

Дніпродзержинський державний технічний університет

ЗАХОДИ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ ДИСПЕРГУВАННЯ ХЛОРУ І КОАГУЛЯНТУ У ВОДІ ПРИ ЇЇ ОЧИЩЕННІ

Вступ. Система водопостачання населених пунктів і промислових підприємств у 60-80-х роках минулого сторіччя проектувалася і створювалася в основному на базі водозаборів з відкритих водних джерел. При проектуванні і будівництві цих систем, у тому числі і Аульського водоводу – основному постачальнику питної води для м. Дніпродзержинська, не прогнозувалося погіршення згодом якості поверхневих вод, пов'язане з інтенсивним розвитком промисловості, широкомасштабною хімізацією і меліорацією сільськогосподарських земель, скиданням у водостоки і водойми у великих кількостях недостатньо очищених побутових стічних вод, дренажних засолених стоків з полів зрошення і стоків зі ставків-накопичувачів.

Технологія підготовки питної води на Аульському водогоні (на інших майже аналогічна) включає стандартну схему очистки води і не в змозі очистити вихідну воду до санітарних норм хоча б за органолептичними показниками, особливо в літній період. За останні роки спостерігається не прогнозоване погіршення органолептичних показників, які впливають не тільки на естетичне сприйняття, але й сприймаються людиною як доказ вмісту у воді шкідливих для її здоров'я речовин. За даними міської санітарно-епідеміологічної служби понад 20% відібраних на аналіз проб води у найближчих минулих роках визначені як нестандартні за кольоровістю, в минулому і поточному роках відхилення від санітарних норм склало біля 5% за фізико-хімічними та бактеріологічними показниками.

У зв'язку з тим, що в останні роки внаслідок значного й тривалого підвищення температури повітря в літні місяці підвищується температура води у Дніпродзержинському водосховищі, і, як наслідок, на декілька тижнів раніше починається масовий розвиток фітопланктону з переважанням синьо-зелених водоростей, різко збільшуються показники каламутності, кольоровості, погіршуються мікробіологічні показники. За даними хіміко-бактеріологічної лабораторії (ХБЛ) Аульського водоводу в цей період середньорічний показник по вмісту зважених речовин у воді водосховища становить 20-25 мг/дм³ при нормі 10,75 мг/дм³.

Заходи, які приймаються на Аульському водоводі, стандартні: підвищують витрати коагулянту і хлору. Це не призводить до бажаних результатів, питна вода не задовольняє санітарним нормам за органолептичними показниками. Аналогічна ситуація спостерігається і за іншими показниками якості питної води. Недолік використання хлору полягає в тому, що обробка ним річкової води супроводжується утворенням ряду високотоксичних галогенорганічних сполук, таких як тригалогідметани, галогеновані альдегіди, галогеновані кетони, галогеновані похідні карбонових кислот, що мають канцерогенні та мутагенні властивості. Наукові дослідження показують, що тривале вживання такої питної води з високим рівнем вірогідності призводить до виникнення нейротоксичних, серцево-судинних та онкологічних хвороб. Присутність у воді мікродошок органічних речовин провокує також захворювання печінки, нирок, кровотворної системи людини. Другий недолік хлору полягає у виникненні загрози для людини і навколишнього середовища при аваріях. Ведеться пошук нових засобів для знезаражу-

вання води. Серед відомих дезінфектантів слід вказати на озон, ультрафіолетове випромінювання, гіпохлорид натрію. Озон приблизно в десять разів дорожчий від хлору і створює значно більше шкідливих речовин при застосуванні. Для УФ-випромінювання потрібне дороге обладнання. Гіпохлорид натрію у порівнянні з хлором в процесі транспортування і застосування розкладається з видаленням хлору, що ускладнює його дозування, особливо при знезараженні стічних вод, які скидаються у річку Дніпро. Коригування (збільшення) дози коагулянту ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) має також негативні наслідки – питна вода забруднюється алюмінієм, сульфатами. Питна вода у порівнянні з водою водосховища містить більше сульфатів і алюмінію. В питній воді сульфатів 36,56 мг/дм³, у воді водосховища – 27,61 мг/дм³; алюмінію у питній воді 0,106 мг/дм³, у воді водосховища – 0,04 мг/дм³. Забруднення питної води названими компонентами зумовлено використанням у якості коагулянта сульфату алюмінію ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) для очистки води [1, 3, 4].

