

УДК 69:002;69.059

DOI: 10.15587/2313-8416.2018.142435

ОЦІНКА НЕДОСКОНАЛОСТЕЙ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ НА ОСНОВІ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

© І. А. Саченко

Дане дослідження висвітлює питання, що пов'язані з побудовою оцінки несвоєчасного виявлення пошкоджень діагностики технічного стану будівельних конструкцій. З використанням апарату нечітких множин побудовані математичні моделі і методи виявлення пошкоджень стану будівельних конструкцій споруд. Це все дає можливість створення та експериментального дослідження роботи системи при проведенні діагностики технічного стану конструкцій будівельних споруд

Ключові слова: математичні моделі, обстеження і оцінка, технічний стан, категорія, будівельні конструкції

1. Вступ

Основною умовою забезпечення безаварійної роботи споруд з будівельних конструкцій є загальна діагностика технічного стану і, зокрема, наявних дефектів та пошкоджень. В процесі натурного огляду визначають структурні параметри конструкції: фактичні розміри елементів, з'єднань і зварних швів, взаємне розташування елементів, їх відхилення від проектного положення, вигнутості та викривлення конструктивних елементів, наявність тріщин, ступінь корозійного зносу матеріалу конструкції, стан болтових і заклепкових з'єднань.

При загальному огляді уточнюється конструктивна схема елементів, загальний стан конструкцій, характер пошкоджень та зони з найбільшою кількістю пошкоджень. Перевіряється відповідність конструкцій, їх окремих елементів і вузлів проекту (при наявності останнього).

При обстеженні також перевіряється відповідність матеріалів конструкцій вимогам проектно-документації та діючих нормативних документів. Для визначення реальних властивостей застосованих матеріалів експериментально досліджують фізико-механічні характеристики (міцність сталі на розтяг, стиск, зсув, зминання, ударну в'язкість).

Отже, основою для оцінки технічного стану є результати первинної експертної інформації (ПЕІ) щодо якості елементів конструкції, які задаються у вигляді числових значень дійсних величин геометричних параметрів і розрахунково-механічних характеристик матеріалу.

Виявлені в процесі обстеження недоліки мають різний ступінь впливу на несучу здатність конструктивних елементів. При цьому, враховуючи нелінійну залежність між величиною відхилень та параметрами несучої здатності, постає необхідність у їх відповідному математичному представленні.

На основі даних ПЕІ та чисельного і конструктивного аналізу об'єкта формується множина параметрів, які визначають відповідно до вимог граничних станів, працездатність конструкції і споруди в цілому. Згідно ДСТУ, визначальний параметр – це фізичний параметр (показник якості), що характеризує стан об'єкта, і досягнення яким деякого граничного значення спричиняє відмову (позаграничний стан). Визначальні параметри можуть бути представ-

лені рядом характеристик, які залежать від виду НДС і зовнішніх впливів.

Для можливості проведення математичних операцій з об'єднання результатів їх впливу на несучу здатність елементів конструкції, вони повинні бути представлені у відносній (безрозмірній) формі з визначенням ступеня їх належності проектному чи (для розрахунково-механічних властивостей матеріалів) нормативному значенню. Цей факт зумовлює застосування основних положень теорії нечітких множин, яка дозволяє при відсутності виборки статистичних даних оцінити ступінь належності якого-небудь визначального параметра його проектному (чи нормативному) значенню і оцінити ступінь впливу зміни цього параметра на якість елемента [1].

2. Аналіз літературних даних

Проведено вивчення наукових джерел за проблематикою дослідження теоретичних засад, щодо побудови інформаційних технологій діагностики складних технічних систем та аналітичного забезпечення їх функціонування [2, 3], отриманих відомими вітчизняними науковцями. Дані теоретичні дослідження змістовно та глибоко розкривають локальні проблеми та можливі варіанти вирішення задач [4, 5], а саме аналіз та прийняття рішень, щодо недосконалостей будівельних конструкцій.

