

видавничій кризі, вона намагається знайти свою аудиторію в мережі Інтернет. Найбільшим представником цієї галузі діяльності в вітчизняній мережі Інтернет є літературний Web-сайт "Самвидав", який ідентифікує себе як лабіринт українського самовидавництва і представляє сучасних незалежних авторів України. Театральне життя України широко представлене на Web-сайті проекту "Сучасний український театр". Окрім цього, українські галереї та окремі митці створюють власні Інтернет-ресурси, для забезпечення свого іміджу через віртуальні виставки. Сьогодні також існує понад 100 Web-сайтів, присвячених музикантам, кілька десятків розважальних порталів, спрямованих на різні цільові аудиторії, однак найбільша їх частина в основному орієнтована на молодь.

Значною мірою сьогодні представлені в українському сегменті Інтернет-ринку і Web-сайти, що пропонують в он-лайн пошук роботи. Даний вид діяльності почав розвиватися на вітчизняному Інтернет ринку з 2000р., однак, незважаючи на свою недавню появу, вони мають добре розвинену інфраструктуру. Велика кількість з них розраховані як на тих, хто шукає роботу, так і на роботодавців. Вони зосереджуються в столиці та головних містах, хоча зустрічається в них і невелика кількість вакансій у регіонах. Так кадрові агентства, що представлені в он-лайн-режимі, пропонують електронні форми для внесення кандидатів у бази даних агентства.

Ще з зими 2002 р. почався лавиноподібний розвиток урядових Web-сайтів, що пов'язано з виходом Декрету Кабінету Міністрів України "Про порядок публікації інформації про діяльність органів виконавчої влади в мережі Інтернет" від 4 січня 2002 р. Згідно з цим Декретом урядовий Web-сайт повинен містити: назву закладу, його основні завдання і правову основу його діяльності, структуру і прізвища його керівників, місцезнаходження закладу, законодавство, що стосується його діяльності, час роботи, новини тощо. На сьогодні усі міністерства та 11 з 17 державних комітетів України мають свої власні Web-ресурси. Обласні адміністрації також представлені у мережі, 25 з 27 мають власні Web-сайти.

Отже, проведений аналіз показав, що сучасний Інтернет-ринок електронної торгівлі розвивається стрімкими темпами у великих містах та обласних центрах, де в основному і знаходяться основні Інтернет-компанії, однак можна стверджувати, що він зростатиме і в сільській місцевості, оскільки саме ця частина населення є віддалена від центрів торговельного обслуговування і тому потреба в електронній торгівлі цієї частини населення є вищою.

Література

1. Балабанов И.Т. Электронная коммерция – СПб: Питер, 2001. – 346 с.
2. Макарова М.В. Электронная коммерция: Посібник для студентів вищих навчальних закладів. – К: Видавничий центр "Академія", 2002, (Альма-матер).
3. [http:// www.uacc.org.ua](http://www.uacc.org.ua).
4. <http:// www.hostmaster.net.ua>.
5. Царев В.В., Кантарович А.А. Электронная коммерция – СПб: Питер, 2002. – 126 с.
6. <http:// www.korrespondent.net>.

УДК 539.37

Доц. В.С. Джус, канд. техн. наук; доц. А.Я. Куліченко, канд. техн. наук; магістр А.Р. Мілянчик – Дніпропетровський НУ залізничного транспорту, м. Львів

КОЕФІЦІЄНТИ НАПРУЖЕНЬ І ДЕФОРМАЦІЙ У КОНСТРУКЦІЯХ ВАГОНІВ

Наведено метод розрахунку пружно-пластичних коефіцієнтів концентрації напружень і деформацій динамічно навантажених елементів залізничних вагонів. Дана залежність встановлюється із використанням методу кінцевих елементів. Зв'язок між напруженням і деформацією представлений пружно-пластичною матрицею жорсткості елемента.

Doc. V.S. Dgus; doc. A.Ya. Kulichenko; master A.R. Milyanych – Dnepropetrovsk NU a railway transportation, L'viv

Factors of pressure and deformations in designs of cars

In given article is the resulted method of calculation of the elastic and plastic factors of concentration of pressure and deformations of dynamically loaded elements of railway cars. The given dependences are established with use of a method of final elements. Connection between a pressure and deformation submitted with elastic and plastic matrix of rigidity of an element.

