

14. Пат. №101773 С2, Україна. МПК (2013.01) В28С 5/20. Змішувач для приготування будівельної суміші / Ємельянова І.А., Блажко В.В., Аніщенко А.І.; Україна. – № а2012 03562; Заявл. 26.03.12; Опубл. 25.04.13, Бюл. № 8 –2 с.: ил.
15. Методические указания к выполнению лабораторной работы на тему «Определение основных показателей, характеризующих работу бетоносмесителей, работающих в каскадном режиме» для студентов специальностей 7.05050315 та 8.05050315 «Оборудование химических производств и предприятий строительных материалов». / Составили: И.А. Емельянова, В.В. Блажко, А.И. Анищенко – Харьков: ХНУСА, 2016. – 29 с.
16. Блажко В.В. Трехвальный бетоносмеситель для приготовления малоподвижных бетонных смесей: дис. ... канд. тех. наук: 05.05.02 / В.В. Блажко. – Харьков, 2007. – 164 с.
17. Аніщенко А.І. Розробка бетонозмішувача гравітаційно-примусової дії для приготування бетонних сумішей різної рухливості: автореф. дис. ... на здобуття наук. ступеня канд. тех. наук: спец. 05.05.02 / А.І. Аніщенко. – Харків, 2013. – 20 с.

**Ємельянова І., Блажко В., Аніщенко А., Доброходова О., Гордиенко А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ДЛЯ БЕТОНОСМЕСИТЕЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ В КАСКАДНОМ РЕ-**

**ЖИМЕ.** В статье представлено описание конструкции бетоносмесителя, работающего в каскадном режиме. Показаны принципы работы его составных частей. Получены зависимости для определения мощности и энергозатрат этих машин. Приведены характерные кривые рабочих коэффициентов эффективности бетоносмесителя в отношении заданных параметров рабочего процесса с указанием их рационального диапазона значений. Практичность определяется как для трехвального бетоносмесителя и бетоносмесителя с гравитацией и принудительным воздействием в строительной отрасли.

**Ключевые слова:** трехвальный бетоносмеситель, мощность, бетоносмеситель, плечо, корпус, вал, каскадный режим.

**Ємельянова І., Блажко В., Аніщенко А., Доброходова О., Гордієнко А. ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ І ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ДЛЯ БЕТНОЗМІШУВАЧІВ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ У КАСКАДНОМУ РЕЖИМІ.**

У статті представлено опис конструкції бетонозмішувача, що працює в каскадному режимі. Наведено принципи роботи його складових частин. Отримано залежності для визначення потужності і енерговитрат цих машин. Приведені характерні криві робочих коефіцієнт ефективності бетонозмішувача щодо заданих параметрів робочого процесу із зазначенням їх раціонального діапазону значень. Практичність визначається як для трехвального бетонозмішувача і бетонозмішувача з гравітацією і примусовим впливом в будів-котельної галузі.

**Ключові слова:** трехвальный бетонозмішувач, потужність, бетонозмішувач, плече, корпус, вал, каскадний режим.

УДК 628.16

**Яркін В.А.**

*Комунальне підприємство «Харківводоканал»*

*(вул. Шевченко, 2, Харків, 61013, Україна; e-mail: office@hkov.kharkov.ua)*

**Епоян С.М., Бабенко С.П.**

*Харківський національний університет будівництва та архітектури*

*(вул. Сумська, 40, Харків, 61002, Україна; e-mail: vkg.knusa@ukr.net)*

## **МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗМІШУВАННЯ ВОДИ З РЕАГЕНТОМ НА ОЧИСНИХ СПОРУДАХ ВОДОПОСТАЧАННЯ**

Наведено аналіз існуючих технологічних і конструктивних методів підвищення ефективності змішування води з реагентом на очисних спорудах водопостачання та їх недоліки. Показані переваги розробленої конструкції перегородчастого змішувача.

