

Совокупність приведених факторів дозволяє рекомендувати пропозиційні фрези і режущі пластини к ним к широкому внедрению.

Литература

1. Рубинцев С.А. Основы учения о резании металлов и режущий инструмент/ Рубинцев С.А., Левант Г.В и др. – М.: Машиностроение, 1968. – 258 с.
2. Родин П. Р. Металлорежущие инструменты / Родин П. Р. – М.: Высшая школа, 1986. – 482 с.
3. Ординарцев И.А. Справочник инструментальщика / Ординарцев И.А., Филиппов Г.В., А.Н. Шевченко и др. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. – 846 с.
4. Каталог продукции концерна Sandvik Coromant 2006 года.
5. Баранчиков В.И. Справочник конструктора-инструментальщика / Баранчиков В.И., Боровский Г.В. и др. – М.: Машиностроение. 2006. – 524 с.
6. Патент України на винахід № 91670, МПК В23 С 5/02. Збірна дискова фреза та ріжучі пластини до неї (варіанти). Заявка № 200603692 від 04.04.06. Авт. винах. Настасенко В.О., Яремчук М.Л // Бюлетень Патенти України, 2010, № 16 від 25.08.2010.

Надійшла 23.11.2010 р.

УДК 691

Ю.С. БІКС

Вінницький національний технічний університет

ПОБУДОВА ФУНКЦІЇ НАЛЕЖНОСТІ НЕЧІТКИХ ОЦІНОК ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛІ НА ПРОГНОЗОВАНУ МІЦНІСТЬ БЕТОНУ

Розглянуто методику побудови функцій належності для прогнозування міцності бетону з врахуванням кількісних та якісних факторів впливу на прикладі лінгвістичної змінної "вплив тиску". Отримані кількісні оцінки ступеня впливу тиску та інших кількісних та якісних факторів на міцність бетону на основі теорії нечіткої логіки.

Building Method of belonging functions for predictable concrete strength by taking into account quantitative and qualitative influence factors on instance of linguistic variable "pressure influence" has been considered. Quantitative value of pressure influence index and other quantitative and qualitative factors for concrete strength based on fuzzy logic has been obtained.

Ключові слова: бетон, моделювання, ієрархічні рівняння, нечітка логіка, експертні оцінки.

Вступ. Зростання цін на енергоносії потребує від будівельної індустрії при виготовленні бетонів впровадження енерго- та ресурсозберігаючих технологій. На стадії проектування енергоощадних складу та технології виготовлення бетону та бетонних виробів прогнозована міцність може бути забезпечена використанням науково обґрунтованих методик, що базуються на результатах математичного моделювання [1–3].

Оскільки на прогнозовану міцність бетону та бетонних виробів впливають фактори, які характеризуються кількісними та якісними параметрами, то для оцінювання технологічних та фізико-механічних факторів впливу запропоновано математичну модель у вигляді ієрархічної системи нечітких логічних рівнянь [4, 7]. Для створення експертно-моделюючої системи прогнозування міцності бетону з використанням нечітких логічних рівнянь необхідно встановити аналітичні моделі функцій належності експертних нечітких баз знань прогнозованого впливу кількісних та якісних факторів, що характеризують склад та технологію виготовлення бетону [1].

Аналітичне обґрунтування та постановка задачі

При моделюванні прогнозованої міцності бетону в якості джерела інформації використовують експертні оцінки, які мають якісний та кількісний характер, що є доступним для технологів на етапі проектування складу бетону з певною міцністю. Метод, що використовується для побудови функцій належності, передбачає фазифікацію нечітких оцінок факторів впливу. Етап фазифікації включає вибір нечітких термів для лінгвістичної оцінки факторів впливу, що задані на відповідних універсальних множинах. Нечітка множина, за допомогою якої формалізується терм \tilde{F} , є сукупність параметрів [5]:

$$\tilde{F} = \frac{MF(u_1)}{u_1} + \frac{MF(u_2)}{u_2} + \dots + \frac{MF(u_n)}{u_n}, \quad (1)$$

де $(u_1, u_2, \dots, u_n) = U$ – універсальна множина, на якій задається нечітка множина $\tilde{F} \in U$;

$MF(u_i)$ – ступінь належності елемента $u_i \in U$ до нечіткої множини \tilde{F} .