При проектуванні та виготовленні залізничних вагонів призначених для вантажних перевезень, за основні критерії приймаються їх вага та міцність конструкції. Тривала експлуатація вагонів в умовах впливу значних статичних і динамічних навантажень сприяє руйнуванню як окремих вузлів даної конструкції, так і металу в цілому.

Процес руйнування залізничних вагонів – комплексна проблема, що об'єднує області дослідження фізики твердого тіла, механіки суцільного середовища та матеріалознавства. Враховуючи складність структури реальних матеріалів, наявності багатьох пошкоджень, починаючи від мікроскопічних і субмікроскопічних дефектів та закінчуючи значними порами і магістральними тріщинами, при математичному моделюванні процесів руйнування часто застосовують спрощений підхід до даної проблеми. За приклад можна навести прийняту модель даного процесу, де розглядається пошкодження достатньо малого матеріального елемента, в межах якого внутрішні напруження і деформація рахуються однорідними [1].

За іншою прийнятою моделлю процес руйнування розраховують за величиною середнього напруження, а його максимальне значення встановлюють згідно з коефіцієнтом концентрації напружень, еквівалентного коефіцієнту концентрації деформацій [1, 2].

Відомо, що ефективність міцності будь-якої конструкції зберігається за умови, коли інтенсивність середнього внутрішнього напруження при геометричній однорідності навантаження в її елементах повинно бути близьким до границі текучості даного матеріалу, тобто

$$\sigma_1 = 2^{-0.5} [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]^{0.5} = \sigma_T, \quad (1)$$

де: $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ – величини головних нормальних напружень, що відповідають напрямкам трьох головних осей X, Y та Z.

Але фактично у певній кінцевій межі елементу виникає геометрична неоднорідність, що впливає на розподілення місцевих напружень, і яка по-своєму може існувати у пружнопластичному або пластичному напруженому стані. Кожному із цих випадків властивий лише свій окремий коефіцієнт концентрації внутрішніх напружень. В області пластичного стану ефективне внутрішнє напруження $\sigma_{\text{еф}}$ більше межі текучості матеріалу σ_t , тобто, $\sigma_{\text{еф}} > \sigma_t$, що призводить до виникнення не лише пружних деформацій, але й залишкових (пластичних), за умови збереження постійності об'ємів. За таких умов коефіцієнти концентрації внутрішніх напружень k_σ та деформацій k_ϵ будуть не еквівалентними і визначатимуться за такими залежностями:

$$k_\sigma = \sigma_{\text{max}} / \sigma_n; \quad k_\epsilon = (E \cdot \epsilon_{\text{max}}) / \sigma_n, \quad (2)$$

де: σ_{max} , ϵ_{max} – максимальне, відповідно, внутрішнє напруження і деформація в області геометричної неоднорідності навантаженого елемента; σ_n – номінальне внутрішнє напруження у перерізі матеріалу; E – модуль пружності при розтягу (модуль Юнга).

Повна деформація елемента матеріалу рівна сумі двох складових – пружної $\epsilon_{\text{пр}}$ та пластичної $\epsilon_{\text{пл}}$ деформацій: $\epsilon = \epsilon_{\text{пр}} + \epsilon_{\text{пл}}$, або, виразивши останнє через тензори пружних ϵ_{ij}^e та пластичних ϵ_{ij}^p деформацій, отримаємо

$$\epsilon = \epsilon_{ij}^e + \epsilon_{ij}^p. \quad (3)$$

Згідно з деформаційним законом Генкі-Надаї для задач пластичності при малих переміщеннях, що ґрунтується на критерії текучості Мізеса-Губера, за основну умову якого прийнято постійність інтенсивності напружень, та зв'язку між складовими тензорів ϵ_{ij}^e і ϵ_{ij}^p , тензор повної пластичної деформації виражатиметься наступним рівнянням

$$\epsilon_{\text{пл}} = 1,5 (\epsilon_{ij}^p / \sigma_i) (\sigma_{ij} - \delta_{ij} \cdot \sigma_0) = 1,5 (\epsilon_{ij}^p / \sigma_i) D_{ij}^\sigma, \quad (4)$$

де: ϵ_{ij}^p та σ_i – ефективні, відповідно, пластична деформація та напруження; D_{ij}^σ – тензор девіатора внутрішніх напружень; σ_{ij} – тензор напруження; σ_0 – середнє значення напруження, що розраховується за формулою:

$$\sigma_0 = (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) / 3 = (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z) / 3; \quad (4a)$$

