

Крыжановский В.В.

Киевский политехнический институт

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ВЫДЕЛЕНИЯ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ ФРУКТОВ

Аннотация

В статье исследуются и анализируются существующие подходы к задаче распознавания образов. Был создан и обоснован модифицированный алгоритм для распознавания фруктов. Предметом исследования данной работы являются методы распознавания фруктов и признаки изображений фруктов.

Ключевые слова: распознавание фруктов, признаки цвета, признаки текстуры, признаки формы, компьютерное зрение.

Kryzhanivsky V.V.

Kyiv Polytechnic Institute

ANALYSIS OF FEATURE EXTRACTION METHODS FOR RECOGNITION TASK FRUITS

Summary

The purpose of the research is to analyze and modify existing approaches and techniques of the image recognition. Fruits recognition algorithm was designed and developed. Object of research are objects recognition by their appearance. The subjects of research are fruits images features.

Keywords: fruits recognition, color features, texture features, shape features, computer vision.

УДК 628.1.147

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ ФІЛЬТРУВАННЯ ТА ПРОМИВАННЯ ФІЛЬТРІВ У ПРОЦЕСІ КОНТАКТНОГО ЗНЕЗАЛІЗНЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД

Куницький С.О., Меддур М.М.

Національний університет водного господарства та природокористування

Досліджено процес контактного знезалізнення води з подальшим моделюванням зміни втрат напору та кінетики виводу забруднень із засипки в процесі її регенерації

Ключові слова: контактне знезалізнення, фільтр, рівняння регресії, кінетика забруднення, втрати напору.

У сучасному суспільстві раціональне використання водних ресурсів, в умовах дефіциту води, погіршення її якості є складною науково-технічною проблемою. Важливе місце займає в галузі водопостачання посідає процес водопідготовки. Очищення природних вод, удосконалення технологій водопідготовки та розроблення нових ефективних ресурсозберігаючих методів стає все більш актуальним. Підготовка підземних вод до нормативної якості забезпечується на водоочисних станціях, на яких досить ефективно себе зарекомендували пінополістирольні фільтри. Перевагами таких фільтрів є мала габаритність та економічність конструкції, а також високий ступінь очищення підземних вод.

На стадії проектування станцій знезалізнення потрібно запроєктувати технологічні та конструктивні параметри фільтрів і їх комунікації. В кожному конкретному випадку технологія контактного знезалізнення потребує уточнення, залежно від фізико-хімічних показників води.

Контактне знезалізнення – це процес знезалізнення води спрощеною аерацією та фільтруванням при високих значеннях рН та лужності, що передбачає подачу аерованої води відразу на фільтри без попереднього її відстоювання.

Питаннями знезалізнення та фільтрування води, а також регенерації засипки фільтрів за-

ймалися вітчизняні й зарубіжні вчені, такі як: М.Д. Мінц, Г.І. Ніколадзе, О.Я. Олійник, В.О. Орлов, В.Л. Поляков, М.Г. Журба, М.М. Гіроль, П.О. Грабовський, П.Д. Хоружий, М.І. Курочкина, О.М. Квартенко, С.Ю. Мартинов, Є.В. Юрков, Livingstone, R.O., Sakkas N.D, Hallberg, Gehringer, Zalewski та інші.

Останнім часом при очистці залізовміщуючих вод себе добре зарекомендували фільтри з пінополістирольною засипкою. Хоча існують труднощі по її одержанні. Отримати пінополістирольну засипку для фільтрів потрібного фракційного складу, особливо дрібногранульовану, дуже складно.

Одним з можливих напрямків оптимізації роботи пінополістирольних фільтрів є розробка фільтрів з крупногранульованою засипкою із потрібною фракцією, яка є дешевшою та простішою в отриманні. Виготовлення такої засипки проводять у виробничих умовах на підприємствах по виготовленню теплоізолюючих пінополістирольних плит.

