

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПОБУТОВИХ ФІЛЬТРІВ ВОДОПРОВІДНОЇ ВОДИ

© Мацієвська О.О., Тихонова І.А., 2008

Описані результати дослідження роботи побутових безнапірних фільтрів картриджного типу як серійного виробництва, так і експериментальних.

The experimental results of research of the home cartridge filters are presented in this article.

Постановка проблеми. Забезпечення високої якості та санітарної безпеки питної води є однією з найважливіших умов збереження здоров'я нації. Вода, яка надходить до споживачів по централізованих системах водопостачання, далеко не завжди відповідає вимогам державних стандартів щодо якості питної води [1, 2].

Існуючі водопровідні очисні споруди забезпечують належний ступінь очищення природної води поверхневих і підземних джерел. Проте не виключене вторинне забруднення питної води у протяжній водорозподільній мережі великих міст України.

Світова практика доводить, що найкращим вирішенням цієї проблеми є застосування побутових фільтрів водопровідної води. Побутові фільтри встановлюють у квартирах споживачів, під'їздах житлових будинків, лікувальних і дитячих закладах тощо. Розрізняють побутові фільтри водопровідної води проточного та картриджного типів, проте обидва вони забезпечують покращання якості водопровідної води.

Виробники побутових фільтрів у паспортах до них зазначають ресурс фільтра та ступінь очищення води для деяких забруднювальних речовин, наприклад, хлорпохідних, фенолів, важких металів тощо. Проте часто виробники не повідомляють про ефективність вилучення зазначених забруднювальних речовин у часі. Практично відсутні також дані про зменшення твердості водопровідної води протягом використання одного картриджу до фільтра.

Експериментальні дослідження

Мета роботи – встановлення експериментально ефективності пом'якшення водопровідної води побутовими безнапірними фільтрами картриджного типу виробництва ТзОВ "ЗІКО" (м. Львів) та порівняння її з відповідними результатами для інших фільтрів аналогічної конструкції, що пропонуються до використання в Україні.

На кафедрі гідравліки та сантехніки Національного університету "Львівська політехніка" спільно зі спеціалістами ТзОВ "ЗІКО" на підставі вивчення українського та регіонального ринків побутових фільтрів водопровідної води, аналізу останніх наукових та технологічних досягнень у галузі побутового водоочищення розроблено серію побутових безнапірних фільтрів картриджного типу "ЗІКО-Ф".

Фільтри "ЗІКО-Ф" є фільтрами для доочищення водопровідної води, що подається споживачам мережами централізованого водопостачання, від завислих речовин, солей твердості та небажаних запахів, зокрема від хлорвмісних сполук.

Фільтри "ЗІКО-Ф" конструкційно являють собою побутові безнапірні фільтри картриджного типу зі збірною ємністю (гличиком). Повний об'єм гличика – 1,5 л. Зовнішній діаметр картриджа з фільтрувальним завантаженням – 32 мм, загальна висота картриджа – 80 мм. Об'єм фільтрувального завантаження – 110 см³.

Фільтрувальне завантаження являє собою оригінальну композицію, що складається з високоякісного кокосового активованого вугілля (Республіка Польща) та йонообмінної смоли (Франція, компанія Romen-Naas), які змішують у різних пропорціях залежно від модифікації фільтра. Це фільтрувальне завантаження сертифіковано в Україні, має відповідні санітарно-гігієнічні висновки щодо можливості використання для очищення води в господарсько-питному водопостачанні.

Експериментальне дослідження трьох модифікацій побутового безнапірного фільтра картриджного типу "ЗІКО-Ф" виконувалося для визначення залежності загальної та кальцієвої твердості фільтрату від об'єму профільтрованої води за різної твердості вихідної водопровідної води. Визначалася також повна та робоча обмінна ємність фільтрувального завантаження за катіонами Ca^{2+} та Mg^{2+} .

Для дослідження використовували воду з міського водопроводу м. Львова, відібрану в двох місцях:

1) в районі вул. Ст. Бандери (вода з вихідною загальною твердістю 3,45–3,8 мг-екв/дм³), далі – тип 1;

2) в мікрорайоні Сихів (вода з вихідною загальною твердістю 7,86 мг-екв/дм³), далі – тип 2.

Попередніми дослідженнями встановлено, що загальна та кальцієва твердість водопровідної води м. Львова змінюється з часом. Тому перед початком експерименту з водорозбірного крана відбирали у відповідні ємності потрібний об'єм води (приблизно 150 л).

У відібраній воді визначали загальну (T_z) та кальцієву (T_{Ca}) твердість [3]. В усіх виконаних дослідках кожену пробу води аналізували тричі, визначали середнє арифметичне значення, яке записували до таблиці.

У приймальну лійку глечика (рис. 1) наливали 1 дм³ вихідної досліджуваної води, яка, протікаючи крізь фільтрувальне завантаження картриджа, потрапляла в збірну ємність.



Рис. 1. Загальний вигляд побутового фільтра картриджного типу:

1 – приймальна лійка; 2 – картридж з фільтрувальним завантаженням; 3 – збірна ємність

Фільтрат відбирали на аналіз після проходження крізь фільтр 1, 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85 дм³ досліджуваної води.