де δ_{ij} – дельта-функція Кронекера, приймає значення

$$\delta_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{при } i = j \\ 0 & \text{при } i \neq j \end{cases}. \quad (4b)$$

Складові правої частини виразу (4) математичним методом прямої ітерації [3] становитимуть:

$$\epsilon_{ij}^p = (2 \epsilon_j^p \cdot \epsilon_j^p / 3)^{0,5}; \quad (5)$$

$$\sigma_i = (3 \sigma_i \cdot \sigma_i / 2)^{0,5} = (1,5 \sigma_i \cdot \sigma_i)^{0,5}. \quad (6)$$

Оперування наведеним виразом (4) можливе лише за умови встановлення залежності інтенсивності деформацій від інтенсивності внутрішніх

напружень, значення якої визначається експериментальними випробовуваннями металевго зразка на розтяг.

Пружні деформації ϵ_{ij}^e пов'язані із напруженням σ_{ij} за допомогою закону Гука. Для ізотропного матеріалу рівняння лінійної ізотермічної пружності мають наступний вигляд [4]:

$$\epsilon_{ij}^e = 0,5 \cdot G^{-1} \cdot \sigma_{ij} - \delta_{ij} \cdot \left(\frac{\mu}{E} \cdot \sigma_0 \right), \quad (7)$$

де: G – модуль зсуву; E – модуль повздовжньої пружності; μ – коефіцієнт Пуассона.

Для спрощення проведення наступних математичних операцій автори даної статті застосовують параметр пластичності

$$\psi = E \cdot \epsilon_j^p / \sigma_i = (E / E_s) - 1, \quad (8)$$

де E_s – січний модуль кривої залежності між внутрішнім напруженням і деформацією, числова характеристика якого встановлюється внаслідок експериментального випробовування зразка на розтяг.

Використовуючи інтенсивності напружень σ_i і деформацій ϵ_j , виражаємо узагальнене рівняння зв'язку внутрішніх напружень з деформаціями [5]

$$\sigma_{ij} = E' \cdot \epsilon_{ij}, \quad (9)$$

де E' – модуль пластичності першого роду.

Інтенсивність деформації при пластичній зміні форми є функцією даної деформації і істотно впливає на фізико-механічні характеристики матеріалу. Графік залежності $\sigma_i - \epsilon_j$ будують на основі експериментальних досліджень. Якщо рахувати, що матеріали, з яких виготовляють основні вузли і деталі залізничних вагонів не піддаються стискуванню та зміні своєї густини при деформації, то залежність між інтенсивностями напружень і деформацій збігається із діаграмою дійсних напружень при розтягу, оскільки внаслідок простого розтягу σ_i рівному розтягуючому напруженню, а ϵ_j – відносному видовженню.

Аналізуючи і узагальнюючи всі наведені вище фізичні особливості пластичного деформування, автори вивели нетрадиційні формули пружно-пластичних властивостей матеріалу через прийнятий

$$E_{\text{ер}} = E / (1 + \psi), \quad (10)$$

$$\mu_{\text{ер}} = (\mu + 0,5 \psi) / (1 + \psi), \quad (11)$$

$$G_{\text{ер}} = E_{\text{ер}} / [2(1 + \mu_{\text{ер}})], \quad (12)$$

$$\lambda_{\text{ер}} = (\mu_{\text{ер}} \cdot E_{\text{ер}}) / [(1 + \mu_{\text{ер}}) \cdot (1 - 2\mu_{\text{ер}})]. \quad (13)$$

Використовуючи попередні співвідношення (3)...(9), отримано математичне відношення залежностей між внутрішніми напруженнями і деформаціями, яке записується наступним чином

$$\sigma_{ij} = 2G_{\text{ер}} \cdot \epsilon_{ij} + \lambda_{\text{ер}} \cdot \delta_{ij} \cdot \epsilon_0. \quad (14)$$