На даний час промисловість може випустити пінополістирольну засипку найменшим еквівалентним діаметром 2,8 мм. Різними авторами пропонуються різні конструкції фільтрів для проведення процесу знезалізнення води, але використання пінополістирольних фільтрів з підвищеною крупністю гранул є досить перспективним та ак-

туальним. В кінці кожного фільтроциклу фільтри потрібно промити. Для фільтрів із важкою засипкою можливе водяне чи водоповітряне промивання, для пінополістирольних – безперервне водяне та водоповітряне промивання [1-4].

Головною метою даної статті є представлення математичних моделей (рівнянь регресії), що описують технологічні режими роботи фільтрів з врахуванням основних параметрів фільтрування та промивання, що дозволяє ефективно запроєктувати водоочисні фільтри та їх комунікації для знезалізнення підземних вод.

Математичне планування експерименту – це процедура вибору кількості та умов постановки дослідів необхідних і достатніх для вирішення поставленої задачі з потрібною точністю [5-8].

При плануванні експерименту сам експеримент розглядають як об'єкт дослідження та оптимізації. Теорія планування експерименту розробляє різні типи планів, які виключають сліпий пошук під час досліджень, скорочують число необхідних дослідів і дають можливість побудувати модель системи. Перевагою методу планування експерименту є його універсальність та придатність використання для вирішення широкого кола завдань. Вид математичної моделі визначається теоретичним дослідженням, а коефіцієнти моделі розраховуються на основі експериментальних даних і є відображенням експериментальних досліджень [7, 8].

Розроблена математична модель, при вирішенні задач оптимізації, повинна відповідати адекватності реальному процесу. Використання даного методу оптимального планування експерименту дає можливість варіювати не одним, а декількома факторами відразу. Цінність методу заключається в тому, що оцінюється не тільки вплив кожного фактору, але і відображається інформація про їх взаємодію. Залежно від того якими, кількісними чи якісними, є чинники будують різні моделі систем і використовують різні типи планів експерименту. Регресійна модель, яка описує складні функції відгуку, може бути одержана шляхом розкладу функції розкладу в степеневий ряд. При повному факторному експерименті рівняння регресії приймає вигляд поліному першого степеня.

Для опису зміни процесу фільтрування води крізь пінополістирольну засипку під час процесу контактного знезалізнення можна описати математичною залежністю для повного факторного експерименту типу 23, що згідно [3] матиме вигляд:

$$y(x_1, \dots, x_k) = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i \cdot x_i + \sum_{i,j=1}^k b_{ij} \cdot x_i \cdot x_j + \dots + \sum_{i,j,\dots,n=1}^k b_{ijn} \quad (1)$$

де b_0 – вільний член, b_i – лінійні ефекти, b_{ij} – ефекти парної взаємодії, b_{ijn} – ефекти потрійної взаємодії.

Експериментальні дослідження процесу знезалізнення води проводилися на лабораторній установці з використанням модельного розчину. Як фільтруючий матеріал використовувалася крупнозерниста пінополістирольна засипка промислового виробництва еквівалентним діаметром 2,8 мм.

При побудові математичної моделі як контрольовані параметри процесу знезалізнення води можна використати вихідну концентрацію заліза $C_{вх}$, швидкість фільтрування V_ϕ та тривалість фільтроциклу T_ϕ . Функцією відгуку (неконтрольований параметр) приймають втрати напору H у фільтруючій засипці. Для виявлення статистичної взаємодії контрольованих параметрів було проведено ряд фільтроциклів тривалістю 8,0 год з різною вихідною концентрацією заліза у модельному

розчині (1,0...2,0 мг/дм³). Дослідження втрат напору проводилося в діапазоні швидкостей фільтрування від 4,0 до 7,0 м/год. Показник величини втрат напору фіксувався тричі під час кожного фільтроциклу.

