



Сумський національний аграрний університет



Національний технічний університет «ХПІ»



Політехніка Свентокржинська в Кельцах (Польща)



ТОВ «ТРІЗ»



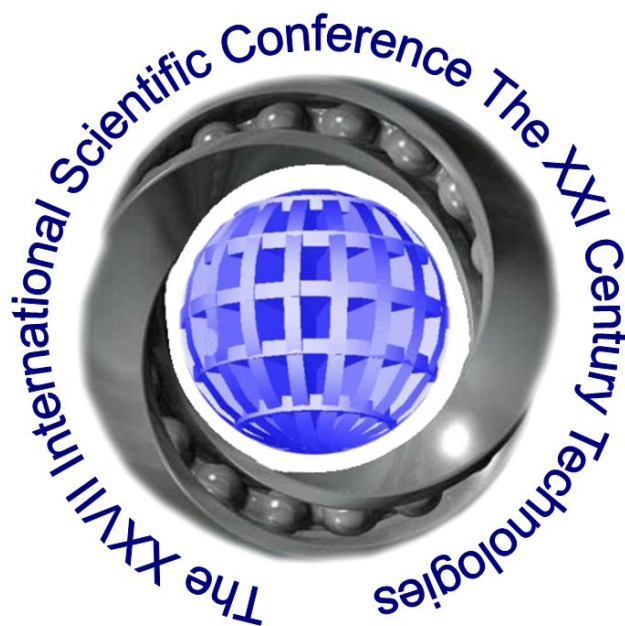
Сумський державний університет



Харківський національний технічний університет сільського господарства  
імені Петра Василенка



Українська технологічна академія



## ТЕХНОЛОГІЇ ХХІ СТОРІЧЧЯ

Збірник тез за матеріалами 27<sup>ої</sup> міжнародної науково-  
практичної конференції  
(24-26 листопада 2021 р.)

### Частина 1

Секції: «Прогресивні технології в сільському господарстві»,  
«Прогресивні технології в харчовій промисловості»,  
«Прогресивні технології в промисловості»

Суми – 2021

Технології XXI сторіччя: Збірник тез за матеріалами 27-ої міжнародної науково-практичної конференції (24-26 листопада 2021 р.). Ч.1. – Суми: СНАУ, 2021 - 196 с.

Збірник містить тези доповідей, присвячені питанням впровадження прогресивних технологій в промисловість, агропромисловий комплекс і методики викладання у ВНЗ.

тації дозволить запобігти можливим поломкам двигуна, найбільш точно спрогнозувати час проведення обслуговування або ремонту та вибрати найбільш ефективні способи усунення несправностей і виявити ймовірні причини виходу з ладу деталей і механізмів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Козаченко О.В. Практикум з технічної діагностики: навч. посібник / О.В. Козаченко, С.П. Сорокін, О.М. Шкрегаль та ін.; За ред. проф. О.В. Козаченка. – Х.: Факт, 2013. 456 с.
2. Козаченко О.В. Аналіз та напрямки підвищення ефективності системи мащення дизельного двигуна Д-240 / О.В. Козаченко, О.М. Шкрегаль, В.С. // Технічні системи та технології в тваринництві. Технічний сервіс машин для рослинництва // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2016. – Вип. 170. С. 215-220.

УДК 631.313.022.2

*Козаченко О.В., д.т.н., проф., Седих К.В. к.т.н., Шкрегаль О.М., к.т.н., доц., Іванов Д.В., магістрант, ДБТУ, Харків, Україна*

### ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСУ ДЕФОРМАЦІЇ ПРУЖНОЇ СТІЙКИ ДИСКАТОРА

Перспективним напрямком підвищення якості обробітку ґрунту при зменшенні енергоємності процесу є застосування дискових знарядь із індивідуальним кріпленням робочих органів на пружних стійках. Це зумовлює їх коливання внаслідок нерівномірності сил опору ґрунту та його руйнування при менших витратах енергії та кращій пристосованості до рельєфу поля, що підвищує можливість забезпечення заданої якості обробітку. Важливим є встановлення закономірностей впливу параметрів пружної стійки дискового знаряддя від її геометричних розмірів і значень зовнішніх сил, що діють на стійку при виконанні процесу [1].

Для вивчення процесу деформації пружної стійки дискатора від її геометричних розмірів і значень зовнішнього навантаження вирішувалися задачі: дослідити динамічну модель процесу деформації пружної стійки дискатора будь-якої форми під дією зовнішніх сил; скласти систему диференціальних рівнянь в загальному вигляді і розробити відповідний програмний код, який дозволяє визначати напруження, відносні і абсолютні деформації в кожній точці пружної стійки дискатора; визначити залежності параметрів еквівалентної фізико-математичної моделі пружної стійки дискатора від її геометричних розмірів і значень зовнішніх сил, що діють на вільний кінець стійки.

