Висновки та перспективи подальших досліджень. Проведені дослідження показали, що акціонування є ефективним методом фінансування створення суспільних благ. Застосування такого підходу дає змогу отримати переваги щодо підвищення якості функціонування об'єктів транспортної інфраструктури, зокрема шляхом:

- поєднання інтересів акціонерів та споживачів;
- забезпечення громадського контролю за експлуатаційним станом автомобільної дороги, ефективним витрачанням коштів;
- інвестування тимчасово вільних коштів громадян у акції ПСАТ, можна розглядати як спосіб збереження заощаджень за умови, що відповідні цінні папери є надійними та високоліквідними.

Література

1. Закон України "Про державно-приватне партнерство" від 1 липня 2010 р., № 2404-VI. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2404-17.
2. Павлюк А.П. Державно-приватне партнерство як механізм активізації інвестиційної діяльності в Україні / А.П. Павлюк, Д.В. Ляпін // Стратегічні пріоритети. – 2012. – № 3 (24). – С. 38-45.
3. Бойко О.В. Державно-приватне партнерство в системі інвестиційних форм розвитку інфраструктури ринку транспортних послуг: зарубіжний та вітчизняний досвід / О.В. Бойко, І.В. Дідовець // Держава та регіони. – Сер.: Економіка та підприємництво. – 2011. – № 2. – С. 21-28.
4. Офіційний Інтернет-сайт Державної служби автомобільних. доріг України "Укравтодор". [Електронний ресурс]. – Доступний з http://www.ukravtodor.gov.ua.
5. Щодо розвитку державно-приватного партнерства як механізму активізації інвестиційної діяльності в Україні. Аналітична записка // Національний ін-т стратегічних досліджень при Президентові України. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://www.niss.gov.ua/articles.
6. Делмон Д. Государственно-частное партнерство в инфраструктуре. Практическое руководство для органов государственной власти / Д. Джеффри – The World Bank, PPIAF, 2010. – 250 с.
7. Private Participation in Infrastructure (PPI) Project Database. [Electronic resource]. – Mode of access http://www.ppi.worldbank.org.
8. A guidebook on public-private partnership in infrastructure / Economic and social commission for Asia and the Pacific. – UNESCAP: Bangkok, 2011. – 83 p. [Electronic resource]. – Mode of access http://www.unescap.org/ttdw/common/TPT/PPP/text/ppp_guidebook.pdf.

Шкварчук Л.О., Гамалий В.Т. **Акционирование как эффективный метод финансирования строительства транспортной инфраструктуры**

Рассмотрены особенности активизации государственно-частного партнерства в сфере развития транспортной инфраструктуры. Проанализирована целесообразность применения договоров концессии для финансирования строительства автомобильных дорог в Украине. Предложены мероприятия по использованию акционерного капитала для создания общественных благ.

Ключевые слова: дорожное хозяйство, государственно-частное партнерство, концессия, акционирование.

Shkvarchuk L.O., Hamalii V.T. **Equity financing as efficient way to raise funds for construction of transport infrastructure**

In the article, specific features of intensification of public private partnerships for transportation infrastructure development are considered. The feasibility of using concession agreements for financing and construction roads in Ukraine is analyzed. The mechanism using equity financing for creating public goods is proposed.

Keywords: road industry, public-private partnerships, concession agreement, equity financing.

5. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ГАЛУЗІ

УДК 634.0.812 Проф. Б.П. Поберейко, д-р техн. наук – НЛТУ України, м. Львів

ВИЗНАЧЕННЯ КОМПОНЕНТІВ ТЕНЗОРА ДИСИПАЦІЇ ДЕРЕВИНИ

З використанням закону збереження механічної енергії деформування суцільних середовищ побудовано математичну модель зв'язку потужності сил дисипації з напружено-деформівним станом у деформованих в'язкопружних анізотропних матеріалах. Виведено аналітичні формули для розрахунку головних компонентів тензора дисипації деревини. Проведено аналіз отриманих формул і на його основі показано, що для їх практичної реалізації достатньо визначити ядро повзучості деревини.

Ключові слова: тензор дисипації, ядро повзучості, напруження, деформації.