Для визначення швидкості фільтрування фіксували час витікання 1 дм³ води.

Осереднені дані записували в табл. 1–6.

Аналізували картриджі побутових фільтрів "Роса" (Україна) та "Anna premium" (Польща), дозволених до застосування на території України. Загальний вигляд завантаження картриджів згаданих фільтрів показано на рис. 2, 3.



Рис. 2. Загальний вигляд завантаження картриджа побутового фільтра "Роса" (Україна)



Рис. 3. Загальний вигляд завантаження картриджа побутового фільтра "Anna premium" (Польща)

Завантаження картриджів трьох модифікацій побутових фільтрів "ЗІКО-Ф" становило:

- "ЗІКО-Ф1" — 50% (об'ємних) йонообінна смола + 50% (об'ємних) активоване вугілля (рис. 4);
- "ЗІКО-Ф2" — 70% (об'ємних) йонообінна смола + 30% (об'ємних) активоване вугілля (рис. 5);
- "ЗІКО-Ф3" — 30% (об'ємних) йонообінна смола + 70% (об'ємних) активоване вугілля (рис. 6).



Рис. 4. Загальний вигляд завантаження картриджа побутового фільтра "ЗІКО-Ф1"

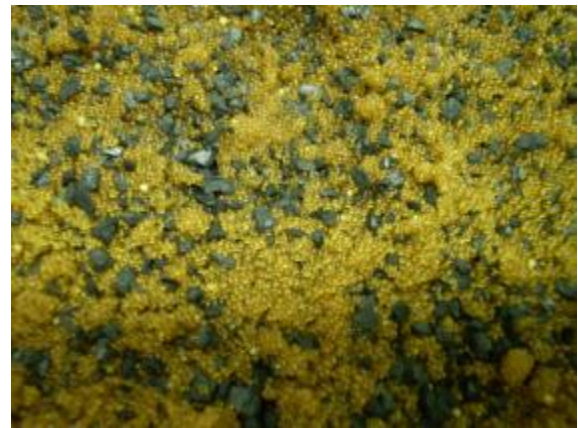


Рис. 5. Загальний вигляд завантаження картриджа побутового фільтра "ЗІКО-Ф2"



Рис. 6. Загальний вигляд завантаження картриджа побутового фільтра "ЗІКО-Ф3"

Результати експериментального дослідження

Етап 1. Спочатку було досліджено в лабораторних умовах зменшення загальної та кальцієвої твердості води типу 1 на двох фільтрах картриджного типу з об'ємом фільтрувального завантаження 110 мл: на фільтрі "Роса" (Україна) та на фільтрі "Anna premium" (Польща).

Результати дослідження фільтра "Роса" наведені в табл. 1 та на рис. 7. Гідравлічний опір фільтрувального завантаження фільтра "Роса" мало змінювався в часі, середня швидкість фільтрування становила 1 дм³ за 5 хв. Максимальне зниження загальної твердості не перевищувало $\Delta T_3=1,58$ мг-екв/дм³, що відповідає відношенню $T_3/T_3^{вих}=0,586$. Твердість профільтрованої води була більшою за 3 мг-екв/дм³ при об'ємі профільтрованої води більше 24 дм³. Повне виснаження фільтра по загальній та кальцієвій твердості спостерігалось за об'єму профільтрованої води 45 дм³. Числовим інтегруванням результатів отримано повну обмінну місткість фільтра по загальній твердості: 40 мг-екв.

Результати аналогічного дослідження фільтра "Anna premium" наведені в табл. 2 та на рис. 8. Під час дослідження фільтра "Anna premium" існувала дуже сильна колюматація фільтрувального завантаження, що не усувалася механічним струшуванням картриджа. Середня швидкість фільтрування становила 1 дм³ за 20–30 хв. Загальна твердість профільтрованої води до об'єму 10 дм³ зменшувалася на 78–98% від вихідної. Загальна твердість на виході з фільтра була в межах 0,08–0,8 мг-екв/дм³. У дослідженому діапазоні обмінна місткість фільтра по загальній твердості становила 34 мг-екв. Після 10 дм³ профільтрованої води процес фільтрації практично припинився.

Етап 2. Досліджено зменшення загальної та кальцієвої твердості води типу 1 на трьох модифікаціях фільтра "ЗІКО-Ф": "ЗІКО-Ф1", "ЗІКО-Ф2", "ЗІКО-Ф3", що мають різний склад фільтрувального завантаження.

Результати досліджень наведені: для фільтра "ЗІКО-Ф1" – в табл. 3 і на рис. 9; для фільтра "ЗІКО-Ф2" – в табл. 4 і на рис. 10; для фільтра "ЗІКО-Ф3" – в табл. 5 і на рис. 11.

