

УДК 514.18

ГЕОМЕТРИЧНА МОДЕЛЬ ЗАЛЕЖНОСТІ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АСФАЛЬТОБЕТОНУ ВІД ЧОТИРЬОХ ПАРАМЕТРІВ У БН-ЧИСЛЕННІ

Бумага А.І. * *

Донбаська національна академія будівництва та архітектури

Мелітопольська школа прикладної геометрії

Тел. (0623)22-24-67

Анотація – в роботі запропонована геометрична модель та точкові рівняння залежності границі міцності при стисненні асфальтобетону від чотирьох параметрів: в'язкості дьогтю, концентрації полімеру в бітумі, концентрації активатора та температури експлуатації асфальтобетону.

Ключові слова – геометрична модель, БН-числення, асфальтобетон, концентрація, температура.

Постановка проблеми. Асфальтобетон – найбільш поширений дорожньо-будівельний матеріал. На міцність дорожнього покриття впливає безліч параметрів, регулюючи які, можна отримати асфальтобетон необхідного, для даних умов, якості. До основних фізико-механічних характеристик асфальто-полімербетонів на основі бітуму відносяться: в'язкість дьогтю, концентрація полімеру в бітумі; концентрація активатора та температура експлуатації асфальтобетону. Основною ж характеристикою оцінки якості асфальтобетону є границя міцності при стисненні. Тому для оцінки якості отриманого асфальтобетону важливим є визначення моделі залежності границі міцності при стисненні від в'язкості дьогтю, концентрації полімеру, концентрації активатора та температури експлуатації асфальтобетону.

Аналіз останніх досліджень. Для моделювання фізико-механічних властивостей асфальтобетону на практиці використовується регресійний аналіз. У роботі [1] нами було проаналізовано декілька дисертаційних робіт [2-4], пов'язаних з оптимізацією властивостей асфальтобетону, для математичного моделювання яких було використано регресійний аналіз і виявлені значні відхилення від вихідних даних.

У галузі геометричного моделювання на основі математичного апарату «БН-числення» [5], автором вже проводились подібні дослід-

* Науковий керівник к.т.н., доцент Конопацький Є.В.

дження раніше, які були викладені в [6].

Формулювання цілей статті. Розробити на основі математичного апарату «БН-числення» розрахунковий алгоритм для визначення геометричної моделі залежності границі міцності при стисненні від в'язкості дьогтю, концентрації полімеру, концентрації активатора та температури.

Основна частина. Запропонована геометрична модель побудована на основі експериментальних досліджень (табл. 1) залежності границі міцності при стисненні від чотирьох параметрів: в'язкості дьогтю – C_{30}^{10} , концентрації відсіву полівінілхлориду – C_m ПВХ, концентрації активатора поверхні мінерального порошку – C_m КМ-МГ і температури зразків дрібнозернистого дьогтебетону, які були наведені у [2].

Таблиця 1.

Експериментальні дані залежності границі міцності при стисненні від чотирьох параметрів.

№ п/п	$\tilde{N}_{30}^{10}, \tilde{n}$	$C_m, \%$ ПВХ	$C_m, \%$ КМ-МГ	$R_0,$ МПа	$R_{20},$ МПа	$R_{50},$ МПа
1	52	0,5	0	4,9	1,8	0,5
2	52	0,5	0,5	5,6	2,0	0,6
3	52	0,5	1,0	5,8	2,4	0,8
4	52	1,25	0	5,5	2,9	1,0
5	52	1,25	0,5	5,3	2,7	0,95
6	52	1,25	1,0	6,0	3,0	1,2
7	52	2,0	0	5,6	2,2	0,7
8	52	2,0	0,5	6,0	3,0	0,8
9	52	2,0	1,0	7,3	2,9	1,0
10	130	0,5	0	7,3	3,0	1,1
11	130	0,5	0,5	7,5	3,1	1,0
12	130	0,5	1,0	7,6	3,2	1,0
13	130	1,25	0	7,3	2,9	0,9
14	130	1,25	0,5	10,0	4,0	1,3
15	130	1,25	1,0	8,6	3,8	1,2
16	130	2,0	0	9,8	4,1	1,0
17	130	2,0	0,5	11,0	5,1	1,4
18	130	2,0	1,0	10,2	4,9	1,3
19	208	0,5	0	7,1	3,0	0,9
20	208	0,5	0,5	8,0	3,5	1,2
21	208	0,5	1,0	9,2	3,8	1,3
22	208	1,25	0	8,7	4,3	1,3
23	208	1,25	0,5	9,7	4,5	1,5
24	208	1,25	1,0	10,2	4,9	1,6
25	208	2,0	0	9,2	3,8	1,2
26	208	2,0	0,5	10,1	4,2	1,5
27	208	2,0	1,0	12,0	5,4	1,6

