

Курс "Новітні технології водопідготовки" розроблено в рамках проекту «Безпечна питна вода в Україні: доступ до інформації про якість води та методи водопідготовки», що реалізується ГО "БУВТ "WaterNet" за фінансової підтримки Фінського Фонду Місцевого Співробітництва Посольства Фінляндії в Україні

Лабораторна робота № 2

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ МЕХАНІЧНИХ КАРТРИДЖІВ

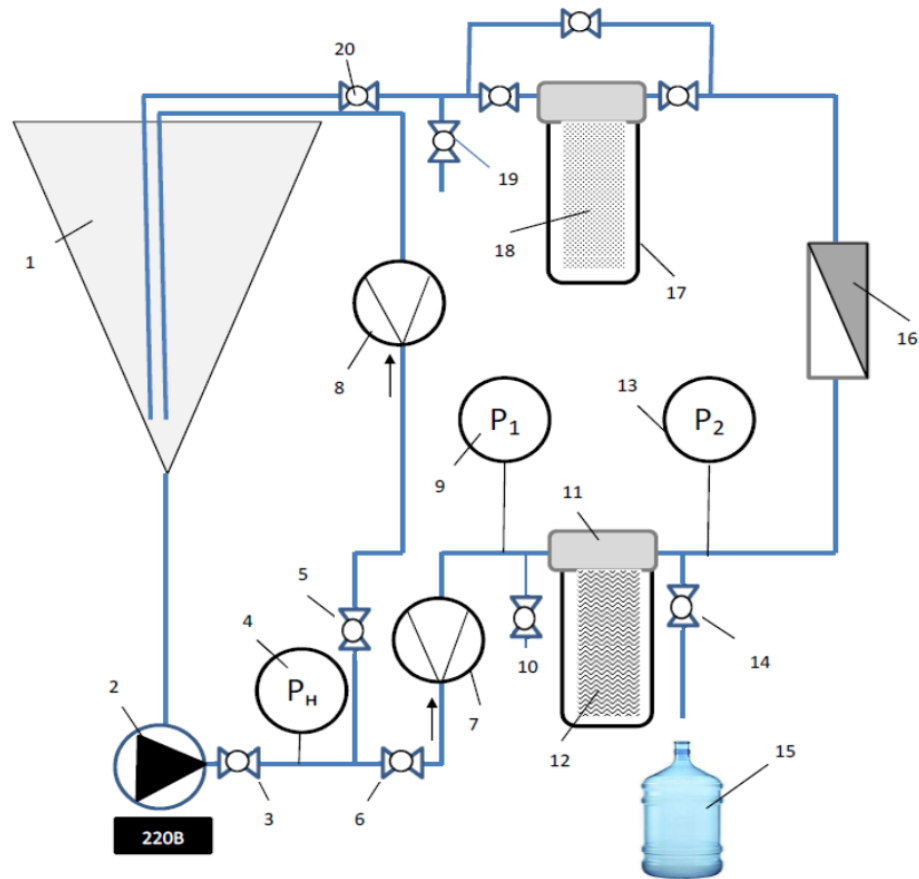
Мета роботи: провести фільтрування води на механічних та сорбційно-механічних картриджах 2,5х10 дюймів в умовах стенду згідно британського стандарту BS EN 13443-2:2005+A1:2007 « Water conditioning equipment inside buildings – Mechanical filters. Part 2: Particle rating 1 μm to less than 80 μm – Requirements for performance, safety and testing». Методом спектрофотометрії порівняти мутність штучно забрудненої вихідної води і фільтрату після картриджів. Розрахувати коефіцієнт відсіву та ефективність очищення води.

Методика проведення досліджень

Апаратура. Стенд для проведення досліджень з визначення показників якості фільтрувальних картриджів розроблений на основі матеріалів британського стандарту BS EN 13443-2:2005+A1:2007. Спектрофотометр UNICO 2100 SPECTROPHOTOMETER, напороміри 0,01-0,1 бар; секундомір; термометр; ваги аналітичні.

Принцип роботи стенду. Метод випробувань дозволяє вимірювати продуктивність фільтрувальних картриджів в діапазоні від 0-1000 $\text{дм}^3/\text{год}$, оцінювати перепади тиску, досліджувати ефективність роботи картриджів при фільтрації води з частками різного мікронного розміру в стандартних умовах. Стенд призначений для короткострокових випробувань і також може бути використаний для оцінки змін, які могли статися в робочих характеристиках

картриджів в процесі накопичення забруднень із води (рисунок 2.1).



