

Н.М. Корчик,¹ С.І. Коротун,¹ В.С. Шугайлов²

¹Національний університет водного господарства та природокористування, Україна

²ТОВ НВЦ «Медекол», Україна

ВОДОПІДГОТОВКА В СИСТЕМАХ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

В даних дослідженнях розглянуто способи водопідготовки в системах готельно-ресторанного господарства. Дослідивши процес фільтрування води на пінополістирольному завантаженні, встановлено можливість зниження витрат хімічних реагентів. Продемонстрована можливість контролю процесу вапнування (стадії утворення первинного осаду із гомогенної системи) за показниками рН і Eh.

Ключові слова: водопідготовка, пом'якшення води, готельно-ресторанне господарство, пінополістирольне завантаження, фільтрування, вапнування.

Постановка проблеми

Індустрія громадського харчування займає одну з найважливіших частин життя суспільства та економіки міст України, особливо у містах із значними туристичними потоками. Не завжди виходить харчуватися вдома, тому на допомогу приходять підприємства громадського харчування, які виконують такі функції, як виробництво, реалізація, споживання кулінарної продукції. До закладів громадського харчування відносяться (ст. 1 Закону «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів»): ресторан, бар, кафе, їдальня, закусочна, піцерія, кулінарія, кіоск чи інший заклад, що забезпечує харчуванням невизначену кількість фізичних осіб. Правила роботи закладів ресторанного господарства (громадського харчування) визначені Наказом Міністерства економіки та з питань європейської інтеграції України від 24.07.2002 № 219 «Про затвердження Правил роботи закладів (підприємств) ресторанного господарства», зареєстрований в Міністерстві юстиції України 20 серпня 2002 р. за № 680/6968.

Підприємства харчування, що надає споживачеві послуги з організації харчування та дозвілля або без дозвілля, з представленням асортименту продукції та послуг, що реалізує фірмові страви, кондитерські та хлібобулочні вироби, алкогольні та безалкогольні напої повинні забезпечувати якість їжі, дотримання встановленого асортименту продукції та товарів також є визначальними факторами в оцінці роботи підприємств комунального харчування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Для виробництва багатьох кулінарних виробів (особливо м'ясних та напоїв) важливе значення має якісний та кількісний склад води, що застосовується як компонент блюда, або теплоносії. При виробництві деяких напоїв (наприклад спиртних) має значення не тільки кількісний та якісний склад води, а виникає необхідність забезпечення певного співвідношення між окремими мінеральними компонентами води. Якість води також повинна відповідати нормам системи контролю безпеки харчових продуктів по вмісту ряду токсичних елементів визначені нормативними документами: «Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини. Закон України. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1998; ГОСТ 30389-95 Громадське харчування; СанПіН 42-123-4117-86 Санітарні правила. Умови, терміни зберігання особливо швидкопсувних продуктів; МБТ 5061-89 Медико-біологічні вимоги і санітарні норми якості продовольчої сировини і продуктів, затвержені Міністерством охорони здоров'я СРСР 01.08.89. Таким чином, підготовка води в системах ресторанного господарства має важливе значення.

В даній роботі розглядається технологія водопідготовки, а саме забезпечення пом'якшення води та її знесолення, що може бути рекомендована в технологіях виготовлення продукції ресторанного господарства.

Мета досліджень

Метою дослідження є створення технології знесолення та глибокого пом'якшення води, що дозволяє зменшити витрати хімічних реагентів.

Об'єкти і методи дослідження

Дослідження проводили на природних водах (табл. 1). Контроль та процес очищення проводився аналізом вихідного та отриманого розчину.

Виклад основного матеріалу

В технологіях водопідготовки з метою знесолення та пом'якшення води більш широко застосовують хімічні, масообмінні, електрохімічні, термічні, мембранні процеси. Найбільш практично реалізовані і перспективні є комбінація процесів: хімічні – вапнування, коагулювання з метою попереднього очищення від компонентів органічного і неорганічного походження, що зумовлюють твердість і токсичність води; масообмінні – іонообмінна сорбція для глибокого пом'якшення та знесолення.

Кожний з цих методів має певні переваги та недоліки, так пом'якшення вапном дає можливість

обробляти воду з високим початковим вмістом солей, але характеризується низьким ефектом вилучення. І як правило кінцева концентрація солей жорсткості складає 2-3 ммольєкв/л [3, 4].