Невідому функцію належності складає сукупність значень $MF(u_i)$ для всіх $i = \overline{1, n}$, яку необхідно визначити. Метод розв'язання цієї задачі базується на ідеї розподілу ступеней належності універсальної

множини відповідно до їх рангів. Під рангами елемента $u_i \in U$ розуміється число $r_{F(u_i)}$, яке характеризується значимістю цього елемента у формуванні властивості, що описується нечіткими термами \bar{F} . При цьому виконується припущення, що чим вищий ранг елемента, тим вищий ступінь його належності.

Правило розподілу ступенів належності при умові нормування ($\mu_1 + \mu_2 + \dots + \mu_n = 1$) задається у вигляді співвідношення [5]:

$$\frac{\mu_1}{r_1} = \frac{\mu_2}{r_2} = \dots = \frac{\mu_n}{r_n} \quad (2)$$

де $r_i = r_F(u_i)$;
 $\mu_i = \mu_F(u_i)$;
 $i = \overline{1, n}$.

Ступені належності $\mu_F(u_i)$ елементів $u_i \in U$ до нечіткого терму \bar{F} , якими характеризують технологічні та фізико-механічні параметри бетону, обчислюється за формулами моделювання прогнозованої міцності бетону [7] з використанням функцій належності нечітких оцінок впливу:

$$\begin{cases} \mu_1 = \left(1 + \frac{r_2}{r_1} + \frac{r_3}{r_1} + \dots + \frac{r_n}{r_1}\right)^{-1}; \\ \mu_2 = \left(\frac{r_1}{r_2} + 1 + \frac{r_3}{r_2} + \dots + \frac{r_n}{r_2}\right)^{-1}; \\ \dots \\ \mu_n = \left(\frac{r_1}{r_n} + \frac{r_2}{r_n} + \frac{r_3}{r_n} + \dots + 1\right)^{-1}. \end{cases} \quad (3)$$

Ступені належності $\mu_F(u_i)$ елементів $u_i \in U$ до нечіткого терму знаходять за формулами (3) за відносними оцінками рангів $r_i/r_j = a_{ij}$, $i, j = \overline{1, n}$, що створюють матрицю:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & \frac{r_2}{r_1} & \frac{r_3}{r_1} & \dots & \frac{r_n}{r_1} \\ \frac{r_1}{r_2} & 1 & \frac{r_3}{r_2} & \dots & \frac{r_n}{r_2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{r_1}{r_n} & \frac{r_2}{r_n} & \frac{r_3}{r_n} & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (4)$$

За відомими елементами рядка матриці (4) обчислюють елементи всіх інших рядків. Довільний елемент a_{ij} при відомих елементах a_{kj} , $k, i = \overline{1, n}$ певного r -го рядка, обчислюється як $a_{ij} = a_{kj} / a_{ki}$, $i, j, k = \overline{1, n}$. Для експертної оцінки елементів матриці (4) користуються 9-тибальною шкалою Сааті [6].

Результати досліджень. При моделюванні прогнозованої міцності бетону побудова функції належності детально розглядається на прикладі фактора X_{11} – “вплив тиску”, відповідно до ієрархічної системи нечітких логічних рівнянь. Для фактора X_{11} – “вплив тиску” універсальною множиною є $U(X_{11}) = [0, 1-15 \text{ Мпа}]$. Для лінгвістичної оцінки фактора X_{11} використовується терм – множина:

$$T(X_{11}) = \langle \text{низька, середня, висока} \rangle [1, 7].$$

Матриця яка характеризує парні порівняння різних величин тиску з точки зору їх близькості до терму “високий” може бути подана у вигляді:

	u1	u2	u3
u1	1	5	7
u2	1/5	1	7/5
u3	1/7	5/7	1

(5)

$$A^{\text{“високий”}}(X_{11}) =$$

Використовуючи формулу (4) до матриці $A^{\text{“низький”}}(X_{11})$, знаходимо окремі належності u_1, u_2, u_3 до терму “високий”:

$$\mu_{\text{висока}}(u_1) = \frac{1}{1 + 5 + 7} = 0.077;$$

$$\mu_{\text{висока}}(u_2) = \frac{1}{1/5 + 1 + 7/5} = 0.385;$$

$$\mu_{\text{висока}}(u_3) = \frac{1}{1/7 + 5/7 + 1} = 0.538.$$

Відповідно до методики знаходження ступенів належності до терму “низький” знайдено ступені належності до термів “середній”, “високий”. Отримані матриці та ступені належності наведено у табл.1.

Обчислені функції належності для різних термів лінгвістичної змінної “вплив тиску” про- нормовані на одиницю шляхом ділення їх на максимальний ступінь належності. В результаті нормування лінгвістична змінна “вплив тиску” надана у вигляді таких нечітких множин:

- вплив тиску “високий”
- вплив тиску “середній”
- вплив тиску “низький”.

