

СИСТЕМАТИЗАЦІЯ І УЗАГАЛЬНЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ ШОДО МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ПУАССОНА І КОЕФІЦІЄНТІВ ПОПЕРЕЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ

Смольянинова В.Р., ст. групи Д-41-19,
lera8988lera@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Костін Д.Ю., к.т.н., доцент

dmitric2008@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

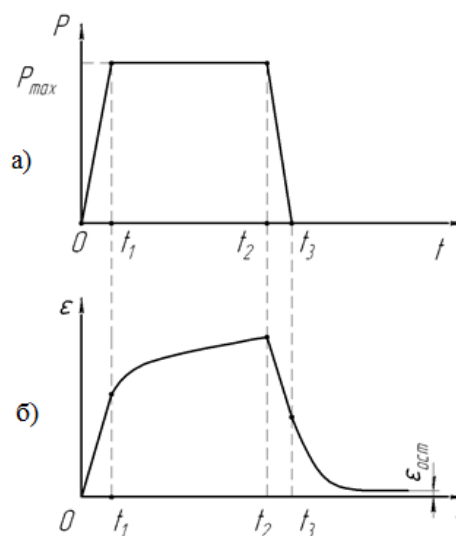
При розрахунку напружено-деформованого та граничного станів нежорстких дорожніх одягів використовується цілий ряд пружних складових. Серед них є такий показник як коефіцієнт поперечної деформації (Пуассона).

Цей коефіцієнт має декілька особливостей:

- залежить від температури;
- залежить від стадії навантаження при повзучості: пружна або в'язко-пружна;
- залежить від характеру навантаження: стиск, розтяг і т.п.

Із виконаних досліджень [1, 2] відомо, що при силовому навантаженні асфальтобетону, останній проявляє властивості повзучості, тобто продовжує деформуватись навіть при незмінному навантаженні. При цьому відзначається, що характер залежності повзучості (рис. 1) має один і той самий вигляд при стиску, розтягу і при зсуві зразків асфальтобетону [3]. На залежності деформації, можна умовно виділити дві ділянки:

- пружних зворотних деформацій;
- в'язко-пружних зворотних та незворотних деформацій.



а) графік закону навантаження зразка асфальтобетону; б) графік деформацій; P – зусилля навантаження; ϵ – поздовжня деформація; $\epsilon_{ост}$ – залишкова деформація; $0 - t_1$ – ділянка пружних деформацій; $t_2 - t_3$ – ділянка в'язко-пружних частково зворотних деформацій

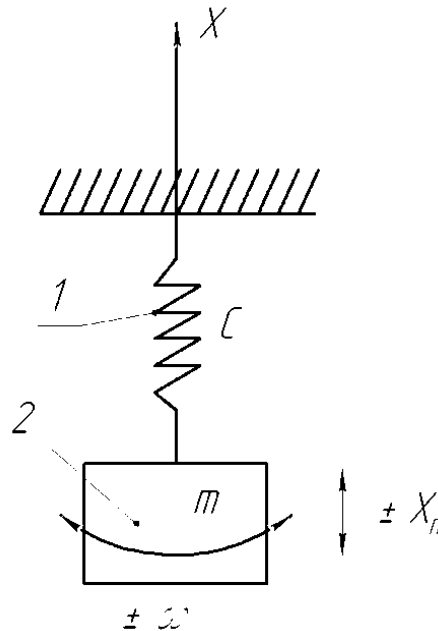
Рисунок 1 – Типова залежність повзучості асфальтобетону

Аналіз існуючих методів, експериментального визначення коефіцієнта Пуассона показує, що всі методики можуть бути поділені на дві підгрупи:

- динамічні методи;
- статичні методи.

Розглянемо динамічні методи визначення коефіцієнта Пуассона.

При коливаннях вантажу, підвішеного на пружині (рис. 2).



