

УДК 631.3:611:612

Волик Б., канд. техн. наук, доцент, **Теслюк Г.**, канд. техн. наук, доцент, **Золотовська О.**, канд. техн. наук, доцент, **Майстришин Р.** аспірант (Дніпровський державний аграрно-економічний університет)

Аналіз будови тіла морських тварин та можливість прийняття її за біологічний аналог ґрунтообробних робочих органів

У статті наведені основні положення методики модельних досліджень ґрунтообробних агрегатів з використанням методів біоніки. Використання методів біоніки в процесі проектування ґрунтообробних машин має обов'язкові етапи, через які повинна пройти модель – це визначення біологічного аналога, геометрична, чисельна, регресійна і математична моделі. Основою для розробки робочого органа виступає саме математична модель.

Ключові слова: ґрунтообробка, моделювання, біоніка, біологічний аналог.

Суть проблеми. Застосування методів біоніки широко практикується в таких галузях як архітектура, літако- та кораблебудування. У сільськогосподарському машинобудуванні традиційно перевага надається фізичному і математичному моделюванню. Справа в тому, що біоніка потребує наявності біологічного аналога, який був би функціонально подібним розроблюваному знаряддю. Від ступеня подібності залежить і ступінь адаптації розроблюваного знаряддя до конкретних умов його експлуатації. Вся складність полягає в тому, що сліпе копіювання аналога нічого не дає. Робочий орган працює в інших умовах і для його розробки необхідна математична модель аналога, але стосовно конкретних умов використання, а це вже дуже складна задача. Як аналог можуть бути прийняті ґрунторийні і водні тварини.

Ґрунтообробні знаряддя за своїм призначенням повинні кришити і розпушувати ґрунт, в окремих випадках - обертати шари. Ґрунторийні тварини риють ходи або нори. Робити розпушення їм енергетично не вигідно та і потреби немає, вони цього і не роблять. Тому ґрунторийні тварини як аналог не підходять.

Водні тварини своїм тілом розсікають середовище, далі рідина розшаровується, рухаючись вздовж поверхні тіла, яке має криволінійну, найчастіше краплевидну форму, тобто відбувається перегин потоку. Якщо порівняти зі стрілкою лапою, то процес можна вважати подібним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У галузі сільського господарства основні ідеї біонічного моделювання започатковані А. Н. Гудковим [4]. Серед останніх досліджень можна відмітити роботи Л. Ф. Бабицького [1-3]. Для біонічного моделювання він використовував особливості будови тіла мешканців ґрунтового, водного і повітряного середовища. Приміром, на основі аналізу аеродинаміки орла

запропоновано форму носка долота швидкісних ґрунтообробних машин виконувати у формі дзьоба. У результаті аналізу принципу руху дощового хробака розроблена конструкція гнучкої борони. В теоретичному плані можна відмітити розроблений В. С. Казаковим метод гідродинамічних аналогій. Сутність методу полягає у порівнянні рівнянь В. П. Горячкіна і Бернуллі. Але складність визначення критеріїв подібності робить практично неможливим використання методу на практиці.

Механізми руху морських тварин найбільш повно досліджував С. В. Першин [5]. Математичному моделюванню біологічних процесів присвячені роботи А. І. Скоринкіна [6].

Відомі приклади копіювання живої природи і в інших сільськогосподарських машинах, як от коренезбиральна машина РКМ-6 виробництва Дніпропетровського комбайнового заводу комплектувалась очищувачем коренів, побудованим за принципом голчатої поверхні тіла їжака.

Мета дослідження. Обґрунтування загальної схеми досліджень і критеріїв функціональної подібності біологічних аналогів ґрунтообробних машин.

Результати досліджень. Важливим в застосуванні методів біоніки є інтуїція розробника в розрізі вибору аналога. Найпростіший варіант – це зовнішня схожість. Але треба мати на увазі, що процеси у ґрунтовому і водному середовищі протікають неоднаково, тому для прийняття рішення треба досконало вивчити діючі механізми, які визначають властивості аналога. Перш за все, треба мати на увазі, що тварина рухається у середовищі за рахунок власних, доведених до рушіїв сил. Тобто ми маємо штовхальний варіант переміщення. Ґрунтообробні знаряддя працюють за тягнутою схемою. По-друге, практично всі розрахункові моделі роботи ґрунтообробних знарядь, окрім інших показни-

ків, урахують коефіцієнти зовнішнього тертя спокою і ковзання. Рідина коефіцієнта тертя спокою не має.

Загалом, до вибору аналога можна окреслити такі вимоги:

- зовнішня подібність;
- мінімально можливий коефіцієнт лобового опору;
- можливість конструкційного відтворення.

