

С.С. Душкін¹, Г.І. Благодарна¹, С.С. Душкін², Т.О. Шевченко¹

¹Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

²Національний університет цивільного захисту України, Україна

КОНТАКТНІ ПРОЯСНЮВАЧІ В ПРОЦЕСАХ ПІДГОТОВКИ ПИТНОЇ ВОДИ

В статті розглянута проблема поліпшення технологічного процесу прояснення води для питних цілей за допомогою контактних прояснювачів з використанням модифікованого розчину коагулянту, що дозволяє знизити витрати реагентів, поліпшити якість води, зменшити капітальні та експлуатаційні витрати, знизити собівартість води.

Ключові слова: контактна коагуляція, прояснювачі, питна вода, фільтрування, екологічна безпека питної води, контактне середовище, коагулянт.

Постановка проблеми

Метод очищення води, заснований на використанні явища контактної коагуляції, називається методом контактного прояснення. Даний метод в змозі забезпечити високий і стійкий ефект при різних фізико-хімічних умовах коагуляції, що змінюються за сезонами року з меншими дозами коагулянту, ніж у звичайній схемі очищення води з відстоюванням та фільтрацією [1, 2].

Всі переваги контактного методу прояснення води реалізуються в спеціальній споруді – контактному прояснювачі [3].

Робота споруд, що призначені для виділення коагульованої зависі в осад, заснована, головним чином, на двох принципах – осадженні під дією сил тяжіння та прилипанні до зерен фільтруючих завантажень. Осадження здійснюється або з горизонтального потоку води (відстійники), або з вертикального потоку, що псевдо зріджує тверду фазу продуктів гідролізу (прояснювачі). Відділення зависі фільтрацією здійснюють при русі води зверху вниз (фільтри) або від низу до верху (контактні прояснювачі). Відцентрові сили при виділенні коагульованої зависі використовуються рідко [4, 5].

Було встановлено, що контактна коагуляція завислих і колоїдних домішок води на зернах піску при русі води через зернисте завантаження фільтрів відбувається значно швидше, повніше, стабільніше при зміні фізико-хімічних умов коагуляції за сезонами року. І, нарешті, при менших дозах коагулянту, ніж звичайна коагуляція цих домішок у вільному об'ємі води в камерах утворення пластівців та у відстійниках [6, 7].

Дія звичайних швидких фільтрів, що працюють без утворення осаду на поверхні фільтруючого завантаження, заснована на явищі контактної коагуляції. Однак ні влаштування швидких фільтрів,

ні їх місце в технологічній схемі очищення води не дозволяють використовувати ті великі переваги, які притаманні явищу контактної коагуляції, як одному з методів розділення суспензій. Влаштування завантаження швидких фільтрів не відповідає закономірностям контактної коагуляції, а цілком пристосовано для механічної фільтрації через фільтруючу плівку, хоча така фільтрація в дійсності при нормальній роботі фільтрів не має місця. Основна маса забруднень накопичується тут у верхніх шарах дрібнозернистого піску, що є причиною малої брудоемності швидких фільтрів [8].

Контактні прояснювачі – це споруди для прояснення та знебарвлення води, що поєднують функції камери утворення пластівців, відстійника і швидкого фільтра; є різновидом швидкого фільтра. Працюють контактні прояснювачі за принципом фільтрування в напрямку спадання крупності зерен через шар завантаження великої товщини; їх дія ґрунтується на принципі контактної коагуляції, яка відбувається при фільтруванні води через зернисте завантаження (якщо введений коагулянт) [9].

Контактні прояснювачі доцільно застосовувати в одноступеневих схемах очищення маломутних забарвлених вод, коли загальний вміст завислих речовин у воді, що надходить на контактні прояснювачі, включаючи завись, що утворюється в результаті введення у воду реагентів, не перевищує 150 мг/дм³. При більшому вмісті зависі у воді різко зростає витрата води на промивку контактних прояснювачів [10].

Переваги методу контактного прояснення води, які полягають у принциповій можливості прояснення води в одній споруді, зменшенні доз коагулянту, можливості отримання високого ефекту прояснення води без застосування будь-яких додаткових реагентів і, нарешті, в можливості прояснення великих мас води при мінімальних

втратах напору, вимагають застосування спеціальної споруди, що відповідає закономірностям контактної коагуляції. Радикальною мірою збільшення брудності завантаження є фільтрування води в напрямку спадання крупності зерен, цей принцип має місце в контактному прояснювачі.

