

В разі використання РИКС-А2 в окремих дослідах лужність знижувалась тільки до $3.0 \div 4.0$ мг-екв/дм³ при вмісті алюмінію до 7 мг/дм³. В окремих випадках відмічено зниження жорсткості до $0.6 \div 0.9$ мг-екв/дм³ при лужності $1.8 \div 3.0$ мг-екв/дм³ і вмісті алюмінію $0.0 \div 5.0$ мг/дм³.

Таким чином, в роботі було вивчено процеси пом'якшення води з рівнем жорсткості $3 \div 8$ мг-екв/дм³ і показано, що істотного підвищення ефективності процесу можна досягти при використанні спільно з вапном або лугом алюмініймісткі коагулянти РИКС-А1, РИКС-А2. Ефективність пом'якшення води при відносно невисокій залишковій лужності води і низькому залишковому вмісті алюмінію можна досягти при підборі оптимальних співвідношень вапно-коагулянт і при використанні сульфату заліза.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Методы предотвращения накипобразования при опреснении соленых вод / А.Т. Пилипенко, Н.Т. Вахник, В.И. Максин и др. // Химия и технология воды. – 1991. – Т.13. - № 11. – С. 996–1013.
2. Гнусин Н.П., Тихонова И.А., Лукьянец И.Г. Соосаждение кальция и магния при щелочном умягчении пресных вод // Химия и технология воды. – 1989. – Т.11, № 5. – С.421–424.
3. Шаблій Т.А., Макаренко И.Н., Голтвяницкая Е.В. Разработка эффективной технологии умягчения воды для промышленного водопотребления // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2010. - № 1. – С. 53–58.
4. Гомеля М.Д., Шаблій Т.О, Смола О.В. Вплив іонів кальцію, магнію і алюмінію на корозію сталі у воді // Екотехнології і ресурсозбереження. – 2000. - № 2. – С.18–21.

УДК 628.477: 510.22: 658.5

Єремєєв І. С., Марчук С.В. (Україна, Київ)

МЕНЕДЖМЕНТ У СФЕРІ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ

Постановка проблеми. Тверді побутові відходи (ТПВ) генеруються у всіх країнах з темпом, який випереджає темпи приросту населення. Це пов'язане із збільшенням використання різних пакувальних матеріалів, у першу чергу пластику, алюмінію, картону тощо. У зв'язку із цим проблема поводження з ТПВ набуває все більшої ваги. Це проблема охоплює три головні складові:

1. Запровадження безвідходних та маловідходних технологій.
2. Збирання й транспортування відходів від місць їхнього генерування до місць, де вони підлягають обробці.
3. Обробки, яка передбачає, залежно від типу ТПВ та різних об'єктивних умов, *сортування* як перший етап поводження (за винятком тих випадків, коли має місце попереднє сортування, як, наприклад, збирання склотари, макулатури, металолому тощо); *рециклінг*, тобто вторинне використання того чи іншого попереднє відсортованого компоненту відходу (наприклад, скла, металу, паперу тощо), *утилізацію*, тобто використання тих компонентів ТПВ, які не підлягають рециклінгу, але містять у собі багато органіки, для отримання компостів, біопалива, або для спалення чи газифікації з метою отримання тепла та/або електроенергії; *знешкодження*, тобто перетворення токсичних відходів на нетоксичні з подальшою утилізацією, *захоронення*, тобто ізоляція відходів від оточуючого середовища у разі неможливості їхнього подальшого використання, або їхньої токсичності.