Знесолення (пом'якшення йонним обміном) забезпечує кінцевий вміст солей мінімальний до 0,001 ммоль екв/л, але початкова концентрація солей є оптимальною не більше 1 г/л. Крім того, відходам йонного обміну є елюати, які складають до 10% від об'єму обробленої води.

На відміну від осаду після вапняного методу очищення, як правило, елюати не утилізуються (не обробляються), а скидаються в каналізацію, що призводить до збільшення вмісту солей як в ґрунтових водах, так і в ґрунті. Внаслідок цього йонний обмін вважають найбільш екологічно небезпечним. Все це орієнтовано лише на повноту очищення, без врахування ефективності використання реагентів та обладнання.

Таблиця 1

Об'єкт дослідження (природна вода) (Київська область)

| Назва показника вимірювань | Позначення одиниці вимірювання | Результат вимірювання | Нормативне значення за ДержСанПіН 2.2.4-171-10 | Методика виконання вимірювань |
|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------|--|-------------------------------|
| Амоній | мг/дм ³ | 1,44 | ≤0,5 (2,6) ¹ | МБВ № 081/12-0106-03 |
| Водневий показник рН | од.рН | 7,6 | 6,5-8,5 | ДСТУ 4077-2001 |
| Жорсткість загальна | ммоль/дм ³ | 9,8 | ≤7,0 (10,0) ¹ | ДСТУ 6059:2003 |
| Загальна мінералізація | мг/дм ³ | 800 | ≤1000 (1500) ¹ | МБВ №081/12-0109-03 |
| Залізо загальне | мг/дм ³ | 4,70 | ≤0,2 (1,0) ¹ | МБВ № 081/12-175-05 |
| Каламутність | мг/дм ³ | 7,27 | ≤0,58 (2,0) ¹ 1,5 (2,0) ¹ – для підземних вод | ДСТУ ISO 7027:2003 |
| Кальцій | мг/дм ³ | 102,20 | (25-75) ² | МБВ № 081/12-0644-09 |
| Лужність загальна | ммоль/дм ³ | 9,63 | (0,5-6,5) ² | ДСТУ ISO 9963-1:2007 |
| Магній | мг/дм ³ | 34 | (10-50) ² | МБВ № 081/12-0644-09 |
| Нітрати | мг/дм ³ | 0,206 | ≤50,0 | МБВ № 081/12-0651-09 |
| Нітрити | мг/дм ³ | 1,68 | ≤0,5 (0,1) ³ | МБВ № 03-06-09 |
| Окислюваність перманганатна | мг О /дм ³ | 4 | ≤5,0 | МБВ № 081/12-0016-01 |
| Сульфати | мг/дм ³ | 168,80 | ≤250 (500) ¹ | МБВ № 081/12-0007-01 |
| Хлориди | мг/дм ³ | 60,20 | ≤250 (350) ¹ | МБВ № 081/12-0653-09 |