**Ключові слова:** водопостачання, змішувачі, ефективність, реагент, вода.

**Вступ.** Охорона навколишнього природного середовища є однією з найважливіших проблем сучасності. Раціональне використання водних ресурсів, очистка природних і стічних вод набувають особливо актуального значення, так як вони нерозривно пов'язані з охороною природних вод від забруднень [1-3].

Сучасні технології очистки води (реагентні, сорбційні, мембранні та ін.) дозволяють очистити воду від будь-яких забруднень. Однак, застосування цих методів значно підвищує вартість очистки води і не завжди є доцільним виходячи з місцевих умов водопідготовки [4-7].

**Постановка проблеми.** У практиці водопідготовки найбільш поширеним методом очистки води від грубо дисперсних і колоїдних забруднень є метод обробки води коагулянтном, який вимагає пошуку шляхів для його вдосконалення, а саме підвищення швидкості формування і випадіння коагульованої зависі в осад [6-10]. Недоліком даного методу є велика витрата реагентів при несприятливих умовах коагуляції: недостатня лужність, висока кольоровість і низька температура води, що освітлюється, в осінньо-зимовий період.

Процес коагуляції завислих і колоїдних домішок може бути здійснений як самостійний ступінь у технологічній схемі обробки води, що передує осадженню та фільтруванню. При цьому дуже важливою умовою підвищення ефективності та глибини протікання процесів коагуляції та освітлення води є забезпечення швидкого та інтенсивного змішування реагентів з водою в змішувачах, а також подальше рівномірне перемішування в камері пластівцеутворення для формування великої кількості крупних, щільних і швидко осідаючих пластівців [4, 11-14].

Для рівномірного розподілення розчинів реагентів у масі води, що оброблюється, служать змішувачі. При цьому перемішування з реагентами повинно закінчитися до того, як почнеться утворення пластівців у всій масі води. Тому, змішування реагентів з водою в змішувачах має бути швидким і здійснюватися на протязі 1-2 хвилин [11, 13, 15].

На вітчизняних і закордонних водопровідних очисних спорудах використовуються змішувачі, які можуть бути розділені на дві групи [4, 7-9, 11, 16]:

- гідравлічні, в яких змішування реагентів з водою досягається за рахунок енергії потоку води, що витрачається на підвищення його турбулентності (утворення вихорів): змішування у трубопроводі або в трубопроводі з діафрагмами, в перегородчастих, дірчастих, вихрових змішувачах;
- механічні, в яких турбулентність потоку посилюється мішалками різних типів, що приводяться в дію зовнішніми джерелами енергії: змішування у відцентровому насосі, змішування пропелерними та лопатевими мішалками.

У нашій країні в основному застосовуються гідравлічні змішувачі. Однак, аналіз роботи водопровідних очисних споруд показав, що традиційні гідравлічні змішувачі не завжди можуть забезпечити швидке й інтенсивне перемішування. Також, гідравлічні змішувачі практично використовуються для змішування тільки одного реагенту з водою. Тому, інтенсифікація цих процесів є одним з основних завдань підвищення ефективності роботи змішувачів.

**Метою даної роботи** є аналіз існуючих методів підвищення ефективності змішування води з реагентом на очисних спорудах водопостачання та розробка більш ефективного метода змішування реагентів з водою, що очищається.

**Основний матеріал.** Існуючі методи підвищення ефективності роботи змішувачів і покращення очищення води можна розділити на дві групи: технологічні і конструктивні.

До технологічних методів слід віднести: зміна режиму реагентної обробки у межах реагенту, що використовується на очисній станції (фракціонована, переривчаста та концентрована подача коагулянту); додавання до існуючої технології додаткових реагентів або мінеральних і сорбційних матеріалів; рециркуляція коагульованої зависі в зону введення коагулянту; перемішування води аерацією або використання в змішувачах і камерах пластівцеутворення

механічного змішування реагентів з водою; заміна сульфату алюмінію і ПАА на інші більш ефективні в даних умовах коагулянти і флокулянти; застосування окиснювачів: хлору, озону та ін.; використання фізичних методів у доповненні до реагентної обробки води: обробка води в магнітному та електричному полі; дія ультразвуком або ультрафіолетовим опромінюванням; покращення або зміна технічного та технологічного стану очисних споруд, зокрема відстійників і фільтрів, а також режиму та умов їх експлуатації [4, 9, 12. 17-20].