- 1) – гвинтова пружина з жорсткістю C ;
- 2) вантаж масою m ;

Рисунок 2 – Схема вертикальних $\pm X$ та крутильних $\pm \omega$ коливань вантажу

Зазвичай розглядають поступальний рух $\pm X$ по вертикалі, вгору та вниз. Однак, цей рух не є єдиним. Одночасно можна спостерігати і періодичне обертання вантажу $\pm \omega$ навколо його вертикальної осі X . Якщо спокійно висячий вантаж обережно повернути навколо цієї осі та відпустити, то крім крутильних коливань можна спостерігати і вертикальні.

Експериментально-теоретичний метод включає в себе експериментальне визначення необхідних параметрів, що характеризують динамічні властивості в'язко-пружного матеріалу та теоретичний аналіз, спрямований на ідентифікацію значень комплексних операторів.

Математичною основою експериментально-теоретичного методу визначення коефіцієнту Пуассона є кінцевоелемента модель деформування зразка-стовпчика, торці якого жорстко вклеєні в металеві обойми 1 та 2 (рис. 3). Схема навантаження розглядається в осесиметричній постановці.

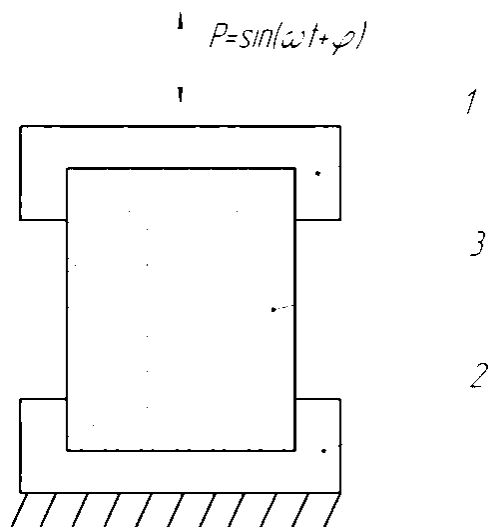
Недоліки розглянутої методики:

- 1) Для проведення випробувань потрібне спеціальне та дороге обладнання;
- 2) Метод не поділяє значення V та μ , усереднюючи їх до комплексної величини;

3) Метод не дозволяє проводити окремі випробування на стиск та розтяг, усереднює коефіцієнт Пуассона до комплексної величини. Разом з тим, із експериментальних досліджень відомо [4], що пружні характеристики асфальтобетону при розтягу та стиску можуть помітно відрізнятися;

4) Для дослідження в'язко-пружних матеріалів пропонується використовувати математичний апарат теорії пружності, що може привести до значних похибок у розрахунках;

5) Коефіцієнт Пуассона записується у вигляді комплексної величини з дійсною та уявною складовими. Таке подання далеко не завжди є зручним, наприклад, при розрахунках напружено-деформованого стану асфальтобетону при статичному навантаженні і т.п.



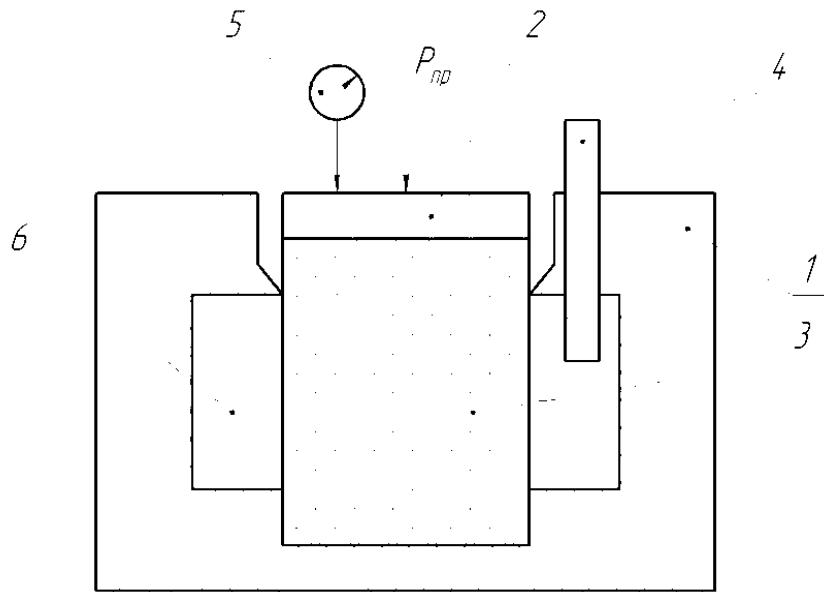
1, 2 – рухома та нерухома обойми; 3 – циліндричний зразок
Рисунок 3 – Схема навантаження при експериментально-теоретичному методі

