

## ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМІВ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЛАНЦЮГОВОЇ ЛІНІЇ, ЯК СИМУЛЯТОРА ЗРІВНОВАЖЕНИХ СТАТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

\*Поліський національний університет, \*\*Державний університет «Житомирська політехніка»

### Анотація

Розглянуто основні передумови створення моделі-симулятора для дослідження механізмів трансформації плоских геометричних контурів інженерних споруд та технічних об'єктів, описуваних формою ланцюгової лінії та її конформними відображеннями. Наведено окремі результати експериментальних досліджень розробленої моделі симулятора спрямовані на оптимізацію геометричних параметрів деяких робочих процесів та технічних об'єктів.

**Ключові слова:** ланцюгова лінія, катенарія, конформні відображення, модель симулятор.

Узагальнення визначальних ознак широкого спектру різних інженерних споруд та технічних об'єктів свідчить, що плоскі статично зрівноважені контури значної кількості таких об'єктів геометрично можуть бути описані лінією, форма якої є формою гнучкої однорідної нерозтяжної нитки або ланцюга з закріпленими кінцями в однорідному полі гравітаційних сил. Як приклади, таких контурів інженерних споруд та технічних об'єктів, описуваних ланцюговою лінією (катенарією) або її конформними відображеннями, можна навести: гнучкі робочі органи ґрунтообробних знарядь (рис.1-а) та інших технічних засобів, робочий процес яких характеризується процесом різання «гнучкою струною»; будівельні споруди з архітектурними формами у вигляді арок склепінь (рис.1-б); конструкції підвісних мостів (рис.1-в); утворення статичних арок склепінь в масиві сипкого матеріалу, який рухається в порожнині хопера в полі гравітаційних сил (рис.1-г) [1].



а



б



в



г

Рис.1. Приклади зрівноважених контурів, описуваних ланцюговою лінією, або її конформним відображенням: а – гнучкий робочий орган ґрунтопоглиблювача до плуга ПЛН-5-35; б – “аркада Гауді”, як конформне відображення катенарії; в – конструкція підвісного мосту; г – статичне арок склепіння, утворене в рухомому масиві сипкого матеріалу в полі гравітаційних сил

Рівняння ланцюгової лінії в прямокутних координатах може бути представленим як:

$$y = a \cosh \frac{x}{a} = \frac{a}{2} \left( e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}} \right), \quad (1)$$

де саме параметр  $a$  в рівнянні (1) визначає не лише ознаки кривизни (рис.2) ланцюгової лінії, але і ті ознаки, які пов'язані з координатами точок підвісу віртуальної нитки або ланцюга та координатами екстремума в точці перегину кривої. Зважаючи на вищезазначене аналітичні дослідження механізмів трансформації зрівноважених статичних об'єктів технічних систем та інженерних споруд є досить складними, а в окремих випадках і взагалі неможливими [2].

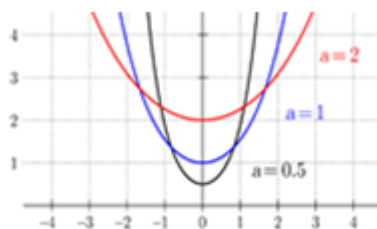


Рис.2. Контури ланцюгової лінії визначені параметром  $a$

Саме з метою реалізації таких досліджень була запропонована методика симуляційних досліджень трансформації форми ланцюгової лінії та її конформних відображень з використанням спеціально розробленої та перевіреної на адекватність моделі-симулятора. На рис.3 представлено варіант комп'ютерної візуалізації симуляційних досліджень моделі стохастично утвореного статичного аромного склепіння в масиві сипкого матеріалу, який рухається в полі гравітаційних сил.

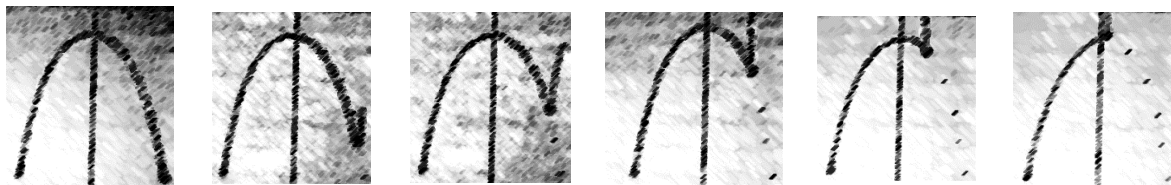


Рис.3. Комп'ютерна візуалізація симуляції твірної стохастично утвореного статичного аромного склепіння в рухомому масиві сипкого матеріалу

**Висновок.** Запропонована модель-симулятор для дослідження зрівноважених статичних об'єктів може бути використана при оптимізації геометричних ознак широко спектру інженерних споруд, технічних об'єктів та з метою стабілізації робочих і технологічних процесів.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Б.А.Шелудченко, Р.І.Сивак, О.Б.Плужніков Динаміка формозміни в умовах складного напружено-деформованого стану. - LAP LAMBERT Academic Publishing, ISBN 978-3-659-64465-8 - 2024. – 138 с.
2. Ляшко І.І., Ємельянов В.Ф., Боярчук О.К. Математичний аналіз. Частина 2. – К. : Вища школа, 1993. – 375 с. – ISBN 5-11-003758-2.

**Шелудченко Богдан Анатолійович** к.т.н., професор, професор кафедри механічної інженерії та технології машинобудування, Поліський національний університет, м. Житомир, [sheludchenkobogdan@ukr.net](mailto:sheludchenkobogdan@ukr.net)

**Плужніков Олег Борисович** ст.викладач кафедри механічної інженерії та технології машинобудування, Поліський національний університет, м. Житомир, [torrent\\_17@ukr.net](mailto:torrent_17@ukr.net)

**Яновський Валерій Анатолійович** доцент, доцент кафедри механічної інженерії, Державний університет «Житомирська політехніка», м. Житомир, [tmkts\\_yava@ztu.edu.ua](mailto:tmkts_yava@ztu.edu.ua)

## RESEARCH OF CHAIN LINE TRANSFORMATION MECHANISMS AS A SIMULATOR OF BALANCED STATIC OBJECTS

#### Abstract

The main prerequisites for creating a simulator model for studying the mechanisms of transformation of flat geometric contours of engineering structures and technical objects described by the shape of a chain line and its conformal mappings are considered. Some results of experimental studies of the developed simulator model are presented, aimed at optimizing the geometric parameters of some work processes and technical objects.

**Keywords:** catenary, catenary, conformal mappings, simulator model.

**Sheludchenko Bohdan Anatoliyovych**, Ph.D., Professor, Professor of the Department of Mechanical Engineering and Machine Building Technology, Polissya National University, Zhytomyr, [sheludchenkobogdan@ukr.net](mailto:sheludchenkobogdan@ukr.net)

**Pluzhnikov Oleg Borisovich**, Senior Lecturer, Department of Mechanical Engineering and Machine Building Technology, Polissya National University, Zhytomyr, [torrent\\_17@ukr.net](mailto:torrent_17@ukr.net)

**Yanovsky Valeriy Anatoliyovych** Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering, Zhytomyr Polytechnic State University, Zhytomyr, [tmkts\\_yava@ztu.edu.ua](mailto:tmkts_yava@ztu.edu.ua)