Для кращого розуміння представимо геометричну модель, яка залежить від чотирьох параметрів, у вигляді трьох етапів. По-перше, ув'яжемо залежність границі міцності при стисненні з концентрацією активатора поверхні мінерального порошку і концентрацією відсіву полівінілхлориду при в'язкості дьогтю 52с і температурі 0°C (рис. 1). Оскільки кількість точок опорних і твірних дуг дорівнює трьом, використаємо для геометричного моделювання точкове рівняння параболи, яка проходить через 3 точки [7]. Отриманий сегмент поверхні фактично є поверхнею типу «лупа» і виражається наступною послідовністю аналітичних залежностей у вигляді точкових рівнянь:

$$\begin{cases} P_{52} = A_1^{52}\bar{u}(1-2u) + 4A_2^{52}\bar{u}u + A_3^{52}u(2u-1), \\ Q_{52} = B_1^{52}\bar{u}(1-2u) + 4B_2^{52}\bar{u}u + B_3^{52}u(2u-1), \\ R_{52} = C_1^{52}\bar{u}(1-2u) + 4C_2^{52}\bar{u}u + C_3^{52}u(2u-1), \\ M_{52} = P_{52}\bar{v}(1-2v) + 4Q_{52}\bar{v}v + R_{52}v(2v-1). \end{cases} \quad (1)$$

Аналогічним чином визначаються сегменти поверхні, які відображають залежність границі міцності при стисненні з концентрацією активатора поверхні мінерального порошку і концентрацією відсіву полівінілхлориду при в'язкості 130с і 208с.

По-друге ув'яжемо третій параметр із попередніми двома. Для цього потрібно три рази виконати попередню «лупу» при в'язкості дьогтю 52, 130 та 208 і все це при температурі асфальтобетону 0°C (рис. 2).

З геометричної схеми (рис. 2) видно, що опорними контурами сегменту гіперповерхні є твірні дуги трьох сегментів поверхні типу «лупа». Оскільки кількість опорних контурів дорівнює трьом, використаємо в якості твірної гіперповерхні дугу параболи 2-го порядку, яка проходить через 3 точки, утворюючи «гіперлупу»:

$$\begin{cases} M_{52} = P_{52}\bar{v}(1-2v) + 4Q_{52}\bar{v}v + R_{52}v(2v-1), \\ M_{130} = P_{130}\bar{v}(1-2v) + 4Q_{130}\bar{v}v + R_{130}v(2v-1), \\ M_{208} = P_{208}\bar{v}(1-2v) + 4Q_{208}\bar{v}v + R_{208}v(2v-1), \\ N_0 = M_{52}^0\bar{w}(1-2w) + 4M_{130}^0\bar{w}w + M_{208}^0w(2w-1). \end{cases} \quad (2)$$

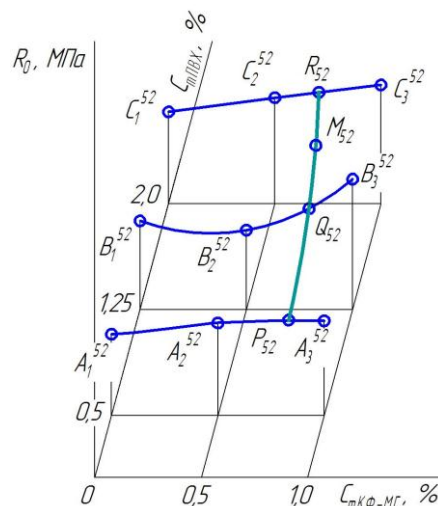


Рис. 1. Ув'язка двох параметрів.

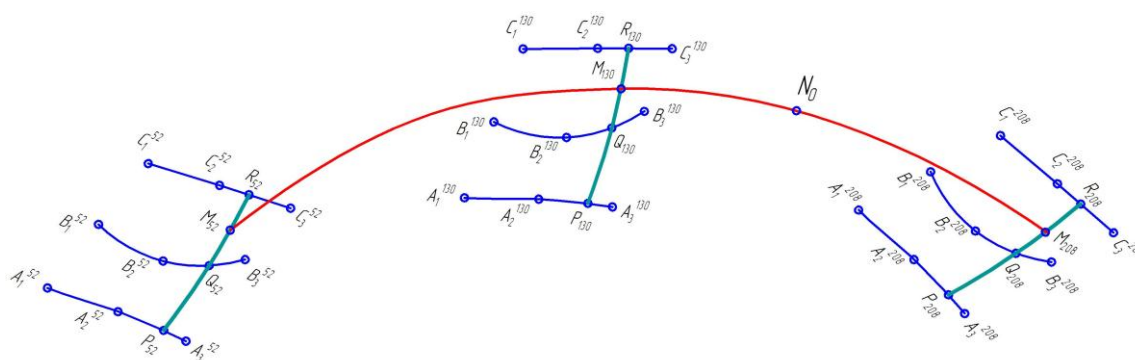


Рис. 2. Ув'язка трьох параметрів.

