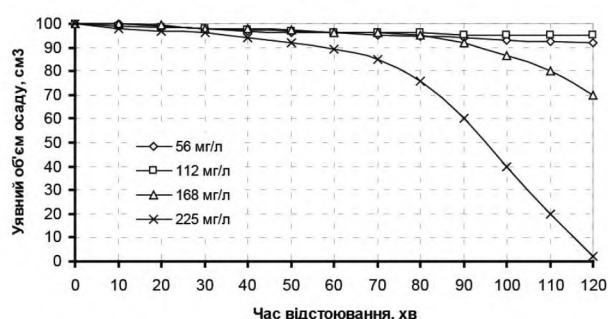


Рис. 7 – Вплив початкової концентрації твердої фази на ефективність відстоювання суспензії каоліну з сульфатом алюмінію ($C_{Al} = 20$ мг/дм³)

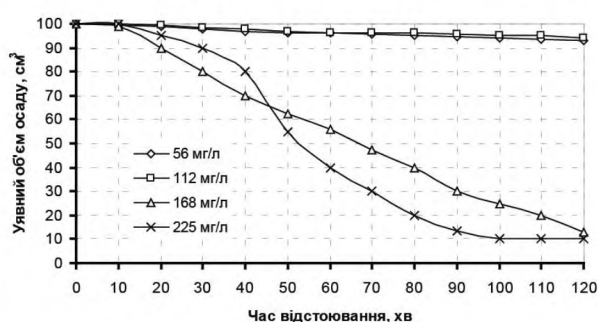


Рис. 8 – Вплив початкової концентрації твердої фази на ефективність відстоювання суспензії каоліну з хлоридом заліза (III) ($C_{Fe} = 20$ мг/дм³)

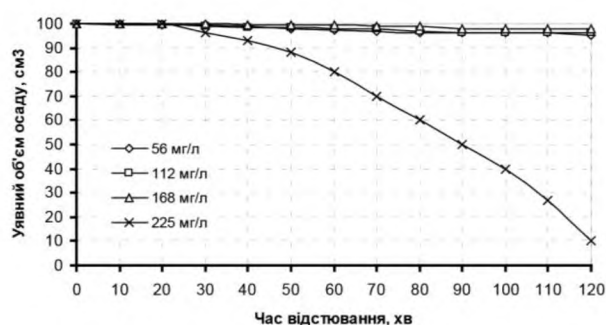


Рис. 9 – Вплив початкової концентрації твердої фази на ефективність відстоювання суспензії каоліну з АКВА-АУРАТ 30 ($C_{Al} = 20$ мг/дм³)

типи коагулянтів, комбінувати коагулянти з флокулянтами чи передбачати доочищення освітленої води.

Список використаної літератури

1. Пашков А. П. Проблеми забруднення поверхневих, підземних і стічних вод та заходи щодо їх ліквідації і запобігання в Україні / А. П. Пашков // Безпека життєдіяльності. – 2011. – № 4. – С. 10–16.
2. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною : ДСанПіН 2.2.4-171-10. – Наказ Міністерства охорони здоров'я України 12 трав. 2010 р. № 400.

3. Оцінка ефективності алюмініймістких коагулянтів в процесах освітлення природних вод / В. М. Радовенчик, С. В. Глиняна, Я. В. Радовенчик, Н. В. Калініченко // Східно-європейський журнал передових технологій. – 2014. – № 2 (10). – С. 17–20.
4. Радовенчик В. М. Дослідження ефективності освітлення природних вод відстоюванням / В. М. Радовенчик, Н. В. Калініченко, Я. В. Радовенчик / Зимові наукові читання : зб. наук. пр. – К. : Центр наукових публікацій, 2016. – С. 108–113.

Надійшла до редакції 17.03.2016

Radovenchyk Y. V., Kalinichenko N. V., Radovenchyk V. M.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF REMOVAL OF KAOLIN PARTICLES FROM WATER BY COAGULANTS

The results of studies of the effectiveness of coagulants based on aluminum compounds in the process of lighting kaolin suspensions. Established that the kaolin slurry characterized by high dispersion and in vivo defended very slowly, and the residual content of solids in the water is illuminated at 122.5 mg/dm³ at initial turbidity of 225 mg/dm³. Kaolin slurry processing solutions coagulants based on aluminum compounds and iron (III) can slightly improve the result, but it can not be considered satisfactory. The effect on the efficiency of coagulants and pH initial turbidity water processed. It is established that the use of aluminum coagulants increases their efficiency in an alkaline environment and significantly worse in an acid environment. Thus, the use of aluminum sulfate at an initial concentration of kaolin particles 225 mg/dm³ coagulant dose of 20 mg/dm³ (the metal ion) and advocating for 2 hours at pH 10 remaining solids content was 1 mg/dm³ with mental sludge volume 10 % of the initial volume of the suspension. At pH₄, these figures amounted to 19.5 mg/dm³ and 82 % respectively. A stable working coagulants based on iron (III). Found that in the pH range 4–10 these coagulants provide approximately the same residual solids concentration and mental capacity after sludge settling. Virtually nothing stands coagulant industrial manufacturing AQUA AURAT 30 investigated the impact on the efficiency of upholding the initial concentration of solids in the water. Found that almost all tested coagulants work more efficiently during the initial content of solids of 150–200 mg/dm³. At lower concentrations of primary coagulant at a dose of 20 mg/d³ (the metal ion) extremely low light intensity, mental sediment volume after 2 hours defending is 60–90 % of the initial volume of the suspension and the residual concentration of solids in the treated water far from normative values. It is clear that successful lighting kaolin suspensions must use other coagulants or combine simultaneous use of coagulants flocculants. Yet the best way out may be the use of methods that are not associated with the use of additional chemicals.

Keywords: kaolin, coagulating, sedimentation, lighting, water treatment, reduction of turbidity.

References

1. Pashkov, A.P. (2011), “The problems of pollution of surface, underground and waste water and measures to eliminate and prevent in Ukraine”, *Bezpeka Zhittiedial'nosti*, 4, pp. 10–16.
2. “Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption”, No 2.2.4-171-10, Order of the Ministry of Health of Ukraine, 2010, May 12, No 400.
3. Radovenchyk, V.M., Glynyana, S.V., Radovenchyk, Y.V. and Kalinichenko N.V. (2014), “Evaluating the effectiveness of intensive aluminum coagulants in the process of natural lighting water”, *Eastern European Journal of advanced technology*, No 2 (10), pp. 17–20.
4. Radovenchyk, V.M., Kalinichenko, N.V. and Radovenchyk, Y.V. (2016) “Research efficiency lighting natural water settling”, *Winter scientific readings*, Feb. 22, pp. 108–113.