Забезпечення довготривалої та надійної експлуатації будівельних конструкцій споруд за рахунок своєчасного прогнозування та використання моделей та методів системи діагностики їх технічного стану є актуальною теоретичною та техніко-економічною проблемою, що потребує застосування ефективних рішень на всіх етапах життєвого циклу будівель та регламентуються положенням «Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд» [6].

3. Мета та задачі дослідження

Мета дослідження – побудова математичних моделей оцінки для задачі діагностики технічного стану конструкцій будівельних споруд з використанням апарату нечітких множин.

Для досягнення поставленої мети були вирішені наступні задачі:

1. Побудувати математичні моделі і методи моніторингу певного технічного стану конструкцій будівельних споруд, які узагальнюють процеси розпізнавання дефектів конструкцій побудованих з різних матеріалів та дефектів різноманітної природи.

2. Проаналізувати подальший розвиток аналітичних засобів оцінки прогнозування прийнятих рішень щодо процесу спостереження та своєчасного прийняття необхідних рішень щодо безпечної та надійної експлуатації будівельних конструкцій.

4. Методика оцінки недосконалостей будівельних конструкцій на основі нечітких множин

Для обґрунтування математичної моделі використовуються наступні основні положення теорії нечітких множин [7]:

1) елементи, що складають нечітку множину, для якої задовольняється якась сукупність вимог і обмежень, і які мають загальну властивість, можуть володіти цією властивістю з різним ступенем. Тобто кожен елемент характеризується функцією належності $\mu_A: U \rightarrow [0; 1]$, яка ставить у відповідність кожному елементу U число $\mu_A(U)$ з інтервалу $[0; 1]$, яке характеризує ступінь належності елемента U нечіткій множині A . Тоді носієм нечіткої множини A буде множина таких точок в U , для яких величина $\mu_A(U)$ додатня;

2) функція належності елемента нечіткій множині може бути довільною, на відміну від основної ознаки елементів чіткої множини, належність якій описується строго визначеною функцією;

3) оскільки функція належності елемента нечіткої множини визначається безрозмірними відносними значеннями, це дає можливість здійснювати математичні операції з об'єднання функцій належності різних елементів множини в область, де задовольняється сукупність накладених вимог та обмежень

Будівельні конструкції споруд, що знаходяться в експлуатації, як правило, мають різні дефекти і пошкодження, котрі мають саме нечітку характеристику ступеня свого впливу на зменшення несучої спроможності, зумовлену відсутністю статистичної виборки. Крім того, при аналізі застосовуються суб'єктивні уявлення експертів. Введення відповідних математичних оцінок, заснованих на застосуванні теорії нечітких множин, компенсує нестачу об'єктивної інформації та підвищує рівень достовірності описання системи. Далі, розбиття нечіткої за своїм характером інформації на певну кількість інтервалів на відріжку $[0; 1]$ значно спрощує роботу експертів по віднесенню рівня пошкоджуваності до одного з таких інтервалів замість жорсткого висновку на зразок «дієздатна» - «недієздатна».

Несуча спроможність елементів конструкції визначається певною множиною параметрів (геометричних, жорсткісних, міцнісних, механічних). Вважаємо, що всі параметри, які змінюють своє значення під впливом конструктивних недоліків, належать до нечіткої множини змінних величин, які мають лише одну спільну властивість – характеристику несучої здатності конструктивного елемента.

Формування функції належностей визначальних параметрів вимагає відповідного математичного

представлення експертної інформації. Формалізація ПЕІ полягає у переведенні даних дослідження у відповідну безрозмірну множину ступенів належності дійсних значень параметрів, що визначають відповідність несучої здатності елементів конструкції проектному чи нормативному значенню, прийнятому за одиницю.

При такому переведенні у визначальні параметри (геометричні, жорсткісні, механічні) ПЕІ повинна в обов'язковому порядку пройти процедуру ранжування відповідно до ступеня впливу обстежених параметрів на несучу здатність елементів конструкції.

Параметри, які визначають несучу здатність, є випадковими величинами, закономірності змін яких цілком описуються диференціальною функцією нормального розподілу. Дослідженнями з теорії нечітких множин установлено, що для значень нечітких функцій, що є близькими до якогось постійного параметра (наприклад, нормативного або проектного значення), функція належності є близькою до Гауссової кривої, яка описує нормальний розподіл неперервної випадкової величини [8].