Аналогічним чином отримаємо точкові рівняння сегментів гіперповерхні, які характеризують процес залежності границі міцності при стисненні при температурі 20°C і 50°C.

По-третє ув'яжемо четвертий параметр з попередніми трьома. Для цього потрібно три рази використати попередню «гіперлулу» при температурі 0°C, 20°C і 50°C (рис. 3). У даному випадку опорними контурами є три твірні гіперповерхні, а твірною – є дуга параболи 2-го порядку, яка проходить через 3 точки. Ця послідовність аналітичних залежностей має наступний вигляд:

$$\begin{cases} N_0 = M_{52}^0 \bar{w}(1-2w) + 4M_{130}^0 \bar{w}w + M_{208}^0 w(2w-1), \\ N_{20} = M_{52}^{20} \bar{w}(1-2w) + 4M_{130}^{20} \bar{w}w + M_{208}^{20} w(2w-1), \\ N_{50} = M_{52}^{50} \bar{w}(1-2w) + 4M_{130}^{50} \bar{w}w + M_{208}^{50} w(2w-1), \\ T = N_0 \bar{t}(1-2t) + 4N_{20} \bar{t}t + N_{50} t(2t-1). \end{cases} \quad (3)$$

Таким чином, отримаємо розрахунковий алгоритм геометричної моделі залежності границі міцності при стисненні від концентрації відсіву полівінілхлориду, концентрації активатора поверхні мінерального порошку, в'язкості дьогтю і температури експлуатації асфальтобетону, які відповідно визначаються параметрами u , v , w , t .

Як видно із сукупностей точкових рівнянь (1), (2) і (3), всі трійки точок ув'язані за допомогою однотипного рівняння параболи 2-го порядку, яка визначається трьома точками, що значно полегшує програмування запропонованого розрахункового алгоритму.

Висновки. В роботі запропоновано розрахунковий алгоритм визначення геометричної моделі залежності границі міцності при стисненні від чотирьох параметрів, як приклад можливостей БН-числення для геометричного моделювання багатопараметричних явищ і процесів, що дозволяє зменшити кількість необхідних і дорогих експериментів для аналітичного опису і дослідження необхідних властивостей асфальтобетонів.