Вказані недоліки дозволяють зробити висновок про неприйнятність запропонованих методів для визначення коефіцієнту Пуассона для асфальтобетонів.

Розглянемо статичні методи визначення коефіцієнту Пуассона.

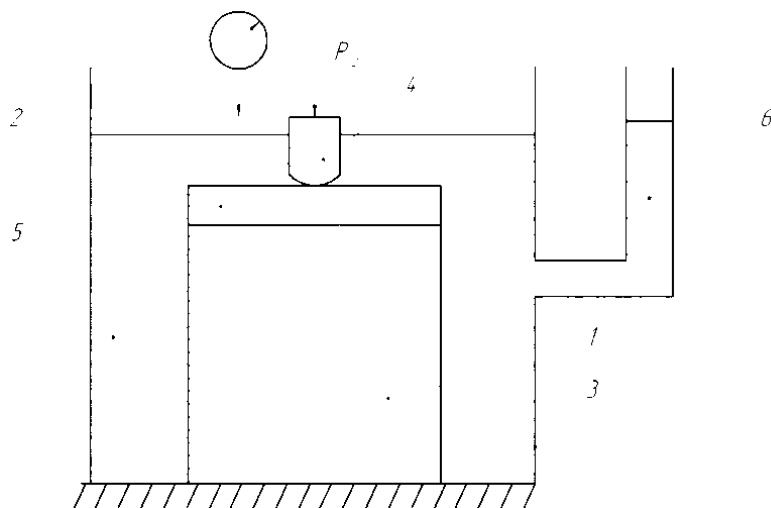
Для реальних пружних та в'язко-пружних тіл, які збільшують свій об'єм при розтягу та зменшують при стиску, величини ν та μ можуть знаходитись тільки в межах від 0 до 0,5 [4, 5]. Практично для більшості матеріалів коефіцієнти ν та μ знаходяться ще в більш вузькому інтервалі від 0,2 до 0,4 [4, 5]. Однак, згідно сучасному рівню знань, діапазон можливих значень коефіцієнта Пуассона може бути і більшим, ніж 0,5 [5], наприклад для мокрого піску [9], і $\nu < 0$; 0 для кристалів, які характеризуються значною анізотропією [7]. Схема типової установки для проведення таких випробувань представлена на рисунку 4. У випробуваннях за цією схемою є суттєвий недолік: тертя зразка по торцях вносить суттєву похибку в припущення про рівномірність зміни його розміру по довжині l . Цей недолік розглянутої схеми може бути нейтралізований, якщо у якості рідини застосувати речовину, яка знижує тертя між зразком

асфальтобетону 1 та навантажувальною п'ятою 2 і корпусом 3. Схема установки в цьому випадку може мати вигляд, що наведений на рисунку 5.



- 1 – корпус; 2 – навантажувальна п'ята; 3 – зразок асфальтобетону;
 4 – трубка для заповнення камери водою та вимірювання положення меніску;
 5 – індикатор переміщення навантажувальної п'яти; 6 – гідравлічна камера

Рисунок 4 – Схема типової установки для вимірювання величини зміни об'єму зразка матеріалу



- 1 – зразок; 2 – навантажувальна п'ята; 3 – корпус;
 4 – нажимний шток; 5 – гідравлічна камера з рідиною-змащувачем;
 6 – трубка для вимірювання висоти меніску

Рисунок 5 – Схема установки для вимірювання величини змінювання об'єму зразка асфальтобетону

Одноосьові розтяг та стиск є розповсюдженими схемами прикладання навантаження при визначенні коефіцієнтів поперечної деформації та Пуассона.