Отримані нечіткі множини свідчать про те, що на прийняття рішення щодо вибору надлишкового тиску для бетонної суміші за оптимальними технологічними та фізико-механічними факторами впливу (ТФМФВ) тиск впливає відповідно за наступним рейтингом [3]: тиск у 10–15 МПа на першому місці за впливом, тиск в 5–10 МПа на другому місці за впливом, тиск в 0,1–5 на третьому місці за впливом. Графічне зображення функції належності для лінгвістичної змінної “вплив тиску” наведено на рис.1.

Таблиця 1

Матриці парних порівнянь та ступенів належності

Терми для оцінки	Матриця парних порівнянь			Ступені належності
Середній	1	3/7	1	$\mu(u_1) = 0.412;$ $\mu(u_2) = 0.176;$ $\mu(u_3) = 0.412;$
	7/3	1	7/3	
	1	3/7	1	
Низький	1	5/7	1/7	$\mu(u_1) = 0.538;$ $\mu(u_2) = 0.385;$ $\mu(u_3) = 0.077;$
	7/5	1	1/5	
	7	5	1	

На прикладі побудови функції належності нечіткої оцінки впливу параметру “вплив тиску” будуються решта функцій, що належать моделі, як-то вплив температури, вплив ущільнення, вплив вологості, вплив пластифікаторів, вплив В/Ц, вплив марки цементу, якість води, вплив типу, фракції поверхні та форми заповнювача [7]. На рис.2, рис. 3 та рис. 4 зображено графіки функцій належності для лінгвістичних змінних відповідно: “температура”, “вологість”, “коефіцієнт ущільнення”, “осадка конуса”, “рН води”, “В/Ц”, “цемент”, “заповнювач” та “форма заповнювача”.

Розглянута методика побудови функцій належності нечітких оцінок впливу параметрів технологічних та фізико-механічних факторів впливу (ТФМФВ) дозволяє виконати моделювання щодо обґрунтування оптимального складу бетону із заданою міцністю з врахуванням кількісних та якісних факторів впливу.

Висновки:

1. Відповідно до запропонованої методики класифікованих параметрів впливу (температури, ущільнення, вологості, пластифікаторів, В/Ц, марки цементу, якості води, типу, фракції поверхні та форми заповнювача) на прогнозовану міцність бетону, побудовано функції належності лінгвістичних змінних. Детальне використання методики розглянуто на прикладі параметру “вплив тиску”.

2. Побудовані функції належності на основі рівнянь (1–5) є базою для оцінки величини прогнозованого показника міцності бетону за допомогою аналітичної моделі залежно від технологічних та фізико-механічних факторів впливу, що дає можливість виконати оптимізацію цих чинників на етапі проектування бетону.