Поставлені задачі деформації пружної стійки дискатора будемо розглядати з урахуванням наступних припущень і спрощень: пружна стійка є абсолютно пружною, тобто її стан можна описати рівнянням рівноваги, рівняннями закону Гука і залежностями між компонентами тензора деформацій і компонентами вектора переміщення; процес деформації відбувається в двох напрямках, тому будемо розглядати плоску систему координат; пружна стійка має форму спіралі і може бути описана функцією в полярній системі координат [2].

Розрахункова схема процесу деформації пружної стійки представлено на рис. 1.

Для переходу від реальної до еквівалентної фізико-математичної моделі необхідно визначити залежності абсолютних переміщень  $\Delta x_B$ ,  $\Delta z_B$  і коефіцієнтів жорсткості  $k_x$  і  $k_z$  від геометричних параметрів пружної стійки і пружних властивостей матеріалу. А також встановити залежність довжини  $l$  від кута  $\varphi$ .

Приймаючи пружні властивості матеріалу пружної стійки (сталь 60С2А: модуль пружності  $E = 212000$  МПа, коефіцієнт Пуассона  $\nu = 0,28$ ) і параметри геометричної форми:  $a = 0,8$  м,  $b = 0$  м,  $h = 0,01$  м проведено розрахунок в програмному пакеті Mathematica під дією різних сил  $F_{ex}$  і  $F_{ez}$ .

Окрім цього, для візуалізації процесу деформації пружної стійки проведемо паралельне моделювання в програмному пакеті SolidWorks з використанням Simulation. Максимальне навантаження вибиралася з урахуванням питомого опору ґрунту, глибини ходу і ширини захвату робочого органу на розглянутій пружній стійці і була прийнята за 2000 Н [3]. Інтервал

зміни навантаження – 250 Н. Схема розміщення сил і кріплення пружної стійки представлено на рис. 2.

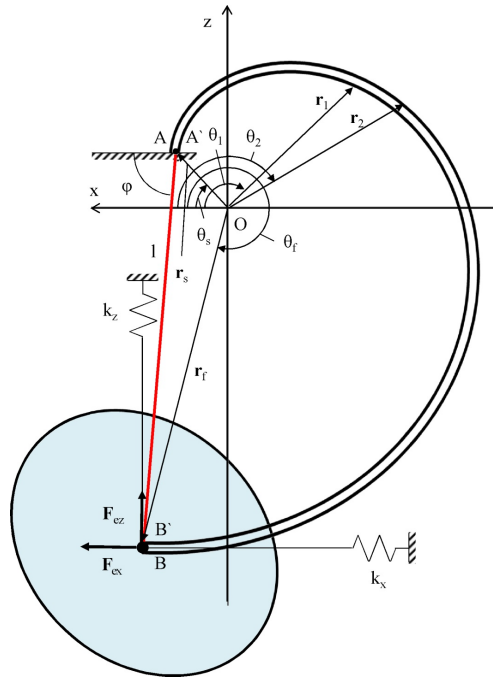


Рисунок 1 – Розрахункова схема процесу деформації пружної стійки

Приклад візуалізації в програмному пакеті SolidWorks на рис. 3.

Таким чином в результаті аналітичних досліджень динамічної моделі процесу деформації пружної стійки дискатора будь-якої форми складено систему диференціальних рівнянь в загальному вигляді і розроблено відповідний програмний код в програмному пакеті Mathematica, який дозволяє визначити напруження, відносні і абсолютні деформації в кожній точці пружної стійки.

Приймаючи форму пружної стійки дискатора за спіраль Архімеда, тобто функції її границь задані у полярних координатах  $f_1(\theta) = \frac{a\theta}{2\pi} + b$ ,  $f_2(\theta) = \frac{a\theta}{2\pi} + b + h$ , де  $\theta_s \leq \theta \leq \theta_f$ , із параметрами геометричної форми  $a$  (крок спіралі),  $b$  (зміщення спіралі вздовж радіальної координати),  $h$  (товщина пружної стійки), визначено її еквівалентну фізико-математичну модель у вигляді жорсткого математичного маятника довжиною  $l$ , до вантажу якого закріплено дві пружини вздовж осей  $Ox$  і  $Oz$  із коефіцієнтами жорсткості  $k_x$  і  $k_z$ , відповідно, які відхиляють його на кут  $\varphi$ .

