

2. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. [Діє з 01.01.2019]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 39 с.

3. ДСТУ Б В.2.1-1-95. Грунти. Методи польових випробувань палями. Київ : Украрбудінформ, 1997. 58 с.

4. Сєдін В. Л., Волнянський Ю. Ю., Ковба В. В., Бікус К. М. Моделювання напружено-деформованого стану основи багатовиткової палі при її статичному навантаженні в пилювато-глинистому ґрунті. *Основи та фундаменти* : наук.-техн. зб. Київ : КНУБА, 2020.

5. Salhi L., Nait-Rabah O., Deyrat C., Roos C. Numerical modeling of single helical pile behavior under compressive loading in sand [Электронный ресурс]. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*. 2013. Vol. 18. Pp. 4319–38.

УДК 517.11+519.92+539.3

НОВІ ЗАДАЧІ МОДЕЛЮВАННЯ ШАРУВАТИХ ГУМОВОКОРДОВИХ ОБОЛОНОК ВІЙСЬКОВОГО ТА ЦИВІЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Волчок Д. Л.¹, к. т. н., доцент, Погасій О. А.², к. т. н., доцент
Придніпровська державна академія будівництва та архітектури,
¹ Denys.L.Volchok@pgasa.dp.ua;
² pogasij.olena@pgasa.dp.ua

Постановка проблеми. Найбільш поширеними способами доставки ракет до місця їх пуску є засоби залізничного транспорту, або доставка за допомогою спеціального автотранспорту. Другий спосіб передбачає використання спеціального класу шин, таких як великогабаритні або надвеликогабаритні, що в свою чергу призводить до необхідності проектування та виготовлення такого складного виробу. Слід зазначити, що розв'язання контактної задачі взаємодії гумовокордової оболонки з основою вперше у світі було здійснено саме у м. Дніпро професором Квашею Е. М. і результатом була побудована математична модель для оцінки експлуатаційних властивостей надвеликогабаритних шин [1; 2] та запроектована шина 33.00-51 для автосамоскидів діагональної конструкції. Розвитком такого напрямку моделювання виробів подвійного призначення довгий час займалися автори і була запроектована нова шина 40.00-57 як діагональної, так і радіальної конструкції [2]. Нажаль, ці розробки і дослідження були заморожені. Залишилися нерозв'язаними питання оптимізації та врахування невизначеностей [3; 4] в такого роду математичних моделях. Не зважаючи на те, що одна така шини коштує понад \$15 000, а виготовляти такі шини спроможні лише п'ять країн світу, ця галузь знаходиться в стадії стагнації. Причини всім нам відомі.

Мета дослідження. Розвиток математичного моделювання шаруватих гумовокордових оболонок обертання надвеликогабаритних шин за рахунок впровадження оптимізаційного моделювання та моделювання в умовах невизначеностей. Розробити таку математичну модель оптимального проектування шини, яка б доставляла максимум пробігу за умови не руйнування каркасу. Адаптувати детерміновану модель оптимального проектування конструкції шин та їх експлуатаційних характеристик для можливості розв'язання задач в умовах невизначених початкових даних, та чи або в умовах невизначених цілей нечіткої, неточної, випадкової природи.

Основні результати. Розрахункова схема гумової (пневматичної) шини великого діаметру розглядається як тороїдальна оболонка. Для аналізу її напружено-деформованого стану застосовується енергетичний підхід. Для цього вводиться в розгляд плоский поперечний переріз оболонки Ω , геометрія якого представлена на рисунку 1, форма контуру перетину оболонки визначається кривою $y(R, \phi)$. Вона є основою побудови шуканої конфігурації області Ω за допомогою наступних визначень:

$$l_1(R, \phi) = y + h_1(R, \phi); \quad l_2(R, \phi) = y - h_2(R, \phi); \quad (1)$$

В результаті аналізу попередніх робіт було сформовано таку задачу ОПК шини:

$$y^{opt} = \arg \left\{ \max_x S(w, y, x) \mid u_j(w, y, x) \leq u_{0j} \right\}, \quad (2)$$

де $y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$, $j = 1, 2, \dots, m$; $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ – вектор параметрів; u_j – вектори обмежень. Тут функцію w , що містить компоненти напружено-деформованого стану, знаходять в результаті розв'язання варіаційної задачі про мінімізацію повної потенційної енергії E в адаптованій для такого класу задач кінцево елементній моделі:

$$y^* = \arg \left\{ \min_w E(w, y, x) \right\}. \quad (3)$$

На цьому етапі в моделі для мінімізації використовується метод локальних варіацій.

Для шини 40.00-57 в результаті 100 ітерацій процедури оптимізації (2) отримано геометрію середньої лінії, в результаті апроксимації якої методом найменших квадратів, отримаємо оптимальну геометрію (рис. 2) для модальних значень вхідних параметрів.