Аналіз існуючих методів підвищення ефективності роботи очисних споруд водопроводу показує, що досить актуальною є розробка нових, більш ефективних як за капітальними, так і за експлуатаційними витратами, методів, що інтенсифікують процеси контактної коагуляції, до числа яких належить розглянутий в даній роботі метод обробки води модифікованим розчином коагулянту, який дозволяє поліпшити якість очищення води, знизити витрати реагентів, зменшити габарити окремих споруд реагентного господарства, знизити собівартість проясненої води і підвищити продуктивність очисних споруд [9–11].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В сучасних умовах особлива увага приділяється інтенсифікації процесів очищення води, вдосконаленню технологій і розробці нових

методів очищення питної води, впровадженню ресурсозберігаючих технологій і споруд, які дозволяють інтенсифікувати процеси очищення води, до числа яких відносяться розглянуті в даній статті контактні прояснювачі.

Встановлено, що процес контактної коагуляції може бути інтенсифікований за рахунок підвищення гідравлічної крупності коагульованих домішок при обробці води модифікованим розчином коагулянту [9]. При цьому сітчаста структура гелю, що утворюється на поверхні завантаження, є більш структурованою, що дозволяє, в свою чергу, поліпшити технологічні параметри роботи контактних прояснювачів і в кінцевому підсумку – підвищити ефективність їх роботи. Контактні прояснювачі вельми ефективні при очищенні маломутних забарвлених вод незалежно від температури вихідної води [10, 11].

Найбільш поширені схеми контактних прояснювачів наведені на рис. 1.

Контактні прояснювачі, в яких стійкість фільтруючого завантаження у висхідному потоці води забезпечується власною вагою самого завантаження, отримали найменування КО-1.