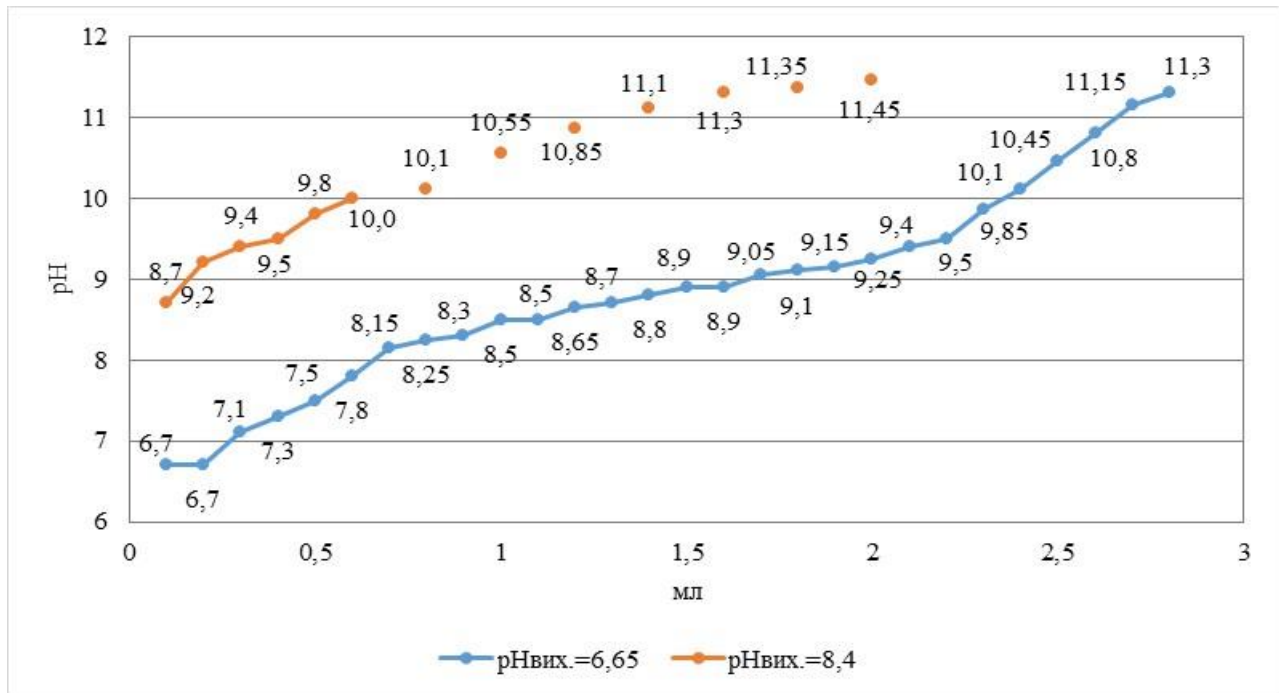


Рис.1. Результати потенціометричного титрування води до і після вапнування, реагент Ca(OH)₂, V_{досл.}=100 мл.

Для досягнення поставленої мети були проведені дослідження можливості зменшення витрат хімічних реагентів. З цією метою після вапнування (відділення осаду) і подальшого фільтрування потік води поділити на два різних за величиною, більший з яких піддати Н⁺-катіонуванню, а нейтралізацію провести після Н⁺-катіонування змішуванням більшого і меншого потоків води для отримання води господарсько-побутового призначення в системах готельно-ресторанного господарства.

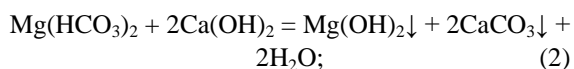
В якості досліджуваних йонообмінних смол застосовували сильнокислотний катіоніт NRV 100R в формі Н⁺ та сильнокислотний катіоніт С 100 Е в формі Na⁺.

Результати досліджень

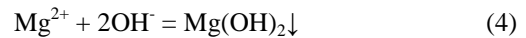
В результаті досліджень було встановлено, що попереднє фільтрування води на пінополістирольному завантаженні (фільтри) дозволяє зменшити витрату реагенту в процесі вапнування (рис. 1). Можна вважати [5], що це пов'язане з вилученням фосфатів і карбонатів.

Слід також зазначити, що переваг цього методу обробки належить повна регенерація завантаження та низька її вартість.

Реакції, які відбуваються при обробці води вапном, можна записати рівняннями:



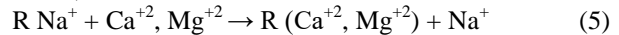
або у йонному вигляді:



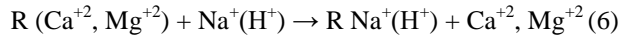
Проведено дослідження по визначенню можливості контролю процесу вапнування за показниками рН та Eh, які визначають термодинаміку та кінетику стадії утворення первинного осаду з гомогенної системи (табл. 2).

Недоліком йонного обміну як методу очищення водних систем є утворення стічних вод (елюатів) після стадії регенерації йонообмінних фільтрів.

- 1) Стадія пом'якшення
- 2)



- 3) Стадія регенерації
- 4)



Проведені дослідження по знешкодженню концентрованих стічних вод – елюатів. На підставі досліджень складена балансова схема, яка наведена на рисунку 2. Освітлений водний розчин може частково застосовуватися в операціях регенерації Na⁺ катіонітових фільтрів. При цьому утворений осад рекомендовано застосовувати на стадії вапнування.

Пом'якшення води після вапнування і подальшого фільтрування включало Н⁺-

катіонування потоку води, що складав від 1/2 до 3/4 загального потоку. Нейтралізацію проводили після H^+ -катіонування шляхом змішування до $pH \leq 8$ потоку води, отриманого після H^+ -катіонування з меншим потоком води. Це дозволяє отримати воду господарсько-побутового призначення в системах готельно-ресторанного господарства, при цьому:

- виключити необхідність додавання кислоти для нейтралізації лужного середовища після вапнування та вторинне забруднення;
- провести процес знесолення і пом'якшення води із зменшенням витрати реагентів;
- унеможливити додаткове надходження йонів Na^+ при отриманні води господарсько-побутового призначення завдяки виключенню стадії Na^+ -катіонування.