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

де x – неперервна випадкова величина;

a – математичне очікування випадкової неперервної величини x ;

σ – середнє квадратичне відхилення (стандарт) величини x .

Залежність (1) дозволяє за відсутності строгих статистичних даних визначити ступінь належності кожного досліджуваного визначального параметра до області його допустимих значень. Для того, щоб перейти до безрозмірного відносного значення диференціальної функції, визначимо її максимальне значення. Якщо $x=a$, $e^0=1$, то

$$F(x)_{max} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}, \quad (2)$$

Якщо область допустимих значень описується інтервалом $[0; 1]$, то ступінь належності параметра визначається відношенням:

$$f(x) = \frac{F(x)}{F(x)_{max}} = e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}, \quad (3)$$

Мірою зниження несучої здатності конструктивного елемента є відносне значення відхилення того чи іншого визначального параметра від проектного або нормативного значення. Тоді ступінь належності кожного визначального параметра області допустимих значень матиме вигляд:

$$f(u) = e^{-\frac{(u_0-u_n)^2}{2(u_{np})^2}}, \quad (4)$$

де u_0 – дійсне значення визначального параметра на момент оцінки ризику;

u_n – значення визначального параметра, що встановлюється відповідно до вимог нормативних (проектних документів);

u_{np} – граничне значення визначального параметра, перевищення якого призводить до відмови.

У виразі (4) значення u , як і математичне очікування, являє собою центр розподілу випадкових значень визначального параметра при виникненні конструктивних недосконалостей; значення u_{np} прийнято за середньоквадратичне відхилення.

Тоді аналіз конструктивного ризику для кожного елемента зводиться до порівняння проектного, дійсного і граничного значення визначальних параметрів.

Конструкція або її елементи стають непридатними до експлуатації, коли вони проходять через певний граничний стан, тобто такий стан, за межами якого не дотримується хоча б один з критеріїв, які визначають їх несучу здатність або придатність до експлуатації.

Для формування граничних значень визначальних параметрів використовують методи, спрямовані на виявлення запасів несучої здатності, закладених при проектуванні. При строгому підході можна скористатися відомим у будівельній механіці методом розрахунку граничної рівноваги. Тоді задача формується таким чином: знайти значення визначальних параметрів, при яких навантаження, що діє на будівельну конструкцію, стає граничним, що відповідає досягненню аварійного стану (перехід несучої конструкції у механізм). Однак практично таке завдання є дуже трудомістким. Враховуючи, що відповідно до перерахунок конструкцій виконується по розрахунковим опорам по межі текучості матеріалу (для функціональних граничних станів R_y) і по розрахунковим опорам по тимчасовому опору (для абсолютних граничних станів R_u), а також враховуючи можливість роботи елементів з конструктивними недоліками в зоні за межею текучості матеріалу, при побудові математичної моделі ПЕІ пропонується граничне значення параметра для елементів, що працюють на розтяг, визначати як :

$$u_{np} = N / R_{um} , \quad (5)$$

і для елементів, що працюють на стиск:

$$u_{np} = N / (j_y * R_{ym}) , \quad (6)$$

де R_{yn} і R_{um} – відповідно розрахункові опори межі текучості і за тимчасовим опором матеріалів конструкції, відповідно;

j_y – коефіцієнт граничного згину;

u_{np} – граничне значення визначального параметра елемента конструкції.

Такий підхід дає можливість визначити гранично допустиме значення геометричних характеристик елементів з конструктивними недоліками або перевірити, наскільки наявні дефекти наближаються до

значень, при яких в елементах виникає напруга, близька до R_{um} .

Очевидно, що не всі конструктивні недоліки є однаково небезпечними і вимагають негайного усунення відразу після виявлення. Отже, необхідно провести їх ранжування відповідно до ступеня впливу на несучу здатність елементів. Небезпека дефекту визначається ступенем відхилення дійсного значення визначального параметра від його граничного значення. Ранжування виконується введенням параметра « r », значення якого визначається на основі поняття точки переходу в теорії нечітких множин.