З наведених заходів видно, що частина з них виконується в межах існуючої технології, інші вимагають певної (невеликої або суттєвої) реконструкції споруд або зміни технологічної схеми обробки і, нарешті, деякі пропозиції вимагають нове будівництво та застосування нового технологічного обладнання.

Рішення по методам, що застосовуються, повинні прийматися в залежності від якості вихідної води та пріоритетних видів її забруднень, для яких підбираються оптимальні умови коагулювання (вид і доза коагулянтів і флокулянтів, місце і порядок їх введення, попереднє окислення хлором або іншими окислювачами, режими перемішування та ін.), що дозволяють забезпечити необхідний ступінь очистки води в процесі її освітлення.

З цих же умов, а також з аналізу роботи водопровідної станції та результатів технологічних вишукувань, проведених на об'єкті, вибираються і додаткові методи обробки води.

До числа гідравлічних змішувачів, найбільш поширених на практиці, слід віднести: коридорного типу (з вертикальним рухом води); дірчастий, перегородчастий з розділенням потоку; вертикальний (вихровий).

Гідравлічні змішувачі характеризуються конструктивною простотою та експлуатаційною надійністю, однак при витратах води, що оброблюється, менших за розрахункові, вони не забезпечують належного ефекту змішування, так як час перебування води в них зростає.

Для підвищення ефекту змішування згідно [11] введення реагенту варто здійснювати через спеціальні розподільники реагентів. При цьому треба мати на увазі, що розподільники створюють додатковий опір основному потоку води, тому необхідно зробити перерахунок відміток висотної схеми споруд [4, 12]. Розрізняють перфоровані, струминні й дифузійні розподільники реагентів. Місце установки розподільника вибирається так, щоб витримати нормативний час розриву між введенням реагентів. Такого типу пристрої особливо важливі при контактному коагулюванні. При прямому фільтруванні наявність розподільника для миттєвого перемішування не вимагає змішувача [4, 21]. Перші використовують для розчинів реагентів, що не містять домішок, другі й треті – для реагентів, що утворюють суспензії, наприклад, вапно.

На рис. 1 наведений перфорований розподільник коагулянту та його розміщення у вихровому та перегородчастому змішувачах [4, 21].

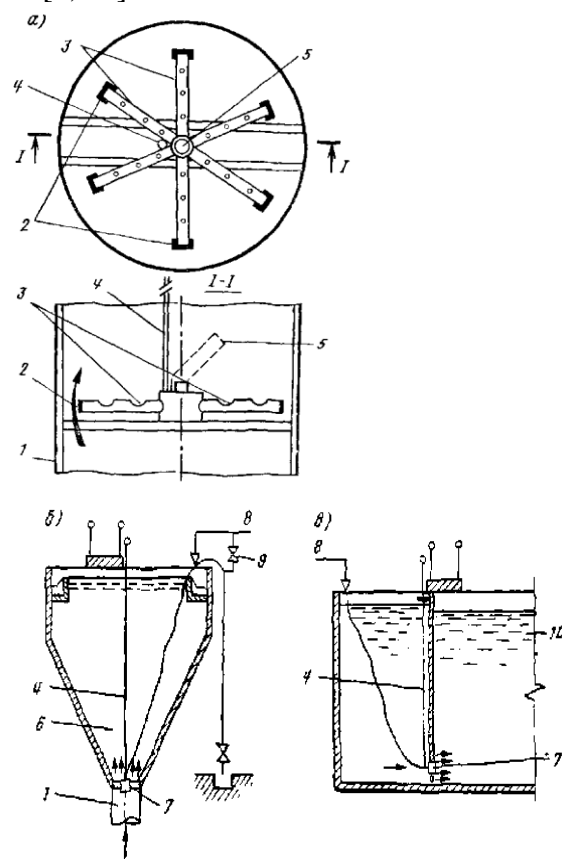


Рис. 1. Перфорований розподільник коагулянту (а) та його розміщення у вихровому змішувачі (б) та перегородчастому (в)

