

4. Девятков В.В. Системы искусственного интеллекта: Учеб. пособие для вузов.- М.: Изд-во МГТУ им. Баумана.- 2001.- 352с
5. Макаров И. М., Топчиев Ю. И. Робототехника. История и перспективы М.: Наука, МАИ, 2003.- 350 с.

Одержано 24.10.11

УДК 628.1

А.А. Ткач, доц., канд. техн. наук, Л.В. Тищенко, викл., В.А. Свірідова, магістрант гр. ЕО-11М

Кіровоградський національний технічний університет

Огляд устаткування, яке підтримує епідеміологічну безпечність питної води

В статті наводиться огляд існуючого устаткування для знезараження питної води, яке використовується на більш ніж 90% водопроводів світу, наголос здійснено на недоліки і переваги, особливості конструкцій та надійності утримання технічних параметрів.

питна вода, хлоратор, знезараження, хлорування, хлор

Відомо, що хлор вводять в оброблювальну воду переважно в газоподібному стані. При використанні із 1 л рідкого хлору отримують 470 л газоподібного. Чим вища температура води, тим менша розчинність газоподібного хлору. Процес розчинення хлору у воді прискорюють перемішуванням. Так, при температурі 10°C і атмосферному тиску у одному літрі води розчиняється 9,65 г хлору, що складає біля трьох об'ємів хлору на об'єм води. В результаті розчинення хлору у воді створюється хлорна вода, що має жовтуватий колір. Необхідну для дезинфекції води дозу хлору ретельно визначають, тому що менші дози не створюють оптимального ефекту знезараження, а передозування призводить до появи неприємних присмаків і запаху. Доза введенного хлору повинна бути більша хлорпоглинання на величину залишкового хлору, наявність якого свідчить, що руйнування бактеріальних клітин практично відбулося. Наявність залишкового хлору в межах 0,3 - 0,5 мг/л підтверджує вірність вибраної дози хлору [2].

На водопровідних станціях для знезараження води передбачено улаштування хлораторних, які містять апаратуру і устаткування за допомогою яких хлор перетворюється у стан придатний для його дозування. Введення газоподібного хлору безпосередньо в оброблювальну воду недоцільно з точки зору безпеки, тому що газ миттєво впливає на поверхню води, забруднюючи довкілля.

Найбільш прийнятним є спочатку приготування хлорної води, а потім введення її в потік оброблювальної води. Для створення хлорної води рідкий хлор спочатку випаровують, очищають від домішок і тільки після цього подають в спеціальні апарати - хлоратори, в яких створюється хлорна вода, що вводиться в оброблювальну воду.

Найбільш широкого застосування здобули вакуумні хлоратори. В існуючих вакуумних хлораторах газоподібний хлор розчиняється при відсмоктуванні струменем води, який витікає з сопла ежектора за рахунок створеного вакууму.

До устаткування, яке знайшло застосування в практиці водопідготовки на Україні відносять хлоратори: ЛОНИИСТО, ЛК, ХВ-11, ADVANCE, ХТ-2.

1. Хлоратор ЛОНИИСТО розроблений Ленінградським відділенням НДІ санітарно-технічного обладнання. На Україні випускається Кременчуцьким заводом комунального устаткування. Продуктивність хлоратора до 10 кг/год, напір води на вході >30 м, на виході 2-7 м. в. ст., витрата води до 30 м³/год. Основним технологічним вузлом хлораторів ЛОНИИСТО є скляна колба $d = 125$ мм, в яку одночасно надходить вода через бачок з поплавковим клапаном і хлор. Поплавковий клапан введено в технологічну схему з метою підтримання постійного рівня води в скляній колбі. Над рівнем води в скляній колбі надходить очищений від домішок газоподібний хлор [1, 2].

Знаходження газоподібного хлору на поверхні води сприяє дифузії хлор-газу в воду на рівні закону Генрі-Дальтона, внаслідок чого утворюється концентрований розчин хлорної води. По свідченням вчених, які досліджували дифузію хлору в воду, процес насичення хлору в воді швидкоплинний і триває 1-2 с. Утворений в скляній колбі насичений розчин хлорної води відсмоктується дозуючими пристроями і далі надходить в оброблювальну воду.