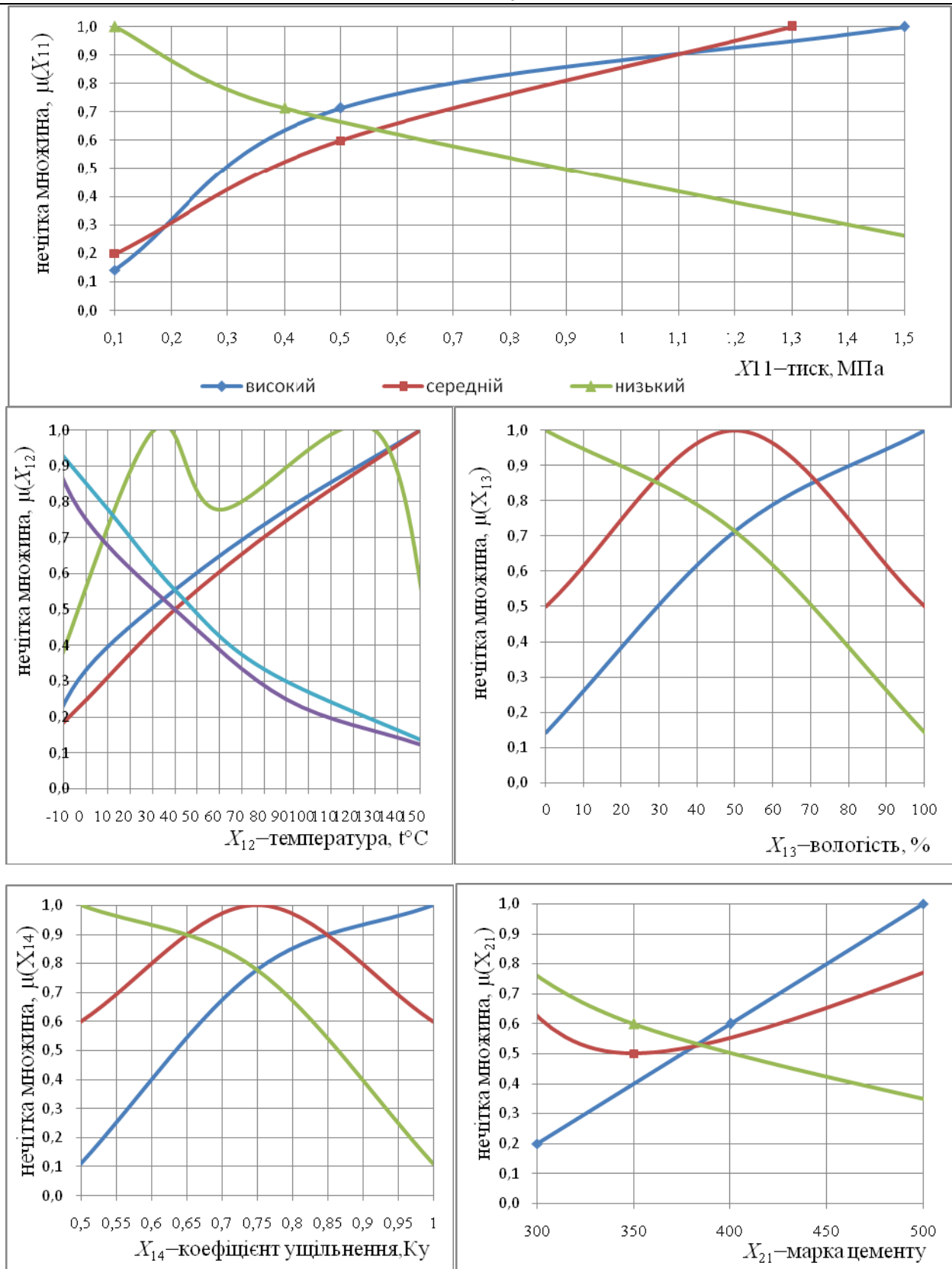


Рис. 1. Функції належності для лінгвістичної змінної “вплив тиску”, “температура”, “вологість”, “коефіцієнт ущільнення” та “марка цементу” (продовження)