Таблиця 1

Результати експериментального дослідження пом'якшення водопровідної води м.Львова (вул. Ст.Бандери) побутовим фільтром "Роса"

$$T_3^{вих} = 3,8 \text{ мг-екв/дм}^3$$

$W, \text{ дм}^3$	$T_3, \text{ мг-екв/дм}^3$	$T_{Ca}, \text{ мг-екв/дм}^3$	$T_{Mg}, \text{ мг-екв/дм}^3$	T_{Ca}/T_3	$\Delta T_3, \text{ мг-екв/дм}^3$	$T_3/T_3^{вих}$
0	3,8	3,04	0,76	0,800	0	1
1	2,375	1,825	0,55	0,768	1,425	0,625
2	2,35	1,8	0,55	0,766	1,45	0,618
3	2,4	1,875	0,525	0,781	1,4	0,632
5	2,38	1,86	0,52	0,782	1,42	0,626
10	2,225	1,75	0,475	0,787	1,575	0,586
15	2,4	1,8	0,6	0,750	1,4	0,632
20	2,7	2,15	0,55	0,796	1,1	0,711
25	3,1	2,3	0,8	0,742	0,7	0,816
30	3,43	2,6	0,83	0,758	0,37	0,903
35	3,65	2,825	0,825	0,774	0,15	0,961
40	3,75	2,9	0,85	0,773	0,05	0,987
45	3,78	2,95	0,83	0,780	0,02	0,995
50	3,75	3	0,75	0,800	0,05	0,987
55	3,53	2,78	0,75	0,788	0,27	0,929
60	3,55	2,8	0,75	0,789	0,25	0,934

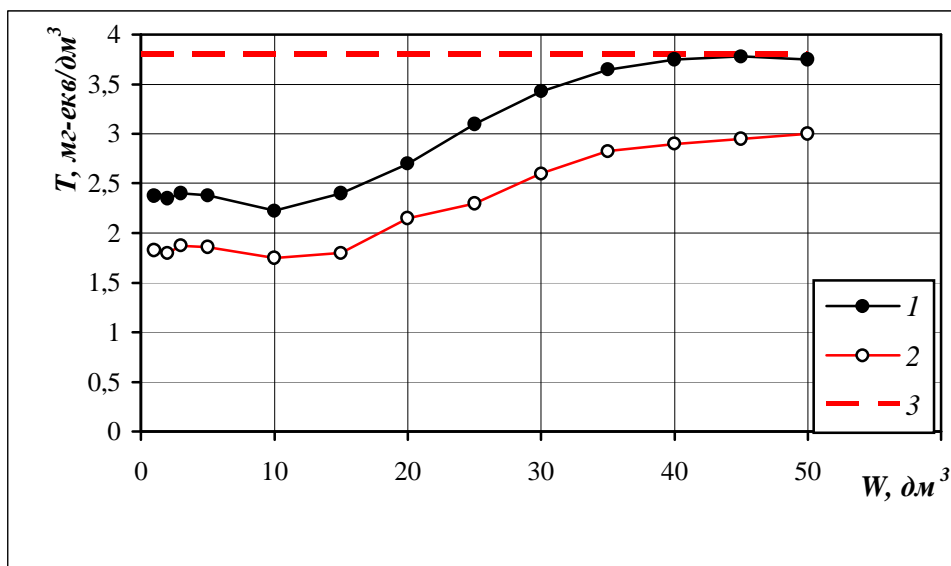


Рис. 7. Залежність твердості води, профільшованої крізь фільтр "Роса", від об'єму: 1 – T_z , 2 – T_{Ca} , 3 – $T_z^{вих}$

Таблиця 2

Результати експериментального дослідження пом'якшення водопровідної води м.Львова (вул. Ст.Бандери) побутовим фільтром "Анна premium"

$$T_z^{вих} = 3,65 \text{ мг-екв/дм}^3$$

W, дм ³	T _з , мг-екв/дм ³	T _{Са} , мг-екв/дм ³	T _{Мg} , мг-екв/дм ³	T _{Ca} /T _з	ΔT _з , мг-екв/дм ³	T _з /T _з ^{вих}
0	3,65	3,05	0,6	0,836	0	1
1	0,8	0,6	0,2	0,750	2,85	0,219
2	0,375	0,275	0,1	0,733	3,275	0,103
3	0,08	0,06	0,02	0,750	3,57	0,022
5	0,5	0,4	0,1	0,800	3,15	0,137
10	0,08	0,06	0,02	0,750	3,57	0,022