1-ємність із забрудненою робочою рідиною, 2-насос, 3-вентиль грубого регулювання потоку, 4-манометр, 5-вентиль регулювання рецикла, 6-вентиль тонкого регулювання робочого потоку, 7-ротаметр головного потоку, 8-ротаметр рецикла, 9-зразковий манометр до фільтра, 10-пробовідбірник до фільтра, 11-корпус фільтра, 12- фільтрувальний картридж, що тестується, 13-зразковий манометр після фільтра, 14-пробовідбірник відбору фільтрату, 15-збірник фільтрату, 16-лічильник, 17-корпус технічного фільтра, 18-фільтрувальний елемент технічного фільтра, 19-вентиль зливу робочої рідини, 20-запірний вентиль

Рисунок 2.1 –Схема станду з визначення показників якості картриджів

Стенд включає в себе ємність з робочою рідиною (1), насос (2) для забезпечення продуктивності від 0 до 1000 л/год, вентиль грубого регулювання продуктивності (3) для початкового обмеження потоку води через фільтр, манометр (4) для контролювання тиску після насоса, вентиль рецикла (5) для регулювання швидкості потоку через фільтр і запобігання седиментації часток

забруднювача в ємності з робочою рідиною. Вентилем тонкого регулювання (6) проводять безпосередньо тонку настройку швидкості фільтрації, що тестується ротаметром головного потоку (7). По ротаметру рецикла (8) оцінюють швидкість потоку рідини, що повертається в ємність. Далі в схемі розташовані зразкові манометри (9,13) і пробовідбірники (10,14). Картридж, що тестується (12) розміщують у фільтротримачі (11). Лічильник об'єму води (16) призначений для підрахунку загальної кількості води, що пройшла через картридж. Технічний фільтр (17) з механічним картриджем (18) для мікрофільтрації з рейтингом 1 мікрон, призначений для усунення залишків забруднення з води, що пройшла через картридж, який тестується.

Завдання

2.1 Ознайомитись з інформацією по різновидам картриджів і їх застосуванню в установках водоочистки на прикладі: картриджди Ecosoft з поліпропіленової нитки (CPN25101ECO) 10 мікрон, картриджди Ecosoft зі вспіненого поліпропілену (CPV25101ECO) 1 мікрон (рисунок 2.2).



а



б



в



г

а - вугільні картриджі(засипний та карбонблок); б - градієнтний та бактеріостатичний картриджі; в - механічні картриджі зі спіненого поліпропілену; г - механічні картриджі з поліпропіленової нитки (намотувальні)

Рисунок 2.2 – Основні типи картриджів для фільтрування води

2.2 Вивчити і запам'ятати приведені в таблиці 2.1 терміни, що характеризують якість фільтрувальних картриджів та умови їх експлуатації по

стандарту BS EN 13443-2:2005+A1:2007.

Фільтрувальні картриджі. Термінологія

(Стандарт BS EN 13443-2:2005+A1:2007 « Water conditioning equipment inside buildings – Mechanical filters. Part 2: Particle rating 1 μm to less than 80 μm – Requirements for performance, safety and testing»).

Таблиця 2.1 - Характеристики фільтрувальних картриджів та умови їх експлуатації

Термін	Визначення
1	2
Номінальна витрата робочого середовища	Швидкість потоку (продуктивність), що проходить через картридж, яка встановлена виробником. При відсутності даного показника вона відповідає швидкості потоку, при якій перепад тиску на картриджі становить 20 кПа (0,2 бар).
Номінальний тиск експлуатації	Постійний внутрішній надлишковий тиск води в трубопроводі, який картридж може витримати протягом всього терміну експлуатації при температурі води 20°C.
Номінальний перепад тиску на фільтрі	Різниця тисків між входом і виходом фільтра, який вимірюється при номінальній витраті. Перепад тиску на фільтрі представляє суму перепадів тисків створених корпусом і картриджем.
Максимальний перепад тиску на картриджі	Різниця тисків між входом і виходом картриджа, після досягнення якого настає безповоротне порушення експлуатаційних характеристик.
Дійсний перепад тиску на картриджі Опір картриджа потоку робочого середовища при різних	Різниця між кінцевим перепадом тиску на повністю заблокованому домішками картриджі і початковим перепадом тиску на чистому картриджі. Лінійна графічна і аналітична залежність $Q=f(\Delta P)$, обов'язкова для характеристики картриджів (гідродинамічна характеристика)