Функціональна залежність зростання втрат напору у натуральному вигляді з повною промивкою засипки можна представити у вигляді:

$$H = f(C_{вх}, V_\phi, T_\phi) \quad (2)$$

Рівняння регресії для визначення втрат напору у фільтруючій пінополістирольній засипці матиме вигляд:

$$H = 0,034 + 1,572 \cdot C_{вх} + 0,852 \cdot V_\phi - 0,019 \cdot T_\phi - 0,133 \cdot C_{вх} \cdot V_\phi + 0,087 \cdot V_\phi \cdot T_\phi \quad (3)$$

Рівняння (3) можна використовувати для прогнозування зростання втрат напору з часом у пінополістирольній засипці при повній її промивці в діапазоні швидкостей від 4 до 7 м/год та вихідній концентрації заліза у воді від 1,0 до 2,0 мг/дм³.

В процесі експлуатації водоочисних фільтрів досить часто доводиться спостерігати неповну промивку фільтруючої засипки. Залежно від типу засипки, інтенсивності промивання, об'єму промивної води й тривалості промивання, – ступінь очищення засипки може бути різним. Тому існує необхідність виведення математичної залежності, яка буде описувати зміни втрат напору в пінополістирольній засипці при неповному її промиванні протягом певного проміжку часу.

Неповне промивання фільтра – це промивання тривалістю 30-35 с, під час якого виноситься близько 50% всіх забруднень, затриманих у засипці в процесі роботи фільтра. Дослідження втрат напору проводилося в діапазоні швидкостей фільтрування від 5,0 до 7,0 м/год.

Функціональна залежність зростання втрат напору у натуральному вигляді з неповним промиванням засипки доцільно представити у такому вигляді:

$$H' = f(C_{вх}', V_\phi', T_\phi') \quad (4)$$

$$H' = 1,81 - 1,36 \cdot C_{вх}' + 0,7 \cdot V_\phi' - 0,14 \cdot T_\phi' + 0,26 \cdot C_{вх}' \cdot V_\phi' + 0,06 \cdot V_\phi' \cdot T_\phi' \quad (5)$$

Залежність (5) можна використовувати для прогнозування зростання втрат напору з часом у пінополістирольній фільтруючій засипці з підвищеною крупністю гранул при неповному її промиванні в діапазоні швидкостей від 5,0 до 7,0 м/год та концентрації заліза у вихідній воді від 1,0 до 2,0 мг/дм³.

Наведемо для прикладу рисунок 1, на якому показано зміни втрат напору в фільтруючій пінополістирольній засипці в діапазоні швидкостей фільтрування 4-7 м/год та концентрації заліза у воді 1,5 мг/дм³.

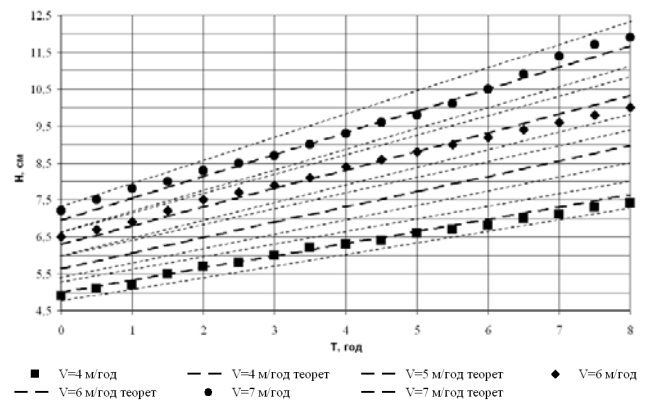


Рис. 1. Графіки залежності втрат напору від тривалості фільтрування при швидкості 4-7 м/год та концентрації заліза у вихідній воді 1,5 мг/дм³

Якість фільтрату після процесу знезалізнення відповідала нормативним вимогам. Рисунок з графіками на яких показано залежність якості фільтрату від тривалості фільтрування в діапазоні швидкостей фільтрування 4-7 м/год при концентрації заліза у вихідній воді 1,5 мг/дм³ представлений на рисунку 2.