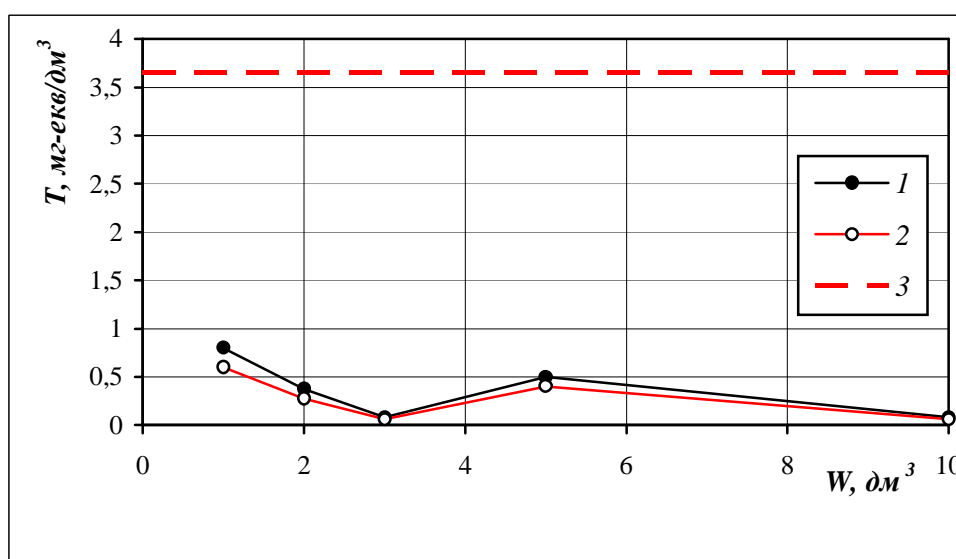


Рис. 8. Залежність твердості води, профільшованої крізь фільтр "Анна premium", від об'єму: 1 – T_z , 2 – T_{Ca} , 3 – $T_z^{вих}$

Результати експериментального дослідження пом'якшення водопровідної води м. Львова
(вул. Ст.Бандери) побутовим фільтром "ЗІКО-Ф1" ($T_3^{вих} = 3,8$ мг-екв/дм³)

$W, \text{дм}^3$	$T_3,$ мг-екв/дм ³	$T_{Ca},$ мг-екв/дм ³	$T_{Mg},$ мг-екв/дм ³	T_{Ca}/T_3	$\Delta T_3,$ мг-екв/дм ³	$T_3/T_3^{вих}$
0	3,8	3,1	0,7	0,816	0	1
1	0,83	0,68	0,15	0,819	2,97	0,218
2	0,58	0,5	0,08	0,862	3,22	0,153
3	0,61	0,56	0,05	0,918	3,19	0,161
5	0,71	0,68	0,03	0,958	3,09	0,187
10	0,67	0,51	0,16	0,761	3,13	0,176
15	1,2	0,93	0,27	0,775	2,6	0,316
20	1,15	0,9	0,25	0,783	2,65	0,303
25	1,71	1,38	0,33	0,807	2,09	0,450
30	2,28	1,85	0,43	0,811	1,52	0,600
35	2,55	1,95	0,6	0,765	1,25	0,671
40	2,75	2,04	0,71	0,742	1,05	0,724
45	2,9	2,18	0,72	0,752	0,9	0,763
50	3,3	2,54	0,76	0,770	0,5	0,868
55	3,38	2,55	0,83	0,754	0,42	0,889
60	3,48	2,66	0,82	0,764	0,32	0,916
65	3,7	2,86	0,84	0,773	0,1	0,974
70	3,68	2,84	0,84	0,772	0,12	0,968

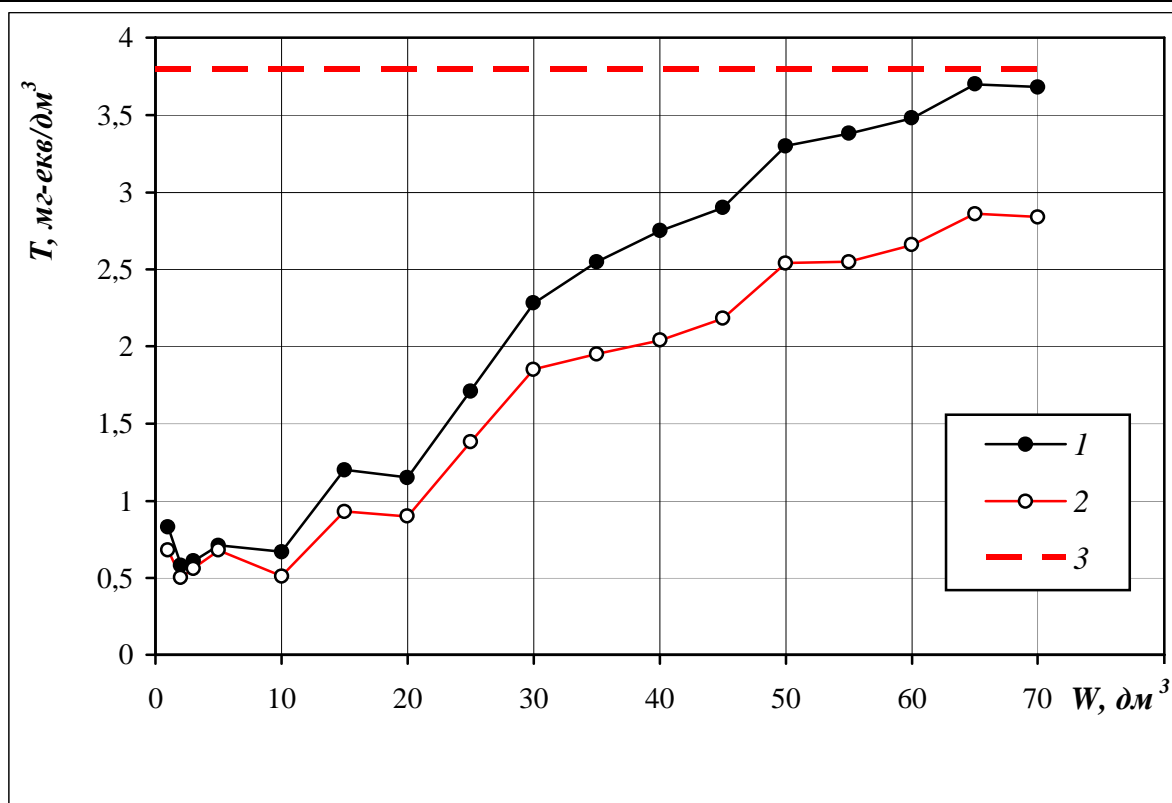


Рис. 9. Залежність твердості води, профільшованої крізь фільтр "ЗІКО-Ф1", від об'єму: 1 – T_3 , 2 – T_{Ca} , 3 – $T_3^{вих}$