В основі розв'язання цієї задачі покладемо закон збереження повної механічної енергії: повна механічна енергія композитних матеріалів не залежить від часу деформування, її значення на початковому та завершальному етапах розвитку деформацій повзучості є рівними. Цей закон є очевидним. Він обґрунтовується відсутністю втрат повної механічної енергії у в'язкопружній області деформування. Через відсутність втрат величина цієї енергії у кількісному вираженні є сталою, незмінною, а в якісному – вона змінюється, її кінетична складова з розвитком процесів повзучості перетворюється у потенціальну складову.

Формалізуємо цей закон. Для цього повну питому механічну енергію позначимо символом $E_{\text{мех}}$, тоді матимемо

$$\lim_{\tau\to 0} E_{\text{мех}}(\tau) = \lim_{\tau\to\infty} E_{\text{мех}}(\tau). \qquad (1)$$

Або, оскільки на початку деформування значення $E_{\text{мех}}(0)$ величини $E_{\text{мех}}$ дорівнює сумі значень питомої потенціальної $\Pi(0)$ та питомої кінетичної $K_{\text{ен}}(0)$ енергій матеріальних точок суцільного середовища матеріалу, а на момент часу $\tau\to\infty$

$$E_{\text{мех}}(\tau)\big|_{\tau\to\infty} = \Pi(\tau)\big|_{\tau\to\infty}, \qquad (2)$$

то

$$K_{\text{ен}}(0) = \Pi(\tau)\big|_{\tau\to\infty} - \Pi(0). \qquad (3)$$

Подамо (3) у розгорнутій формі запису. Для цього скористаємося такими положеннями:

- процеси розсіяння (перетворення) кінетичної енергії матеріальних точок суцільного середовища у потенціальну визначаються силами дисипації;
- питома потужність сил дисипації описується квадратичною функцією [1, 2]:

$$P_{\text{дис}}(\tau) = \sum_{i,j,k,m} \eta_{ijkm} \frac{d\varepsilon_{ij}}{d\tau}\frac{d\varepsilon_{km}}{d\tau}; \qquad (4)$$

- перетворена у питому потенціальну питома кінетична енергія дорівнює роботі сил дисипації, її значення визначаємо за формулою

$$K_{\text{ен}}(\tau) = \int_0^{\tau} P_{\text{дис}}(\tau)\,d\tau; \qquad (5)$$

- питома потенціальна енергія не залежить від часу деформування матеріалу, її значення є залежними лише від взаємного розміщення точок суцільного середовища та сил їх взаємодії. З огляду на роботи [3]:

$$\Pi(\tau)=\frac{1}{2}\sum_{i,j}\sigma_{ij}\varepsilon_{ij}\,. \qquad (6)$$

Тоді, підставивши (4) у (5), а отриманий результат та формулу (6) у (3), матимемо тотожність

$$\sum_{i,j,k,m}\eta_{ijkm}\int_0^{\infty}\frac{d\varepsilon_{ij}}{d\tau}\frac{d\varepsilon_{km}}{d\tau}d\tau=\frac{1}{2}\sum_{i,j}\sigma_{ij}\left(\varepsilon_{ij}(\tau)\big|_{\tau\to\infty}-\varepsilon_{ij}(0)\right), \qquad (7)$$

яка дає змогу обчислити значення компонентів η_{ijkm} із часткових випадків напружено-деформівного стану матеріалу – одновісного розтягу (або стиску) та чистого зсуву.

Методику розрахунку компонентів тензора в'язкості η_{ijkm} розглянемо на прикладі плоского напружено-деформівного стану.

Покладемо, що $\sigma_{33}=\sigma_{13}=\sigma_{23}=\sigma_{12}=0$, тоді з (7) одержимо закон збереження енергії для в'язкопружних матеріалів з плоским напруженим станом

$$\int_0^{\infty}\eta_{1111}\left(\frac{d\varepsilon_{11}}{d\tau}\right)^2d\tau+\int_0^{\infty}\eta_{1122}\frac{d\varepsilon_{11}}{d\tau}\frac{d\varepsilon_{22}}{d\tau}d\tau+\int_0^{\infty}\eta_{2222}\left(\frac{d\varepsilon_{22}}{d\tau}\right)^2d\tau= \qquad (8)$$

$$=\frac{1}{2}\sigma_{11}\left(\varepsilon_{11}(\tau)\big|_{\tau\to\infty}-\varepsilon_{11}(0)\right)+\frac{1}{2}\sigma_{22}\left(\varepsilon_{22}(\tau)\big|_{\tau\to\infty}-\varepsilon_{22}(0)\right).$$

Для обчислення значень компонентів η_{1111} і η_{2222} тензора в'язкості виходитимемо із часткових випадків плоского напружено-деформівного стану – одновісних станів розтягу (або стиску) в радіальному та тангентальному напрямках анізотропії, у напрямках, які надалі позначатимемо індексами 1 і 2 (або індексами r і t).