Na^+ -катіонування дозволяє отримати більш глибоко пом'якшену воду.

Виконання способу підтверджено практичною реалізацією згідно технологічних схем, наведених на рисунках 2 і 3.

Висновок

Реалізація запропонованого способу дозволяє отримати воду господарсько-побутового призначення в системах готельно-ресторанного господарства з відсутнім вмістом солей твердості, практично нейтральним pH (7–8) і низьким солевмістом (загальний солевміст < 450 мг/дм³; перманганатна окисність $< 0,2$ мг O_2 /дм³; сульфати < 60 мг/дм³; залізо $< 0,07$ мг/дм³). Досягли зменшення витрат реагентів на процес знесолення і пом'якшення води та виключили вторинне забруднення іонами Cl^- , Na^+ . Технологія практично апробована в приватному готельно-ресторанному господарстві.

Таблиця 2

Основні характеристики процесу вапнування, що включають параметри pH та Eh водної системи

| Показники вимірювання | Вода після вапнування | Витрата вапняного молока 1%, см ³ / дм ³ води | | | |
|--|-----------------------|---|------|-------|-------|
| | | 32,5 | | 50,0 | |
| | | тривалість змішування, хв | | | |
| | | 15 | 30 | 15 | 30 |
| Амоній, мг/дм ³ | 0,8 | - | - | - | - |
| Водневий показник pH , од. pH | 10,6 | 9,5 | 9,5 | 10,0 | 10,0 |
| Eh , мВ | +235 | +215 | +210 | +75,0 | +70,0 |
| Жорсткість загальна, ммоль/дм ³ | 1,75-2,0 | 2,66 | 2,66 | 1,1 | 1,1 |
| Загальна мінералізація, мг/дм ³ | 450 | - | - | - | - |
| Залізо загальне, мг/дм ³ | 0,1 | - | - | - | - |
| Каламутність, мг/дм ³ | 1 | - | - | - | - |
| Кальцій, мг/дм ³ | 12 | 2,2 | 2,2 | 0,64 | 0,64 |
| Лужність загальна, ммоль/дм ³ | 4 | - | - | - | - |
| Магній, мг/дм ³ | 18-20 | 0,46 | 0,46 | 0,46 | 0,46 |
| Нітрати, мг/дм ³ | 0,19 | - | - | - | - |
| Нітрити, мг/дм ³ | 1,6 | - | - | - | - |
| Окислюваність перманганатна, мг O /дм ³ | 0,2 | - | - | - | - |
| Сульфати, мг/дм ³ | 60 | - | - | - | - |
| Хлориди, мг/дм ³ | 58,2 | - | - | - | - |