Загальну послідовність досліджень на основі біоніки можна представити у вигляді відпрацьованої нами схеми (рис. 1). Слід відмітити, що наявність у схемі 3D моделі викликана суто суб'єктивними причинами: для візуального контролю розробником відповідності моделі аналога.

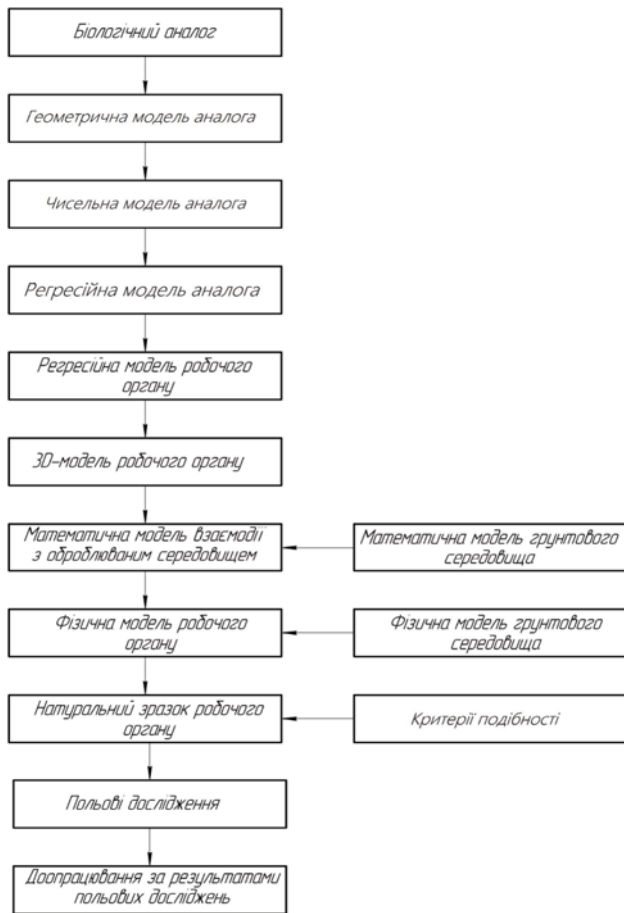


Рис. 1 – Блок-схема досліджень з використанням методів біоніки

Проаналізуємо будову тіла ряду морських тварин з точки зору можливості прийняття як біологічного аналога. На цьому етапі досліджень аналіз виконаний за зовнішньою подібністю.

1. Каліфорнійський морський скат як біологічний аналог стрілкової лапи (рис.2).

Тварина має тіло ромбовидної форми і дзьобоподібний ніс. Така форма носа вважається найбільш вигідною з точки зору гідро і аеродинаміки. Своєю формою вона була використана Л. Ф. Бабацьким [2] як аналог під час розробки долота до глибокорозпушувача для роботи на підвищених швидкостях. Поперечний перетин тіла еліпсоїдний і, як показали виконані нами дослідження, піддається опису рівнянням регресії третього ступеня.

2. Риба-молот як біологічний аналог глибокорозпушувача (рис.3).

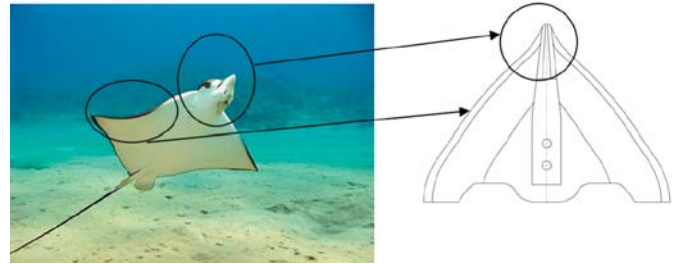


Рис. 2 – Елементи ідентифікації ската і стрілкової лапи



Рис. 3 – Елементи ідентифікації риби-молота і глибокорозпушувача

Ця риба має широку голову у вигляді лопати, тіло еліпсоїдної форми. Лобова частина має яскраво виражений підйом, тобто фактично має кут атаки схожий на долото.

3. Скот хвостокол як біологічний аналог глибокорозпушувача (рис. 4).

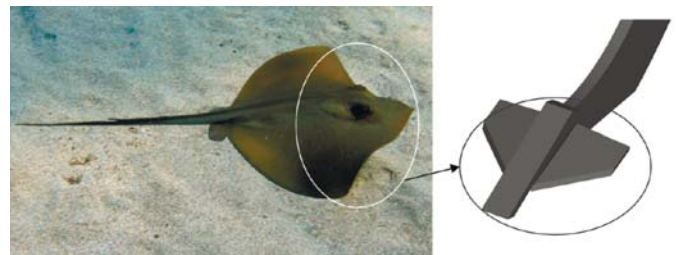


Рис. 4 – Елементи ідентифікації ската хвостокла і глибокорозпушувача

У ската тіло плоске. Краї грудних плавників зростаються з боками тіла і головою, утворюючи диск у вигляді ромба завширшки в 1,2-1,3 рази більше довжини. Вершина рила загострена. Задній край носових лопатей прямий, бризкальця дещо більші очей. На спині розташований низький кожистий киль.