2. Вакуумні хлоратори ЛК-10, ЛК-11, ЛК-12, ЛК-17 конструкцій професора Кульського Л.А., мають хороші корозійні якості, простоту конструкції і експлуатації. Випуск налагоджено на підприємстві підпорядкованому інституту колоїдної хімії та хімії води НАН України. Продуктивність хлоратора до 50 кг/год по хлору, витрата води до 50 м³/год, напір води >50м. Хлоратори ЛК-10 мають ротаційні вимірювачі хлору, а хлоратори ЛК-11, ЛК-12, ЛК-17 - маятникові. Змішування хлору з водою в таких хлораторах здійснюється з допомогою водоструминних насосів. Концентрація отриманої хлорної води до 1,5 г/л. Хлоратори виготовляють із хлоростійких матеріалів (футерованих пластмасами) [4]. Наприклад, хлоратор ЛК-10 складається з мікрорентилля, який виконує роль редуктора тиску і витрати, ротаметра, який вимірює питому, відносно одиниці часу, витрату хлор-газу, запобіжного водяного клапану та повітряного ковпака і струминного насоса-ежектора. Особливістю струминного насоса - ежектора в хлораторі ЛК-10 є те, що він містить додаткові чотири вставки, які дозволяють декілька раз здійснювати контакт з хлор-газом, за рахунок чого отримана продуктивність на рівні 20кг/год по хлору. Хлоратори ЛК-11, ЛК-12, ЛК-17 відрізняються від хлоратора ЛК-10 тільки конструкцією вимірювача витрати хлору, у якого струмінь газу взаємодіє з ебонітовою платівкою, відхиляючи її на певний кут [5].

3. Хлоратор ХВ-11 конструкцій інженера Вечерського Н.І. відрізняється від ЛОНИИСТО спрощенням конструкції і вагою. Експлуатаційні параметри без змін. Хлоратор Вечерського містить нижню головку з струминним насосом, вимірювальні трубки дифманометра, канали для води і хлор-газу, верхню головку, яка містить трубку Вентурі та перепускний клапан. Хлоратор монтується суворо вертикально з рівномірним підтягуванням для запобігання руйнування скляних трубок. Вимірювання витрати хлор-газу здійснюється дифманометром, трубки якого заповнюють перед пуском хлоратора. Відмітка рівня води в трубках дифманометра є характеристикою витрати хлор-газу. При підключенні хлор-газу клапан підсмоктування повітря повинен миттєво закритись. Продуктивність хлоратора ХВ-11 регулюється підбором трубок Вентурі. За рахунок різниці площі каналу створюється перепад рівнів в скляних трубках, що вказує на витрату хлор-газу [1]. Ефективна робота хлоратора ХВ-11 зафіксована для станцій з невеликою продуктивністю по воді, переважно до 1000 м³/добу.

4. Хлоратори ADVANCE. Створені американсько-німецькою фірмою. Випуск таких хлораторів налагоджено в Угорщині. Продуктивність хлоратора до 10 кг/год, напір води > 40 м. в. ст., витрата води 30 м³/год. Відомі також хлоратори ADVANCE, які випускаються німецькою фірмою VEDECO, продуктивність по хлору 40 кг/год, продуктивність по воді 80м³/год, напір > 40 м. в. ст.. Конструктивно хлоратор VEDECO

займає проміжне положення між ЛОНИИСТО і ХВ-11. Так, в хлораторі відсутня скляна колба для приготування концентрованої хлорної води. Редукція тиску хлор-газу здійснюється з допомогою системи клапанів. Струминний насос розташований окремо і всмоктує хлор-газ, як в ХВ-11, а не хлорну воду, як це передбачено в ЛОНИИСТО [1]. Особливістю в конструкції хлораторів ADVANCE є те, що здійснена спроба збільшити строк роботи фільтрів хлор-газу. Справа в тому, що при випаровуванні хлору випаровуються разом з ним і домішки, переважно трихлорид азоту (NCl_3), який при проходженні через хлоропроводи конденсується і відповідно кольматує пори фільтра. В конструкції хлоратора передбачено електропідігрів фільтру з метою переведення NCl_3 в парову фазу, що відновлює пропускну спроможність фільтра. Попередження руху зворотної води при зупинках водопостачання струминного насоса здійснюється з допомогою пружин виготовлених з матеріалу стійкого до хлору і кислоти [6].

5. До хлораторних установок, які використовуються на відомих закордонних станціях водопідготовки відносяться: дозатори хлору, автоматичний хлоратор фірми «Бран і Любе», автоматичний хлоратор фірми «Хлоратор» та інші. Продуктивність таких хлораторів до 50 кг/год по хлору, витрата води до 50 м³/год. В більшості хлораторів ввід води або хлор-газу здійснюється з допомогою відомих ежекторів або спеціальних насосів. У вакуумних хлораторах використовуються тільки ежектори.

Так, вакуумний хлоратор фірми «Уолес і Тірнан» складається із скляного ковпака, який встановлюється відкритою стороною у ванну з водою. Рівень води в ванні підтримується з допомогою переливної труби. Хлор-газ через фільтр надходить під скляний ковпак, де його постійний тиск підтримується за допомогою редукційного клапана з поплавком.

При перекритті надходження хлор-газу редукційний клапан з'єднує ковпак з атмосферним повітрям. Окремо розташований струминний насос-ежектор засмоктує хлор-газ з газової частини ковпака через капіляр, змішує його з водою в змішувачі і у вигляді хлорної води певної концентрації надходить у всмоктуючий патрубок струминного насоса. Витрата хлору контролюється по величині вакууму в трубці, яка обмежує капіляр. Концентрація хлорної води обмежується 2 г/л.