Результати експериментального дослідження водопровідної води м. Львова (вул. Ст.Бандери)
побутовим фільтром "ЗІКО-Ф2" ($T_3^{вих} = 3,45$ мг-екв/дм³)

$W, \text{дм}^3$	$T_3,$ мг-екв/дм ³	$T_{Ca},$ мг-екв/дм ³	$T_{Mg},$ мг-екв/дм ³	T_{Ca}/T_3	$\Delta T_3,$ мг-екв/дм ³	$T_3/T_3^{вих}$
0	3,45	3,1	0,35	0,899	0	1
1	0,35	0,26	0,09	0,743	3,1	0,101
2	0,46	0,4	0,06	0,870	2,99	0,133
3	0,41	0,37	0,04	0,902	3,04	0,119
5	0,66	0,54	0,12	0,818	2,79	0,191
10	0,58	0,46	0,12	0,793	2,87	0,168
15	0,54	0,44	0,1	0,815	2,91	0,157
20	0,56	0,47	0,09	0,839	2,89	0,162
25	0,73	0,52	0,21	0,712	2,72	0,212
30	0,79	0,54	0,25	0,684	2,66	0,229
35	0,83	0,6	0,23	0,723	2,62	0,241
40	1,05	0,69	0,36	0,657	2,4	0,304
45	1,95	1,4	0,55	0,718	1,5	0,565
50	2,03	1,5	0,53	0,739	1,42	0,588
55	2,33	1,71	0,62	0,734	1,12	0,675
60	2,61	1,96	0,65	0,751	0,84	0,757
65	3,04	2,25	0,79	0,740	0,41	0,881
70	3,28	2,4	0,88	0,7317073	0,17	0,951
75	3,37	2,51	0,86	0,7448071	0,08	0,977
80	3,53	2,69	0,84	0,7620397	-0,08	1,023
85	3,55	2,69	0,86	0,7577465	-0,1	1,029

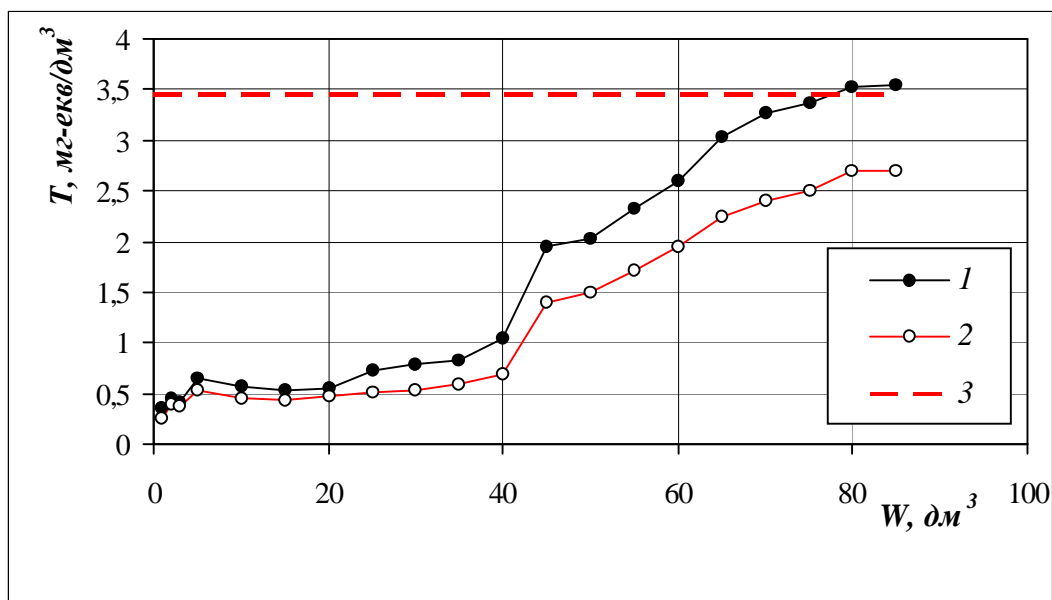


Рис. 10. Залежність твердості води, профільтованої крізь фільтр "ЗІКО-Ф2", від об'єму: 1 – T_3 , 2 – T_{Ca} , 3 – $T_3^{вих}$

Результати експериментального дослідження пом'якшення водопровідної води м. Львова (вул. Ст.Бандери) побутовим фільтром "ЗІКО-ФЗ" ($T_3^{вих} = 3,61$ мг-екв/дм³)