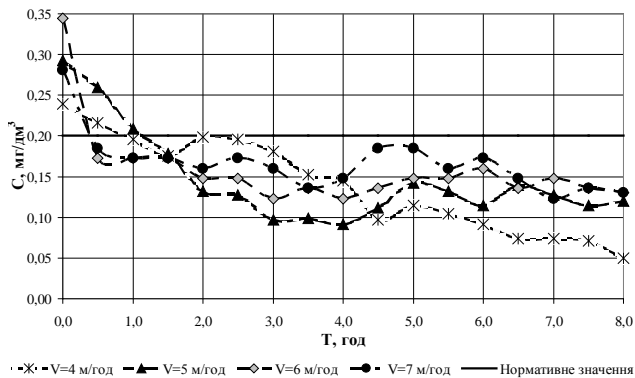


Рис. 2. Графік залежності якості фільтрату від тривалості фільтрування при швидкості 4-7 м/год та концентрації заліза у вихідній воді 1,5 мг/дм³

На рисунку 3 представлено зміну втрат напору в фільтруючій пінополістирольній засипці в діапазоні швидкостей фільтрування 5-7 м/год при концентрації заліза у воді 1,5 мг/дм³.

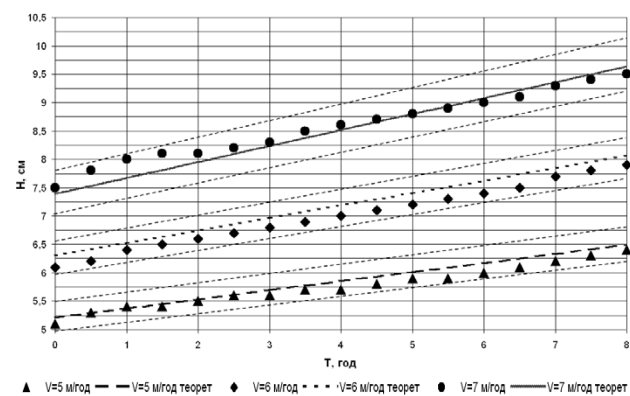


Рис. 3. Графіки залежності втрат напору від тривалості фільтрування при швидкості 5-7 м/год та концентрації заліза у вихідній воді 1,5 мг/дм³

Рисунок з графіками, на яких показано залежність якості фільтрату від тривалості фільтрування в діапазоні швидкостей фільтрування 5-7 м/год при концентрації заліза у вихідній воді 1,5 мг/дм³ представлено на рисунку 4.

При концентрації заліза у вихідній воді 1,5 мг/дм³ ефективність знезалізнення знаходилася в допустимих межах. Ефект знезалізнення в кінці фільтроциклу становив в середньому для всього діапазону швидкостей – 93-95%. Лужність вихідної води становила 6,9, а фільтрату – 7,0.

Для опису процесу промивання було вибрано динаміку виносу основної маси забруднень. Математична модель для брудового навантаження на фільтр виводилася на основі дробового факторного експерименту типу 3^k, де k = 4, тобто 3⁴.

У якості основних факторів, які впливають на процес промивання, були вибрані час промивання t_{пр}, інтенсивність промивання I, брудове навантаження на фільтр B та швидкість фільтрування V_ф, які служать обмеженням. Ступінь впливу цих факторів на величину вимивання забруднень необхідно визначи-

ти. Кожен фактор має визначені межі, в яких він може змінюватися та приймати конкретні значення.

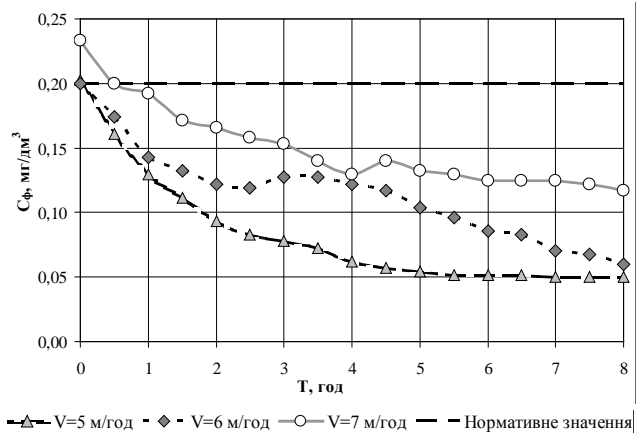


Рис. 4. Графіки залежності якості фільтрату від тривалості фільтроциклу при швидкостях 5-7 м/год та концентрації заліза у вихідній воді 1,5 мг/дм³

