

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ОЗВУЧЕННЯ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВОДИ У ПРОЦЕСАХ КОАГУЛЯЦІЇ

О Савчук Л.В., 2008

Наведено результати експериментальних досліджень впливу ультразвуку на показники якості води у процесах коагуляції сполуками заліза. За вибраних оптимальних умов визначено показники якості води.

The outcomes of experimental researches of influencing of ultrasonic of water on process of coagulation by iron compound are adduced. Water feature quality were established in choosen optimum conditions.

Постановка проблеми. Антропогенна діяльність людини спричиняє погіршення стану довкілля і негативно впливає на показники якості водних джерел. У критичному стані знаходиться більшість поверхневих водойм, які забезпечують населення України питною водою, значно погіршилися показники якості підземних вод, які завжди характеризувалися добрими санітарно-гігієнічними показниками. Але вода, яка безпосередньо подається для господарсько-питних потреб, характеризується значно гіршими показниками, ніж після відбору на свердловинах та після знезараження на станціях водопідготовки. Більшість показників у 2 – 3 рази гірші від початкових. Це, зокрема, стосується каламутності, кольоровості, загальної твердості, вмісту сполук заліза тощо. Таку негативну тенденцію можна пояснити поганим станом водогонів, якими вода транспортується населенню. Водогони у більшості міст не замінювали десятки років, вони виготовлені з чорного металу без антикорозійного покриття. Крім того, для Львова характерне періодичне використання водогонів через погодинну подачу води населенню у прямому та оберненому напрямку. Це теж не покращує якості води. Заміна системи водогонів, враховуючи економічний стан комунального господарства країни, є дорогим проектом, здійснення якого нереальне у найближчий час. Враховуючи усе це, вирішено дослідити процеси, які б уможливили покращити якість води, що подається населенню, і розробити технологію доочищення питної води безпосередньо на місці (в будинку), перед її подачею споживачам. Місцем розміщення таких установок могли б бути підвали житлових будинків, тому вони повинні бути компактними, легкими в керуванні та ремонті і не займати багато місця. Саме на вирішення цих питань були спрямовані наші дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У промисловому водопідготовленні очищення води від вищевказаних забрудників переважно здійснюють коагуляцією. Але цей процес є доволі тривалим у часі й потребує великих площ та громіздкого обладнання. Інтенсифікують коагуляцію фізичними методами, а саме – накладанням електричного та магнітного полів, дією іонізуючого випромінювання та ультразвуку тощо [1]. Позитивний вплив ультразвуку пояснюють явищем кавітації, яке можна відтворити за допомогою гідромеханічного апарата – кавітатора, який є компактным, займає мало місця і може бути змонтованим просто на трубі, якою подається вода. Ультразвукове оброблення пропонують використовувати для знезараження води, її очищення від органічних домішок, запобігання утворенню та усунення уже існуючого накипу [2–4]. Результати ж експериментальних досліджень щодо впливу цього методу на коагуляцію в літературі відсутні.

Мета роботи – дослідити перебіг процесу коагуляції сполуками заліза (III) під дією ультразвуку. Процес коагуляції залежить від: дози коагулянта, температури, активної реакції водного середовища, послідовності введення коагулянта тощо. Як коагулянт застосовують солі

алюмінію або заліза. Солі алюмінію дуже чутливі до температури, рН та сольового складу води, а солі заліза (III) менш чутливі до цих чинників. Крім того, працюючи зі сполуками алюмінію, ми додатково вводитимемо ще один елемент, вміст якого у воді регламентується ГОСТ 2876-82 «Вода питна» ($\leq 0,5$ мг/дм³). Тому як коагулянт використовували водні розчини заліза (III) хлориду та сульфату, які містили 20 мг/дм³ Fe³⁺ [1]. Процес коагуляції досліджували на «модельній» воді, яка за складом фактично відтворює усереднений хімічний склад питної води, що подається комунальною мережею м. Львова у Сихівський житловий масив (табл. 1).

Таблиця 1

Хімічний склад «модельної» води

Прозорість, %	Вміст Феруму, мг/дм ³	Кольоровість, К	Катіонно-аніонний склад, мг/дм ³					
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	$\sum(K^+ Na^+)$	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
70,3	1,2	50	168,0	25,2	6,9	390,4	105,6	74,6

Генератором UD-20 створювали постійні пружні коливання з частотою 20 кГц потужністю $(1...5) \cdot 10^4$ Вт/м². «Модельну» та очищену воду аналізували за загальновідомими методиками [5, 6]. Повний аналіз катіонно-аніонного складу проводили для проб, у яких досягали найкращих показників. Усі інші проби аналізували на вміст тих показників, які у «модельній» воді не відповідають вимогам Держстандарту, а саме: вміст Заліза (III), загальну твердість, прозорість та кольоровість. Потужність ультразвуку вибирали експериментально. Попередні дослідження показали, що оброблення ультразвуком доцільніше здійснювати після додавання коагулянту. Результати досліджень наведено в табл. 2 і 3.