Точкою переходу нечіткої множини A згідно називається такий елемент U , ступінь належності якого множині A дорівнює $0,5$. Оскільки верхня межа нечіткої множини строго визначена проектним значенням (u_n), ступінь належності якого дорівнює 1 , а нижня межа може задаватися по гранично допустимому значенню несучої здатності конструктивного елемента (u_{np}), то параметр r визначається розрахунковим шляхом з умови $f=0,5$;

$$f = e^{-\frac{(u_0 - u_n)^2}{2(r u_{np})^2}} = 0,5 , \quad (7)$$

Величина $0 \leq r \leq 1$ дозволяє ранжувати дефекти і пошкодження за впливом на несучу здатність. Конструктивний елемент втрачає працездатність при $r \leq 0,5$. При цьому вважається, що дефект повністю виводить з ладу конструктивний елемент. Аналіз величини « r » показує, що вона залежить від відносного запасу несучої здатності. Чим більший запас (значення u_0 віддалено від u_{np}), тим менший вплив дефекта на якість елемента.

Тоді математична модель формалізації ПЕІ матиме вигляд [9]:

$$f = e^{-\frac{(u_0 - u_n)^2}{2(r u_{np})^2}} , \quad (8)$$

де r визначається за формулою:

$$r = \sqrt{\frac{(u_{np} - u_n)^2}{1.38(u_{np})^2}} , \quad (9)$$

Підставивши вираз (9) в (4), одержимо:

$$f(u) = e^{-\frac{0.6931(u_0 - u_n)^2}{(u_{np} - u_n)^2}} , \quad (10)$$

5. Результати оцінки недосконалостей будівельних конструкцій на основі нечітких множин

Одержана математична модель дозволяє врахувати ступінь віддалення дійсного значення параметра, що визначає несучу здатність конструктивного елемента, від його проектного значення при оцінці ризику аварії.

При оцінці технічного стану елементів будівельних конструкцій певні труднощі викликає оцінка

одночасного впливу ряду недоліків на напружено-деформований стан конструкцій. Через значну різноманітність типів конструкцій, величини і виду прикладеного навантаження, розташування і виду недоліків немає можливості зібрати необхідний статистичний матеріал для дослідження зміни зусиль в елементах конструкції. Очевидно, що додаткові навантаження в елементах, які виникають у результаті накопичення дефектів, не можна врахувати за принципом суперпозиції.

Разом з тим, при оцінці впливу наявних конструктивних недоліків на зниження несучої здатності без статистичної вибірки з позиції теорії нечітких множин, завдання полягає у визначенні приналежності параметрів, які визначають несучу здатність конструктивного елемента, такій множині, де задовольняється вся сукупність вимог і обмежень відповідно до проектних і нормативних документів.

Ступінь належності визначальних параметрів бездефектного елемента множині, де задовольняються всі вимоги нормативних документів, визначається операцією об'єднання відповідних нечітких множин, що характеризують ступінь належності кожного елемента (правило згортання).

В теорії вірогідностей згортанням двох функцій $f(t)$ і $g(t)$ називається інтеграл вигляду:

$$\int_0^t f(t-\tau)g(\tau)d\tau, \tag{11}$$

де t —малий приріст аргумента. Перетворення Лапласа для згортання має вигляд:

$$\begin{aligned} \int_0^\infty e^{-zt} dt \int_0^t f(t-\tau)g(\tau)d\tau &= \\ = \int_0^\infty g(\tau) e^{-z\tau} d\tau \int_\tau^\infty f(t-\tau) e^{-z(t-\tau)} dt &= \\ = \int_0^\infty \tilde{f}(z)g(\tau) e^{-z\tau} d\tau = \tilde{f}\tilde{g}, \end{aligned} \tag{12}$$

Отже, якщо дві функції згортаються, то їх перетворення Лапласа перемножуються. Аналогічне правило прийнятне для скільки завгодно великого числа функцій. Крім того, операції над нечіткими множинами не вимагають будь-яких обмежень на сукупність елементарних подій (повнота, незалежність і т.д.), які накладаються в теорії вірогідностей.