Вміст у питній воді миш'яку, кобальту, міді, цинку, фенолів, ціанідів, роданідів, нікелю, СПАВ, кадмію, кальцію, магнію, нітратів, молібдену, свинцю, хрому, берилію, а також жорсткість не перевищують санітарних норм і співпадають з вмістом їх у воді водосховища.

Звертає на себе увагу ефект зниження у питній воді у порівнянні з вихідною водою вмісту заліза з 0,131 до 0,098 мг/дм³, марганцю – з 0,067 до 0,024 мг/дм³, фтору – з 0,24 до 0,14 мг/дм³. Цьому сприяє технологія очистки води на Аульському водоводі з використанням коагулянту і фільтрації води [2, 5]. Значна частина коагулянту потрапляє з осадом відстійників знову у Дніпро. Зрозуміло, що необхідно не збільшувати дозу коагулянту і хлору, а забезпечити більш ефективне його використання в схемі очистки води. Це забезпечить зменшення забруднення питної води іонами коагулянту, хлору, поліпшить очистку питної води від зважених і інших речовин і нарешті забезпечить економію досить дорогого коагулянту.

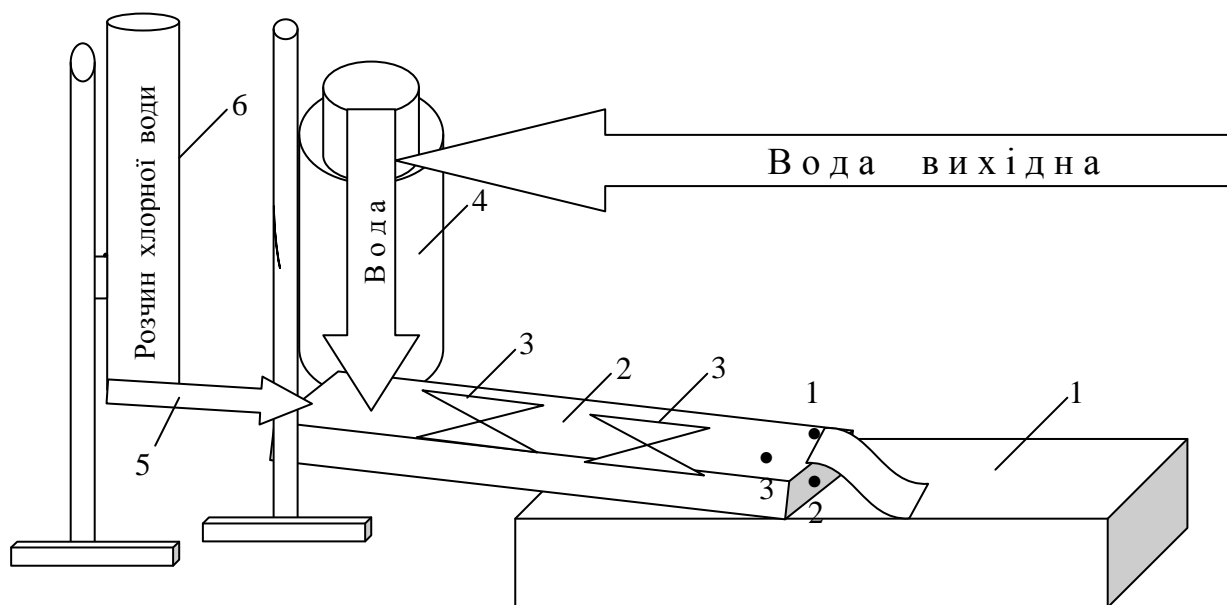
На основі наведеної інформації про стан очистки поверхневої води на Аульському водозаборі маємо можливість визначити *об'єкт* дослідження. Зрозуміло, що таким об'єктом повинні стати дослідження і розробка заходів з більш ефективного використання коагулянту і хлору, тим самим виключити чи максимально зменшити коригування (збільшення) витрат коагулянту і хлору у весняно-літній період.

Постановка задачі. Виявити залежності ефективності диспергування хлору і адсорбенту у воді в змішувачі з відбиваючими пластинами при різних параметрах змішування, розробити заходи з більш ефективного використання коагулянту і хлору.