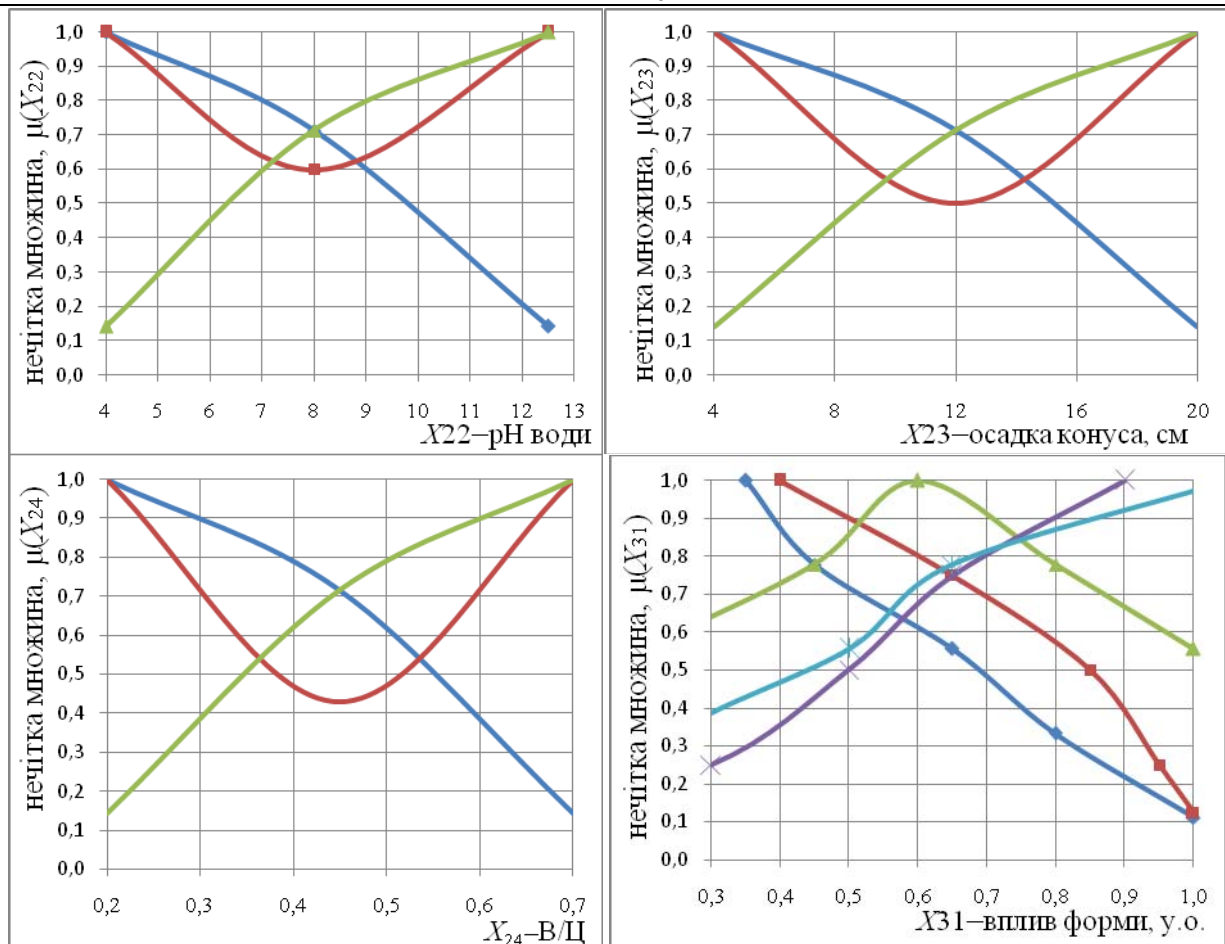


Рис. 2. Функції належності для лінгвістичних змінних “рН води”, “вплив пластифікатора”, “В/Ц”, “вплив форми заповнювача”

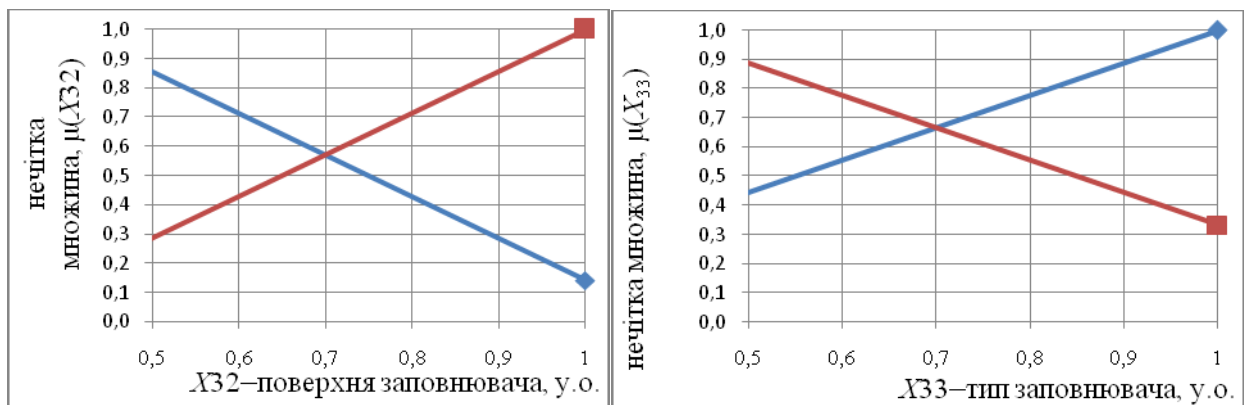


Рис. 3. Функції належності для лінгвістичних змінних “тип поверхні”, “тип заповнювача”

Література

1. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации / Ротштейн А. П. – Винница : УНІВЕРСУМ – Вінниця, 1999. – 320 с. – ISBN 966-7199-49-5.
2. Митюшкин Ю. И. Soft Computing: идентификация закономерностей нечёткими базами знаний / Митюшкин Ю. И., Мокин Б. И., Ротштейн А. П. – Винница : УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2002. – 145 с. – ISBN 966-641-051-6.
3. Дворкин Л. И. Основы бетоноведения / Л. Дворкин, О. Дворкин. – СПб : ООО “Строй-Бетон”, 2006. – 692 с. – ISBN 590319702-7.
4. Дворкин Л. И. Проектирование составов бетонов с заданными свойствами / Л. Дворкин, О. Дворкин. – Ровно : Изд-во РГТУ, 1999. – 202 с.
5. Дудар І.Н. Теоретичні основи технології виробів із пресованих бетонів / Дудар І.Н. – Вінниця : УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2006. – 89 с.
6. Будівельне матеріалознавство / [Кривенко П.В., Пушкарьова К.К., В.Б. Барановський та ін.] ; за ред. П. В. Кривенко. – К. : ТОВ УВПК “Ексоб”, 2004. – 702 с.
7. Бікс Ю. С. Моделювання прогнозованої міцності бетону з використанням лінгвістичних змінних /

Надійшла 25.11.2010 р.

