

значений конструктивных и технологических параметров, что позволит сократить эксплуатационные затраты.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ахманов М. Вода, которую мы пьем. Качество питьевой воды и ее очистка с помощью бытовых фильтров. – СПб.: «Невский проспект», 2002. – 192 с.
2. Епоян С.М., Колотило В.Д., Друшляк О.Г., Сухоруков Г.І., Айрапетян Т.С. Водопостачання та очистка природних вод: Навчальний посібник – Х: Фактор, 2010. – 192с.
3. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: в 3 т. Т.2. Очистка и кондиционирование природных вод. – изд. 3-е, перераб. и доп.: Учеб. пособие. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010. – 552 с.
4. Нечитайло Н.П. Условия формирования динамической мембраны при извлечении гуминовых кислот из воды методом ультрафильтрации // Вода, экология, общество: матер. IV междунар. науч.-техн. конф., 20-21 марта 2014 г. Харьков: ХНУГХ, 2014. – С. 112-114.
5. Пат. 2165284 (RU), МПК B01D15/00, G21F9/12. Способ проведения непрерывного противоточного сорбционного процесса / Горовой Л.Ф. (RU), Косяков В.Н. (RU), Кузнецов Г.И. (RU), Пушков А.А. (RU), Шкляр Л.И. (RU) - № 99109577/12; заявл. 27.02.2001; опубл. 20.04.2001.
6. Исаков А.А., Алексанян А.Р., Кудрявцев А.Г., Давтян В.А., Торосян Г.О. Технологические аспекты адсорбционной очистки сточных вод от органических загрязнителей // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Хімія і хімічна технологія. – 2010. – Вип.15(163). – С. 137-140.
7. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. – Л.: Химия, 1982. – 168 с.
8. Карагяур А.С. Теоретическое обоснование усовершенствования сорбционной очистки воды // MOTROL / Commission of motorization and energetics in agriculture. – Lublin, 2013. – V. 15, № 6, P. 35-42.
9. Ягубов А.И. Сорбционные процессы очистки сточных вод от метилена голубого на Fe(III) бентоните: экспериментальные исследования и моделирование // Конденсированные среды и межфазные границы – 2007. – Т.9, № 2 – С. 177-181.
10. Бруязкий Е.В., Костин А.Г., Никифорович Е.И., Розумнюк Н.В. Метод численного решения уравнений Навье-Стокса в переменных скорость-давление // Прикладна гідромеханіка. – К., 2008. – Т.10, №2. – С. 13-23.

УДК 628.16

Епоян С.М. Сухоруков Г.І.

Харківський національний університет будівництва та архітектури

Яркін В.А.

Комунальне підприємство «Харківводоканал»

ІСНУЮЧІ СПОРУДИ ЗМІШУВАННЯ ПРИРОДНИХ ВОД І МЕТОДИ ЇХ УДОСКОНАЛЕННЯ

Технологічні схеми очищення питної води, які використовуються в Україні, розраховані на очищення води від колоїдних та завислих речовин та її знезараження [1-3].

Слід зазначити, що існуючий стан в області очищення води визначає необхідність впровадження нових технологій очищення та підходи до екологічної безпеки питного водопостачання. Сучасні техно-

логії очищення води (реагентні, сорбційні, мембранні та ін.) дозволяють очистити воду від будь яких забруднень, але застосування цих методів значно підвищує вартість очистки води та не завжди доцільно, виходячи з місцевих умов водопідготовки [4-6].

Найбільш розповсюдженим методом очищення води від грубодисперсних та колоїдних забруднень є метод обробки води

коагулянтами, який вимагає пошуку шляхів для його вдосконалення, а саме підвищення швидкості формування та випадіння коагульованих завісей в осад. Недоліком даного методу є велика витрата реагентів за несприятливих умов коагуляції: недостатня лужність, висока кольоровість води та низька температура освітлюваної води в осінньо-зимовий період.