Аналіз останніх досліджень. Вирішення завдань, релевантних проблемі поводження з ТПВ, ускладнюється тим, що інформація щодо поточного якісного складу (структури) ТПВ, кількісних характеристик та обсягів генерування не є чіткою, а характеризує лише певну належність до тих чи інших категорій. Тому й детерміновані методи не можуть бути ефективними. У свою чергу, методи статистики також зустрічаються з рядом труднощів, головними з яких є відсутність вичерпних достовірних даних (тобто представницьких вибірок) щодо розподілів випадкових величин. Тому досить привабливим є шлях використання методів теорії нечітких множин та теорії можливостей з заміною детермінованих функцій, що зв'язують між собою вхідні дані, змінні, зовнішні чинники та параметри з виходами, функціями належності (ФН) [1]. Сенс таких функцій полягає у наступному. Замість детермінованих цифрових даних, з якими у процесах поводження з ТПВ важко зустрітись (структура ТПВ та кількісні характеристики щодо кожного з компонентів відмінні у кожному пункті збирання і у кожній вантажівці, як і їхня загальна маса) в практиці нечітких множин користуються лінгвістичними змінними, які, наприклад, можуть мати такі значення: «відсутнє» (В), «мале» (М), «середнє значення» (С) і «багато» (Б). «Середнє значення», як правило, відповідає такому, яке спостерігається у більшості випадків протягом значного часу. Тоді функцію належності до тієї чи іншої лінгвістичної змінної можна представити у наступному вигляді:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a, d \leq x \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \end{cases},$$

де $a_i \leq b_i \leq c_i \leq d_i$ - відповідають експертним оцінкам меж, в яких перебувають відповідні (і-ті) лінгвістичні змінні В, М, С та Б. ФН при цьому може бути представлена у вигляді, як на рис. 1.

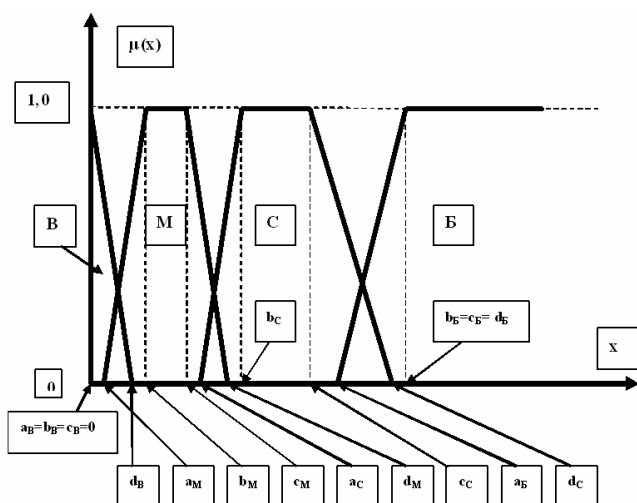


Рис. 1. Функція належності до лінгвістичних змінних В, М, С, Б

Формулювання цілей статті. Метою роботи є використання зазначеного вище підходу для оцінювання ефективності систем поводження з ТПВ та розробка евристик, які б сприяли оптимальному використанню устаткування, мінімізації втрат та небезпеки для оточуючого середовища.

Основна частина. Будь-яке керуюче правило з процедур поводження з ТПВ можна представити у формі «ЯКЩО» {умови}, «ТО» {наслідки} [2].

Наприклад, доцільність попереднього сортування можна сформулювати таким чином:

ЯКЩО {(ОСМ_М) ТА (ССМ_Б)}, **ТО** {НПС_В},
ЯКЩО {(ОСМ_С) ТА (ССМ_С)}, **ТО** {НПС_Б},
ЯКЩО {(ОСМ_Б) ТА (ССМ_Б)}, **ТО** {НПС_С},

де ОСМ – обсяг матеріалу, що має підлягати сортуванню, ССМ – собівартість сортування матеріалу, НПС – необхідність попереднього сортування, а В, М, С, Б – відповідні оцінки.

Такі ж евристики можна скласти для *рециклінгу*:

ЯКЩО {(ОРМ_М) ТА (СРМ_Б)}, **ТО** {НРМ_В},
ЯКЩО {(ОРМ_Б) ТА (СРМ_Б)}, **ТО** {НРМ_С},
ЯКЩО {(ОРМ_С) ТА (СРМ_С)}, **ТО** {НРМ_Б},

де ОРМ, СРМ та НРМ – відповідно обсяг, собівартість та необхідність рециклінгу матеріалів.

