

крана баштового крана КБ-674, який переміщує вантаж масою 5000 кг, довжина гнучкого підвісу прийнята рівною 5,0 м. У результаті отримані такі значення коефіцієнтів: $A_0=371730$, $A_1=-999181$, $A_2=503403$, $A_3=256309$, $A_4=-468541$.

Результати використання оптимального керування зміною вильоту вантажу (у вигляді зворотного зв'язку) при гальмуванні показані на рис. 1.

Δx , м; $\Delta \dot{x}$, м/с; \dot{x}_1 , м/с

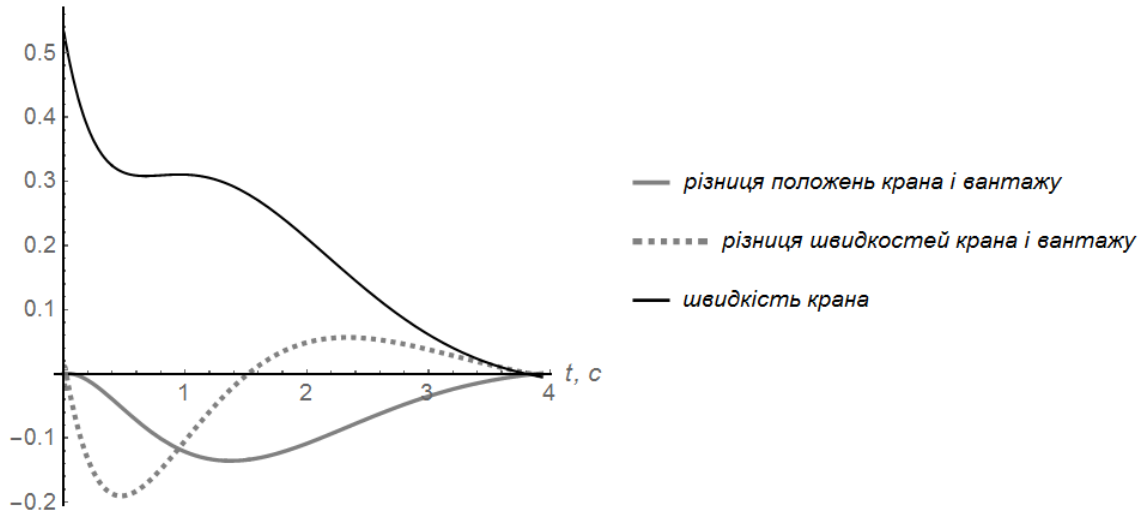


Рис. 1. Кінематичні характеристики руху механізму зміни вильоту вантажу баштового крана протягом гальмування

У роботі виконаний синтез оптимального керування рухом механізмом зміною вильоту вантажу баштового крана при гальмуванні. Отримане керування дозволяє підвищити енергоефективність роботи вказаного механізму та забезпечити швидкодію його руху.

УДК 621.891:631.31

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ "РОГМ - ГРУНТ" ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

В. В. АУЛІН, доктор технічних наук, професор,

А. А. ТИХИЙ, кандидат технічних наук, доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет

E-mail: aulinvv@gmail.com

Створення високоефективних та надійних робочих органів ґрунтообробних машин (РОГМ) має базуватися на збереженні та підвищенні родючості оброблюваних ґрунтів і вимагає врахування полів напружень та деформацій, що виникають в середовищі ґрунту під час дії РОГМ. Існуючі

методи дослідження взаємодії РОГМ з ґрунтом не дозволяють в повній мірі адекватно досліджувати ці процеси. Одним із напрямів вирішення цієї проблеми є математичне та комп'ютерне моделювання процесів, що протікають при взаємодії РОГМ з середовищем ґрунту та прогнозування якості процесу кришення ґрунту з утворенням структури сприятливої для підвищення його родючості.

При створенні скінченно-елементної моделі системи РОГМ-ґрунт, особливу увагу слід звернути на закономірності взаємодії, енергетичні характеристики цієї взаємодії та зношувальну здатність середовища ґрунту, враховуючи такі ґрунтокліматичні характеристики, як механічний склад, щільність, вологість, фазовий склад, а також температуру. Зазначимо, що температура розроблюваного ґрунту впливає на його характеристики міцності і на опір розпушування, а величини глибини розпушування і опору розробки ґрунту знаходяться в прямо пропорційній залежності.