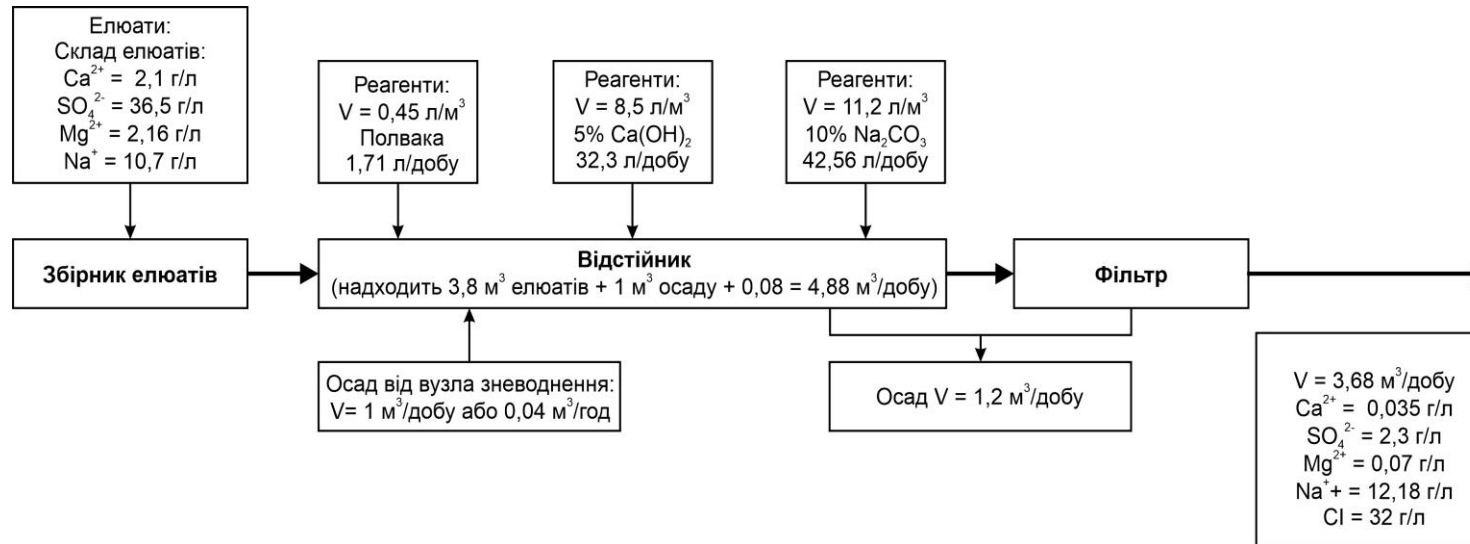


Рис.2. Балансова схема обробки елюатів

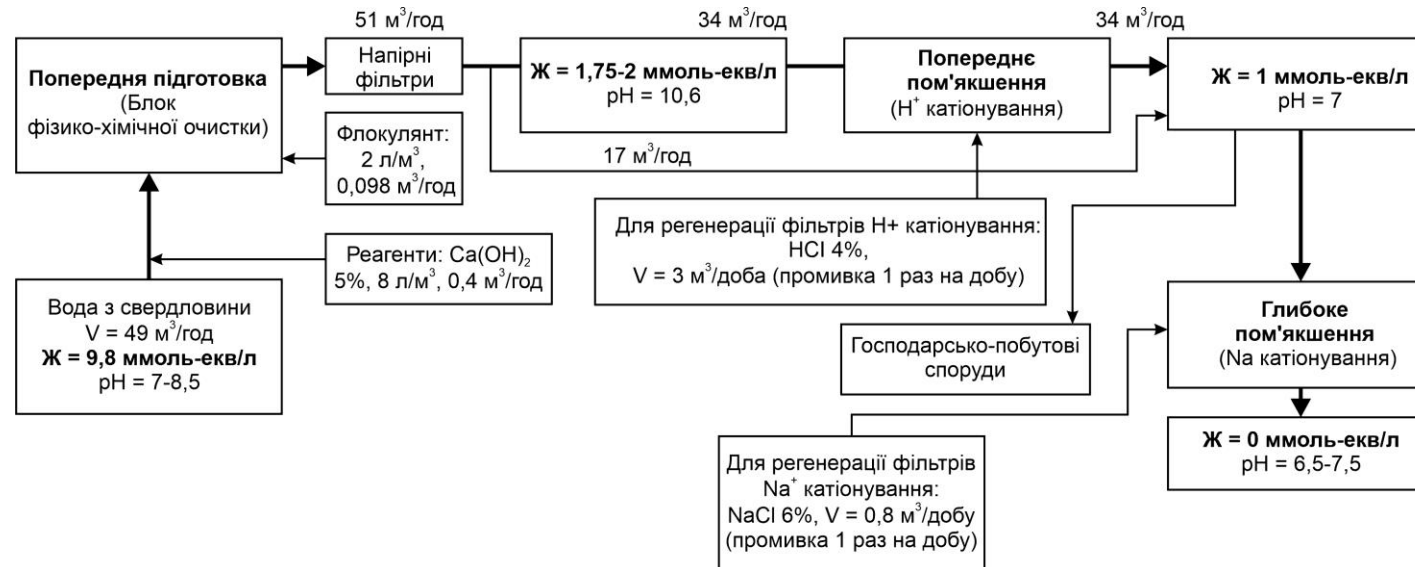


Рис.3. Балансова схема водопідготовки, що рекомендована для системи готельно-ресторанного господарства

Література

1. Запольський А. К. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: підр. Київ : Вища школа, 2005. 671 с.
2. Федущак Н. К., Бідниченко Ю. Д., Крамаренко С.Ю. Аналітична хімія : підр. Вінниця: Нова книга, 2012. с. 477.
3. John C. Crittenden R., Trussell R., Hand D. W., Howe K. J., Tchobanoglous G. *MWH's Water Treatment: Principles and Design, 3rd Edition*. – 2012. – 1920 p.
4. Kowal A. L., Swiedzireska-Broz M. *Oczyszczanie wody. Podstawy teoretyczne i technologiczne, procesy i urzadzenia*. – Warszawa: Wyd. Naukowe PWN, 2007. – 793 s.
5. Архипенко Д. К., Стовповська Т. Н. Исследование осадка образующегося на фильтрах обезжелезивания. *Химия и технология воды*, 1986, том 8, №1, С. 109-111.
6. Рогов В. М., Филипчук В. Л. *Электрохимическая технология изменения свойств воды : монография*. Львов: Выща шк., 1989. 128 с.