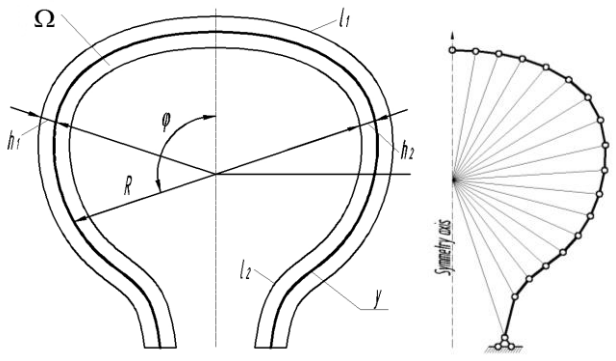


Рис. 1. Геометрія області Ω

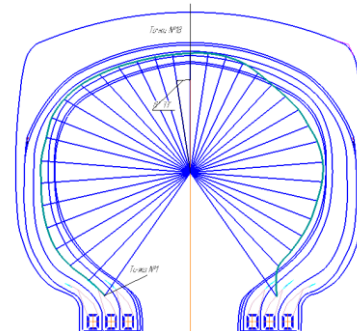


Рис. 2. Оптимальна геометрія шаруватої оболонки

Ресурс елементів каркасу для такої геометрії розподілено більш рівномірно і розкид склав від 141 181 до 172 452 км. Уточнення геометрії можливо при збільшенні кількості ітерацій. В силу складності самої моделі розрахунку шини, на сучасних потужностях це займає досить тривалий час і є задачею майбутніх часів.

Висновок. Застосування модальних значень при реалізації наведених підходів до прогнозування ресурсу гумовокордової оболонки дозволяє в подальшому включати в розрахункову модель можливі під час проектування та експлуатації фактори з відтінком різної невизначеності. Для реалізації нелінійної моделі оптимізації використано підходи статистичного моделювання та метод локальних варіацій. Отримано наближену до оптимальної геометрію оболонки.

Список використаних джерел

1. Kvasha E., Volchok D., Pogasii E., Schmidt R., Agarova V. Numerical research of laminated extra big tyre shells. *Theoretical foundations of civil engineering*. № 20. Warsaw, 2012. Pp. 197–202.
2. Кваша Э., Волчок Д., Погасий Е., Шмидт Р., Копыленко Е. Влияние качества дорожного покрытия на характеристики СКГШ 40.00-57. *Теоретичні основи будівництва*. 2011. № 19. С. 143–146.
3. Baranenko V., Volchok D. Application of various uncertainty measures in the problem of critical force searching for orthotropic shell in conditions of the carrying capacity. *Strength of Materials and Theory of Structures*. Vol. 106. 2021. Pp. 201–220. (Web of Science)
4. Baranenko V., Volchok D. Evaluation of the maximum axial force on a cylindrical shell structure in terms of stability and strength using fuzzy quantities of chosen geometric parameters. *Roads and Bridges*. 2016. T. 15, № 1. С. 71–81.

УДК 35.088+519.21

ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ БЛОК-ПОСТІВ

Волчук В. М.¹, д. т. н., проф., Конопляник О. Ю.², к. т. н., доц.,
Котов М. А.³, к. т. н., доц.

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури,

¹volchuky@gmail.com;

²konoplianic.alexander@gmail.com;

³38kotokoto38@gmail.com

Постановка проблеми. Усі конфлікти які тривають зараз або можуть розпочатися у майбутньому, виникають завжди з одних и тих самих причин: економічних, політичних, екологічних та інформаційних, як під час підготовки бойових дій так і в ході їх проведення. За останній ряд десятиліть виокремився новий тип вій - «гібридний». Характерним для нього є динамічність та швидкість проведення бойових дій з їх розповсюдженням на значну територію конкретної країни, при цьому нівелюються такі поняття як тил, лінія фронту та тому подібне. Бойові дії проходять в більшості випадків без зорового контакту супротивників, з широким використанням безпілотних та супутникових засобів розвідки та новітніх засобів ураження, з концентрацією зусиль на виведенні з ладу уразливих цілей [3–5].

Зважаючи на вище зазначена, у даний час є дуже актуальною проблема мобільних та швидкорозгортальних блок-постів у зоні проведення бойових дій та на приграничній території.

Ціль дослідження. Блок-пост (БП) це загороджувальний укріплений контрольно-пропускний пункт з озброєною охороною, його завданням є контроль за переміщенням людей, транспорту, їх перевірку та огляду, а також захист від засобів ураження обслуговуючого персоналу. Зважаючи на це конструктивні елементи БП мають бути стійкими до механічних пошкоджень, з можливістю оцінки їх залишкової міцності після кожного нанесеного їм пошкодження, та вогнетривкими.

Головні результати. Методика фрактального експрес методу оцінки міцності бетону дозволяє оперативно оцінити його міцність ґрунтуючись на знімках його поверхні. Методика заснована на встановленні співвідношення між значеннями зусилля, що руйнує, і фрактальними розмірностями макроструктури бетону. При