Підставляючи в останній вираз залежності (10)...(13), отримаємо значення головних нормальних напружень при пружнопластичній залежності напруження від деформації:

$$\begin{aligned}
\sigma_1 = \sigma_x &= (2 \cdot G_{ep} + \lambda_{ep}) \cdot \varepsilon_x + \lambda_{ep} \cdot (\varepsilon_y + \varepsilon_z); \\
\sigma_2 = \sigma_y &= (2 \cdot G_{ep} + \lambda_{ep}) \cdot \varepsilon_y + \lambda_{ep} \cdot (\varepsilon_z + \varepsilon_x); \\
\sigma_3 = \sigma_z &= (2 \cdot G_{ep} + \lambda_{ep}) \cdot \varepsilon_z + \lambda_{ep} \cdot (\varepsilon_x + \varepsilon_y); \\
\sigma_{1,2} = \sigma_{xy} &= G_{ep} \cdot \varepsilon_{xy}; \\
\sigma_{2,3} = \sigma_{yz} &= G_{ep} \cdot \varepsilon_{yz}; \\
\sigma_{1,3} = \sigma_{zx} &= G_{ep} \cdot \varepsilon_{zx}.
\end{aligned} \quad (15)$$

Перетворюючи отримані рівняння для випадку плоско-напруженого стану та відображаючи його у матричній формі, одержуємо наступну залежність між напруженням і деформацією для пружнопластичних умов:

$$\begin{Bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \sigma_z \end{Bmatrix} = \frac{E_{ep}}{1 - \mu_{ep}^2} \begin{bmatrix} 1 & \mu_{ep} & 0 \\ \mu_{ep} & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1 - \mu_{ep}}{2} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_z \end{Bmatrix}, \quad (16)$$

або у символічному вигляді

$$\{\sigma\} = [D_{ep}] \{\varepsilon\}. \quad (17)$$

При формулюванні пружнопластичної матриці жорсткості елемента використовуємо відомий матричний вираз для матриці жорсткості елемента $[k]$ [4], що для пружнопластичного стану матриця жорсткості $[k_{ep}]$ виражатиметься у вигляді:

$$[k_{ep}] = \int_V [A]^T \cdot [D_{ep}] \cdot [A] dV. \quad (18)$$

Отже,

$$[k] = \int_V [A]^T \cdot [D] \cdot [A] dV,$$

де: $[A]$ – матриця, яка зв'язує переміщення і деформації; $[D_{ep}]$ – матриця, що зв'язує напруження і деформації; V , dV – відповідно об'єм та величина його приросту; $[A]^T$ – транспонована матриця $[A]$, в якій взаємно переставлені місцями стовпці і рядки.

Матриця $[A]$ для одиничного елемента матеріалу зразка виражатиметься у наступному вигляді

$$[A] = 0,5 \cdot F_{ij}^{-1} \begin{bmatrix} y_{32} & 0 & -y_{31} & 0 & y_{21} & 0 \\ 0 & -x_{32} & 0 & -x_{31} & 0 & -x_{21} \\ -x_{32} & y_{32} & x_{31} & -y_{31} & -x_{21} & y_{21} \end{bmatrix}, \quad (19)$$

де визначення x_{ij} та y_{ij} проводиться згідно з відомою методикою:

$$x_{ij} = x_i - x_j; \quad y_{ij} = y_i - y_j \quad \text{та} \quad F_{ij} = F_{123} = x_{32} \cdot y_{21} - x_{21} \cdot y_{32},$$

де F_{ij} – площа трикутного елемента.

Підставляємо матриці $[A]$ та $[D_{ep}]$ у вираз (18), винісши добуток матриць $[A]^T \cdot [D_{ep}] \cdot [A]$ за знак інтеграла, залишивши під ним об'єм даного одиничного елемента, що виражається добутком $F_{ij} \cdot S_0$:

$$[k_{ep}] = 0,5 E_{ep} \cdot S_0 [F_{ij} (1 - \mu_{ep}^2)]^{-1} \times \begin{bmatrix} k_{11} & & & & & \\ k_{21} & k_{22} & & & & * \\ k_{31} & k_{32} & k_{33} & & & \\ k_{41} & k_{42} & k_{43} & k_{44} & & \\ k_{51} & k_{52} & k_{53} & k_{54} & k_{55} & \\ k_{61} & k_{62} & k_{63} & k_{64} & k_{65} & k_{66} \end{bmatrix}, \quad (20)$$

де: S_0 – товщина дослідного зразка; * – симетричне відображення матриці.