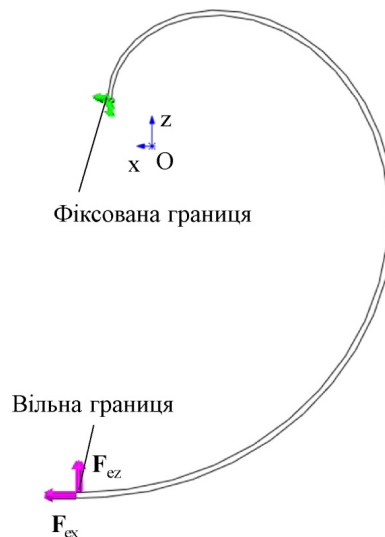


Рисунок 2 – Схема розміщення сил і кріплення пружної стійки

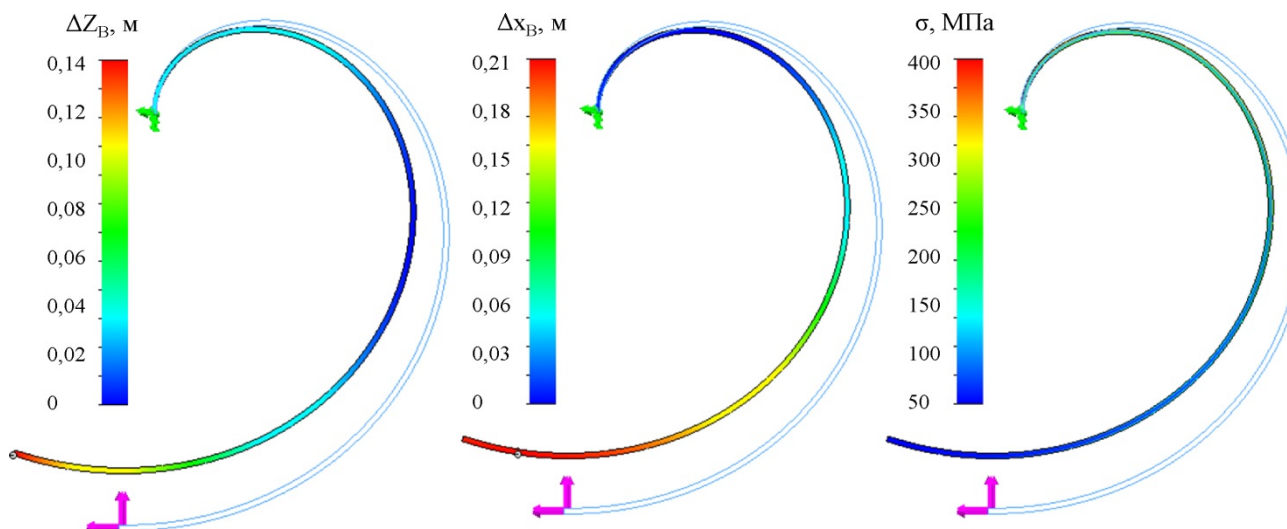


Рисунок 3 – Розподіл напруження  $\sigma$  і абсолютних переміщень  $\Delta x_B$ ,  $\Delta z_B$  при деформації пружної стійки із параметрами геометричної форми  $a = 0,8$  м,  $b = 0$  м,  $h = 0,01$  м при  $F_{ex} = 500$  Н,  $F_{ez} = 250$  Н

Встановлені залежності коефіцієнтів жорсткості  $k_x$  і  $k_z$ , довжини  $l$  і кута  $\varphi$  еквівалентної фізико-математичної моделі пружної стійки дискатора із параметрами геометричної форми  $a=0,8$  м,  $b = 0$  м,  $h = 0,01$  м від значень сил  $F_{ex}$  і  $F_{ez}$ , що діють на вільний кінець стійки вздовж осей  $Ox$  і  $Oz$ .

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Козаченко О.В. Фізико-математична модель взаємодії диска з ґрунтом / О.В.Козаченко, К.В. Сєдих, О.М. Волковський // Інженерія природокористування. Харків: ХНТУСГ, №2(16), 2020. С. 69-77.
2. Козаченко О.В. Динамічна модель процесу деформації пружної стійки дискатора / О.В. Козаченко, К.В. Сєдих // Техніка та енергетика. Київ: НУБіП, № 11(3), 2020. С. 31 – 39.
3. Шевченко І.А. Керування агрофізичним станом ґрунтового середовища / І.А. Шевченко. К.: Видавничий дім «Вініченко», 2016. 320 с.

Ступак Я. В. магістрант, Зубко В.М., д.т.н., професор, СНАУ

#### ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ДИСКУВАННЯ

Вихідні агротехнічні вимоги на машинні технологічні операції в рослинництві є основою базою при розробці сільськогосподарської техніки, її налаштування та експлуатація. Вони повинні розроблятися для кожної зони з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов і особливостей застосовуваних технологій. У міру вдосконалення окремих агротехнічних прийомів або розробки принципово нових технологій і сортів агротехнічні вимоги можуть змінюватися.