Продовження таблиці 2.1

1	2
Руйнівний перепад тиску	Різниця тисків між входом і виходом картриджа, після досягнення якого, настає безповоротна зміна його форми.
Абсолютна тонкість фільтрації	Розрахункове значення на основі кількості частинок заданого розміру до і після картриджа, яка становить не менше 99,98%.
Номінальна тонкість фільтрації	Розрахункове значення на основі кількості частинок заданого розміру до і після картриджа, яка становить не менше 85%.
Коефіцієнт фільтрування β_x	Дорівнює відношенню кількості частинок в 1 см ³ рідини до картриджа до кількості частинок в 1 см ³ рідини після картриджу. $\beta_x = N_1/N_2$, де x -обраний розмір часток;
Коефіцієнт відсіювання Π_x	Дорівнює відношенню різниці в кількості частинок в 1 см ³ рідини до картриджу і кількості частинок в 1 см ³ рідини після картриджу до кількості частинок в 1 см ³ рідини до картриджу. $\Pi_x = (N_1 - N_2) / N_1 = 1 - 1/\beta_x$;
Значення β_x і Π_x за міжнародною класифікацією	За абсолютну тонкість фільтрації приймають розмір часток для яких $\beta_x \geq 75$ або $\Pi_x \geq 0,978$. За номінальну тонкість фільтрації приймають розмір часток, для яких $\beta_x \geq 6,66$ або $\Pi_x \geq 0,85$
Коефіцієнт відсіву ϕ	Відношення різниці між концентраціями кварцового пилу до і після фільтрування до концентрації до фільтрування при одноразовому прокачуванні робочої рідини через картридж. Коефіцієнт відсіву ϕ розраховують за формулою: $\phi = (X_2 - X_1)/X_2$, де X_1 -концентрація штучного забруднювача після картриджа,

X₂- концентрація штучного забруднювача до картриджа.

Продовження таблиці 2.1

1	2
Ресурс картриджа	Період експлуатації на який розрахований картридж. Після відпрацювання ресурсу ефективна робота картриджа не гарантується оскільки потрібна його заміна. Ресурс залежить від концентрації забруднень в водогінній мережі. Бактеріальний слиз і частки глини найбільш суттєво впливають на скорочення ресурсу картриджа.
Середній діаметр пор картриджа	Значення в мікронах діаметра пори, яка відповідає максимальній її частоті на кривій розподілу пор за розмірами.
Сукупна середня ефективність фільтрації за період випробування	Розраховується виходячи із загальної кількості частинок, контрольованого розміру на вході і виході картриджа;
Картридж	Змінна частина фільтра для утримання твердих частинок.
Корпус фільтра	Ємність під тиском, яка містить в собі картридж
Система фільтрації	Установка в зборі, що містить корпус фільтра, запірні клапани, манометри, ротаметри, ємності, трубопроводи

2.3 Ознайомитись з принципом роботи стенду, включаючи заміну тестових зразків картриджів, внесення забруднювача, налаштування швидкості фільтрації, замірів тиску напоромірами та манометрами, відбір проб.

2.5 Ввести в ємність стенду (заповнену очищеною водою) дрібнодисперсний порошок кварцового піску з середнім розміром часток 10 мікрон. Провести фільтрацію через картридж при швидкості 1000 дм³/год.

Відібрати проби води з ємності і очищеної води після картриджа при максимальній ($100-150 \text{ мг/дм}^3$) та зниженій ($10-30 \text{ мг/дм}^3$) початковій мутності. Методом спектрофотометрії оцінити мутність в зразках і розрахувати коефіцієнт відсіву ϕ . Відобразити різницю по мутності до і після фільтрації графічно.

Хід виконання роботи

До проведення оцінки тонкості фільтрації картриджів стенд попередньо промивають рециркуляцією зворотноосмотичної води (1), по контуру при швидкості потоку $1000 \text{ дм}^3/\text{год}$. Окремо слід промити колбу фільтра (11), знявши її зі стенду. Циркуляція повинна проводитися при одночасному перемішуванні води в ємності (1) за рахунок її інтенсивної подачі по лінії рецикла. Залишкові забруднення, що знаходяться в трубопроводах і в ємності, осядуть в картриджі 1 мкм технологічного фільтра (17, 18). Після промивання каламутність води в резервуарі не повинна перевищувати значення $0,2 \text{ мг/дм}^3$.