Особливістю наведеного способу встановлення зв'язку між внутрішнім напруженням σ і деформацією ε є застосування авторами методу кінцевих елементів для визначення переміщень (метод жорсткості), здійснюючи рішення задачі для пружнопластичного стану системи методом прямої ітерації. Математична модель даного способу розв'язування наведена на рис. 1, б), а математичний запис розрахунку можна представити у вигляді:

$$\{P\} = [K] \{U\}, \quad (21)$$

де: $\{P\}$ – заданий вектор зовнішнього навантаження; $[K]$ – матриця жорсткості всієї системи; $\{U\}$ – відомий вектор лінійних переміщень для даної системи.

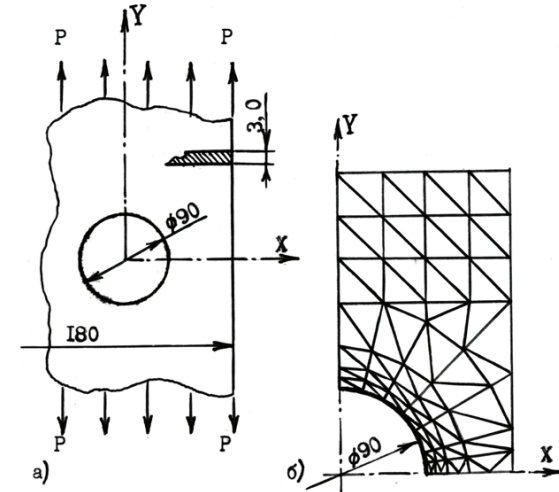


Рис. 1. Зразок листового матеріалу – сталь 09Г2С, із яким проводились експериментальні дослідження а) та математична модель досліді б).

Перевірка справедливості розробленої авторами методики приводилась експериментально із одновісно навантаженим зразком листового прокату (рис. 1, а) із низьколегової сталі 09Г2С (ГОСТ 19281-73) з наступними механічними характеристиками: $\sigma_b = 441$ МПа; $\sigma_t = 305$ МПа; $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа; $G = 8,1 \cdot 10^4$ МПа; $\mu = 0,26$.

Графік залежності: внутрішні напруження-деформація, для дослідного зразка наведено на рис. 2. Результат аналізу розробленої математичної моделі і його співставлення із даними, отриманими експериментально, зображений на рис. 3.

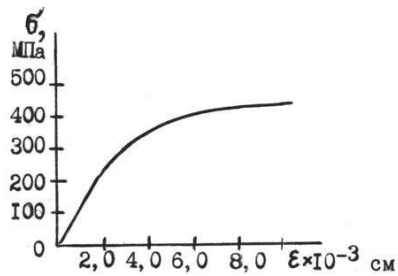


Рис. 2. Залежність напруження–деформація для матеріалу зразка із низьколегованої сталі 09Г2С (ГОСТ 19281-73) ($E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа; $G = 8,1 \cdot 10^4$ МПа; $\mu = 0,26$)

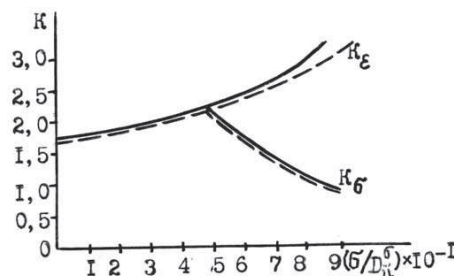


Рис. 3. Співставлення коефіцієнтів концентрації K для металевого зразка із отвором, отриманих за наведеною методикою аналітично (—) та експериментальним методом (---)

Результат апробації розробленої методики встановлення залежності внутрішнього напруження і деформації підтвердив ефективність способу розрахунку, оскільки, згідно з наведеним графіком (рис. 3), простежується співпадання значення коефіцієнта концентрації напруження K_σ і незначне відхилення (менше 1,35 % для максимального відхилення) коефіцієнта концентрації деформації K_ϵ .

Перевагою даної математичної моделі із застосуванням методу кінцевих елементів та прямого ітераційного матричного методу є те, що запропонований метод розрахунку можна запрограмувати для ЕОМ, що значно спростить процес попереднього визначення критичного порога утворення тріщин у матеріалі елементів залізничних вагонів і передбачувати можливість їх руйнування у процесі експлуатації.

