

Висновки. Отже, дані Світового Банку та наші розрахунки показують, що втрати ВВП України у 2014-2020 роках від російського вторгнення становлять понад **938 млрд. доларів США.**

Список літератури

1. *Донбас і Крим: ціна повернення : монографія / за заг. ред. В. П. Горбуліна, О. С. Власюка, Е. М. Лібанової, О. М. Ляшенко. Київ : НІСД, 2015. 474 с.*
2. *Відродження Донбасу: оцінка соціально-економічних втрат і пріоритетні напрями державної політики : доповідь. Київ : 2015. 168 с.*
3. *Касперович Ю. В. Методичні підходи до оцінки фіскальних втрат України внаслідок гібридної війни РФ. Економіка та держава. 2018. № 12. С. 8–15.*
4. *GDP (current US\$) – Ukraine. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?end=2020&locations=UA&start=2008&view=chart>*
5. *Крикун І. Г. Теорія ймовірностей та математична статистика: навчальний посібник. Миколаїв : НУК, 2017. 148 с.*

УДК 539.3

*Мальгота А.В., здобувач освіти,
Ветров О.С., старший викладач кафедри
прикладної математики,
Шевченко В.П., д. ф.-м. наук, професор,
професор кафедри прикладної
математики*

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ РОЗВ'ЯЗКИ СТАТИКИ ТА ДИНАМІКИ ТОНКИХ ПЛАСТИН ТА ОБОЛОНОК

Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця

На практиці, в умовах інженерної експлуатації конструкцій, реальні тіла завжди перебувають під дією різних навантажень, зокрема силового та температурного характеру. Навантаження можуть бути статичними та динамічними; елементи конструкцій, як правило, часто виготовляються із сучасних композитних матеріалів складної структури, що може суттєво ускладнити базові моделі механіки деформівного тіла. В подальшому авторами розглядаються тонкостінні елементи конструкцій (оболонки, рисунки 1 та 2), виготовлені із ортотропного матеріалу.

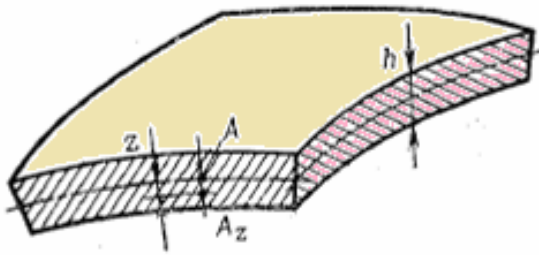


Рис. 1.

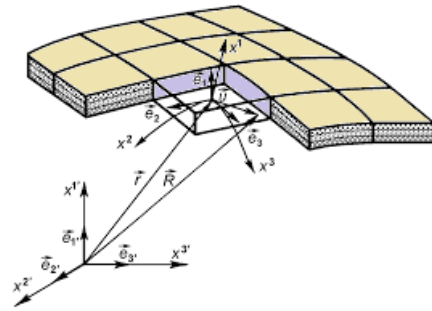


Рис. 2.

Оболонкою вважаємо тверде тіло, що обмежене двома криволінійними поверхнями, відстань між якими мала у порівнянні з двома іншими вимірами тіла (шириною та висотою). В подальшому розглядається модель нескінченної оболонки.

В якості узагальненого методу дослідження пружно-деформованого стану статички та динаміки тонких пластин та оболонок обраний метод фундаментальних розв'язків. В роботі подальшого розвитку набувають ідеї, висунуті в [1], і розвинені авторами у роботах [2-5].

Відповідні фундаментальні розв'язки були отримані за допомогою розвинення методики [1-3] на випадок статички тонких ортотропних пластин та оболонок. Метод, що базується на використанні інтегральних перетворень Фур'є-Лапласа та теорії спеціальних функцій гіпергеометричного типу, дозволяє отримати шукані розв'язки у вигляді, зручному для подальшого використання у задачах про локальне силове та температурне навантаження оболонок.