Встановити в корпус фільтра (11) картридж (12). Включити насос. Протягом 10 хвилин провести через нього рециркуляцію води ($1000 \text{ дм}^3/\text{год}$) в ємність (1) з метою видалення залишкового повітря. Вимкнути насос. Приготувати наважку дрібнодисперсного порошку кварцового піску (10 мкм) в кількості 2,4г. Засипати її в ємність (1) з об'ємом води $18,5 \text{ дм}^3$ і ретельно перемішати вручну, використовуючи відповідний засіб. Підготувати ємності для відбору проб. Відібрати пробу води з ємності (1) для оцінки мутності вихідної води. Відкрити лінію рециклу для перемішування та запобігання осадження забрудника, перекривши вентиль подачі на технологічний фільтр, ввімкнути насос та швидко налаштувати витрату води на фільтрі $1000 \text{ дм}^3/\text{год}$. Під вентилем 14 розмістити ємність (10 дм^3) для скидання фільтрату. Відкрити вентиль 14 і при швидкості потоку $1000 \text{ дм}^3/\text{год}$ злити не менше 5л, а потім відібрати пробу фільтрату в об'ємі 200 мл. Вимкнути насос. Закрити вентиль 14.

Відкрити вентиль (20). Вентилі (10, 14, 19) закрити. Включити насос. Відрегулювати відповідними вентилями (3,5,6) швидкість фільтрації $1000 \text{ дм}^3/\text{год}$ і потік рециклу для перемішування суспензії. Візуально і

спектрофотометрично контролювати рівень мутності в ємності (1) до її зменшення (в порівнянні з початковою) в 3-4 рази.

Відключити насос. Відібрати пробу води з ємності (1). Відключити лінію рециркуляції, перекривши вентиль байпасу і вентилі подачі на технологічний фільтр. Під вентилем 14 розмістити ємність (10 дм³) для скидання фільтрату. Підготувати ємності для відбору проб. Включити насос. Відкрити вентиль 14 і при швидкості потоку 1000 дм³/год злити не менше 5 дм³, а потім відібрати пробу фільтрату в об'ємі 200 см³. Вимкнути насос. Закрити вентиль 14.

Визначити спектрофотометрично мутності в двох пробах вхідної води (з ємності) і в двох відповідних пробах фільтрату. Порівняти ефективність фільтрації при різних концентраціях каламутності на вході в картридж.

Методика визначення каламутності розчину

Каламутність води визначають фотометричним методом шляхом вимірювання оптичної густини добре збовтаного зразка вихідної води, що аналізується, на фоні профільтрованого зразка цієї ж води при фіксованій довжині хвилі ($\lambda = 530$ нм, $l = 50$ мм) з подальшим визначенням значення каламутності за градувальним графіком, встановленим для спеціально приготовлених робочих стандартних суспензій формазину. Виражається в нефелометричних одиницях каламутності за формазином (НОК). Діапазон вимірювань каламутності складає 0,1 – 30 НОК.

Якщо необхідно виразити результати вимірювань в мг/дм³, то перехід від НОК до мг/дм³ здійснюють виходячи з того, що 1 НОК чисельно відповідає 0,58 мг/дм³ (за каоліном).

$$1 \text{ FTU} = 1 \text{ FNU} = 1 \text{ NTU} = 1 \text{ НОК} = 0,58 \text{ мг/дм}^3.$$



Рисунок 2.2 - Градуировальный график для визначення каламутності води

Розрахувати коефіцієнти відсіву

$$\varphi = (X_2 - X_1) / X_2,$$

де X_1 - концентрація штучного забруднювача після картриджа,

X_2 - концентрація штучного забруднювача до картриджа.

Результати та обговорення

Таблица 2.2 - Приклад ефективності роботи картриджів

Тип картриджу	Мутність вихідної води, мг\дм ³	Мутність фільтрату, мг\дм ³	Коефіцієнт відсіву, %
PP 10	215	18	91,62
PP 1	145	21	85,51

Висновки (приклад)

За даними, які наведені у таблиці 2.2 картридж PP 10 відповідає номінальній тонкості фільтрації, так як розрахункове значення на основі кількості частинок заданого розміру до і після картриджа становить не менше 85%, тому картридж відповідає номінальній тонкості фільтрації.

Питання для самоконтролю

1. Назвіть найбільш поширені типи фільтрувальних картриджів.
2. Назвіть основні робочі вузли експериментального стенду для оцінки якості фільтрувальних картриджів.
3. Що таке гідродинамічна характеристика картриджа. З якою метою вона визначається?
4. Який порядок експериментальної оцінки тонкості фільтрації картриджа по мутності?
5. Що таке ресурс картриджа?
6. Чим відрізняється абсолютна та номінальна тонкості фільтрації? Що таке коефіцієнт відсіву?
7. Що таке номінальна витрата робочого середовища та номінальний тиск?
8. Що таке номінальний, максимальний, дійсний та руйнівний перепади тиску?