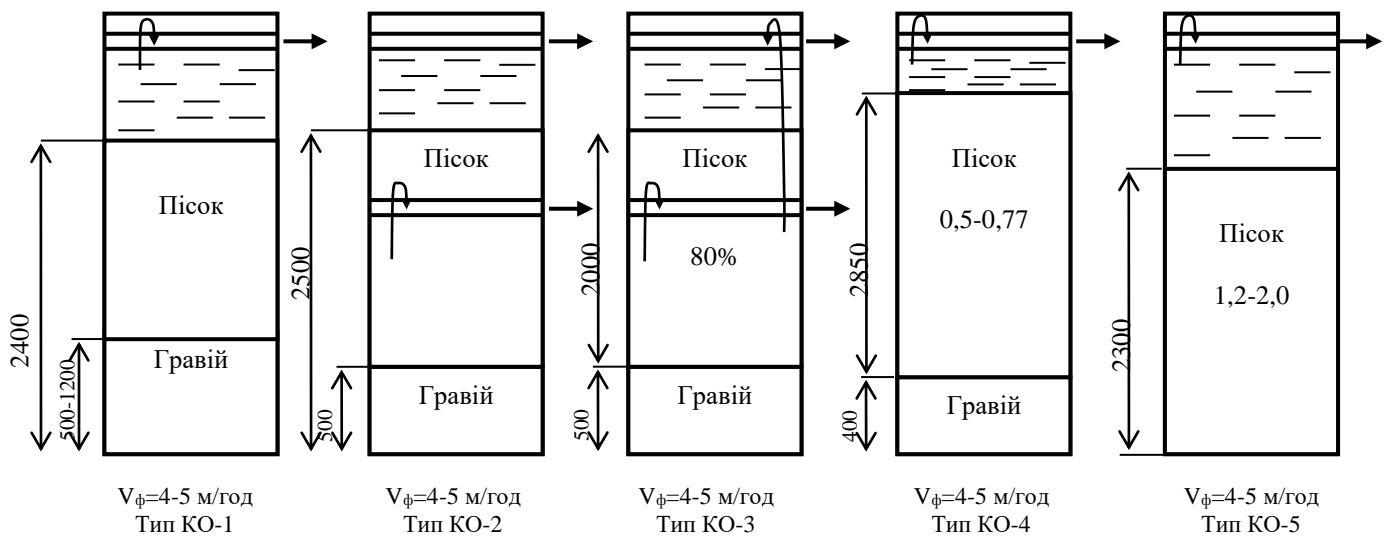


Рис. 1. Найбільш поширені схеми контактних прояснювачів

Вода, що обробляється, попередньо змішана з коагулянтном, за допомогою розподільної системи в нижній частині прояснювача рівномірно розподіляється по площі споруди і фільтрується в напрямку знизу вгору через весь шар завантаження. У товщі завантаження відбувається контактна коагуляція домішок, що забруднюють воду. Прояснена вода збирається жолобами, розташованими над шаром завантаження.

Контактні прояснювачі, що працюють з відбором проясненої води з товщі завантаження, отримали найменування прояснювачів типу КО-2:

подача води на прояснювач та її розподіл по площі споруди здійснюється аналогічно КО-1, а відбір проясненої води проводиться за допомогою спеціального дренажу, виконаного з щільних труб у товщі завантаження. Верхні шари завантаження менш схильні до зависання, тому швидкість висхідного потоку води не обмежується умовами стійкості завантаження.

У контактному прояснювачі типу КО-3 на відміну від КО-2 тільки 80 % проясненої води відбирається дренажем, закладеним в товщі завантаження, а 20 % – верхніми збірними

жолобами. КО-3 дозволяє доводити швидкість фільтрації до 10 м/год. Особливістю контактних прояснювачів типу КО-1 і КО-3 є обмеження швидкості вхідного потоку і величини граничної втрати напору умовою рівності сил гідравлічного тиску і важкості фільтруючого завантаження.

Конструкція контактного прояснювача типу КО-4 відрізняється великим (у порівнянні з попередніми) шаром дрібнозернистих фракцій в завантаженні і може забезпечити високий і стійкий ефект очищення води, що обробляється, але збільшити швидкість фільтрації неможливо через наявність дрібних фракцій верхніх шарів завантаження. До того ж висота завантаження в ньому більше звичайної (приблизно на 1000 мм), що значно підвищує будівельну вартість споруд цього типу.

Конструкція контактних прояснювачів типу КО-5 відрізняється крупнозернистим завантаженням і відсутністю гравійних підтримуючих шарів. Позитивна риса – конструкція розподільних систем, які не потребують влаштування гравійних шарів, що дає великі можливості для вдосконалення методу контактного прояснення води [11, 12].

Умовами ефективної роботи контактних прояснювачів є дотримання встановленої швидкості фільтрування, а також своєчасна та якісна промивка і збереження завантаження в належному санітарному та технічному стані. Це досягається збільшенням тривалості фільтроциклу при роботі на відносно невисоких швидкостях фільтрації, а оптимальним технологічним режимом буде режим з максимально допустимою швидкістю фільтрації, при якій забезпечується задана якість фільтрації.

При русі води через товщу завантаження контактного прояснювача частинки зависі, що містяться у воді, затримуються завантаженням. В результаті вода прояснюється, а в товщі завантаження накопичується осад. В міру накопичення осаду зменшується вільний об'єм пір, і гідравлічний опір завантаження збільшується. Зазвичай контактні прояснювачі працюють при постійній швидкості фільтрації, або швидкості фільтрації, що змінюється. У цьому випадку збільшення гідравлічного опору завантаження призводить до зростання втрат напору в ньому. Таким чином, основний процес прояснення води при її фільтрації через завантаження контактних прояснювачів протікає одночасно із супутнім процесом зміни гідравлічного опору завантаження.

Формулювання мети статті

Метою статті є науково-технологічне обґрунтування впливу використання модифікованого розчину коагулянту при очищенні питної води на контактних прояснювачах.

Виклад основного матеріалу

Встановлено, що найбільш важливими факторами, які впливають на затримування зависі, є: висота і пористість завантаження контактного прояснювача; крупність зерен завантаження; тривалість фільтроциклу; швидкість фільтрації; концентрація зависі у воді; крупність частинок зависі.