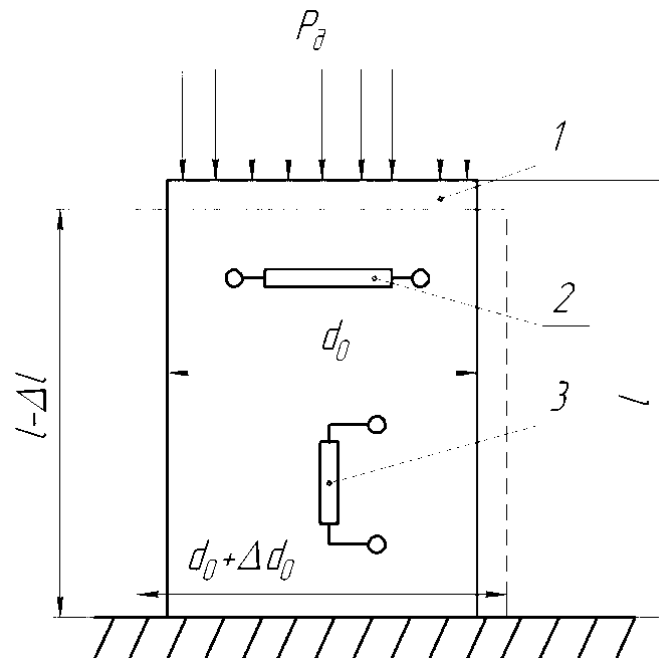
Схема прикладання навантаження при цьому виглядає подібно тому, як це зображено на рис. 6. В приведеній схемі зразок може мати перерізи: прямокутний, квадратний, круглий.

Враховуючи транстропію та неоднорідність асфальтобетонів, в подальшому доцільно приймати квадратний, або круглий переріз.

Коефіцієнти ν та μ визначаються згідно (1). При цьому для квадратного перерізу:

$$\varepsilon' = \frac{\Delta b}{b}, \quad (1)$$

де b , Δb – розмір сторони квадратного перерізу та його деформація.



1 – зразок асфальтобетону; 2, 3 – тензодатчики вимірювання поперечної та повздовжньої деформацій;

Рисунок 6 – Типова схема навантаження зразка асфальтобетону при стиску

Для круглого:

$$\varepsilon' = \frac{\Delta d_0}{d_0}, \quad (2)$$

де d_0 , Δd_0 – позначені на рисунку 1.6.

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}, \quad (3)$$

де l , Δl – позначені на рис. 6.

Розглянутий метод відносно простий і відповідає всім вимогам які висуваються до методики визначення коефіцієнту Пуассона і буде найбільш прийнятним до асфальтобетонів.

Література.

1. Бесараб О.М., Онищенко А.М., Смолянцев В.В., Макарчев О.О. Експериментальні дослідження термо-реологічної поведінки полімер-асфальтобетонів на основі латексів BUTONAL. Автошляховик України – 2008.-№ 1 (201).- с. 36 – 39.
2. Павлюк Д.А., Федюра Д.В., Булак Е.А. Визначення реологічних параметрів дорожніх конструкцій. Автошляховик України – 2010. - № 1 (213). – с. 36-38.
3. Веренько В.А. Дорожные композитные материалы: Структура і механічні властивості. – Мінськ: Навука і тэхніка, 1993.
4. Писаренко Г.С. Агарев В.А., Квитка А.Л. и др.; под ред. Писаренко Г.С. Опір матеріалів. – [4-е изд.]. – К.: Головн. Вид-во вид-го об'єд. „Вища школа”, 1979. – 696 с.
5. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Довідник по опору матеріалів. - К.: Вид-во „Наукова думка”, 1975. – 704 с.