Метою даної роботи є вдосконалення роботи змішувача очисних споруд водопостачання.

Дуже важливою умовою підвищення ефективності та глибини протікання процесів коагуляції і прояснення води є забезпечення швидкого і інтенсивного змішування реагентів з водою в змішувачі, а також подальше рівномірне повільне перемішування в камері утворення пластівців для формування великої кількості великих, щільних і швидко осідаючих пластівців. Особливо це важливо при низьких температурах води [7-10].

Як показує досвід експлуатації, традиційні гідравлічні змішувачі та камери утворення пластівців не завжди можуть забезпечити виконання даних умов.

Перемішування з реагентами має закінчитися до того, як почнеться утворення пластівців у всій масі води. Звичайно тривалість перебування води у змішувачах не повинна перевищувати 1–3 хв.

Змішувачі, які використовують на вітчизняних і зарубіжних водоочисних станціях, можуть бути поділені на дві групи:

1) гідравлічні, в яких змішування реагентів з водою досягається за рахунок енергії потоку води, що витрачається на підвищення його турбулентності (утворення вихорів): змішування у трубі або у трубі з діафрагмами, у перегородчастих, дірчастих, вихрових змішувачах.

2) механічні, в яких турбулентність потоку посилюється мішалками різних типів, що приводяться у дію зовнішніми джерелами енергії: змішування у відцентровому насосі, змішування пропелерними і лопатевими мішалками [1-3, 11-13].

Гідравлічні змішувачі

Хороший ефект змішування забезпечується при введенні реагентів у всмоктувальний трубопровід відцентрового насоса,

який подає воду, що обробляється, на очисні споруди. Для того, щоб у всмоктувальний трубопровід насоса разом з розчином реагенту не потрапило повітря, застосовують пристрій (рис.1), що складається з лійки 1, що приєднана до всмоктувальної труби насоса, і бачка 2 з шаровим краном. У лійку надходить розчин реагенту з дозатора 3, який безперервно поповнюється з витратних баків 4. Рівень води у лійці весь час підтримується шляхом подачі води від напірної лінії насоса через бачок з шаровим краном. Вентилем 5, розташованим на трубі, що з'єднує лійку з всмоктувальною трубою насоса 6, регулюють інтенсивність потоку води через бачок 2.

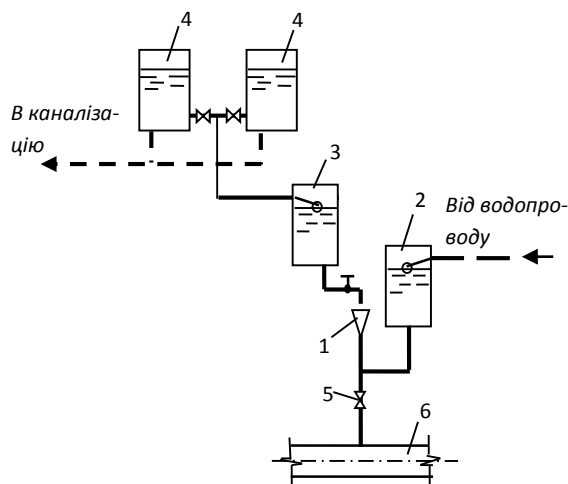


Рис.1. Технологічна схема змішування при подачі розчину реагенту у всмоктувальний трубопровід насоса

Як змішувач може бути використаний трубопровід подачі води на очисну станцію, оскільки при звичайних швидкостях води у трубах виникає достатня для змішування турбулентність потоку.