При проектуванні та експлуатації контактних прояснювачів, особливо, коли виникає необхідність інтенсифікації їх роботи, важливо розрахувати не тільки необхідну площу фільтрації, але й допустиму швидкість фільтрації, визначити необхідну висоту шару і розмір зерен завантаження, визначити час, протягом якого контактні прояснювачі здатні видавати воду необхідної якості, і швидкість приросту втрат напору в фільтруючому завантаженні.

Ефективність застосування контактних прояснювачів для очищення питної води визначається, з одного боку, показниками якості води в джерелі водопостачання (мутністю, концентрацією завислих речовин, забарвленістю та ін.), а з іншого – влаштуванням завантаження. Експериментальні дослідження і теоретичні розрахунки [11, 12] показують, що влаштування завантаження впливає на ефект прояснення води, також на тривалість робочого циклу. Зменшення розміру зерен або збільшення висоти шару завантаження досягається підвищення ефекту прояснення і збільшення тривалості роботи контактних прояснювачів між промивками.

Важливою умовою ефективності роботи контактних прояснювачів є рівномірний розподіл забруднень за площею і глибиною фільтруючого завантаження, яке, в основному, залежить від рівномірності розподілу води, якості завантаження і технологічних параметрів матеріалів, що завантажуються. Чим рівномірніше розподіляються забруднення в товщі завантаження, тим менше можливості виникнення вакууму. Також необхідно періодично проводити промивку та очищення вхідних камер і розподільних систем. В контактних прояснювачах основна маса забруднень накопичується в нижніх крупнозернистих шарах піску і дрібного гравію, тому при визначенні залишкових забруднень, причиною появи яких є наявність застійних зон в завантаженні при обтіканні зерен потоком промивної води та наявність капілярно утримуваної вологи, відбір проб завантаження в контактних прояснювачах необхідно провести не тільки з поверхні фільтруючого завантаження, але і за всією глибиною, особливо в нижніх шарах. Оптимальним завантаженням слід вважати таке завантаження, при якому втрати

напору в нижніх шарах, будуть досягати граничного значення пізніше, ніж у верхніх шарах.

При проведенні досліджень використовували лабораторну установку (рис. 2), яка складалася з двох моделей контактних прояснювачів 1, виконаних із плексигласовий труб у вигляді циліндрів діаметром 100 мм і висотою 2,5 м. Прозорі стінки моделей дозволяли спостерігати за поведінкою шарів завантаження. У моделях контактних прояснювачів вода подавалася від низу до верху.

Контактні прояснювачі по висоті через 200 мм були обладнані пробовідбірними дренажними трубками для відбору проб води з різних шарів, і після проходження всієї товщі завантаження. Готувався розчин модельної води з додаванням замутнювача каоліну дрібнодисперсного. Отримана модельна вода в баках-змішувачах 4 змішувалася за допомогою мішалок з розчином коагулянту з дозаторів 3. При цьому в один з баків подавався звичайний розчин коагулянту, а в іншій – модифікований, за допомогою модифікатора реагентів 9, який був встановлений на реагентопроводі, що подає розчин сульфату алюмінію в один з баків-змішувачів 4. Потік води, оброблений коагулянтом, подавався в нижню частину контактних прояснювачів 1, попередньо пройшовши відокремлювач повітря 5. Для контролю за напором води перед, після і в товщі завантаження контактних прояснювачів використовувався п'єзометричний щит 6. Випуск проясненої води здійснювався з верхньої частини контактних прояснювачів 7.

Вплив модифікованого розчину коагулянту сульфату алюмінію на знебарвлення маломутних забарвлених вод наведено в табл. 1.

Дослідні дані свідчать про досить високу ефективність прояснення маломутних забарвлених вод модифікованим розчином коагулянту сульфату алюмінію. При цьому вплив модифікованого розчину коагулянту значно більше при забарвленості води понад 40 град, що має певне значення при очищенні високозабарвлених вод (наприклад, р. Дніпро).

Аналіз дослідних даних показує, що ефективність застосування модифікованих розчинів коагулянтів сульфату алюмінію зі збільшенням вмісту завислих речовин у вихідній воді підвищується і досягає максимальних значень 200–350 мг/дм³, далі спостерігається тенденція до зменшення ефективності, хоча значення забарвленості проясненої води досить низьке, що підтверджується даними, що наведені на рис. 3.