Розподільники реагентів забезпечують виключно ввід розчину коагулянту в оптимальні місця, що дає кращу ефективність змішування, однак не забезпечує сам процес змішування, а також значно ускладнює конструкцію змішувача.

Усі гідравлічні змішувачі мають істотні недоліки. Вони не дозволяють регулювати ступінь турбулізації та час перебування води в змішувачі в залежності від витрати та якості природної води. Дозволяють використовувати, як правило, тільки один реагент. Іншими словами, процес змішування протікає за одних і тих самих умов і за однакових параметрів у періоди холодних температур, у періоди паводків і літній період. Це значно знижує ефективність реагентної обробки води та призводить до підвищеної витрати коагулянту [4, 7, 9, 12, 22].

Отже, актуальним є удосконалення конструктивних особливостей гідравлічних змішувачів для підвищення ефективності змішування води з реагентом.

Розроблена конструкція перегородчастого змішувача коридорного типу, в якому підвищення ефективності змішування води з реагентом здійснюється за рахунок того, що в каналі змішувача перпендикулярно перегородкам розташовуються з'ємні щілинні перегородки, в яких щілини улаштовуються перпендикулярно або паралельно площині дна каналу, а також з'ємні розподільчі трубчасті щілинні та дірчасті системи подачі реагентів, щілини або ряди отворів в яких розташовані перпендикулярно щілинам перегородок. Ефект змішування підвищує перпендикулярне розташування отворів або щілин системи подачі реагенту і щілин перегородки. Кількість щілинних перегородок і відстань між ними для кожного реагенту залежить від фізико-хімічних показників якості вихідної води та типу реагенту. Кількість системи подачі реагентів залежить від кількості реагентів [23].

Проведені експериментальні дослідження на моделі розробленої конструкції перегородчастого змішувача коридорного типу показали ефективність розробленого метода. При цьому підвищується ефектив-

ність змішування реагенту з водою і надається можливість використовувати декілька реагентів для змішування.

### Висновки:

1. Існуючі технологічні методи та конструкції гідравлічних змішувачів не завжди забезпечують швидке й інтенсивне перемішування реагентів з водою, що очищується.
2. Дослідження показали, що підвищити ефективність змішування можливо за рахунок встановлення щілинних перегородок в коридорах перегородчастого змішувача.
3. Удосконалення конструкції перегородчастого змішувача коридорного типу дозволяє інтенсифікувати змішування природної води з реагентами та поліпшити якість очищення.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. Василенко О.А. Рациональное использование та охорона водних ресурсів: Навчальний посібник / О.А. Василенко, Л.Л. Литвиненко, О.М. Квартенко. – Рівне: НУВГП, 2007. – 246 с.
2. Левківський С.С. Рациональное использование і охорона водних ресурсів: Підручник / С.С. Левківський, М.М. Падун. – К.: Либідь, 2006. – 280 с.
3. Рациональное использование водних ресурсів: Навчальний посібник / С.М. Епоян, С.П. Пашкова, Т.С. Айрапетян, В.М. Волков. – Харків: ХНУБА, ТОВ «ТО Ексклюзив», 2016. – 176 с.
4. Реконструкція і інтенсифікація споруд водопостачання та водовідведення: Навчальний посібник / [О.А. Василенко, П.О. Грабовський, Г.М. Ларкіна та ін.]. – К.: ІВНВКП «Укреліотех», 2010. – 272 с.
5. Мякишев В.А. Модернизация коммунальных систем водоснабжения и водоотведения / В.А. Мякишев. – Симферополь: НАПКС, 2005. – 200с.
6. Водоснабжение / [А.Я. Найманов, С.П. Никиша, Н.Г. Насонкина и др.]. – Донецк: ООО "Норд Компьютер", 2006. – 654 с.
7. Тугай А.М. Водопостачання: Підручник / А.М. Тугай, В.О. Орлов. – К.: Знання, 2011. – 359 с.