$W, \text{дм}^3$	$T_3,$ мг-екв/дм ³	$T_{Ca},$ мг-екв/дм ³	$T_{Mg},$ мг-екв/дм ³	T_{Ca}/T_3	$\Delta T_3,$ мг-екв/дм ³	$T_3/T_3^{вих}$
0	3,61	2,93	0,68	0,812	0	1
1	1,31	1,05	0,26	0,802	2,3	0,363
2	1,52	1,24	0,28	0,816	2,09	0,421
3	1,48	1,2	0,28	0,811	2,13	0,410
5	1,3	1,01	0,29	0,777	2,31	0,360
7	1,35	1,07	0,28	0,793	2,26	0,374
10	1,2	0,97	0,38	0,719	2,41	0,332
15	1,84	1,4	-0,2	1,167	1,77	0,510
20	2,2	1,67	0,17	0,908	1,41	0,609
25	2,03	1,55	0,65	0,705	1,58	0,562
30	2,74	2	0,03	0,985	0,87	0,759
35	2,78	2,14	0,6	0,781	0,83	0,770
40	3,08	2,39	0,39	0,860	0,53	0,853
45	3,25	2,45	0,63	0,795	0,36	0,900
50	3,6	2,66	0,59	0,818	0,01	0,997
55	3,68	2,66	0,94	0,739	-0,07	1,019
60	3,68	2,79	0,89	0,758	-0,07	1,019
65	3,65	2,69	0,99	0,731	-0,04	1,011

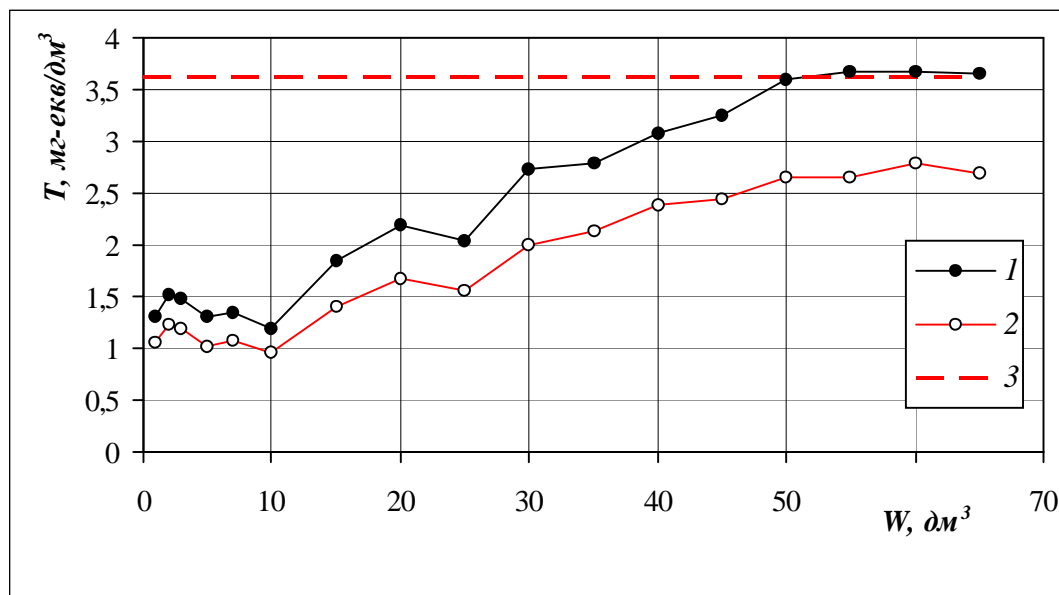


Рис. 11. Залежність твердості води, профільрованої крізь фільтр "ЗІКО-ФЗ", від об'єму: 1 - T_3 , 2 - T_{Ca} , 3 - $T_3^{вих}$

Гідралічний опір фільтрувального завантаження всіх трьох модифікацій фільтра "ЗІКО-Ф" мало змінювався в часі. За попереднього замочування завантаження на 30–45 хв середня швидкість фільтрування становила 1 дм³ за 4–6 хв, у разі зменшення швидкості фільтрування вона легко поновлювалася незначним механічним струшуванням картриджа із завантаженням (за 2–3 перевороти картриджа).

Максимальне зниження загальної твердості фільтром "ЗІКО-Ф1" становило $\Delta T_3=3,22$ мг-екв/дм³, що відповідає відношенню $T_3/T_3^{6ux}=0,153$. Твердість профільтрованої води перевищувала 3 мг-екв/дм³ за об'єму профільтрованої води понад 46 дм³ (рис. 9). Повне виснаження фільтра за загальною та кальцієвою твердостями спостерігалось за об'єму профільтрованої води (65–70) дм³. Числовим інтегруванням результатів отримано повну обмінну місткість фільтра за загальною твердістю: 100 мг-екв.