Зміна забарвленості та залишкового вмісту завислих речовин в проясненій воді при обробці її модифікованими розчинами коагулянтів залежно від вмісту завислих речовин приведена на рис. 4.

При цьому температура води не має істотного впливу на ефективність очищення води.

Використання модифікованого розчину коагулянту сульфату алюмінію при контактній коагуляції домішок проясненої води дозволяє знизити залишковий вміст алюмінію в очищеній воді в середньому на 50–60 % і поліпшити якість очищення води за бактеріологічними і гідробіологічними показниками прояснення води на контактних прояснювачах при використанні модифікованого розчину коагулянту сульфату алюмінію [15].

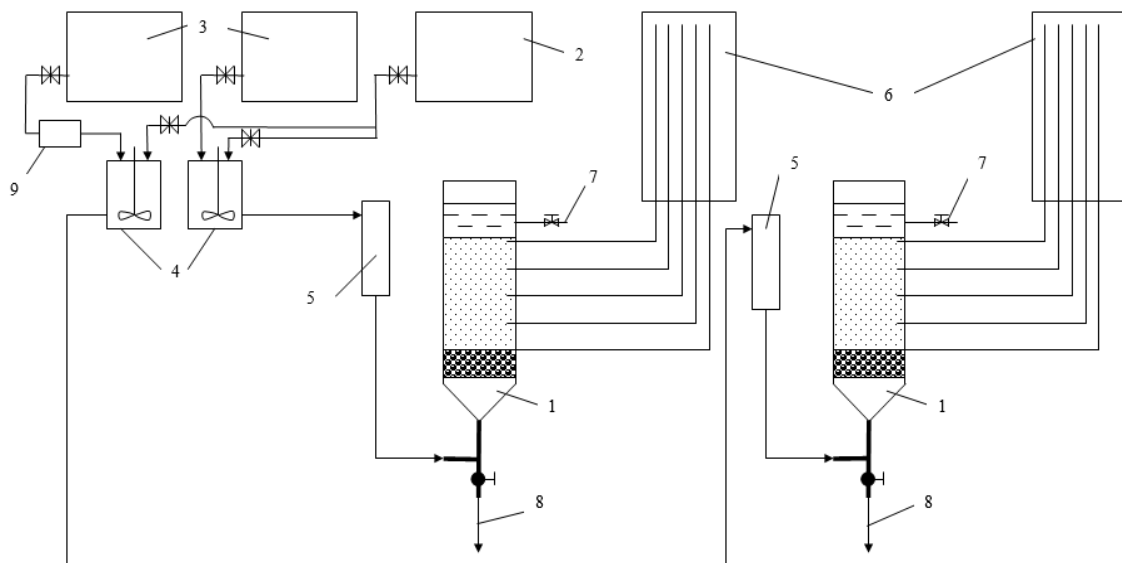


Рис. 2. Схема лабораторної установки з моделями контактних прояснювачів:

- 1 – контактний прояснювач; 2 – бак вихідної води; 3 – дозатор коагулянту; 4 – бак-змішувач;
5 – відокремлювач повітря; 6 – п'єзометричний щит; 7 – випуск проясненої води; 8 – скид промивних вод;
9 – модифікатор реагентів

Таблиця 1.

Вплив модифікованого розчину коагулянту сульфату алюмінію на знебарвлення маломутних забарвлених вод

№ серії експерименту	Забарвленість води, що прояснюється, град	Температура води, °С	Забарвленість проясненої води, град		Зміна забарвленості проясненої води, %	
			Модифікований розчин коагулянту	Звичайний розчин коагулянту	Модифікований розчин коагулянту	Звичайний розчин коагулянту
1	20	1,4 – 1,9	15	17	33,3	17,6
	40	1,4 – 1,9	26	32	53,8	25,0
	60	1,4 – 1,9	37	43	62,2	39,5
	80	1,4 – 1,9	49	59	63,3	35,6
	100	1,4 – 1,9	62	76	61,3	31,6
2	20	12,1 – 12,6	15	16	33,3	25,0
	40	12,1 – 12,6	26	33	53,8	21,2
	60	12,1 – 12,6	37	44	62,2	36,4
	80	12,1 – 12,6	49	55	63,3	45,5
	100	12,1 – 12,6	61	72	63,9	38,9