Результати роботи. Нами визначені, а керівництвом Аульського водогону підтверджені вузькі місця в схемі підготовки води. Перш за все це недостатнє перемішування коагулянту з водою і незадовільна робота реакційної камери із-за виходу з ладу чотирьох рамних мішалок, які розташовані у реакційній камері. Унаслідок цього вода недостатньо очищується, мають місце перевитрати коагулянту, який не в повній мірі використовується із-за недостатнього перемішування його з водою; конгломерати пластівців осаджуються прямо в реакційній камері із-за порушення режиму перетоку води у камері. У реакційній камері вода повинна знаходитись на протязі 20-30 хв. Цього часу достатньо для утворення конгломератів пластівців, які надалі у відстійнику будуть висаджуватись у вигляді мулу. При осадженні до конгломератів будуть прилипати мікро- і макроречовини, зважені у воді; при цьому вода освітлюється.

Нами розроблена схема і обладнання для покращання перемішування у жолобі перемішувача коагулянту з водою, а також пристрій для поліпшення роботи реакційної камери (рис.1). Виготовлені у масштабі пілотних установок камери перемішування і реакційна камера дозволили провести лабораторні дослідження. В жолобі перемішувача з обоз сторін розміщені під кутом 45⁰ колосникові перегородки, які дозволять до 10 разів змінити на 90⁰ напрямок течії води у жолобі і ефективно її перемішати. Реакційна

камера забезпечує течію води по лабіринту з швидкістю 0,3 м/с. При цьому мілкі конгломерати не осаджуються, а крупні – не руйнуються.



1 – камера пластівкоутворення; 2 – жолоб; 3 – відбиваючі перегородки; 4 – ємність вихідної води; 5 – колектор для подачі хлорної води; 6 – ємність для хлорної води

Рисунок 1 – Схема експериментальної установки з камерою перемішування, обладнаної відбиваючими перегородками

Фото експериментальної установки представлено на рис.2.



Рисунок 2 – Фото експериментальної установки з камерою перемішування, обладнаної відбиваючими перегородками

Згідно зі стандартною методикою визначення залишкового хлору у воді з використанням КФК-3 робимо відбір проб води у трьох точках, як це показано на рис.1.

У відповідності до методики експерименту виконали комплексні дослідження, в результаті яких визначили вміст у пробах води хлору і виявили залежність рівномірності розподілу хлору у воді. На графіках спостерігається закономірність: чим більші кут

нахилу жолоба, кількість відбиваючих пластин у горизонтальному жолобі та швидкість руху води у жолобі, тим вищий рівень розподілу хлору у воді.

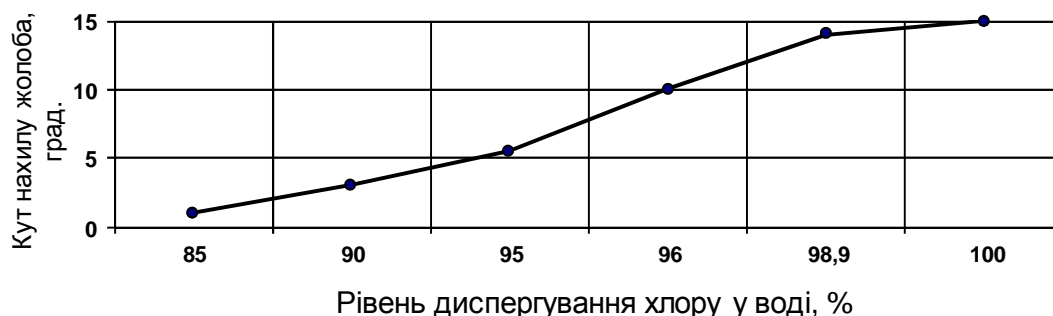


Рисунок 3 – Залежність рівня диспергування хлору у воді від кута нахилу жолоба



Рисунок 4 – Залежність рівня диспергування хлору у воді від кількості відбиваючих пластин у горизонтальному жолобі

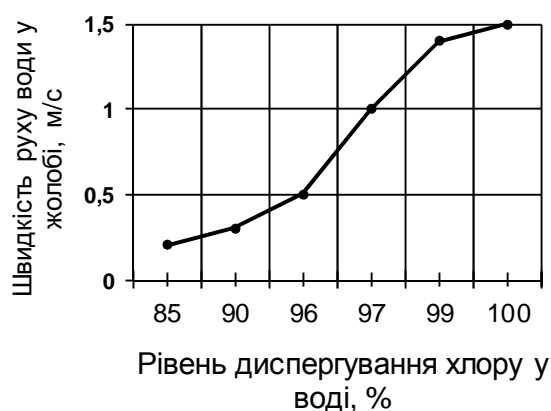


Рисунок 5 – Залежність рівня диспергування хлору у воді від швидкості руху води у жолобі

