

*Подакіна Вероніка Максимівна, 9 клас,
(Перша міська гімназія Черкаської міської ради
Черкаської області, Україна)*

Збільшення міцності елементів інженерних конструкцій через застосування біонічної концепції

У сучасному інженерному світі, де вимоги до конструкцій та матеріалів стають все більш складними, а поєднання міцності та ефективності цих конструкцій стає ключовим фактором успіху [1]. Тема міцності конструкцій і біоніки відкриває захоплюючу область досліджень, де природа виступає як наставник для інженерів.

У цій науковій роботі досліджується взаємодія між природними структурами та інженерними рішеннями в питаннях міцності, і покликана висвітлити, як природа, своєю еволюційною мудрістю, може надихати на створення інноваційних та ефективних конструкцій. Ця тема заслуговує на особливу увагу не лише через потужний потенціал для розвитку нових технологій, але й через можливість поринути в світ біологічної краси та досконалості, яка може стати джерелом знань та натхнення для інженерних ідей майбутнього.

Актуальність теми дослідження визначається наростаючою потребою в розробці більш міцних та ефективних конструкцій у сучасному інженерному середовищі. Застосування принципів біоніки у процесі проєктування дозволить інженерам використовувати природні рішення, що створювалися еволюційно, в процесі взаємодії з оточуючим середовищем. Цей підхід стає невід'ємною частиною інноваційних технологій, де біоніка служить джерелом ідей та натхненням для створення технічних рішень, спроможних оптимізувати міцність та ефективність конструкцій у різноманітних областях інженерії.

Мета дослідження – запропонувати варіант інженерної біонічної конструкції, яка може замінити базову антропогенну конструкцію, чим зменшить матеріальні та енергетичні затрати на виготовлення цієї конструкції не зменшуючи її міцнісних показників.

Міцність конструкцій – це здатність конструктивних елементів (як у будівництві, так і в машинобудуванні) витримувати навантаження, не втрачаючи своїх функціональних характеристик та зберігаючи цілісність або здатність матеріалу конструкції та його елементів чинити опір зовнішнім силам без прояву пластичних деформацій та руйнувань [2]. Основні аспекти, що враховуються при оцінці міцності, включають розрахунок на статичне та динамічне навантаження, вплив зовнішніх факторів (температура, вологість, корозія) та довговічність матеріалів. Важливою складовою є також безпека конструкцій, яка забезпечується через дотримання норм та стандартів.

Біоніка – це галузь науки, що займається вивченням живих організмів та їх систем з метою створення аналогічних технічних систем та механізмів. Біоніка використовує принципи, знайдені в природі, для розв'язання різних

інженерних завдань [3]. Наприклад, форма тіла акули надихнула на створення більш аеродинамічних форм у авіабудуванні, а будова кісток птахів – на розробку легких, але міцних конструкцій. Біоніка об'єднує знання з біології, інженерії, фізики та інших наук, спрямовуючи їх на створення інноваційних технологічних рішень [4].

Поняття термінів "міцність конструкцій" та "біоніка" істотно впливають на розвиток сучасних технологій та інженерії. З одного боку, забезпечення міцності та надійності конструкцій є критичним для безпеки і довговічності. З іншого боку, біоніка відкриває нові горизонти в розробці інноваційних рішень, використовуючи ідеї та принципи, запозичені від природи. Об'єднання цих двох понять веде до створення більш ефективних, економічних і екологічних рішень у різних галузях інженерії.

Практичне застосування законів природи і безпосереднє їх знання дозволяє створювати функціональні, безпечні, енергозберігаючі, легкі і водночас надзвичайно міцні розумні конструкції в інженерії.

В експериментальній частині роботи ми провели оцінювання та порівняння міцнісних характеристик інженерних антропогенних конструкцій та біонічних конструкцій, розроблених, як альтернатива розглянутим конструкціям, з подальшим визначенням ефективності використання біонічних принципів у проєктуванні інженерних міцнісних конструкцій.

Об'єктом дослідження виступав пластиковий кронштейн навантаження стандартної конструкції, рис.3.1.