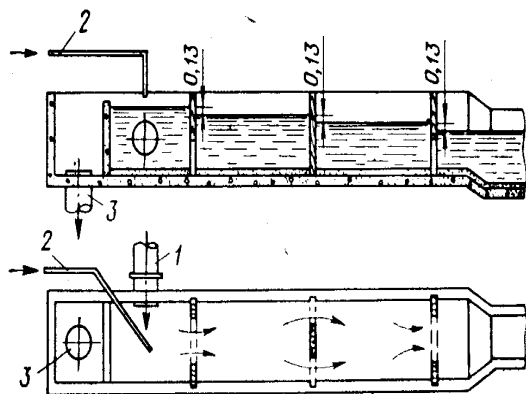
Довжина ділянки трубопроводу, де вода змішується з реагентом, має бути підібрана так, щоб сумарна втрата напору на цій ділянці дорівнювала 0,3–0,4 м.

Якщо за умовами планування водоочисної станції така ділянка не може бути виділена, то можливе застосування шайбового змішувача, тобто діафрагми, що встановлена в трубі. Співвідношення діаметрів діафрагми і трубопроводу приймають таким, щоб втрата напору в діафрагмі була 0,3–0,4 м.

Спеціальним пристроєм для змішування води з реагентом є перегородчастий

змішувач (рис. 2). Він являє собою лоток, у якому упоперек потоку води встановлені три перегородки. У першій і третій перегородках є проходи для води у центрі, середня перегородка утворює два бокових проходи біля стінок лотка. Завдяки перегородкам напрямок руху води навперемінно змінюється, а у звужених перерізах виникають підвищені швидкості руху води. Завихрення, які утворюються, сприяють змішуванню води з реагентом.

Швидкість руху води у звуженнях змішувача приймають 1 м/с. При цьому втрати напору у кожному звуженні складають 0,13 м, а у всьому змішувачі – 0,39 м.



1 – надходження води у змішувач; 2 – подача реагенту; 3 – перелив

Рис. 2. Схема перегородчастого змішувача

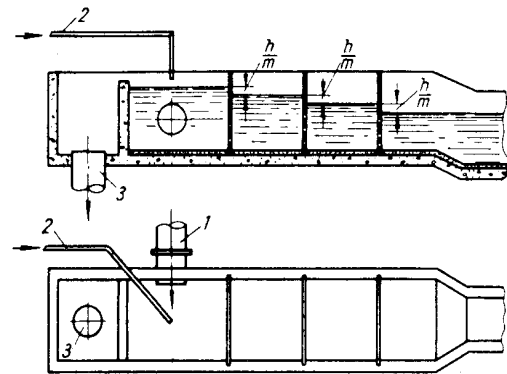
Для запобігання підсмоктування у воду повітря звужені проходи у перегородках мають бути занурені на 0,1–0,15 м під рівень води.

Перегородчасті змішувачі також проєктують у вигляді каналів з перегородками, що забезпечують горизонтальний або вертикальний рух води з поворотом на 180°. Кількість перегородок приймають 9–10.

Іншим типом змішувача, який часто застосовують на станціях оброблення води, є дірчастий змішувач (рис.3).

За звичай у дірчастому змішувачі упоперек потоку води встановлюють три перегородки з отворами діаметром 20–40 мм для невеликих і до 100 мм для великих змішувачів. Дірчасті перегородки забезпечують перемішування рідини внаслідок того,

що вода, яка виходить з отворів з підвищеними швидкостями, підсмоктує сусідні шари рідини.



1 – надходження води у змішувач; 2 – подача реагенту; 3 – перелив

Рис. 3. Схема дірчастого змішувача

Для попередження виносу піску та інших забруднень у розподільчі системи камер утворення пластівців і контактних прояснювачів дірчасті змішувачі необхідно періодично очищувати від забруднень, що накопичилися, частковим скидом води з них у стік. Для цього мають бути передбачені трубопроводи з засувками у нижній частині змішувачів.

Швидкість руху води в отворах перегородок приймають 1 м/с. Для попередження підсмоктування повітря у воду верхній ряд отворів у кожній перегородці має бути занурений на глибину 0,1–0,15 м.