У випадку одновісного розтягу (стиску) в напрямку 1 значення компонентів σ_{22}, σ_{12} та ε_{22}, ε_{12} тензора напружень та тензора деформацій відповідно дорівнюють нулеві. За цих умов деформування закон збереження енергії (8) має вигляд

$$\int_0^{\infty}\eta_{1111}\left(\frac{d\varepsilon_{11}}{d\tau}\right)^2d\tau=\frac{1}{2}\sigma_{11}\left(\varepsilon_{11}(\tau)\big|_{\tau\to\infty}-\varepsilon_{11}(0)\right). \qquad (9)$$

Винесемо сталий множник з під знаку інтегралу та поділимо отримане рівняння на означений інтеграл квадрату швидкості зміни деформацій. Внаслідок одержимо формулу

$$\eta_{1111}=\frac{\sigma_{11}\left(\varepsilon_{11}(\tau)\big|_{\tau\to\infty}-\varepsilon_{11}(0)\right)}{2\int_0^{\infty}\left(\frac{d\varepsilon_{11}}{d\tau}\right)^2d\tau}, \qquad (10)$$

яка, на перший погляд, є абсурдною. У такій формі подання вона не узгоджується з фізичною інтерпретацією реономних властивостей матеріалу. Коефі-

цієнт дисипації є характеристикою в'язкості суцільного середовища, він не залежить від його напружено-деформівного стану, від значень величини σ_{11}, а отже, від впливів навколишнього середовища [2]. Щоб усунути цю неузгодженість, покажемо, що дріб у правій частині формули (10) не залежить від σ_{11}. Для цього доповнимо (10) відомими залежностями деформацій повзучості від напружень [4]:

$$\varepsilon_{jj}(\tau)=\frac{\sigma_{jj}}{E_{jj}}\left(1+\int_0^{\tau}K_{jj}(\tau-x)dx\right), \qquad (11)$$

де $K_{jj}(\tau\text{-}x)$ – ядро повзучості для радіального та тангентального напрямків анізотропії деревини. Тоді, після нескладних математичних перетворень, матимемо формулу

$$\eta_{jjjj}=\frac{\frac{\sigma_{jj}^2}{E_{jj}}\lim_{\tau\to\infty}\left(\int_0^{\tau}K_{jj}(\tau-x)dx\right)}{2\frac{\sigma_{jj}^2}{E_{jj}^2}\int_0^{\infty}\left(\frac{d}{d\tau}\int_0^{\tau}K_{jj}(\tau-x)dx\right)^2d\tau}=\frac{E_{jj}\lim_{\tau\to\infty}\left(\int_0^{\tau}K_{jj}(\tau-x)dx\right)}{2\int_0^{\infty}\left(\frac{d}{d\tau}\int_0^{\tau}K_{jj}(\tau-x)dx\right)^2d\tau}, \qquad (12)$$

яка адекватно характеризує (інтерпретує) в'язкість матеріалів з реономними властивостями. З її аналізу витікає, що для розрахунку коефіцієнта в'язкості достатньою є інформація про функціональний вигляд та параметри ядра повзучості, про так звані паспортні характеристики в'язкопружних матеріалів вздовж основних напрямків анізотропії.

Компоненту η_{1122} знайдемо з умов двовісного розтягу-стиску [3]:

$$\sigma_{11}=-\sigma_{22};\sigma_{12}=0. \qquad (13)$$

За такого деформування закон збереження енергії (8) описуватимемо рівнянням

$$\int_0^{\infty}\eta_{1111}\left(\frac{d\varepsilon_{11}}{d\tau}\right)^2d\tau+\int_0^{\infty}\eta_{1122}\frac{d\varepsilon_{11}}{d\tau}\frac{d\varepsilon_{22}}{d\tau}d\tau+\int_0^{\infty}\eta_{2222}\left(\frac{d\varepsilon_{22}}{d\tau}\right)^2d\tau= \qquad (14)$$

$$=\frac{1}{2}\sigma_{11}\left(\varepsilon_{11}(\tau)\big|_{\tau\to\infty}-\varepsilon_{11}(0)\right)-\frac{1}{2}\sigma_{11}\left(\varepsilon_{22}(\tau)\big|_{\tau\to\infty}-\varepsilon_{22}(0)\right),$$