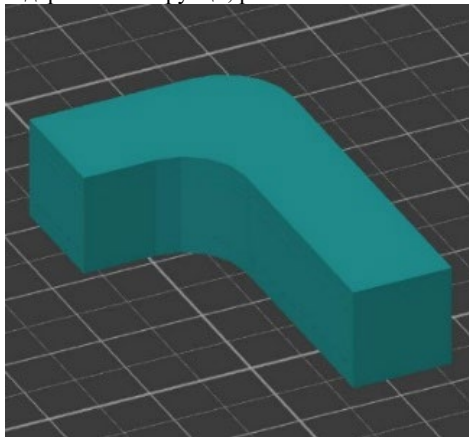


Рис. 1. 3D модель досліджуваного об'єкту
(Джерело: виконано автором, 22.12.2023)

В якості експериментального зразка виступав пластиковий кронштейн навантаження з ребром жорсткості, робоче креслення якого представлено на рис.3.2.

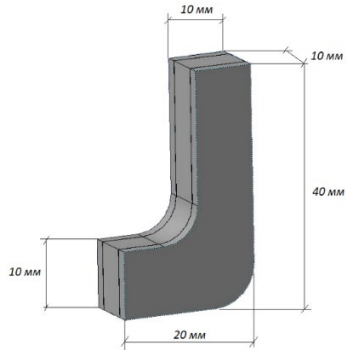


Рис. 2. Робоче креслення кронштейну навантаження

(Джерело: виконано автором, 22.12.2023)



Рисунок 3. Проекти обраної біонічної конструкції кронштейну для кріплення

(Джерело: виконано автором в програмі Designer Copilot, 27.12.2023)



Рисунок 4. Зовнішній вигляд надрукованих на 3D принтері біонічні конструкцій кронштейна кріплення. (Джерело: отримано автором, 29.12.2023)

Таблиця 3.1.

Порівняння результатів випробовування надрукованих на 3D принтері (матеріал – пластик ABS) антропогенної інженерної та біонічної конструкцій кронштейна кріплення на міцність
(Джерело: виконано автором, 22.12.2023)

<i>Характеристика конструкцій</i>	<i>Антропогенна інженерна конструкція</i>	<i>Біонічна конструкція</i>			<i>Максимальний виграш біонічної конструкцій в порівнянні з антропогенною</i>
		<i>Зразок 1</i>	<i>Зразок 2</i>	<i>Зразок 3</i>	
Маса, г	10,4	8,1	7,8	7,2	3,2 (30,7%)
Очікуване максимально допустиме навантаження, кг	100	122	80	65	22 (22%)
Коефіцієнт безпеки	1,5	2,5	2,3	2,7	1,2 (80%)
Втомна міцність, МПа	42	44,12	32,4	24,64	2,12 (5%)

Висновки

Проведено всебічний аналіз впливу біонічних ідей на сучасну інженерію, детально розглянуті теоретичні аспекти забезпечення міцності конструкцій та виконане експериментальне порівняння міцності інженерних антропогенних та біонічних конструкцій.

В результаті аналізу літературних джерел встановлено, що біоніка як дисципліна грає ключову роль у розвитку інноваційних інженерних рішень, оскільки вивчення та імітація природних структур та механізмів відкриває нові можливості для розробки більш ефективних, легких та міцних конструкцій.

Теоретичні знання про міцність, отримані з досліджень у галузі інженерії та біоніки, важливі для розуміння та вдосконалення конструкцій. При цьому, природні аналоги часто виявляються більш міцними та ефективними у використанні матеріалів, що може стати базою для створення інженерних біонічних конструкцій.

Результатами дослідження ми підтвердили той факт, що біонічні конструкції перевершують антропогенні у всіх параметрах, починаючи вагою і закінчуючи надійністю та міцністю.

Список літератури

1. Чеботар І. М., Макаренко В. Д. Інженерна оцінка безпечного ресурсу металевих конструкцій агропереробного виробництва: монографія. Київ: Ліра-К, 2017. 116 с.
2. Шваб'юк В. І. Опір матеріалів: навч. посіб. Київ: Знання, 2009. 380 с.
3. Мигаль С. П., Дида І. А., Казанцева Т. Є. Біоніка в дизайні просторово-предметного середовища: навч. посіб. Львів: Львівська політехніка, 2022. 228 с.
4. Шутка І. *Біологічні секрети для техносвіт*: веб-сайт. URL: <https://biggggidea.com/practices/bionica/> (дата звернення: 01.12.2023).