Евристики для *утилізації* мають наступний вигляд:

ЯКЩО {(ВОР_Б) ТА (ВЛО_Б) ТА (ПТП_В) ТА (ТОК_В)}, **ТО** {НКП_Б},
ЯКЩО {(ВОР_Б) ТА (ВЛО_В) ТА (ПТП_Б) ТА (ТОК_С)}, **ТО** {НСГ_Б},
ЯКЩО {(ВОР_С) ТА (ВЛО_С) ТА (ПТП_М) ТА (ТОК_В)}, **ТО** {НБП_Б},
ЯКЩО {(ВОР_М) ТА (ВЛО_С) ТА (ПТП_С) ТА (ТОК_Б)}, **ТО** {НГЗ_Б},

де, відповідно, ВОР, ВЛО, ПТП, ТОК, НКП, НСГ, НБП та НГЗ – вміст органіки, вміст вологи, потреба у теплопостачанні, токсичність, необхідність у компостуванні, необхідність у спалюванні чи газифікації, необхідність у біопаливі, необхідність у газифікації.

Евристики для *знешкодження та захоронення* мають, у свою чергу, такий вигляд:

ЯКЩО {(ТОК_Б) ТА (СЗН_Б) ТА (ПУТ_В)}, **ТО** {НЗХ_Б},
ЯКЩО {(ТОК_Б) ТА (СЗН_С) ТА (ПУТ_С)}, **ТО** {НЗХ_С},
ЯКЩО {(ТОК_С) ТА (СЗН_М) ТА (ПУТ_С)}, **ТО** {НЗН_С},
ЯКЩО {(ТОК_М) ТА (СЗН_М) ТА (ПУТ_М)}, **ТО** {НЗХ_С},

де, відповідно, СЗН, ПУТ, НЗХ, НЗН - собівартість знешкодження, подальша утилізація, необхідність захоронення, необхідність знешкодження.

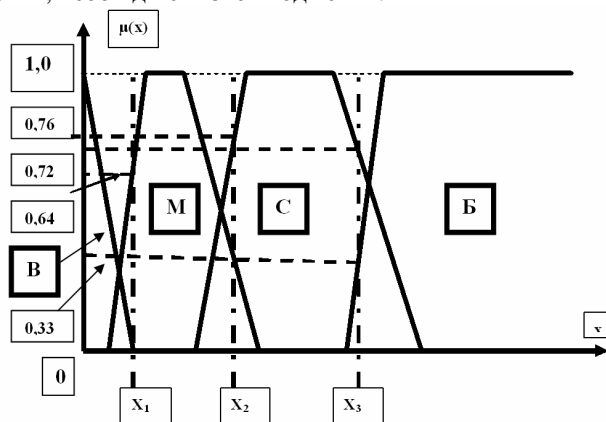


Рис. 2. Процедура визначення належності конкретного значення x до відповідних лінгвістичних змінних

Сама процедура використання евристик полягає у наступному (Рис. 2).

Якщо змінна X_i приймає три конкретні значення, то у разі $x = X_1$ – $\Phi_{NB} = 0$, а $\Phi_{NM} = 0,64$ і тому величина X_1 відноситься до лінгвістичної змінної **М**; у разі $x = X_2$ $\Phi_{NM} = 0,33$, а $\Phi_{NC} = 0,76$ і величина X_2 може бути віднесена до лінгвістичної змінної **С**; у разі $x = X_3$ $\Phi_{NC} = 0,33$, а $\Phi_{NB} = 0,72$ і величина X_3 може бути віднесена до лінгвістичної змінної **Б**.

Таким чином, головний наголос треба зробити на експертній оцінці функцій належності тих чи інших інгвістичних змінних (які по суті є аналогом функцій розподілу випадкових величин) шляхом

ретельного вивчення таких даних, як щоденні і усереднені (щомісячні, щорічні):

обсяги генерування ТПВ з прив'язкою до щільності населення, кількості та потужності підприємств, які генерують ТПВ, міграції населення тощо, та **компонентний склад ТПВ**;

собівартість сортування, рециклінгу, утилізації, знешкодження, захоронення ТПВ.