Зміна стану поверхневих шарів РОГМ та напружено-деформованого стану (НДС) ґрунту є одним з методів управління формою і опором переміщення РОГМ, а отже і надійності системи "РОГМ-ґрунт".

Розподіл напружень в ґрунті в процесі його обробітку вивчено недостатньо, хоча виникаюча картина напружень, ліній ковзання ґрунтових часток і їх відривання має велике значення для пояснення способів обробітку і отримання залежностей, що характеризують зміну об'ємної маси ґрунту від основних параметрів РОГМ і фізико-механічних властивостей ґрунту.

Метою даної роботи є розробка методики вимірювання та методу комп'ютерного моделювання НДС ґрунту при дії на нього РОГМ.

Для зображення силової картини дії РОГМ на середовище ґрунту і дослідження його НДС, авторами даної роботи розроблено спеціальну установку (патент України №74655) вимірювань розподілу виникаючих зусиль в горизонтальних і вертикальних площинах з використанням спеціальних тензодатчиків. Для обробки сигналів тензодатчиків використовували вимірювальний комплекс, що перетворює різницю тисків в місцях розміщення тензодатчиків в середовищі ґрунту та на поверхні РОГМ різальними елементами у вихідний уніфікований сигнал взаємної індуктивності з лінійною залежністю. Сканер встановлений на візку за чизелем, фіксує величину фракції розпушеного ґрунту[4]. Отримані дані разом з ґрунтокліматичними умовами враховуються при побудові скінченно-елементної моделі взаємодії системи РОГМ-ґрунт та прогнозуванні попередньої оцінки показника якості обробітку.

Аналіз та розрахунок поля напружень і деформацій ґрунту, аналогічно як і робочих поверхонь різальних елементів (РЕ) РОГМ виконували за допомогою пакету COSMOSWorks інтегрованого в САД-систему SolidWorks згідно методики розробленої в роботі [2].

Комп'ютерне моделювання розподілу напружень в ґрунті під час взаємодії з РОГМ проведено на прикладі чизеля розпушувача з ґрунтом і отримані картини розподілу ізобарних зон в горизонтальних і вертикальних площинах перед РЕ РОГМ (рис.1).