4. Катран чорноморський як біологічний аналог кротовача (рис.5).

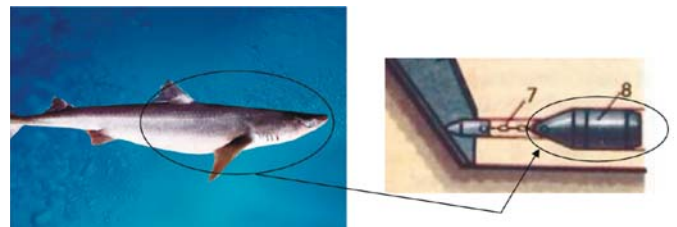


Рис. 5 – Елементи ідентифікації катрана і кротовача: 7 – ланцюг, 8 – кротовач

Тіло катрана має найбільш досконалу, як для риб цього виду, обтічну форму, але воно непропорційно витягнуте і тому нагадує веретено. Рило типове для акул – загострене. Тіло циліндричної форми, починаючи від рила поступово збільшується в діаметрі і, досявши максимуму, плавно переходить у хвостовик. Тіло

вкриті лускою, що зменшує лобовий опір. Серед акул має найкращу прийманість, тобто швидше за інших набирає максимальну швидкість.

Як показує аналіз, за формою тіла цілий ряд тварин може бути прийнятий як біологічний аналог стрілачких лап, глибокорозпушувачів, кротовачів. Проте, особливості їхньої будови недостатньо вивчені і зараз ще важко стверджувати, які саме особливості можна запозичити для ґрунтообробки.

Висновки. Використання методів біоніки в процесі проектування ґрунтообробних машин має обов'язкові етапи, через які повинна пройти модель – це визначення біологічного аналога, далі послідовно геометрична, чисельна, регресійна і математична моделі. Основою для розробки робочого органа виступає саме математична модель.

Біологічний аналог є вихідним для всіх наступних етапів моделювання і від раціональності його вибору практично повністю залежить ефективність кінцевого результату. Основні вимоги до аналога: зовнішня подібність; мінімально можливий коефіцієнт лобового опору; можливість конструкційного відтворення.

Список літератури

1. Бабицкий Л.Ф., Москалевич В.Ю., Соболевский И.В. Бионико-механические основы сельскохозяйственных машин. Теория и методы. (ISBN 978-3-659-85703-4) – LAP LAMBERT Academic Publishing, Deutschland/ Германия, 2016. – 384 с.

2. Бабицкий Л.Ф. Біонічні напрями розробки ґрунтообробних машин / Л.Ф. Бабицкий. – К.: Урожай, 1998. – 164 с.

3. Бабицкий Л.Ф. Бионические основы технических решений. Учебное пособие для студентов механического факультета очной и заочной форм обучения по дисциплине «Бионические направления разработки сельскохозяйственных машин» / Л.Ф. Бабицкий, В.Ю.

Москалевич. – Симферополь: ЮФ НУБіП України «КАТУ», 2010. – 84 с.

4. Гудков А.Н. Теоретические основы построения рабочих процессов сельскохозяйственных машин с учетом характера живой материи растений, животных, почвы. Кн.: Земледельческая механика. М.: Машиностроение, 1966. Т. 9. С. 86-97.

5. Першин С.В. Гидродинамические аспекты изучения движения водных животных / Бионика. Под ред. Б.С. Сотскова. – М.: «Наука», 1965, С.207-215.

6. Скоринкин А.И. Математическое моделирование биологических процессов / А.И. Скоринкин. – Казань: Казан. ун-т, 2015. – 86 с.

Аннотация. В статье приведены основные положения методики модельных исследований почвообрабатывающих агрегатов с использованием методов бионики. Использование методов бионики в процессе проектирования почвообрабатывающих орудий имеет ряд обязательных этапов, через которые должна пройти модель – это установление биологического аналога, геометрическая, численная, регрессионная и математическая модели. Основой для разработки рабочего органа является именно математическая модель.

Summary. The article presents the main provisions of the methodology of model studies of soil-cultivating aggregates using the methods of bionics. The use of methods of bionics in the process of designing soil cultivating tools has a number of mandatory stages through which the model must pass - this is the establishment of a biological analogue, a geometric, numerical, regression and mathematical model. The basis for developing a working body is precisely the mathematical model.

Стаття надійшла до редакції 4 квітня 2018 р.