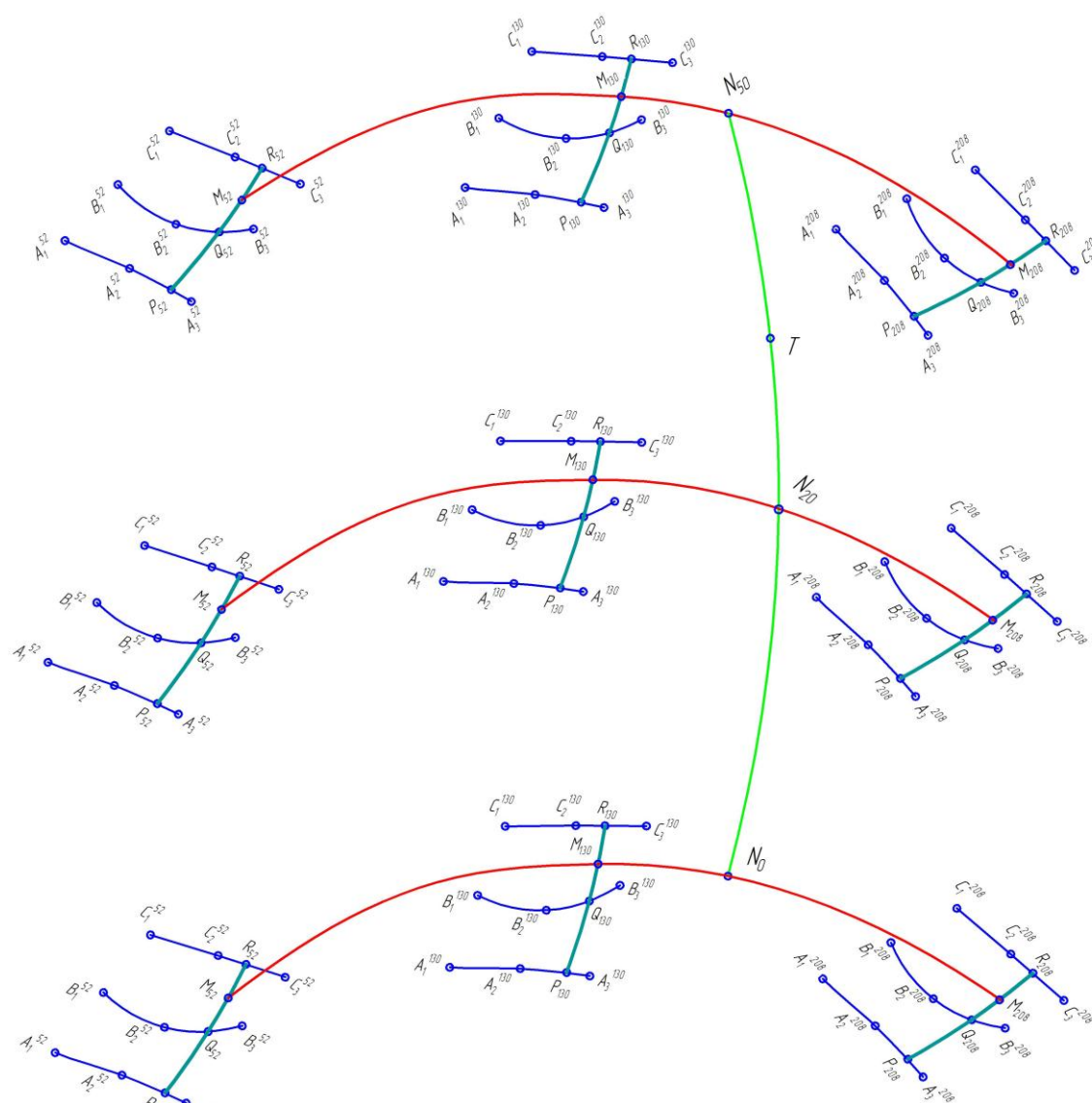


Рис. 3. Ув'язка чотирьох параметрів.

Література

1. Бумага А.І. Теоретические основы геометрического моделирования физико-механических свойств асфальтобетонов методами БН-исчисления / А.В. Найдыш, Е.В. Конопацкий, А.И. Бумага // Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького. Серія: Математика. Геометрія. Інформатика / гол. ред. кол. А.В. Найдиш. – Мелітополь: МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2014.– Т.1. – С.111-117.
2. Ходун В.Н. Дёгтебетоны с комплексно-модифицированной микроструктурой: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Ходун Владимир Николаевич. – Макеевка, 1999. – 146 с.

3. *Рыбалко И.Ф.* Минеральный порошок из шлама нейтрализации травильных растворов: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Рыбалко Иван Федотович. – Макеевка, 1999. – 137 с.
4. *Самойлова Е.Э.* Дорожные асфальтобетоны с комплексно-модифицированной микроструктурой с использованием реакционно-способного термопласта Элвалой АМ: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05/ Самойлова Елена Эдуардовна. – Макеевка, 2007. – 171 с.
5. *Найдыш В.М.* Алгебра БН-исчисления / В.М. Найдыш, И.Г. Балюба, В.М. Верещага // Прикладна геометрія та інженерна графіка: міжвідомчий науково-технічний збірник. – Вип. 90. – К.: КНУБА, 2012. – С. 210-215.
6. *Бумага А.І.* Геометричне моделювання фізико-механічних властивостей дьогтебетону / А.І. Бумага // Будівництво та техногенна безпека: збірник наукових праць. – Вип. 48. – Сімферополь: НАПКС, 2013. – С.24-28.
7. *Бумага А.І.* Точкове рівняння дуги параболы другого порядку/ А.І. Бумага // Прикладна геометрія та інженерна графіка: міжвідомчий науково-технічний збірник. – Вип.90. – К.: КНУБА, 2012. – С. 49-52.

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАВИСИМОСТИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АСФАЛЬТОБЕТОНА ОТ ЧЕТЫРЕХ ПАРАМЕТРОВ В БН-ИСЧИСЛЕНИИ

А.И. Бумага

Аннотация – в работе предложена геометрическая модель и точечные уравнение зависимости предела прочности при сжатии асфальтобетона от четырех параметров: вязкости дегтя, концентрации полимера в битуме, концентрации активатора и температуры эксплуатации асфальтобетона.

GEOMETRIC MODEL OF THE DEPENDENCE OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF BITUMEN CONCRETE ON FOUR PARAMETERS IN BN- CALCULATION

A. Bumaga

Summary

The paper gives a geometric model and a point formula of the dependence of strength limit while bitumen concrete pressing on four parameters: tar viscosity, polymer concentration in bitumen, activator concentration and operation temperature of bitumen concrete.