Математична модель дробового факторного експерименту має вигляд:

$$y(x_1, \dots, x_k) = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i \cdot x_i + \sum_{i,j=1}^k b_{ij} \cdot x_i \cdot x_j + \sum_{i,j,k=1}^k b_{ijk} \cdot x_i \cdot x_j \cdot x_k + \sum_{i=1}^k b_{ii} \cdot x_i^2 + \sum_{i,j=1}^k b_{ijj} \cdot x_i^2 \cdot x_j + \sum_{i,j,k=1}^k b_{ijk} \cdot x_i^2 \cdot x_j \cdot x_k + \sum_{i,j=1}^k b_{ijij} \cdot x_i^2 \cdot x_j^2 + \sum_{i,j,k=1}^k b_{ijkk} \cdot x_i^2 \cdot x_j^2 \cdot x_k$$

де b₀ – вільний член; b_i, b_{ij}, – лінійні ефекти; b_{ijk} – ефекти парної взаємодії; b_{ijjk} – ефекти нелінійної взаємодії.

Експериментально-статистична модель для опису кінетики виносу забруднень у загальному вигляді матиме вигляд:

$$G = f(t_{пр}, B, I, V_{\phi})$$

Розроблені моделі при брудовому навантаженні 24, 36 та 48 мг · год/дм³.

Для брудового навантаження на фільтр B₁ = 24,0 мг · год/дм³:

$$G_1 = -(0,0007 \cdot I^2 - 0,00003 \cdot I - 0,0355) \cdot V + 0,0041 \cdot I^2 - 0,0914 \cdot I + 0,5063 \cdot t_{\phi}^2 + ((-0,0081 \cdot I^2 + 0,7351 \cdot I - 4,874) \cdot V + 0,1504 \cdot I^2 - 3,6445 \cdot I + 21,978) \cdot t_{\phi} + 2,5$$

Для брудового навантаження на фільтр B₂ = 36,0 мг · год/дм³:

$$G_2 = -((0,0022 \cdot I^2 - 0,0278 \cdot I + 0,0919) \cdot V + 0,0098 \cdot I^2 - 0,2089 \cdot I + 1,1) \cdot t_{\phi}^2 + ((0,0307 \cdot I^2 + 0,0662 \cdot I - 1,803) \cdot V + 0,324 \cdot I^2 - 7,316 \cdot I + 41,319) \cdot t_{\phi} + 2,5$$

Для брудового навантаження на фільтр B₃ = 48 мг · год/дм³:

$$G_3 = -((0,0015 \cdot I^2 - 0,0058 \cdot I + 0,0298) \cdot V + 0,0051 \cdot I^2 - 0,0817 \cdot I + 0,381) \cdot t_{\phi}^2 + ((-0,0061 \cdot I^2 + 1,0878 \cdot I - 7,1132) \cdot V + 0,1077 \cdot I^2 - 1,628 \cdot I + 9,2905) \cdot t_{\phi} + 2,5$$

Графічне відображення моделей наведено на рисунку 5.