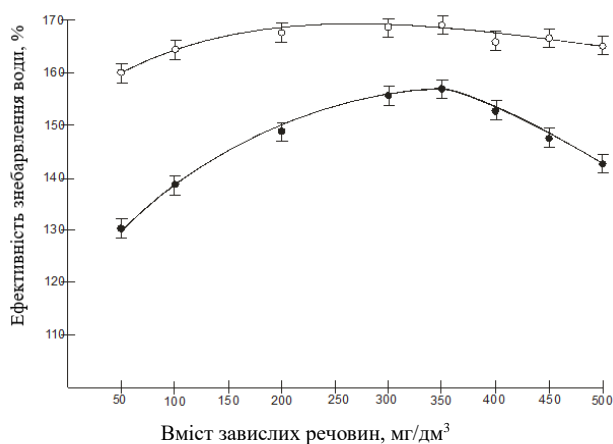


Рис. 3. Ефективність знебарвлення мутно-забарвлених вод при обробці їх модифікованими розчинами коагулянтів сульфату і оксихлориду алюмінію
 ● – коагулянт сульфату алюмінію
 ○ – коагулянт оксихлориду алюмінію

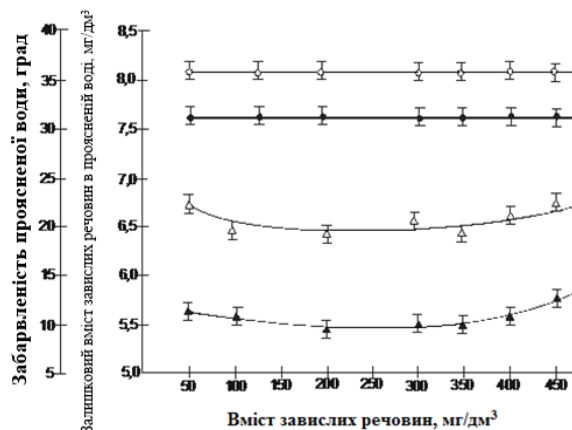


Рис. 4. Зміна забарвленості та залишкового вмісту завислих речовин в проясненій воді при обробці її розчинами коагулянтів в залежності від вмісту завислих речовин:
 Завислі речовини:
 Δ – звичайний розчин коагулянту;
 ▲ – модифікований розчин коагулянту;
 Забарвленість:
 ○ – звичайний розчин коагулянту;
 ● – модифікований розчин коагулянту

Висновки

1. Аналіз літературних даних показує, що зниження безпеки систем питного водопостачання обумовлюється наступними причинами:
 - зменшенням запасу води;

- погіршенням якості природних вод.
 2. До основних заходів, які поліпшують екологічний стан поверхневих джерел водопостачання, можна віднести наступні:
 - очищення води, яка утворюється поверхневим стоком з призначених для забудови територій;

- поліпшення стану зон санітарної охорони;
- захист питних водозаборів від шкідливого впливу тваринницьких, птахівничих підприємств та інших сільськогосподарських об'єктів, які є потенційним джерелом забруднення води;
- розчищення русел і зміцнення берегів річок та дна водосховищ;
- державний моніторинг стану водних об'єктів, які використовуються в якості джерела водопостачання.

3. Використання модифікованого розчину коагулянту дозволяє без погіршення якості прояснення води знизити розрахункові дози коагулянту в середньому на 30–45%, що підтверджує доцільність використання модифікованого розчину коагулянту сульфату алюмінію при проясненні води на контактних прояснювачах.