Відомо також пропорційний дозатор хлору з додатковими пристроями, які забезпечують подачу хлору в воду пропорційно до витрати.

Аналіз вакуумних хлораторів побудованих на основі ежекторів свідчить про те, що диктуючим елементом у таких хлораторів залишається сам ежектор. Справа в тому, що хлор-газ попадаючи в вакуумну частину ежектора частково проникає у пружний струмінь води, яка вилітає з отвору сопла, по всій поверхні, та частково відсмоктується струменем.

Отриманий час контакту хлор-газу зі струменем води в ежекторі при змішуванні диктує практично концентрацію хлорної води, яка створюється після ежектора (в межах до 2 г/л). Спроба збільшити час і площу контакту здійснена в водоструминних насосах - ежекторах хлораторів ЛК-10, в яких ввід хлор-газу здійснюється в декількох місцях, за рахунок розробки спеціального ежектора. Це дозволяє підвищити продуктивність хлоратора по хлору, але в той же час вимагає значного підвищення напору води перед ежекторами до 150 м. в ст. [2, 4].

6. Хлоратори системи ХТ-2. Продуктивність хлоратора по хлору коливається в межах 0 ÷ 50 кг/год. Витрата води 0 ÷ 20 м³/год, напір води 10м. в. ст. Експлуатується на водопроводах України, Росії з 1977 р. (Кіровоград, Дніпропетровськ, Уфа).

В протипагу існуючим уявленням про способи вводу хлор-газу в воду у струминному насосі-ежекторі через поверхню пружного струменя води, яка з великою швидкістю проходить через вакуумну камеру ежектора, в конструкції хлоратора ХТ-2 здійснена спроба подачі хлор-газу в середину витікаючого струменя води. Це

реалізовано за допомогою трубчатого струминного насоса. Він складається з двох взаємовставлених трубок. Вода рухається в кільцевому зазорі між трубками, а хлор-газ - по центральній трубці. Зовнішня трубка занурена в оброблювальну воду. Хлор-газ взаємодіє із стікаючою по внутрішній поверхні зовнішньої трубки водою, в результаті контакту на кордоні стікаючої плівки відбувається масопередача в рухомий потік. При цьому дифузія хлор-газу в воду зменшує кількість хлор-газу в районі контакту, що створює дефіцит хлору (вакуум), який сприяє підсмоктуванню нових порцій хлор-газу.

Замкненість процесу масопередачі в рухому плівку створює ефект аналогічний плівковому абсорберу. Поверхня контакту стікаючої плівки залежить від внутрішнього діаметра зовнішньої трубки струминного насоса і висоти підняття його над поверхнею оброблювальної води. Хлоратор ХТ-2 удосконалений в 2002 р. і впроваджений на Дніпровській водопровідній станції районного водопроводу «Дніпро – Кіровоград». Удосконалений хлоратор було названо: Український хлоратор ХТ-2, УХТ-2, який згідно виробничих випробувань розвинув продуктивність до 75 кг/год по хлору, при цьому напір води перед ним 8 м. в. ст. Хлоратор навіть працював при напорі 2,5 м. в. ст., розвиваючи продуктивність 4,5 кг/год по хлору [1]. Хлоратор повністю геометричний, немає рухомих вузлів. Отже, незважаючи на простоту і значні переваги перед відомими, впровадження його у вітчизняну та світову практику гальмується із-за відсутності достатнього наукового і технічного обґрунтування умов використання, конструктивних і експлуатаційних параметрів.

Список літератури

1. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води. – К.: «Вища школа», 2005 р.
2. Клячко В.А. Очистка природных вод. - М.; Изд-во «Строиздат», 1971 год.
3. Кульский В.А. Очистка природных вод. - М.; Изд-во «Строиздат», 1971 год.
4. Кожин В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. - М.; Изд-во «Строиздат», 1971 год.
5. Москвитин А.С. Оборудование водопроводно-канализационных сооружений. - М.; Изд-во «Строиздат», 1979 год.
6. Семенюк В.Д. и др. Водоподготовка промышленных предприятий. - М.; Изд-во «Строиздат», 1980г.

А. Ткач, Л. Тищенко, В. Свиридова

Обзор оборудования поддерживающего эпидемиологическую безопасность питьевой воды

В статье приведен обзор существующего оборудования для обеззараживания питьевой воды, которое используется на более чем 90% водопроводов мира, внимание уделено недостаткам и преимуществам, особенностям конструкций и надежности поддержания технических параметров.

A. Tkach, L. Tyshchenko, V. Sviridova

The review of equipment, which hold up drinking-water epidemiological reliability

In the article it is described the review of present equipment for drinking-water neutralization used on more than 90% water-supply systems of the world, an accent is made on advantages and disadvantages, construction features and reliability of maintenance engineering factors.

Одержано 09.11.11