а шукану компоненту визначатимемо за формулою

$$\eta_{1122}=-\frac{\eta_{1111}\int_0^{\infty}\left(\frac{d\varepsilon_{11}}{d\tau}\right)^2d\tau+\eta_{2222}\int_0^{\infty}\left(\frac{d\varepsilon_{22}}{d\tau}\right)^2d\tau}{\int_0^{\infty}\frac{d\varepsilon_{11}}{d\tau}\frac{d\varepsilon_{22}}{d\tau}d\tau}+ \qquad (15)$$

$$+\frac{\sigma_{11}\left(\varepsilon_{11}(\tau)\big|_{\tau\to\infty}-\varepsilon_{11}(0)\right)-\sigma_{11}\left(\varepsilon_{22}(\tau)\big|_{\tau\to\infty}-\varepsilon_{22}(0)\right)}{2\int_0^{\infty}\frac{d\varepsilon_{11}}{d\tau}\frac{d\varepsilon_{22}}{d\tau}d\tau}.$$

Підставимо у (15) залежність (11). Оскільки, з огляду на (11),

$$\varepsilon_{11}(\tau)\Big|_{\tau\to\infty}-\varepsilon_{11}(0)=\frac{\sigma_{jj}}{E_{jj}}\lim_{\tau\to\infty}\int_0^{\tau}K_{jj}(\tau-x)\,dx\,, \tag{16}$$

то

$$\eta_{1122}=\frac{\eta_{1111}\dfrac{E_{22}}{E_{11}}\displaystyle\int_0^{\infty}\left(\frac{d}{d\tau}\int_0^{\tau}K_{11}(\tau-x)\,dx\right)^2 d\tau}{\displaystyle\int_0^{\infty}\left(\frac{d}{d\tau}\int_0^{\tau}K_{11}(\tau-x)\,dx\right)\left(\frac{d}{d\tau}\int_0^{\tau}K_{22}(\tau-x)\,dx\right)d\tau}+ \tag{17}$$

$$+\frac{\eta_{2222}\dfrac{E_{11}}{E_{22}}\displaystyle\int_0^{\infty}\left(\frac{d}{d\tau}\int_0^{\tau}K_{22}(\tau-x)\,dx\right)^2 d\tau}{\displaystyle\int_0^{\infty}\left(\frac{d}{d\tau}\int_0^{\tau}K_{11}(\tau-x)\,dx\right)\left(\frac{d}{d\tau}\int_0^{\tau}K_{22}(\tau-x)\,dx\right)d\tau}-$$

$$-\frac{E_{22}\lim\limits_{\tau\to\infty}\displaystyle\int_0^{\tau}K_{11}(\tau-x)\,dx+E_{11}\lim\limits_{\tau\to\infty}\int_0^{\tau}K_{22}(\tau-x)\,dx}{2\displaystyle\int_0^{\infty}\left(\frac{d}{d\tau}\int_0^{\tau}K_{11}(\tau-x)\,dx\right)\left(\frac{d}{d\tau}\int_0^{\tau}K_{22}(\tau-x)\,dx\right)d\tau}.$$

Замінимо у (17) компоненти η_{jjjj} тензора дисипації механічної енергії на (12). Внаслідок отримаємо

$$\eta_{1122}=\frac{E_{22}\lim\limits_{\tau\to\infty}\displaystyle\int_0^{\tau}K_{11}(\tau-x)\,dx+E_{11}\lim\limits_{\tau\to\infty}\int_0^{\tau}K_{22}(\tau-x)\,dx}{2\displaystyle\int_0^{\infty}\left(\frac{d}{d\tau}\int_0^{\tau}K_{11}(\tau-x)\,dx\right)\left(\frac{d}{d\tau}\int_0^{\tau}K_{22}(\tau-x)\,dx\right)d\tau}- \tag{18}$$

$$-\frac{E_{22}\lim\limits_{\tau\to\infty}\displaystyle\int_0^{\tau}K_{11}(\tau-x)\,dx+E_{11}\lim\limits_{\tau\to\infty}\int_0^{\tau}K_{22}(\tau-x)\,dx}{2\displaystyle\int_0^{\infty}\left(\frac{d}{d\tau}\int_0^{\tau}K_{11}(\tau-x)\,dx\right)\left(\frac{d}{d\tau}\int_0^{\tau}K_{22}(\tau-x)\,dx\right)d\tau}=0.$$