Окрім зазначених результатів механіки деформівного твердого тіла, методика побудови фундаментальних розв'язків може бути ефективно поширені на інші рівняння механіки та математичної фізики загалом. Для прикладу авторами розглянута задача побудови фундаментального розв'язку відомого рівняння С.Л. Соболева у двовимірному випадку [5]. Результати [5] добре співвідносяться із класичними.

Суттєвою перевагою використання методології [1-3] є те, що результати записуються в вигляді рядів по спеціальним функціям Мейєра, що дає можливість ефективно обчислювати їх у системах комп'ютерної алгебри, зокрема в системах Maple та Wolfram Mathematica.

В подальших планах розвинення методики: використання отриманих фундаментальних розв'язків для застосування у методі граничних інтегральних рівнянь теорії пластин та оболонок, що виявляється більш ефективним при вирішенні певного класу задач механіки, у порівнянні із методом скінчених елементів (наприклад, реалізованого в комп'ютерній системі скінчено-елементного аналізу Ansys тощо).

Робота виконана у рамках НДР «Розробка методів дослідження міцності та стійкості тонкостінних оболонок та пружних твердих тіл з рідиною при дії різного виду динамічних навантажень» (номер д/р 0119U100042).

1. Нагорна Р.М., Цванг В.А., Шевченко В.П. Фундаментальні розв'язки динамічних рівнянь теорії пологих оболонок. *Відомості АН СРСР. Механіка твердого тіла*. 1994. № 3. С. 173-180. (рос.)
2. Ветров О.С., Шевченко В.П., Русаков В.Ф. Динаміка тонких оболонок із врахуванням демпфування під дією локальних навантажень. *Вісник Запорізького національного університету*. 2015. № 2. С. 28-36. (рос.)
3. Vetrov O. S., Shevchenko V. P. Study of the stress-strain state of orthotropic shells under the action of dynamical impulse loads. *Journal of Mathematical Sciences*. 2012. Vol. 183, № 2. P. 231-240.
4. Ветров О. Узагальнений метод побудови фундаментальних розв'язків деяких задач математичної фізики. Конференція молодих учених "Підстригачівські читання-2020" (Львів, 26-28 травня 2020 р.). Львів, 2020.
<http://www.iapmm.lviv.ua/chyt2020/abstracts/Vetrov.pdf>
5. Ветров О., Мальгота А., Шевченко В. Новий алгоритм побудови фундаментального розв'язку двовимірного рівняння С.Л. Соболева. Конференція молодих учених "Підстригачівські читання-2021" (Львів, 26-28 травня 2021 р.). Львів, 2021.
<http://www.iapmm.lviv.ua/chyt2021/abstracts/Vetrov.pdf>

УДК 517.926:(611.13:611.018.5)

Маркушевська А.В., здобувач освіти,
Савченко М.О., старший викладач
кафедри прикладної математики

МЕХАНІКА РУХУ КРОВІ В АОРТІ

Донецький національний Університет імені Василя Стуса, м. Вінниця

Розглядається рух крові в судинах з точки зору гідродинаміки [1], [2], а саме вивчається закон зміни артеріального тиску $p(t)$ в аорті людини протягом повного серцевого циклу [3].

При русі рідини по трубі щільність впливає на швидкість її руху. В дослідженні об'єм, що протікає кожної секунди через поперечний переріз труби дається формулою

$$Q = \frac{v}{t} = \frac{(p_1 - p_2) r^4}{8\eta l} \pi, \quad (1)$$

де $p_1 - p_2$ — різниця тиску на кінцях труби, η — щільність рідини, l — довжина труби, r — її радіус.

Показано, що при деяких припущеннях зміна артеріального тиску описується рівнянням

$$\frac{dp}{dt} = \frac{1}{k} \left[Q(t) - \frac{p(t)}{\omega} \right], \quad (2)$$

де $k > 0$ — еластичність стінок аорти, $\omega > 0$ — гідравлічний опір мікросудин, $Q(t)$ — об'ємна швидкість кровотоку від серця до аорти.