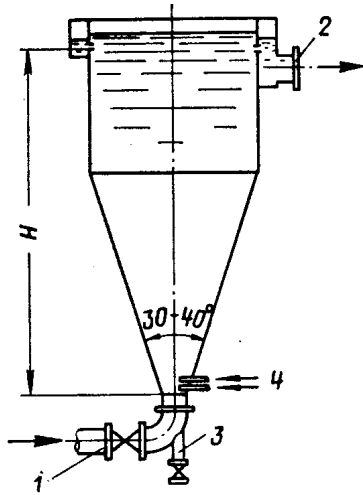
Відстань між дірчастими перегородками має бути не менше ширини лотка змішувача.

На станціях з обробленням води вапняним молоком не рекомендується застосовувати перегородчасті та дірчасті змішувачі, тому що швидкості в них не забезпечують підтримання у завислому стані часток вапна, які можуть осаджуватися перед перегородками. В цьому разі більш придатні вертикальні (вихрові) змішувачі (рис.4).

Вертикальний змішувач може бути в плані круглим або прямокутним. Кут між нахиленими стінками нижньої частини змішувача приймають у межах 30–40°.

Підвідним трубопроводом воду вводять у нижню частину змішувача зі швид-

кістю 1–1,2 м/с. Діаметр змішувача або розміри прямокутного змішувача в плані визначають, виходячи з величини швидкості висхідного руху рідини на рівні водозбірної пристрою. Ця швидкість має дорівнювати 25–28 мм/с.



1 – підведення води; 2 – відведення води;
3 – спуск; 4 – підведення реагенту; H –
розрахункова висота змішувача
Рис.4. Схема вертикального змішувача

Вода, яка пройшла через вертикальний змішувач, збирається периферійним лотком з зануреними отворами або зануреною лійкою. Розміри збірної периферійної лотка визначають, виходячи з того, що швидкість води у ньому має бути не більше 0,6 м/с.

Тривалість перебування води у вертикальному змішувачі при проясненні води з коагуляцією має бути 1,5–2 хв., при пом'якшенні води вапнуванням – до 3 хв.

Недоліком змішувачів гідравлічного типу є нерівномірність розподілу реагенту по перерізу змішувача, можливість використання як правило лише одного реагенту, неможливість регулювання інтенсивності змішування.

Механічні змішувачі

У тих випадках, коли за умовами висотного розташування окремих споруд водочисної станції неможливе забезпечення перепаду відміток, що потрібний для змішувачів гідравлічного типу, можна встановити змішувачі з механічним перемішуванням рідини.

Дія механічних змішувачів основана на принципі механічного перемішування води, що обробляється, з реагентами. Застосування їх особливо зручно при введенні декількох реагентів.

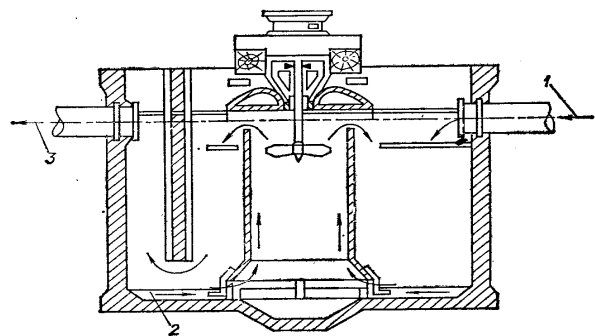
Принцип роботи таких змішувачів базується на поступальному русі води, який надає їй механічний пристрій (турбінка, лопаті або пропелер). Тривалість перебування води у механічних змішувачах з пропелерними мішалками повинна дорівнювати 10–13 с, а з лопатевими мішалками з вертикальною віссю обертання – 30–60 с.

Інколи для більш надійного перемішування встановлюють послідовно два механічних змішувача.

Змішувачі, що призначені для споруд, у склад яких входять контактні прояснювачі або прояснювачі з завислим осадом, не повинні допускати можливості насичення води, що обробляється, бульбашками повітря. Для цього необхідно регулювати засувками рівень води у змішувачі так, щоб підняттям рівнів уникнути або звести до мінімуму відкриті перепади і стрибки води.