Отже, щоб визначити значення компонентів η_{ijkm}, необхідно: 1) задатися ядром повзучості; 2) провести реологічні випробовування матеріалу на повзучість вздовж основних напрямків анізотропії і на їх основі визначити параметри ядра повзучості (миттєвий і тривалий модулі пружності та час релаксації деформацій повзучості вздовж основних напрямків анізотропії); 3) підставити знайдені ядра повзучості у формули (12), (15), (18) та обчислити значення величин η_{ijkm}.

Література

1. Писаренко Г.С. Деформирование и прочность материалов при сложном напряженном состоянии / Г.С. Писаренко, А.А. Лебедев. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1986. – 416 с.

2. Победря Б.Е. Модели линейной теории вязкоупругости / Б.Е. Победря // Известия РАН. МТТ. – 2003. – № 3. – С. 120-134.

3. Ярцев В.П. Прогнозирование прочности, долговечности и термостойкости нагруженных в постоянном режиме древесных плит / В.П. Ярцев, О.В. Киселева // Известия ВУЗов. – Сер.: Строительство. – 2002. – № 1-2. – С. 141-144.

4. Поберейко Б.П. Ідентифікація напружено-деформівного стану деревини із змінним вологовмістом : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.07 – Машини та процеси лісівничого комплексу / Б.П. Поберейко / УкрДЛТУ. – Львів, 2000. – 17 с.

Поберейко Б.П. **Определение компонентов тензора диссипации древесины**

В работе с использованием закона сохранения механической энергии деформирования сплошных сред построена математическая модель связи мощности сил диссипации с напряжонно-деформированным состоянием в деформированных вязкопружных анизотропных материалах. Выведены аналитические формулы для расчета главных компонентов тензора диссипации древесины. Проведен анализ полученных формул и на его основе показано, что для их практической реализации достаточно определить ядро ползучести древесины.

Ключевые слова: тензор диссипации, ядро ползучести, напряжение деформации.

Pobereyko B.P. **Determination of components of tensor of dissipation of wood**

With the use of law of conservation of mechanical energy of deformation of continuous environments the mathematical model of connection of power of forces of dissipation is built with the tensely-deformed consisting of the deformed viscidly-resilient anisotropic materials. Analytical formulas are shown out for the calculation of main components of tensor of dissipation of wood. The analysis of the got formulas is conducted it is rotined on his basis, that for their practical realization it is enough to define the kernel of creep of wood.

Keywords: tensor of dissipation, kernel of creep, tension, deformation.

УДК 330.44:519.2
Доц. Р.Б. Матковський, канд. екон. наук; доц. Ю.С. Хомош, канд. екон. наук – Дрогобицький ДПУ ім. Івана Франка

ВИКОРИСТАННЯ BVAR МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ОСНОВНИХ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

Здійснено моделювання на основі використання Баєсівського підходу до оцінки параметрів векторної авторегресії із використанням різних priors. Часові ряди охоплювали період 2001Q1-2010Q4 і охоплювали такі змінні: ВВП, індекс споживчих цін країни, обмінний курс грн/дол США, рівень безробіття населення, номінальна довготермінова відсоткова ставка, ціни на газ і нафту. Здійснений порівняльний аналіз засвідчив, що кращі результати отримано моделі BVAR(2) із Мінесота *prior*.

Ключові слова: Баєсівські векторні авторегресійні моделі (BVAR), ланцюг Маркова Монте-Карло, натуральні спряжені *prior*, інформативні *prior*, неінформативні *prior*.

Постановка проблеми. Проблеми прогнозування економіки України не втрачають своєї актуальності і є логічною основою коригування економічної політики та розроблення стратегій розвитку на різних часових горизонтах. Проблема загострюється у випадку дослідження та моделювання мультизмінних часових рядів. Це спричинило, що на противагу "традиційній" економетрії, останніми роками дедалі популярнішою стає Баєсівська економетрія, яка трактує параметри моделі як імовірні змінні.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Ґрунтовний теоретичний і прикладний огляд Баєсівських методів можна знайти у багатьох науковців, зокрема у Банбури та ін. [3], Гарратта та ін. [5], Джорджа та ін. [6], Кенні та ін.