Спочатку визначали вплив потужності на основні показники якості води. Для цього «модельну» воду протягом 10 хв обробляли ультразвуком різної потужності. Як бачимо з результатів досліджень (табл. 2), збільшення потужності ультразвуку до значень $3 \cdot 10^4$ Вт/м² супроводжується підвищенням ступеня вилучення сполук заліза, збільшенням прозорості, зменшенням загальної твердості. Найвищого ступеня вилучення Заліза (~92 %) досягають за потужності $3 \cdot 10^4$ Вт/м² для сульфату заліза, подальше зростання потужності особливо не впливає на досліджуваний процес (потужність $4 \cdot 10^4$ Вт/м² – 91,5 %), або впливає неістотно. Тенденція до погіршення характеристик води із зростанням потужності озвучення водної системи (понад $4 \cdot 10^4$ Вт/м²) спостерігається і для хлориду заліза. У цьому випадку усі показники якості води дещо гірші, ніж за використання Fe₂(SO₄)₃. Потрібно відмітити, що рН водної системи не залежить від потужності озвучення, а від виду аніона, який вводиться із залізом та концентрації коагулянта. Його значення коливалися в межах 7,1...7,5 – для хлоридів і 6,6...7,4 – для сульфатів, проти 7,7 – для «модельної» води. Під час озвучення прискорюється процес пластівцеутворення, укрупнення і осідання осаду, що можна спостерігати візуально. Вже через п'ять хвилин після припинення дії ультразвуку починається процес утворення малорозчинного гідроксиду заліза, який коагулює, утворюючи щільний осад. Особливо наглядно цей процес перебігає за участі заліза (III) сульфату.

Як бачимо з отриманих результатів, ультразвуком можна інтенсифікувати процес коагуляції. Це пояснюється створенням полів кавітаційних мікробульбашок, які під час закривання інтенсифікують процеси тепломасообміну і хімічні перетворення. Найбільше на кавітаційний процес впливає кількість і розміри кавітаційних бульбашок. Цей чинник не залежить від фізичних параметрів рідини, а тільки від методу створення кавітаційного ефекту. Більшість вчених схиляються до гіпотези про дію механічних сил у цих процесах, у той час, як хімічні, термічні, електричні сили тільки супроводжують механічну дію. За однією з відомих гіпотез механічна дія визначається ударними хвилями, які виникають під час закривання мікробульбашок, за іншою – є наслідком ударів і проникнення кумулятивних струминок рідини, які утворюються при замиканні бульбашок. Ця механічна дія супроводжується різними фізико-хімічними процесами. За дії великої ударної сили, високих тисків і зсувових напружень, а також унаслідок локального підвищення температури вивільнюються водневі зв'язки, деструктується каркас води і кластерні комплекси аж до утворення однієї окремої молекули води. Кінцевий склад води після оброблення ультразвуком є дуже складним через велику кількість розчинних і нерозчинних сполук.

Таблиця 2

Вплив ультразвуку на зміну показників води

Потужність УЗ-випромінювань, $N \cdot 10^{-4}$ Вт/м ²	Ступінь вилучення, %		Кольоровість, К	Прозорість, %
	Fe ³⁺	Ca ²⁺ + Mg ²⁺		
Коагулянт – розчин Fe ₂ (SO ₄) ₃				
1	84,5	20	20	78
2	90,4	31	20	86
3	92,0	39	10	87
4	91,5	36	10	84
5	80,4	33	20	82
Коагулянт – розчин FeCl ₃				
1	82,3	21	30	73
2	84,5	23	20	79
3	90,3	29	20	83
4	89,4	28	10	87
5	87,5	27	20	78

Таблиця 3

Вплив тривалості озвучування води на зміну її показників

Тривалість озвучування, хв	Ступінь вилучення, %		Кольоровість, К	Прозорість, %
	Fe ³⁺	Ca ²⁺ + Mg ²⁺		
Потужність $3 \cdot 10^4$ Вт/м ²				
5	86	33	30	84
10	92	39	10	87
15	95	40	10	87
20	94	38	10	86
25	94	35	10	87
Потужність $4 \cdot 10^4$ Вт/м ²				
5	75	31	30	80
10	91	36	20	83
15	92	39	20	84
20	93	30	20	83
25	93	32	30	82

На показники якості води великий вплив має час озвучення, який у попередніх дослідженнях вибирали довільно. Він впливає на техніко-економічні показники процесу очищення (енергетичні затрати, кавітаційне руйнування обладнання тощо), тому для потужностей 3 і $4 \cdot 10^4$ Вт/м² досліджували вплив часу дії ультразвуку на такі показники, як ступінь вилучення заліза та сполук кальцію і магнію, підвищення прозорості та кольоровості.