Література

1. Тимошенко С.П. Теория упругости. – М.: Машиностроение, 1974. – 324 с.
2. Губкин С.И. Пластическая деформация металлов. – М.: Металлургиздат, 1960. – 236 с.
3. Качанов А.Н. Основы теории пластичности. – М.: Наука, 1969. – 420 с.
4. Сторожев М.В., Попов Е.А. Теория обработки металлов давлением. – М.: Машиностроение, 1977. – 424 с.
5. Безухов Н.И. Теория упругости, пластичности и ползучести. – М.: Высшая школа, 1961. – 536 с.

УДК 330.342:338.911:330.151

Доц. Я.В. Кульчицький, канд. екон. наук;
студ. А.В. Прокип – УкрДЛТУ

РОЗВИТОК КЛАСИЧНИХ СОЦІАЛЬНИХ КОНЦЕПЦІЙ ЕКОНОМІКИ У КОНТЕКСТІ ФОРМУВАННЯ ТЕОРІЇ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

Досліджується еволюція класичних соціальних концепцій економіки. Автор обґрунтовує думку, що ці концепції становлять методологічний фундамент формування теорії еколого-економічних систем. Філософія екологічної альтернативи розглядається як пріоритетна домінанта трансформації сучасних еколого-економічних систем.

Ключові слова: соціальні концепції економіки, економічна еволюція, економічна система, філософія екологічної альтернативи, сучасні еколого-економічні системи.

Doc. Ya.V. Kul'chyts'kyi, stud. A.V. Prokip – USUFWT

Development of classic social conceptions economies in forming context theories of ecological-economic systems

In article investigates evolution of classic social economy conceptions. Authors substantiate thought, that these conceptions are a methodological theory forming foundation of ecological-economic systems. Philosophy of ecological alternative considers as a priority-driven transformation dominant of contemporary ecological-economic systems.

Keywords: social economy conceptions, economic evolution, economic system, philosophy of ecological alternative, contemporary ecological-economic systems.

Початок ХХІ ст. знаменує собою глибоке переосмислення людством свого буття, особливостей життєдіяльності та економічного розвитку. Спостерігаємо утвердження філософії екологічної альтернативи як домінанти світової еволюції [4]. У цьому контексті на перший план виходить сучасна теорія еколого-економічних систем, яка побудована на екоцентристській системі цінностей і покликана слугувати дороговказом соціально-економічного прогресу у третьому тисячолітті [2]. Якщо говорити про витoki теорії еколого-економічних систем, її методологічний фундамент, то необхідно звернутися до класичних соціальних концепцій економіки, які беруть початок із творчості першого теоретика ринкової економічної системи А. Сміта. Саме великому шотландцю належать ідеї про соціальну природу економічного життя і саме він, мабуть, вперше розглядає економічну сферу життєдіяльності на рівні самодостатньої і багатокомпонентної економічної системи суспільства [6]. Теорія економічного лібералізму А. Сміта має міцну соціально-філософську базу, що дуже важливо у нинішніх умовах для комплексного підходу до розуміння змісту й динаміки сучасних еколого-економічних систем.

На початку огляду ключових положень деяких з основних соціальних концепцій економіки як методологічної передумови становлення теорії еколого-економічних систем хочемо підкреслити, що нині недостатньо розцінювати виробництво, обмін, споживання, гроші, поділ праці чи ринок лише як економічні явища. Вони водночас є частиною суспільних відносин, включаючи й такий важливий аспект, як екологічний, і не можуть розглядатися у відриві від соціального контексту. Наприклад, ринок пов'язаний не тільки і не стільки з відсутністю державного регулювання. Навпаки, для ринку потрібний більш складний і гнучкий механізм регулювання і соціального нормування, тут потрібна кропітка робота як політики, так і культури для формування суспільної свідомості, включаючи еколого-економічну, адекватної ринковій економіці. Для запровадження ринку необхідна відповідна ідеологія і пропаганда, ринок вимагає особливого типу трудової мотивації, що визначається вихованням і освітою. Все це свідчить про те, що соціальний підхід вкрай потрібний при дослідженні економічних явищ, усієї еколого-економічної системи. Це особливо важливо враховувати у політиці реформ країн з перехідною економікою.

Дослідження соціальних концепцій економіки засвідчує, що у них економіка вивчається як частина більш широкої соціальної системи, економічна поведінка розглядається у взаємозв'язку з іншими типами діяльності,