Література

1. Шуберт, С.А. Опыт применения метода контактного осветления воды и пути его усовершенствования / С.А. Шуберт, З.Я. Городищер, В.П. Криштул и др. // *Водоснабжение: науч. труды.* – М.: ОНТИ, 1968. – №53. – С. 11–20.
2. Новые решения в подготовке питьевых вод / М.Г. Журба, Т.Н. Любина, С.А. Мезенцева, Ж.М. Журба, Ю.Р. Приемышев, В.А. Мякишев // *Водоснабжение и санитарная техника.* 1994. – №1.
3. Минц, Д.М. Теоретические основы технологии очистки воды / Д.М. Минц. – М.: Стройиздат, 1964. – 156 с.
4. Теоретические основы очистки воды / Н.И. Куликов, А.Я. Найманов, Н.П. Омельченко, В.Н. Чернышев. – Донецк: Изд-во «Ноулидж» (Донецкое отделение), 2009. – 298 с.
5. Драгинский, В.Л. Коагуляция в технологии очистки природных вод : науч. изд. / В.Л. Драгинский, Л.П. Алексеева, С.В. Гетьманцев. – М.: Наука, 2005. – 576 с.
6. Бабенков, Е.Д. Очистка воды коагулянтами / Е.Д. Бабенков. – М. Наука, 1977. – 356 с.
7. Dushkin, S.S. Intensification of work of contact clarifiers during the drinking water preparation / S.S. Dushkin, S. Martynov, S.S. Dushkin. // *Journal of Water and Land Development.* – №. 41 (IV–VI) – 2019. – p. 55–60. DOI: 10.2478/jwld-2019-0027.
8. Душкин, С.С. Повышение эффективности работы контактных осветлителей при подготовке питьевой воды / С.С. Душкин, С.С. Душкин // *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки: Науково-технічний збірник.* Вип. 28. – К.: КНУБА, 2017. – 408 с.
9. Dushkin, S. Applying a modified aluminium sulfate solution in the processes of drinking water preparation / S. Dushkin, T. Shevchenko // *Eastearn European Journal of Enterprise Technologies.* – 4 (10-106), (2020). – pp. 26–36. <https://doi.org/10.3103/S1068364X19100041>.
10. Рафф, П.А. Технология контактного осветления воды в условиях Волжского водозабора г. Казани / П.А. Рафф, А.В. Селюков, И.С. Байкова // *Научно-технический и производственный журнал*

«Водоснабжение и санитарная техника», вып. 6. – 2011. – С. 25–34.

11. Повышение эффективности работы сооружений при очистке питьевой воды : монография / С.М. Эпоян, Г.И. Благодарная, С.С. Душкин, В.А. Сташук; Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва. – Х.: ХНАГХ, 2013. – 190 с.

12. Кульский, Л.А. Технология очистки природных вод / Л.А. Кульский, П.П. Строкач. – К.: Вища школа, 1986. – 352 с.

13. Душкин, С.С. Підвищення екологічної безпеки при підготовці питної води з використанням модифікованого кварцового завантаження фільтруючих матеріалів / С.С. Душкин // *Наук.-техн. журнал «ТЕБ», 6 (2/2019).* – Харків : НУЦЗУ, 2019. – С. 54–59.

14. Тугай, А.М. Водопостачання : підручник / А.М. Тугай, В.О. Орлов. – К.: Знання, 2009. – 735 с.

15. Душкин, С.С. Повышение надёжности работы контактных осветлителей очистных сооружений городского водопровода / С.С. Душкин, Г.И. Благодарная, В.О. Тихонюк // *Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сб. Вып. 19.* – К.: Техніка, 1999. – С. 137–138.

Reference

1. Schubert, S.A., Gorodishcher, Z. Ya., Krishtul, V. P., etc. (1968). Experience of application of method of the contact clarification of water and way of his improvement. *Water supply: scientific labours*, 53, 11–20.
2. Zhurba, M.G., Lyubina, T.N., Mezentseva, S.A., Zhurba, J.M. Priemyshev, Yu.R., Myakishev, V.A. (2004). Water supply and sanitary engineering, 1.
3. Mints, D.M. (1964). Theoretical basis of water treatment technology. *Stroyizdat*, 156.
4. Kulikov, N., Naimanov, A., Omelchenko, N., Chernyshev, V. (2009). Theoretical basis of water purification. *Donetsk: Publishing house «Nouvelage» (Donetsk branch)*, 298.
5. Draginskiy, V., Alekseeva, L., Getmantsev, S. (2005). Coagulation in the technology of natural water purification. *Moscow: Nauka*, 576.
6. Babenkov, S.D. (1977). Purification of water by coagulants. *Moscow: Nauka*. 356.
7. Dushkin, S., Martynov, S., Dushkin S. (2019). Intensification of work of contact clarifiers during the drinking water preparation. *Journal of Water and Development*, 41 (IV–VI), 55–60, DOI 10.2478/jwld, 0027.
8. Dushkin, S.S., Dushkin, S.S. (2017). Improving the efficiency of contact clarifiers in the preparation of drinking water, Problems of water supply, water supply and hydraulic engineering: Science and technology collection, 28. K.: KNUBA, 408.
9. Stanislav Dushkin, Tamara Shevchenko. (2020). Applying a modified aluminium sulfate solution in the processes of drinking water preparation. *Eastearn European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (10-106), 26–36. <https://doi.org/10.3103/S1068364X19100041>.
10. Raff, P.A. Selyukov, A.V., Baikova, I.S. (2011). The technology of contact water clarification in the conditions of the Volga water intake in Kazan. *Scientific-technical and industrial journal «Water supply and sanitary engineering»*, 6. 25–34.
11. Epoyan, S.M., Blagodarneya, G.I., Dushkin, S.S., Stashuk, V.A. Improving the efficiency of the structures in the purification of drinking water. (2013). Monograph. 190.
12. Kulsky, L.A., Strokach, P.P. Technology of natural