Об'єднання нечітких множин « A » і « B » в « X » визначають через алгебраїчну суму їх функцій приналежності:

$$f_{A \cup B}(x) = \left\{ \begin{matrix} 1 \\ f_A(x) + f_B(x) \end{matrix} \right\} \text{ якщо } x \in X., \tag{13}$$

Перетин нечітких множин « A » і « B » визначають як алгебраїчний добуток їх функцій приналежності:

$$f_{A \cap B}(x) = f_A(x) \cdot f_B(x) \text{ якщо } x \in X., \tag{14}$$

Для обліку впливу кількох недоліків на несучу здатність конструктивного елемента використовується операція перетину нечітких множин:

$$f_{A \cap B \cap C \dots} = f_A(x) \cdot f_B(x) \cdot f_C(x) \dots = \prod_{i=1}^n f_k(x), \tag{15}$$

На рис. 1 представлена графічна інтерпретація операції перетину нечітких множин.

При складанні головного правила згортання варто виділити дві групи параметрів, що визначають несучу здатність конструктивних елементів: параметри, які характеризують розрахункові властивості матеріалу (з індексом « m ») і параметри, які визначають геометрію елемента (з індексом « s »). Правило згортання повинно враховувати різний ступінь впливу параметрів груп « m » і « s » на формування аварійного стану елемента.

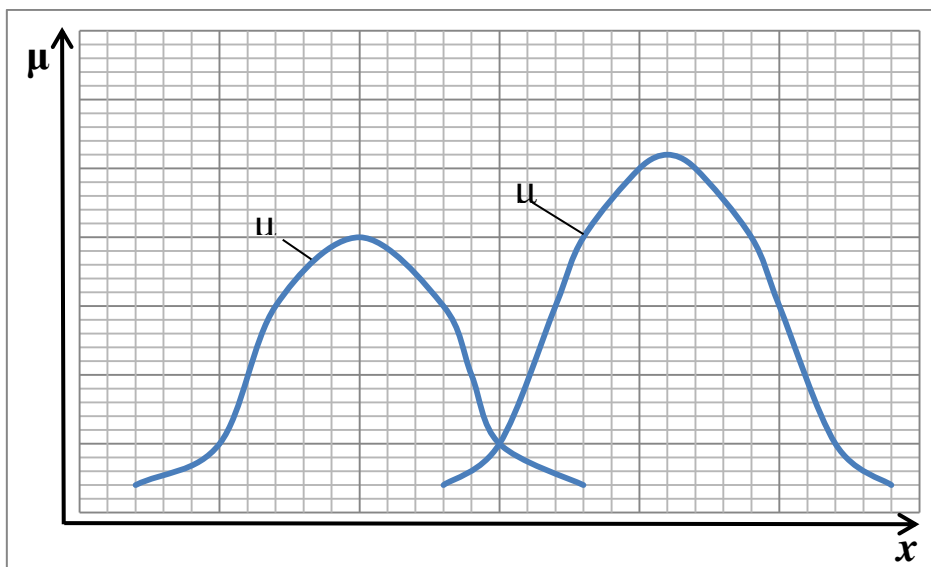


Рис. 1. Графічна інтерпретація операції перетину нечітких множин

Таким чином, для оцінки конструктивного ризику окремого елемента за повної незалежності появи « n » недоліків використовуємо залежність [10]:

$$f_{\vartheta} = Pf_i = Pf_{is} Pf_{im}, \quad (16)$$

$$k = \frac{1}{f_{\vartheta}} = \frac{1}{Pf_i} = \frac{1}{Pf_{is} Pf_{im}}, \quad (17)$$

де f_{ϑ} – значення сумарної функції належності визначальних параметрів конструктивного елемента; k – коефіцієнт, що характеризує загальне зниження проектної несучої здатності елемента від наявних конструктивних недоліків.