8. Абрамов Н.Н. Водоснабжение: Учебник для вузов / Н.Н. Абрамов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1982. – 440 с.
9. Водопостачання та очистка природних вод: Навчальний посібник / [С.М. Епоян, В.Д. Колотило, О.Г. Друшляк та ін.]. – Харків: Фактор, 2010. – 192 с.
10. Эпоян С.М. Анализ существующих методов повышения эффективности работы водопроводных сооружений для подготовки питьевой воды / С.М. Эпоян, С.С. Душкин, В.А. Сташук // Научный вестник строительства. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. – 2012. – Вып. 67. – С. 261-265.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. Хоружий П.Д. Ресурсозберігаючі технології водопостачання / П.Д. Хоружий, Т.П. Хомутецька, В.П. Хоружий. – К.: Аграрна наука, 2008. – 534 с.
15. Технический справочник по обработке воды / [Дегремон]. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Санкт-Петербург: Новый журнал, 2007. – 1052 с.
16. Николадзе Г.И. Водоснабжение / Г.И. Николадзе, М.А. Сомов. – М.: Стройиздат, 1995. – 688 с.
17. Бабенков Е.Д. Очистка воды коагулянтами / Е.Д. Бабенков. – М.: Наука, 1977. – 356 с.
18. Драгинский В.Л. Коагуляция в технологии очистки природных вод / В.Л. Драгинский, Л.П. Алексеева, С.В. Гетманцев. – М.: Наука, 2005. – 576 с.
19. Эпоян С.М. Влияние параметров активации алюмосодержащего коагулянта на эффективность очистки воды / С.М. Эпоян, С.С. Душкин // Научный вестник строительства. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. – 2013. – Вып. 73. – С. 556-562.
20. Эпоян С.М. Определение технико-экономической эффективности применения пористой полимербетонной перегородки в горизонтальном отстойнике / С.М. Эпоян, Д.Г. Сухоруков // Научный вестник строительства. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. – 2015. – № 3 (81). – С. 103-106.
21. Пособие по проектированию сооружений для очистки и подготовки воды (к СНиП 2.04.02-84) / НИИ КВОВ. – М.: ЦИТП. – 1980. – 125 с.
22. Николадзе Г.И. Технология очистки природных вод: Учебник / Г.И. Николадзе. – М.: Высш. шк., 1987. – 479 с.
23. Патент України на винахід № 112131 МПК В01F 5/02 (2006.01). Перегородчатий змішувач / С.М. Епоян, В.А. Яркін, Д.Г. Сухоруков, Т.С. Айрапетян / Україна №201502578. Заявл. 23.03.2015. Опубл. 25.07.2016. Бюл. № 14. – 4 с.

**Яркін В.А., Епоян С.М., Бабенко С.П. МЕТОДИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СМЕШЕНИЯ ВОДЫ С РЕАГЕНТОМ НА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ.** Приведен анализ существующих технологических и конструктивных методов повышения эффективности смешения воды с реагентом на очистных сооружениях водоснабжения и их недостатки. Показаны преимущества разработанной конструкции перегородчатого смесителя.

**Ключевые слова:** водоснабжение, смесители, эффективность, реагент, вода.

**Yarkin V.A., Epoyan S.M., Babenko S.P. METHODS FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF WATER MIXING WITH A REAGENT AT WATER TREATMENT PLANTS.** The analysis of existing technological and design methods for increasing the efficiency of water mixing with a reagent at water treatment plants and their shortcomings are indicated. The advantages of the developed design of the cloisonne mixer are shown.

**Keywords:** water supply, mixers, efficiency, reagent, water.