References

1. Zapol's'kyu A. K. (2012) Fyzyko-khimichni osnovy tekhnolohiyi ochyshchennya stichnykh vod: pidr. Kyuyiv : Vyshcha shkola. 671 s. [in Ukrainian]
2. Fedushchak N. K. Bidnychenko Y. D., Kramarenko S.Y. (2012) Analitychna khimiya : pidr. Vinnytsya: Nova knyha, 477. [in Ukrainian]
3. John C. Crittenden R., Trussell R., Hand D. W., Howe K. J., Tchobanoglous G. (2012) *MWH's Water Treatment: Principles and Design, 3rd Edition*, 192.
4. Kowal A. L., Swiedzireska-Broz M. (2007) *Oczyszczanie wody. Podstawy teoretyczne i technologiczne, procesy i urzadzenia*. Warszawa: Wyd. Naukowe PWN, 793.
5. Arkhypenko D. K., Stovpov's'ka T. N. (1986) Yssledovanye osadka obrazuyushchegosya na fyl'trakh obezshezhezyvaniya.

Khymyya u tekhnolohyya vody, tom 8, №1, 109-111. [in Ukrainian]

6. Rohov V. M., Fylypchuk V. L. (1989) *Élektrokhymycheskaya tekhnolohyya yzmenenyua svoystv vody : monohrafiya*. L'vov: Vyshcha shk., 128. [in Ukrainian]

Рецензент: докт. техн. наук, проф. В.Л. Филипчук, Національний університет водного господарства та природокористування, Україна.

Автор: КОРЧИК Наталія Михайлівна

к.т.н., доцент

Національний університет водного господарства та природокористування

E-mail – n.m.korchyk@nuwm.edu.ua

ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4919-6510>

Автор: КОРОТУН Сергій Ігорович

к.т.н., доцент, завідувач кафедри

Національний університет водного господарства та природокористування

E-mail – korotun66@gmail.com

ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3377-5780>

Автор: ШУГАЙЛЮВ Василь Сергійович

менеджер

ТОВ НВЦ «Медекол»

E-mail – makiprom@ukr.net

ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2989-7707>

WATER PREPARATION IN HOTEL AND RESTAURANT SYSTEMS

N. Korchyk,¹ S. Korotun,¹ V. Shugailov²

¹National University of Water and Environmental Engineering, Ukraine

²"Medekol" LLC, Ukraine

In these studies, methods of water treatment in hotel and restaurant systems are considered. Having studied the process of filtering water on polystyrene foam loading, the possibility of reducing the consumption of chemical reagents during subsequent liming has been established. Presented technologies of desalination and deep softening of water achieve a reduction in the consumption of reagents for the process, the elimination of secondary pollution by Cl⁻, Na⁺ ions. The possibility of controlling the liming process (stages of primary sediment formation from a homogeneous system) based on pH and Eh parameters has been demonstrated. The subsequent H⁺ cationization of a part of the flow with its subsequent mixing with the main flow after liming allows obtaining water for household purposes and the subsequent Na⁺ cationization of deep softening of boiler water with lower consumption of reagents for ionite regeneration. Strongly acidic cationite NRV 100R in the form of H⁺ and strongly acidic cationite C 100E in the form of Na⁺ were used as the studied ion exchange resins. The technology may include an additional filtering operation through a special loading in order to prepare water for health and cosmetic purposes. As a result of research, it was established that pre-filtering of water on polystyrene foam loading (filter) allows to reduce the consumption of reagent in the liming process, due to the reduction of the content of hydrogen phosphates, hydrogen carbonates, sulfates and hydrosulfates, for the extraction of which a significant amount of reagent was spent. A package of documentation for the production of a block-module complex for water softening and desalination has been developed. In the proposed installation, a sorption block with a special (therapeutic) load, approved by the Ministry of Health of Ukraine for the food industry and for water treatment of unlimited use (for health and cosmetic purposes) can be provided.

Keywords: water treatment, water softening, hotel and restaurant business, styrofoam loading, filtering, liming.