Враховуючи ту обставину, що первинна експертна інформація (ПЕІ) є певною мірою суб'єктивною, то відповідно до положень нечіткої логіки, серед кількох наявних експертних даних по кожному виду недоліків використовують мінімальне значення f_i .

$$f(u)_m = \min[f(u)_m], \quad (18)$$

$$f(u)_s = \min[f(u)_s], \quad (19)$$

Головне правило згортання для конструктивного елемента, отримане на основі теореми повної вірогідності подій, враховує різний ступінь впливу визначальних параметрів « m » і « s » на формування аварійного стану елемента:

$$f_{\vartheta} = A[1 - (f_i)_m] \cdot [1 - (f_i)_s] + B[1 - (f_i)_m] f_s + C[1 - (f_i)_s] f_m + f_s \cdot f_m, \quad (20)$$

де A, B, C – коефіцієнти; $(f_i)_m$ і $(f_i)_s$ – значення функцій приналежності області допустимих значень розрахункових властивостей матеріалу і геометричних параметрів.

Враховуючи те, що значення f_i буде максимальним при $A=B=C=0$ (оскільки $A, B, C < 1$) і що різ-

ниця значень f_i $A=B=C=0$ і $A=B=C=1$ становить 6–7%, можна зробити висновок про те, що першими трьома доданками можна знехтувати. Тоді вираз матиме вигляд:

$$f_{\vartheta} = f_s f_m, \quad (21)$$

$$k_{\vartheta} = k_s k_m, \quad (22)$$

6. Висновки

1. Проведено дослідження процесу накопичення недоліків у конструкціях на всіх етапах життєвого циклу з використанням статистичного і діагностичного методів на базі чого побудовано математичні моделі і методи моніторингу певного технічного стану конструкцій будівельних споруд, які узагальнюють процеси розпізнавання дефектів конструкцій побудованих з різних матеріалів та дефектів різноманітної природи. В якості статистичних методів вивчення процесу накопичення недоліків застосовано моделі кумулятивного накопичення пошкоджень і теорії нечітких множин, що дозволило в узагальненій формі оцінити вплив недоліків на поведінку і показники надійності експлуатованого об'єкта.

2. При застосуванні кумулятивної моделі накопичення недоліків, процес розглянуто на основі скінченного стаціонарного ланцюга Маркова, при якому майбутнє значення процесу залежить лише від відомого минулого значення і не залежить від усіх попередніх значень. При цьому було застосовано апарат умовної вірогідності. Як результат – можливість проведення аналізу подальшого розвитку аналітичних засобів оцінки прогнозування прийнятих рішень щодо процесу спостереження та своєчасного прийняття необхідних рішень щодо безпечної та надійної експлуатації будівельних конструкцій, а отримані рівняння є основою для обчислення вірогідностей переходу з одного стану процесу накопичення недоліків в інший, отже є математичною моделлю кумулятивного накопичення недоліків в експлуатованих металевих конструкціях.

Література

- ГОСТ 10180-78 Бетон. Методы определения прочности на сжатие и растяжение. Госстрой СССР. Москва: Издательство стандартов, 1979. 24 с.
- Михайленко В. М., Терентьев О. О., Єременко Б. М. Інформаційна технологія оцінки технічного стану елементів будівельних конструкцій із застосуванням нечітких моделей: сб. науч. тр. // Строительство, материаловедение, машиностроение. 2013. № 70. С. 133–141.
- Михайленко В. М., Терентьев О. О., Єременко Б. М. Обработка экспериментальных результатов работы экспертной системы для задачи диагностики технического стану будівель: сб. науч. тр. // Строительство, материаловедение, машиностроение. 2014. № 78. С. 190–195.
- Терентьев О. О., Шабала С. С., Малина Б. С. Основи організації нечіткого виведення для задачі діагностики технічного стану будівель та споруд: зб. наук. пр. // Управление развитием сложных систем. 2015. № 22. С. 138–143.
- Terentyev O., Tsutsiura M. The Method of Direct Grading and the Generalized Method of Assessment of Buildings Technical Condition // International Journal of Science and Research. 2015. Vol. 4, Issue 7. P. 827–829.
- Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд. Київ, 2003. 144 с.
- ГОСТ 18105-86 (СТСЭВ 2046-79) Бетоны. Правила контроля прочности. Госстрой СССР. Москва: Издательство стандартов, 1987. 18 с.