УДК 539.3: 624.131

В.В. КОВТУН, О.А. ДОРОФЄЄВ
Хмельницький національний університет

ДЕФОРМАЦІЇ ВЗДОВЖ ПОТЕНЦІАЛЬНИХ ЛІНІЙ КОВЗАННЯ У СІПКОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Для умов плоскої деформації розглядаються співвідношення між компонентами тензора деформацій по неортогональних напрямках. Результати досліджень дозволяють застосовувати положення механіки деформівного твердого тіла як для ортогональних, так й для неортогональних спряжених напрямів. Вони становлять інтерес для механіки ґрунтів та сипких середовищ.

The article considers the ratio between the components of strain tensor in non-orthogonal directions for the conditions of plane deformation. The research results extend the provisions of Mechanics of solids, which considers mainly strain in orthogonal directions. The received results are of outmost importance for Mechanics of soils and sands.

Ключові слова: деформація, сипке середовище, лінія ковзання.

Вступ. В механіці сипкого середовища важливим є поняття спряжених площинок, сукупність яких в граничному стані утворює сітку ліній ковзання. Саме для цих площинок виконується умова переходу сипкого середовища у граничний стан, яка покладена в основу бездеформаційної моделі статички сипких середовищ [1]. Для побудови більш загальної, деформаційної, моделі сипкого середовища необхідно крім статичних співвідношень між напруженнями по спряжених площинках сформулювати геометричні деформаційні співвідношення по цих напрямках, а також фізичні співвідношення між напруженнями і деформаціями.

В статті описуються геометричні співвідношення для спряжених напрямів, які співпадають з нормаллями до спряжених площинок. *Спряженими* є площинки, по яких повне напруження P відхиляється від нормаллі на однаковий кут η .

Вихідні положення, припущення, гіпотези.

1. Розглядається плоска задача по деформаціях, яка характеризується умовою, що переміщення за напрямком однієї з головних осей, наприклад, осі z , дорівнюють нулю. В цьому випадку деформації в усіх перпендикулярних до осі z напрямках не залежать від цієї координати.

2. Приймається гіпотеза малості деформацій, для яких є справедливими лінійні диференціальні співвідношення Коші.

3. Використовується поняття спряжених напрямків [2]. Це напрями, що збігаються з нормаллями спряжених площинок. Вони утворюють кути α і β з головною віссю σ_1 , і пов'язані з кутом η відхиленням повного напруження від нормаллі залежністю:

$$\alpha - \beta = \eta. \quad (1)$$

Результати досліджень. Метою проведених досліджень є встановлення співвідношень між деформаціями по неортогональних спряжених напрямках. Для цього використовується загальна методика теорії деформації, яка в механіці твердого деформівного тіла [3] реалізована переважно для часткового випадку – ортогональних напрямів.

Розглянемо деформування площини x, y (рис. 1). В результаті деформації кожна точка одержить відповідне переміщення \vec{L} . Для опису переміщень точок в площині Oxy введемо векторну функцію $L(\vec{r})$. Вектор переміщення задається його проєкціями на осі вибраної системи координат. Наприклад, переміщення \vec{L}_A точки A , що належить відрізку AB , можна представити компонентами L_r і L_{r_1} в системі осей Arr_1 , пов'язаних з напрямом \vec{r} відрізка, або через компоненти u, v в системі осей Oxy .

В результаті деформації площини відрізок $AB = dr$ займе нове положення A_1B_1 . При цьому він змінює свою величину й повертається на кут ω_r . Відносне видовження ε_r відрізка та кут його повороту ω_r визначимо через прирости переміщень вздовж ортогональних напрямів r і r_1 . Вони дорівнюють частинним диференціалам функції $L(\vec{r})$:

$$dL_r = \frac{\partial L_r}{\partial r} dr; \quad dL_{r_1} = \frac{\partial L_{r_1}}{\partial r} dr.$$