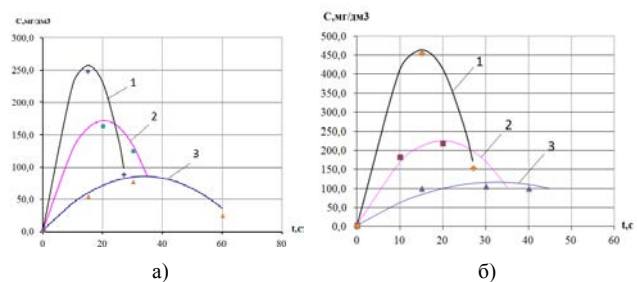


Рис. 5. Залежність кінетики забруднень від тривалості промивання

а) для B₁ = 24,0 мг · год/дм³;
б) для B₂ = 36,0 мг · год/дм³; 1 – V_ф = 5 м/год, I = 18 л/(с·м²); 2 – V_ф = 5 м/год, I = 13 л/(с·м²); 3 – V_ф = 5 м/год, I = 8 л/(с·м²)

Проведене експериментально-статистичне моделювання дозволяє спрогнозувати необхідні параметри промивання крупногранульованої пінополістирольної засипки.

Приведені рівняння регресії (3, 5, 8-10) є адекватними і відтворюваними відповідно до критеріїв Фішера та Кохрена.

Рівняння 3 та 5 дозволяють спрогнозувати зміни втрат напору з повним та неповним промиванням, врахувавши основні фактори процесу контактного знезалізнення. В кінці кожного фільтроциклу для регенерації засипки за допомогою рівнянь 8, 9, 10 можна спрогнозувати брудомісткість фільтрів.

Список літератури:

1. Орлов В.О. Знезалізнення підземних вод спрощеною аерацією та фільтруванням. Монографія. – Рівне: НУВГП, 2008. – 158 с.
2. Куницький С.О. Обрунтування параметрів роботи пінополістирольних фільтрів з підвищеною крупністю гранул при контактному знезалізненні підземних вод: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.23.04 «Водопостачання, каналізація» / С.О. Куницький – Рівне, 2013. – 26 с.
3. Очищення природної води на пінополістирольних фільтрах / (В.О. Орлов, С.Ю. Мартинов, А.М. Орлова, В.О. Зошук, Н.Л. Мінаєва, С.О. Куницький та ін.); під заг. ред. В.О. Орлова. Монографія. – Рівне: НУВГП, 2012. – 172 с. : іл.
4. Орлов В.О. Дослідження процесу знезалізнення підземної води на зернистих фільтрах з підвищеною крупністю гранул / В.О. Орлов, С.Ю. Мартинов, С.О. Куницький, М.М. Меддур // Вісник НУВГП: Збірник наукових праць. – Рівне: НУВГП, 2012. – Випуск 4(60). – 268 с.
5. Дж. Эндриос и др. / Математическое моделирование. – М.: Мир, 1979.
6. Любарский Г.Я. и др. / Математическое моделирование и эксперимент.- Київ: Наукова думка, 1987.
7. Горский В.Г. Планирование промышленных экспериментов. / В.Г. Горский, Ю.П. Адлер – М.: Металлургия, 1974. – 264 с.
8. Гусейнов Ф.Г. Планирование эксперимента в задачах электротехники. / Ф.Г. Гусейнов, О.С. Мамедяров. – М.: Энергоатомиздат 1988. – 151 с.

Куницький С.О., Меддур М.Н.

Национальный университет водного хозяйства и природопользования

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ФИЛЬТРОВАНИЯ И ПРОМЫВКИ ФИЛЬТРОВ В ПРОЦЕССЕ КОНТАКТНОГО ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Аннотация

Исследован процесс контактного обезжелезивания воды с последующим моделированием изменения потерь напора и кинетики выноса загрязнений из загрузки в процессе ее регенерации.

Ключевые слова: контактное обезжелезивания, фильтр, уравнение регрессии, кинетика загрязнения, потери напора.

Kunytzskiy S.O., Meddour M.M.

National University of Water Management and Nature Resources Use

MATHEMATICAL MODELING OF TECHNOLOGICAL REGIMES FILTERING AND WASHING THE FILTER IN THE CONTACT PROCESS IRON REMOVAL GROUNDWATER

Summary

The process of iron removal water contact with subsequent changes in the modeling of head loss and kinetics of removal of dirt from filling in the process of regeneration.

Keywords: pin iron removal filter, the regression equation, kinetic pollution, pressure loss.