Згідно з оцінкою якості суміші прийняли середнє квадратичне відхилення (δ) вмісту компоненту у пробах. Вивели рівняння для визначення рівня диспергування як окремих компонентів у воді, так і їх взаємного розподілу. Формула для визначення рівня диспергування компонентів води (РД_{Cl}) має вигляд:

$$\text{РД}_{\text{Cl}} = 100 \cdot \left(1 - \frac{\delta}{\delta_{\text{cp}}} \right), \% , \quad (1)$$

де δ – середнє квадратичне відхилення вмісту компоненту у пробах, %;

δ_{cp} – середній вміст компоненту у пробах, %.

Вміст взаємного розподілу (ВВР) компонентів води розраховується за формулою:

$$\text{ВВР} = \sum_{i=1}^n X_i^0 - \sum_{i=1}^n \frac{X_i^0}{X_i} \cdot \delta_i, \% , \quad (2)$$

де X_i^0 – вихідний вміст i -го компоненту у воді, %;

\bar{X}_i – середній вміст i -го компоненту у пробах, %.

В експериментах визначили вміст у пробах води хлору, при цьому мали на увазі, що коагулянт, який вводиться у воду через аналогічний коректор, розташований поруч із колектором для вводу хлору, диспергує у воді аналогічно хлору.

Для наглядності побудовані графіки, на яких представлені залежності рівня диспергування хлору у воді від кількості відбиваючих пластин, кута нахилу жолоба, швидкості руху води.

Висновки. Установлено залежність рівня диспергування коагулянту і хлору у Дніпровській воді при транспортуванні її по жолобу з відбиваючими пластинами: на кожний потік вода змінює напрям руху на 90° . При цьому змінювали кількість відбиваючих пластин, швидкість руху води у жолобі і умови внесення у воду хлору і коагулянту. Прийнято середнє квадратичне відхилення змісту компоненту у пробах води. Виведено рівняння для визначення рівня диспергування як окремих компонентів у воді, так і їх взаємного розподілу.

Запропоновані заходи щодо покращення диспергування хлору і коагулянту у воді при її очищенні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Альжанова Б.С. Математическое моделирование получения полимерных флокулянтов для очистки сточных вод / Б.С.Альжанова, Л.М.Сатаева, Б.С.Шакиров // Вода. Технология и экология. – 2008. – №4. – С.169-175.
2. Изменение общей токсичности растворов катионов ПАВ при озонировании, УФ – облучении и ОЗ/УФ-обработке / В.В.Гончарук, В.Ф.Вакуленко, Ю.О.Швадчина [и др.] // Химия и технология воды. – 2007. – №6. – С.515-526.
3. Естественная биорегенерация активных углей в фильтрах доочистки питьевой воды при их длительной эксплуатации / В.В.Гончарук, И.П.Козятник, Н.А.Клименко, Л.А.Савчина // Химия и технология воды. – 2007. – № 6. – С.546-558.
4. Рябчиков Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования / Рябчиков Б.Е. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 328с.
5. Косолапов А.Е. Моделирование водохозяйственных балансов /Косолапов А.Е., Никоноров В.В., Лагута М.И. // Новочеркасск: ПроИздат, 2008 – 328с.

УДК 628.3:519.6

ІВАНЧЕНКО А.В., к.т.н., старший викладач
ВОЛОШИН М. Д., д. т. н., професор
МАКАРЧЕНКО Н.П.*, к.т.н., доцент

Дніпродзержинський державний технічний університет
*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,
м. Дніпропетровськ

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ЕОМ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИДАЛЕННЯ ФОСФАТІВ З МІСЬКИХ СТІЧНИХ ВОД БІОЛОГІЧНИМИ МЕТОДАМИ

Вступ. В останні роки однією з головних проблем в області очищення міських стічних вод є розробка ефективної технології видалення неорганічних фосфатів, що викликають евтрофікацію водних об'єктів, яка призводить до заростання водойм та вимирання риби.