Для захисту змішувачів від заносів піску, гравію і рослинних забруднень мають бути застосовані відповідні заходи щодо забезпечення надійної роботи вхідних пристроїв і сіток на водозаборі та насосній станції першого підйому.

На рис. 5 показана схема механічного змішувача пропелерного типу.



1 – підведення води; 2 – підведення реагенту; 3 – відведення води
Рис. 5. Схема механічного змішувача пропелерного типу

У тих випадках, коли з тих, чи інших причин, неможливе введення розчинів реагентів перед змішувачем, їх можна вводити через опускні труби з поверхні змішувача. При цьому глибину занурення труб визначають за умовами розриву часу між введенням реагентів і якістю перемішування.

Виходячи з вище зазначеного з метою удосконалення роботи змішувачів у комплексі очисних споруд систем водопостачання необхідно виконати роботи з регулювання інтенсивності змішування та підвищення його ефекту. Це дозволить зменшити «мертві зони», які не приймають участь у процесі змішування та здійснити використання кількох реагентів у процесі змішування, що в свою чергу дозволить збільшити їх ефективність та продуктивність очисних споруд, покращити якість та знизити собівартість очищеної води.

Таким чином, для підвищення ефективності змішування реагентів з природною водою на очисних спорудах водопостачання необхідно удосконалення конструкції змішувачів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Епоян С.М. Водопостачання та очистка природних вод: Навчальний посібник / [С.М. Епоян, В.Д. Колотило, О.Г. Друшляк та ін.]. – Харків: Фактор, 2010. – 192 с.
2. Журба М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: в 3т. Т2. Очистка и кондиционирование природных вод. – Изд. 3-е, перераб. и доп.: Учебное пособие / [М.Г. Журба, Л.И.Соколов, Ж.М.Говорова]. – М.: Изд. АСВ, 2010.– 532 с.
3. Тугай А.М. Водопостачання: Підручник / А.М. Тугай, В.О.Орлов. – К.: Знання, 2009.– 735 с.
4. Мякишев В.А. Модернизация коммунальных систем водоснабжения и водоотведения / В.А. Мякишев.– Симферополь: НАПКС, 2005.– 200с.
5. Орлов В.О. Интенсификация работы водоочистных сооружений / В.О.Орлов, Б.И. Шевчук. – К.: Будівельник, 1989. – 128 с.
6. Хоружий П.Д. Ресурсозберігаючі технології водопостачання / П.Д. Хоружий, Т.П. Хомутецька, В.П. Хоружий. – К.: Аграрна наука, 2008. – 534 с.
7. ДБН В.2.5.-74: 2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013.– 172 с.
8. Куликов Н.И. Теоретические основы очистки воды: Учебное пособие / [Н.И. Куликов, А.Я. Найманов, Н.П. Омельченко, В.Н. Чернышев]. – Донецк: Изд. "Ноулидж" (Донецкое отделение), 2009. – 298 с.
9. Повышение эффективности работы сооружений при очистке питьевой воды: монография / С.М. Эпоян, Г.И. Благодарная, С.С. Душкин, В.А.Сташук. – Харьков: ХНАГХ, 2013.– 190 с.
10. Технология очистки природных вод / Л.А. Кульский, П.П. Строкач. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986.– 352 с.
11. Абрамов Н.Н. Водоснабжение: Учебник для вузов / Н.Н. Абрамов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1982.– 440 с.
12. Василенко А.А. Реконструкция и интенсификация сооружений водоснабжения и водоотведения: Учебное пособие / [А.А. Василенко, П.А. Грабовский, Г.М. Ларкина и др.]. – Киев-Одесса: КНУСА, ОГАСА, 2007.–307 с.
13. Водоснабжение / [А.Я. Найманов, С.П. Никиша, Н.Г. Насонкина и др.]. – Донецк: ООО "Норд Компьютер", 2006. – 654 с.