Максимальне зниження загальної твердості фільтром "ЗІКО-Ф2" становило $\Delta T_3=3,1$ мг-екв/дм³, що відповідає відношенню $T_3/T_3^{6ux}=0,101$. Твердість профільтрованої води перевищувала 3 мг-екв/дм³ за об'єму профільтрованої води понад 65 дм³ (рис. 10). Повне виснаження фільтра за загальною та кальцієвою твердостями спостерігалось за об'єму профільтрованої води 80 дм³. Числовим інтегруванням результатів отримано повну обмінну місткість фільтра за загальною твердістю: 140 мг-екв.

Максимальне зниження загальної твердості фільтром "ЗІКО-Ф3" становило $\Delta T_3=2,41$ мг-екв/дм³, що відповідає відношенню $T_3/T_3^{6ux}=0,332$. Твердість профільтрованої води перевищувала 3 мг-екв/дм³ за об'єму профільтрованої води понад 39 дм³ (рис. 11). Повне виснаження фільтра за загальною та кальцієвою твердостями спостерігалось за об'єму профільтрованої води 50 дм³. Числовим інтегруванням результатів отримано повну обмінну місткість фільтра за загальною твердістю: 60 мг-екв.

Фільтр "ЗІКО-Ф2" був досліджений також на воді типу 2 з підвищеною твердістю. Попереднє замочування завантаження відбувалося протягом 100–120 хв, середня швидкість фільтрування при цьому становила 1 дм³ за 2,7 хв і практично не змінювалася за час виконання дослідів.

Результати досліджень фільтра "ЗІКО-Ф2" на воді типу 2 з підвищеною твердістю наведені в табл. 6 і на рис. 12. Максимальне зниження загальної твердості становило $\Delta T_3=6,71$ мг-екв/дм³, що відповідає відношенню $T_3/T_3^{6ux}=0,146$, тобто ефективності очищення 85,4%. Достатньо висока швидкість фільтрування дозволила отримати оптимальні для питного водопостачання значення загальної твердості від 1,5 до 4,0 мг-екв/дм³.

Повне виснаження фільтра за загальною та кальцієвою твердостями спостерігалось за об'єму профільтрованої води 50 дм³. Чисельним інтегруванням результатів отримано повну обмінну місткість фільтра за загальною твердістю на рівні 150 мг-екв, що очевидно, є верхньою межею для фільтра "ЗІКО-Ф2". З іншого боку, повна обмінна місткість фільтра "ЗІКО-Ф2" за загальною твердістю значно більша, ніж у інших досліджених фільтрів, що дозволяє рекомендувати його для очищення водопровідної води з підвищеною твердістю.

Порівняння ефективності зменшення загальної твердості показано на рис. 13.

Таблиця 6

Результати експериментального дослідження пом'якшення водопровідної води м. Львова (м-рн Сихів) побутовим фільтром "ЗІКО-Ф2" ($T_3^{6ux} = 7,86$ мг-екв/дм³)

$W, \text{ дм}^3$	$T_3, \text{ мг-екв/дм}^3$	$T_{Ca}, \text{ мг-екв/дм}^3$	$T_{Mg}, \text{ мг-екв/дм}^3$	T_{Ca}/T_3	$\Delta T_3, \text{ мг-екв/дм}^3$	T_3/T_3^{6ux}
1	2	3	4	5	6	7
0	7,86	6,2	1,66	0,789	0	1
1	1,44	1,14	0,3	0,792	6,42	0,183
2	1,15	0,85	0,3	0,739	6,71	0,146

1	2	3	4	5	6	7
3	1,54	1,2	0,34	0,779	6,32	0,196
5	1,58	1,25	0,33	0,791	6,28	0,201
10	1,85	1,48	0,37	0,800	6,01	0,235
13	2,4	1,87	0,53	0,779	5,46	0,305
15	2,66	2	0,66	0,752	5,2	0,338
20	3,52	2,61	0,91	0,741	4,34	0,448
25	4,63	3,4	1,23	0,734	3,23	0,589
30	5,19	3,76	1,43	0,724	2,67	0,660
35	6,91	5,08	1,83	0,735	0,95	0,879
40	7,33	5,5	1,83	0,750	0,53	0,933
45	7,65	5,8	1,85	0,758	0,21	0,973
50	7,7	5,97	1,73	0,775	0,16	0,980
55	7,7	5,93	1,77	0,770	0,16	0,980