При всіх очевидних недоліках діючих вихідних вимог на базові машинні технологічні операції в рослинництві, вони все ж залишаються на сьогоднішній день єдиним документом, що регламентує і дисциплінує розробки нових сільськогосподарських машин, їх налаштування та відповідальної експлуатації. Згідно з цими вимогами операція "лушення ґрунту" призначена для розпушування ґрунту на глибину до 6 см з метою "закриття" вологи після збирання попередньої культури, провокування насіння бур'янів і падалиці до проростання з метою їх знищення подальшою механічною або хімічною обробкою. Відхилення середньої глибини обробки від заданої не повинно перевищувати  $\pm 1$  см. в результаті лушення вміст

<i>Головченко Г.С., ст. викладач, СНАУ</i> ВЛАСТИВОСТІ КОМПОНЕНТІВ ЗЕРНОВОЇ МАСИ ЯК ОБ'ЄКТА ОЧИЩЕННЯ.....	50
<i>Ігнатенко М.В., студент, Радчук О.В., к.т.н., доцент, СНАУ</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ МАШИННОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СІВБИ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ .....	52
<i>Чередниченко М.С., студент, Радчук О.В., к.т.н., доцент, СНАУ</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОЛІСНИХ І ГУСЕНИЧНИХ РУШІВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ НА УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТІВ .....	53
<i>Козаченко О.В., д.т.н., проф., Шкрегаль О.М., к.т.н., доц., Калмиков Р.С., магістрант, ДБТУ, Харків, Україна</i> АНАЛІЗ ВЗАЄМОДІЇ ЛЕЗА З ҐРУНТОВИМ СЕРЕДОВИЩЕМ .....	54
<i>Шкрегаль О.М., к.т.н., доц., Челомбітько Б.С., магістрант, ДБТУ, Харків, Україна</i> ДІАГНОСТУВАННЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ ЗА ПАРАМЕТРАМИ КАРТЕРНОЇ ОЛИВИ.....	57
<i>Козаченко О.В., д.т.н., проф., Седих К.В. к.т.н., Шкрегаль О.М., к.т.н., доц., Іванов Д.В., магістрант, ДБТУ, Харків, Україна</i> ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСУ ДЕФОРМАЦІЇ ПРУЖНОЇ СТІЙКИ ДИСКАТОРА.....	59
<i>Ступак Я. В. магістрант, Зубко В.М., д.т.н., професор, СНАУ</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ДИСКУВАННЯ.....	61
<i>Шелест М.С., асистент, СНАУ</i> МОБІЛЬНИЙ ЗАСІБ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОСІВУ АГРОКУЛЬТУР.....	62
<i>Штанько І.О., магістрант, Зубко В.М. д.т.н., професор, СНАУ</i> МЕТА ПРОВЕДЕННЯ ДИСКУВАННЯ, АНАЛІЗ ПІСЛЯ ОПЕРАЦІЇ ТА ПІДГОТОВКА ПЕРЕДПОСІВНОЇ ПОВЕРХНІ ҐРУНТУ .....	64
<i>Москаленко Є.М., студ., Саржанов О.А., к.т.н., доцент, СНАУ</i> СТАН ВИРОБНИЦТВА СОНЯШНИКУ В УКРАЇНІ.....	64
<i>Ступак Я. В. магістрант, Зубко В.М., д.т.н., професор, СНАУ</i> МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	66
<i>Боровик В.І., студ., Саржанов О.А., к.т.н., доцент, СНАУ</i> МЕХАНІЗОВАНІ ПРОЦЕСИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ПРИРОДНИХ БІОРЕСУРСІВ В ТЕХНОЛОГІЯХ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА .....	67
<i>Штанько І.О., магістрант, Зубко В.М. д.т.н., професор, СНАУ</i> ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВИКОРИСТАННЯ ДИСКОВИХ ЗНАРЯДЬ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПІСЛЯ ПОПЕРЕДНИКА .....	68
<i>Пирог Є.В., студ., Саржанов О.А., к.т.н., доцент, СНАУ</i> ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ.....	69
<i>Гримайло В.О., студ., Саржанов О.А., к.т.н., доцент, СНАУ</i> ДО ОБҐРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСУ МАШИН ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ОЗИМОГО РІПАКУ .....	70
<i>Комашко М.С., студ., Саржанов О.А., к.т.н., доцент, СНАУ</i> ЩОДО МЕХАНІЗАЦІЇ СІВБИ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР.....	71
<i>Боровик В.І., студ., Саржанов О.А., к.т.н., доцент, СНАУ</i> ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ ПРОЦЕСІВ ВИЗНАЧЕННЯ УЗАГАЛЬНЕНИХ ПОКАЗНИКІВ АГРОБІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТУ .....	73
<i>Пирог Є.В., студ., Саржанов О.А., к.т.н., доцент, СНАУ</i> ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ІТ - ТЕХНОЛОГІЙ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ.....	74