water treatment. (1986). К. : Vishcha shkola, 352.

13. Dushkin, S.S. Adoption of ecological safety in the preparation of drinking water from a modified quartz preservation of filter materials. (2019). *Science and technology journal «ТЕН»*. 54–59.

14. Tugay, A., Orlov, V. (2009). Water supply: textbook. Kyiv: Knowledge, 735.

15. Dushkin, S.S., Blagodarnaya, G.I., Tikhonyuk, V.O. Improving the reliability of contact clarifiers of urban water treatment facilities. (1999). *Kommunalnoe khoziajstvo horodov. Nauk.-techn. sb.*, 19, 137–138.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. І.І. Капцов, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

Автор: ДУШКІН Станіслав Станіславович
доктор технічних наук, професор, професор кафедри
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – D.akaSS@ukr.net

Автор: БЛАГОДАРНА Галина Іванівна
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – thankful@ukr.net
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1187-4737>

Автор: ДУШКІН Станіслав Сергійович
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри
Національний університет цивільного захисту
України
E-mail – D.akaSS@ukr.net
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9345-9632>

Автор: ШЕВЧЕНКО Тамара Олександрівна
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – tamara.shevchenko@kname.edu.ua
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4513-6759>

CONTACT CLARIFIERS IN THE PREPARATION OF DRINKING WATER

S. Dushkin¹, G. Blagodarna¹, S. Dushkin², T. Shevchenko¹

¹ O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

² National University of Civil Defense of Ukraine, Ukraine

The article discusses the problem of improving the technological process of clarifying water for drinking purposes using contact clarifiers, which allows to reduce the consumption of reagents, improve water quality, reduce capital and operating costs, and reduce the cost of water.

The method of water treatment, based on the use of the phenomenon of contact coagulation, is called the method of contact clarification. This method is able to provide a high and stable effect under various physicochemical conditions of coagulation, changing according to the seasons of the year with lower doses of coagulant than in the usual scheme of water treatment with sedimentation and filtration.

It was found that the contact coagulation of suspended and colloidal impurities of water on sand grains when water moves through granular filters is faster, more complete, more stable when the physicochemical conditions of coagulation change according to the seasons of the year. And, finally, at lower doses of coagulant than the usual coagulation of these impurities in the free volume of water in flocculation chambers and settling tanks.

It is advisable to use contact clarifier in one-stage treatment schemes for low-turbid colored waters, when the total content of suspended solids in the water supplied to the contact clarifiers, including the suspension that is formed as a result of the introduction of reagents into the water, does not exceed 150 mg/dm³. With a higher suspension content in water, the water consumption for flushing contact clarifiers increases sharply.

It was found that the zones of contact coagulation when using a conventional coagulant solution are slightly smaller than when treating water with a modified solution of aluminum sulfate (the latter takes place on the curves of contact coagulation of both low-turbid and turbid waters). The analysis of contact coagulation zones shows that when treating water using a modified coagulant solution, it makes it possible to reduce the calculated doses of coagulant by an average of 30-45% without deteriorating the quality of water clarification.

Keywords: contact coagulation, clarifiers, drinking water, filtration, environmental safety of drinking water, contact medium, coagulant.