Як зрозуміло з результатів досліджень, наведених у табл. 2, за використання заліза (III) сульфату досягали кращих показників якості води, тому подальші дослідження проводили саме з цим коагулянтом. Результати досліджень наведено у табл. 3.

Як зрозуміло з результатів досліджень, найкращого очищення води методом коагуляції, який інтенсифікують ультразвуком, досягають за використання заліза (III) сульфату і озвучення протягом 15 хв потужністю $3 \cdot 10^4$ Вт/м². При цьому ступінь вилучення заліза становить 97 %, загальна твердість зменшувалася на 50 %, прозорість становила 92 %, а кольоровість – 10 К.

Висновки. Результати проведених досліджень показали, що оброблення води ультразвуком інтенсифікує процес коагуляції та покращує показники якості води: збільшує прозорість, ступінь вилучення заліза, зменшує кольоровість і загальну твердість. Найкращих показників досягали очищенням води методом коагуляції і її обробленням ультразвуком, після введення коагулянта частотою 20 кГц і потужністю $3 \cdot 10^4$ Вт/м².

1. Запольский А.К., Баран А.А. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды. – Л.: Химия, 1987. – 203 с. 2. Запольский А.К., Мішкова-Клименко Н.А., Астрелін І.М., Брик М.Т., Гвоздяк П.І., Князьков Т.В. Фізико-хімічні основи очищення стічних вод: Підручник / Під ред. А.К. Запольского. – К.: Лібра, 2000. – 552 с. 3. Гончарук В.В., Маляренко В.В., Яременко В.А. О механизме воздействия ультразвука на водные системы // Химия и технология воды. – 2004. – Т. 26, №3. – С. 275–286. 4. Мушоров Н.З., Давыдова П.А., Багрова Н.И. Способ очистки воды от железа. – М.: Химия, 1999. – 159 с. 5. Унифицированные методы анализа воды / Под ред. Ю.Ю. Лурье. – М.: Химия, 1973. – С.57–98. 6. Руководство по химическому и технологическому анализу воды. – М.: Стройиздат, 1973. – 273 с.

УДК 624.21.012.35

Л.В. Салійчук, В.Г. Кваша

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра мостів і будівельної механіки

ЗСУВОСТІЙКІ КЛЕЄСТРИЖНЕВІ АНКЕРИ В З’ЄДНАННЯХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

© Салійчук Л.В., Кваша В.Г., 2008

Наведено конструктивні рішення зсувостійких клеєстрижневих анкерів для з’єднань залізобетонних елементів як під час нового будівництва, так і під час реконструкції і підсилення існуючих споруд. Наведено методику розрахунку довжини анкерування та результати експериментальних досліджень трубчастого анкера під час зсуву.

The structural decisions of shear-resistance of glue-bar anchors are resulted for connections of reinforced-concrete elements both at new building and at a reconstruction and strengthening of existent buildings. The method of calculation of length of anchoring and results of experimental researches of tubular anchor is presented at a shear.

Постановка проблеми. Клеєстрижневі анкери, розроблення яких почалось ще у 60-х роках минулого сторіччя [1, 2, 3, 6, 8, 10, 11], доволі широко застосовуються у промисловому, цивільному та транспортному будівництві для влаштування з’єднань залізобетонних конструкцій, стикування складених по довжині і висоті елементів, у збірно-монолітних конструкціях, для об’єднання існуючих і нових елементів, зв’язку старого бетону з новим, анкерування в бетоні арматури підсилення, нарощування поперечних перерізів тощо. Вклеєний анкер може застосовуватись як самостійний несучий елемент або для закріплення до нього проміжних елементів стикового (анкеруючого) з’єднання. Завдяки розвитку будівельної хімії клейові суміші знаходять усе ширше застосування для з’єднань елементів будівельних конструкцій, зокрема під час ремонту і реконструкції, де часто цей тип з’єднань є єдино можливий [1, 6, 11]. Спеціалізовані європейські фірми виготовляють різні типи анкерних елементів як з арматурних стрижнів, так і спеціальних заводського виготовлення, які постачаються виробником в комплекті з дозованими балонами клеєвої маси і обладнанням для вклеювання [4, 12]. Найчастіше вклеєні анкери в з’єднаннях працюють на зсув, однак експериментальних досліджень їх роботи під час зсуву проведено недостатньо, а дослідження трубчастих анкерів відсутні.

Мета роботи – розробити клеєстрижневі анкери для застосування під час реконструкції та підсилення залізобетонних конструкцій та теоретичне і експериментальне дослідження роботи у бетонному масиві трубчастого анкера за дії зсувних сил.