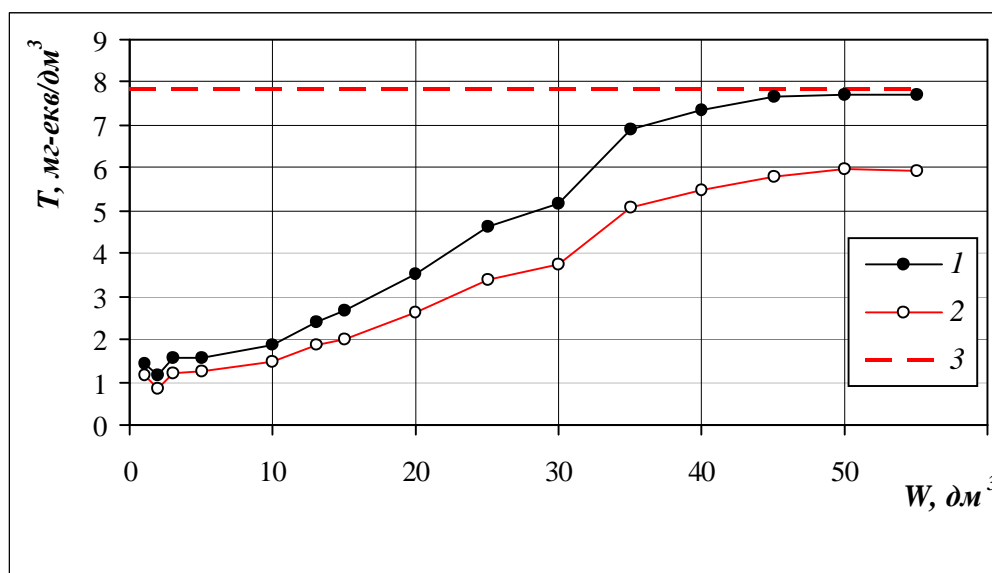


Рис. 12. Залежність твердості води з $T_3^{вих} = 7,86$ мг-екв/дм³, профільшованої крізь фільтр "ЗІКО-Ф2", від об'єму: 1 – T_3 , 2 – T_{Ca} , 3 – $T_3^{вих}$

Висновки

1. Спільно зі спеціалістами ТзОВ "ЗІКО" запропоновано склад картриджів для трьох модифікацій побутових безнапірних фільтрів водопровідної води.

2. Експериментально встановлено ефективність пом'якшення водопровідної води побутовими безнапірними фільтрами картриджного типу виробництва ТзОВ "ЗІКО" (м. Львів),

3. Порівняння ефективності пом'якшення водопровідної води побутовими безнапірними фільтрами картриджного типу "ЗІКО-Ф" з відповідними результатами для інших фільтрів аналогічної конструкції, що пропонуються до використання в Україні, дозволяє стверджувати, що всі три модифікації фільтра "ЗІКО-Ф" переважають за своїми характеристиками наявні на ринку аналогічні побутові фільтри.

4. Повна обмінна місткість фільтра "ЗІКО-Ф1" за загальною твердістю становить 100 мг-екв, фільтра "ЗІКО-Ф2" – 150 мг-екв, фільтра "ЗІКО-Ф3" – 60 мг-екв.

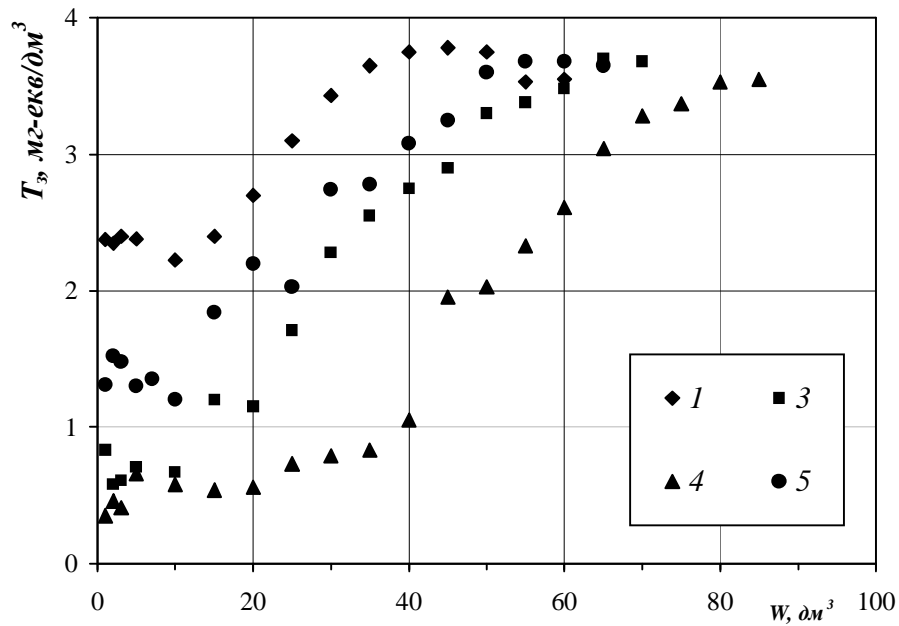


Рис. 13. Залежність загальної твердості води від об'єму профільтрованої води:
1 – "Роса", 3 – "ЗІКО-Ф1", 4 – "ЗІКО-Ф2", 5 – "ЗІКО-Ф3"

5. Фільтр "ЗІКО-Ф2" має найвищу повну обмінну місткість за загальною твердістю, яка значно перевищує відповідний показник для наявних на ринку аналогів. Це дає змогу рекомендувати фільтр "ЗІКО-Ф2" для очищення водопровідної води з підвищеною твердістю.

6. Фільтри "ЗІКО-Ф1" та "ЗІКО-Ф3" як такі, що мають достатньо високу повну обмінну місткість за загальною твердістю, можуть бути рекомендовані як побутові фільтри водопровідної води з середньою твердістю.

1. ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством. 2. ДержСанПіН. Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання: – Наказ Мінохорони здоров'я України № 383 від 23 грудня 1996 р. 3. ГОСТ 4151 – 72. Вода питьевая. Метод определения общей жесткости.