Цю оцінювання можна виконати, користуючись теоремою Байєса [3], яка дозволяє визначити імовірність того, що прийнята гіпотеза розподілу випадкових величин відповідає дійсності, якщо є лише непрямі підтвердження (*дані*), які не є вичерпними (непредставницькі вибірки) й можуть бути неточними, як це й має місце під час моніторингу генерування ТПВ. Отриману за формулою Байєса імовірність можна при цьому далі уточнювати, приймаючи до уваги дані нових спостережень $a_i \leq b_i \leq c_i \leq d_i$. Формула Байєса має наступний вигляд:

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)},$$

де $P(A)$ — апіорна імовірність гіпотези A (тобто гіпотези функції розподілу тієї чи іншої лінгвістичної змінної);

$P(A|B)$ — імовірність гіпотези A за умов здійснення події B (тобто визначення реального розподілу) - апостеріорна імовірність;

$P(B|A)$ — імовірність здійснення події B за умов істинності гіпотези A ;

$P(B)$ — імовірність здійснення події B .

Важливим наслідком теореми Байєса є формула повної імовірності події, яка залежить від декількох несумісних гіпотез:

$$P(B) = \sum_{i=1}^N P(A_i)P(B|A_i).$$

Тут імовірність здійснення події B , залежить від декількох гіпотез A_i , якщо відомі ступені достовірності цих гіпотез (наприклад, отримані експериментальні дані), причому за робочу гіпотезу варто прийняти $P(B_k)$, яка задовольняє умові

$$P(B_k) = \max \{P(A_1)P(B|A_1), P(A_2)P(B|A_2), \dots, P(A_N)P(B|A_N)\}.$$

Висновки. Використання наведеного підходу разом з визначенням достовірних меж, в яких можуть знаходитися відповідні оцінки тих чи інших параметрів, дозволяє забезпечити оптимальний менеджмент у сфері поводження з ТПВ.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Nikolaos V. Karadimos, Vassili Loumos, Alessandra Orsoni. Municipal Solid Waste Generation Modeling based on Fuzzy Logic. Proceedings 20th European Conference on Modelling and Simulation. 2006.
2. Єремєєв І.С. Проблеми прийняття рішень в умовах невизначеності під час моніторингу довкілля. «Системний аналіз та інформаційні технології». Матеріали X міжнародної науково-технічної конференції. 20-24 травня 2008 року, Київ.
3. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика, — М.: Высшее образование. 2005.

УДК 628.54

Żygadło Maria, Latosińska Jolanta, Gawdzik Jarosław (Poland, Kielce)

THE INTEGRATED METHOD OF LANDFILL LEACHATE PRETREATMENT

Introduction

In Poland every year about 14 mlns ton of municipal waste are generated. More then 90% is deposited on landfills. Leachate is generated as consequence of rainwater percolation through wastes, chemical-biological process in waste and the inherent water content of wastes themselves [Afshin Maleki, 2009; Rivas et al. 2004]. The characteristics of the landfill leachate can usually be represented by the basic parameters COD, BOD, the ratio BOD/COD, pH, suspended solids(SS), ammonium nitrogen, (N-NH₃), total Kjeldal nitrogen (TKN) and heavy metal [Renou, 2008]. The leachate composition from different landfills, show a wide variations. There are many factors affecting the quality of leachates: i.e. age, precipitation, seasonal weather variation, waste type and composition. Depending on rainfall conditions, the colour of leachate varies from black to brown. A brownish colour in the leachate is generated by dissolved organic materials such as humic substances [Kurniawan, 2006].

The discharge of landfill leachate can lead to serious environmental problems, since the leachate contains a large amount of organic matter (both biodegradable and non-biodegradable carbon), ammonia –nitrogen, heavy metals, chlorinated organic and inorganic salts [Tatsi, 2003; Uygur, 2004]. Although some of these pollutants can be degraded by microorganisms, only limited removal of bio-refractory organic pollutants can be achieved. Therefore, alternative technologies based on physical-chemical stages are required.

Thus, the treatment processes used for landfill leachates often involve a combination of appropriate techniques. They are designed as modular , multistage units, according to leachate characteristics. Well known processes drawn from wastewater technology have been applied for the treatment of landfill leachates, such as anaerobic and /or aerobic biological degradation, chemical oxidation, coagulation –precipitation, activated carbon adsorption, photo-oxidation and membrane processes [Tatsi, 2003; Trebouet, 2001; Wang, 2002;Calli, 2005].