8. ГОСТ 8829-84 (ДСТУ Б.В.2.6-7-95) Изделия строительные бетонные и железобетонные сборные. Методы испытания нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости. Госстрой СССР. Москва: Издательство стандартов, 1982. 20 с.

9. ИИ-04-7, выпуск 1. Сборные элементы зданий каркасно-конструкционных. Лестницы. Железобетонные лестницы для зданий с высотой этажей 3,3, 4,2 метра. Центральный институт типовых проектов. Москва, 1966. 20 с.

10. Каталог приборов неразрушающего контроля качества железобетона. НИИСК Госстроя СССР. Киев, 1986. 24 с.

Рекомендовано до публікації д-р техн. наук, професор Михайленко В. М.

Дата надходження рукопису 10.07.2018

Саченко Ілля Анатолійович, начальник відділу, Відділ замовника, Товариство з обмеженою відповідальністю «Альтіс-Констракшн», вул. Качалова, 5-В, м. Київ, Україна, 03146

E-mail: sachenko@altis.ua

УДК 504.3.504:51-74

DOI: 10.15587/2313-8416.2018.143412

MATHEMATICAL MODELING OF BIOGAS LIFTING FROM THE MUNICIPAL SOLID WASTE POLYGON

© N. Rashkevich, I. Goncharenko, L. Anishenko, L. Pisnia, S. Petruhin, E. Serikova

Розроблено математичну модель, яка описує динаміку конвекційного підйому нагрітих газотворень (біогазу) в атмосферному повітрі. Встановлені висотні та часові залежності швидкості переміщення, характерного розміру, надлишкової відносної температури, плавучості цих газотворень. Виконані числові оцінки зміни основних параметрів газотворень для характерних ситуацій на полігоні твердих побутових відходів

Ключові слова: біогаз, математична модель, полігон твердих побутових відходів, нагріті газотворення

1. Introduction

Municipal solid waste (MSW) polygons are located in the settlements vicinity. Decomposition products of municipal solid waste are danger not only for the environment, but also to public health [1, 2].

There is a chemical pollution of atmospheric air over the territory of municipal solid waste polygons due to biogas formation. The biogas composition includes flammable, toxic substances, which create a threat of fires and explosions [3]. Biogas raises upward, carries by the wind for a sufficiently long distance, including to the populated areas direction. This can lead to massive people poisoning [3].

Reported data of the fires occurrence and other emergencies in the waste disposal places [4, 5] indicates the imperfection of modern measures to prevent and minimize the impact of technogenic and ecological hazards sources on the environment and public health.

2. Literature review

The calculating biogas emissions models are mainly based on the Mono equation solution, first order decay, such as TNO, LandGEM, Gassim, Afvalzorg, EPER, IPCC, LFGREEN. These models take into account the carbon content, moisture, age of the waste, their ability to decompose and meteorological conditions. Meteorological conditions significantly affect to the composition and flux of landfill gas regeneration. Depending on the initial data, the techniques of Tabasaran-

Rettenberger, Weber B., LandGEM, and AM Shaimova [6, 7] are of practical interest.

Estimating models for the biogas components distribution in atmospheric air are in most cases constructed using the Gaussian distribution function [8], the OND-86 technique [9] and the turbulent diffusion equation.

The temperature treatment in the polygon body based on numerical simulation [10] shows a temperature in the range of 20–50 °C. This confirms the biogas ability to buoyancy, when its temperature is warmer than atmospheric air.

The estimation of the maximum height and speed of the heated gas formations (biogas) rise, their size, buoyancy, excessive temperature as a function of altitude and rise time, especially in emergency situations, is necessary to ensure the environmental safety of municipal solid waste polygons.

3. Aim and objectives

The aim has been to treat the biogas spreading in convective rising to the atmosphere from the municipal solid waste polygon.

For achieving the set aim the following tasks have been put forward:

– to specify the main biogas parameters, such as height and time dependence of the center movement speed, proper size (radius), excess relative temperature, and buoyancy of heated gas formations (biogas);