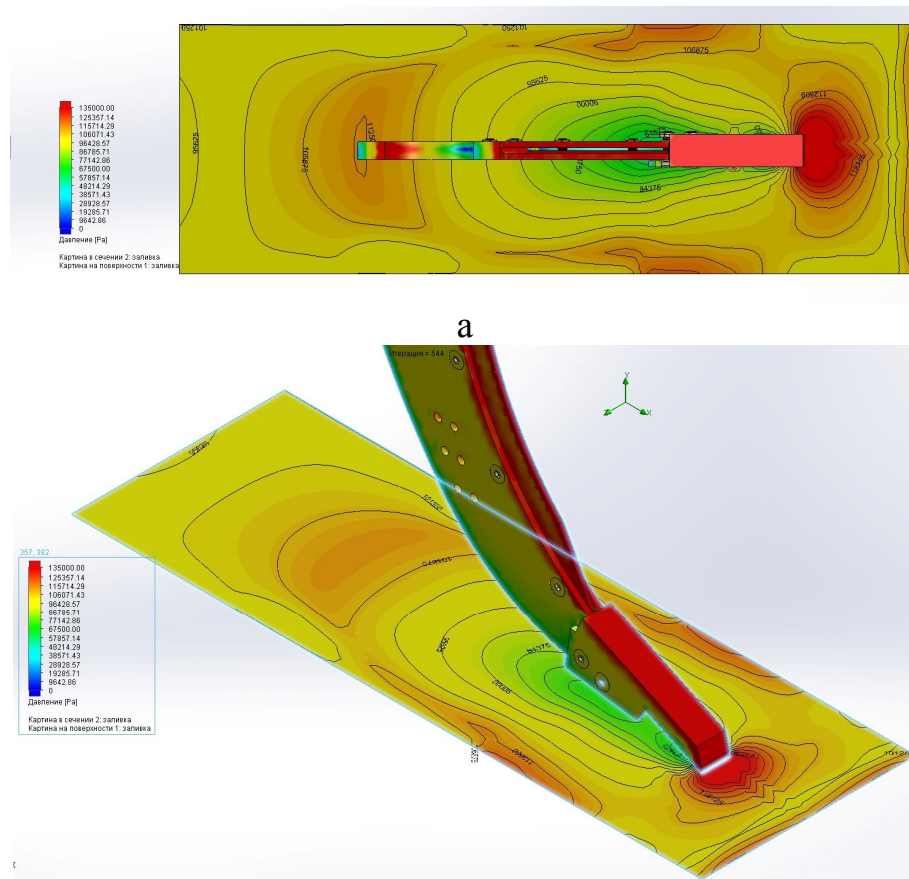


Рис. 1. Картини розподілу ізобарних ліній зон напруження в горизонтальних і вертикальних площинах перед різальними частинами чизеля: а- середовище ґрунту перед РЕ чизеля у горизонтальній площині; б- середовище ґрунту перед РЕ чизеля у вертикальній площині

Враховуючи отриману інформацію про поля напружень і деформацію, будували їх розподіл вздовж осей координат та отримували картину розподілу ізобарних ліній в горизонтальних та вертикальних площинах. Імітаційне моделювання процесів взаємодії дозволяє зменшити невизначені складові фактори в експерименті та спростити математичну модель прогнозування кришення ґрунту.

Картини розподілу ізобарних ліній в різних площинах дають можливість виявити зони концентрації найбільшого напруження ґрунтового середовища та з'ясувати характер його подальшого сколювання.

Під час взаємодії ґрунту з щілинорізом значна концентрація напружень приходить саме на зону дії долота чизеля, де відбувається сколювання пласту ґрунту [3]. Після чого сколений пласт розрізається вертикальним лезом. Тому найбільше напруження приходить на його нижню частину. З наближенням до поверхні пласту ґрунту його напруження зменшується.

Отримані експериментальні результати свідчать, що закономірності розподілу величини напруження в ґрунті з відстанню від робочої поверхні РОГМ залежать як від типу РОГМ, так і глибини шару ґрунту. Це підтверджують отримані якісні картини розподілу зон напружень в ґрунті перед

РОГМ, що були отримані шляхом моделювання за допомогою методу скінчених елементів в середовищі COSMOSWorks.

Таким чином, при побудові комп'ютерної моделі взаємодії враховуються як детерміновані так і змінні фактори, характер руйнування ґрунту при деформації стиску і розтягу, енергоємність процесу, реологічні характеристики. Можна вважати, що для ефективного обробки ґрунту більш доцільні є комбіновані РОГМ та РОГМ зі змінними формою та геометрією поверхонь ковзання. Крім цього в якості позитивної рекомендації є необхідність в попередньому розпушування ґрунту, тобто зменшенні його в'язкості. Істотним є і визначення напружено-деформованого стану самого РОГМ, результати якого свідчать про те, що зони максимальних концентрацій напружень найбільше зношуються в ґрунті. Тому розробка методів перерозподілу полів напружень і деформацій дає ефективне спрямування напрямів підвищення зносостійкості, а отже надійності РОГМ.

Список літературних джерел

1. Victor Aulin, Oleg Lyashuk, Andrii Tykhyi, Sergiy Karpushyn, Nadia Denysiuk (2018) Influence of rheological properties of a soil layer adjacent to the working body cutting element on the mechanism of soil cultivation *Acta technologica agriculturae* 4, Nitra, Slovaca universitas agriculturae Nitriae, 2018, pp. 153–159
2. Аулін В.В., Тихий А.А. (2017) Трибофізичні основи підвищення зносостійкості і надійності робочих органів ґрунтообробних машин з різальними елементами: монографія, Кропивницький: Вид. Лисенко В.Ф., 2017. – 279 с.
3. Аулін В.В., Тихий А.А. (2016) Динамика износа режущих элементов рабочих органов почвообрабатывающих машин при взаимодействии с почвой *Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture* – 2016. – Vol.18. №2 – С. 41-48
4. Аулін В.В., Войтов В.А., Тихий А.А. (2015) Фізичні аспекти взаємодії в системі "РОГМ-ґрунт" / Загальнодержавний міжвідомчий наук.-техн. зб. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, вип. 45, ч. I. – Кіровоград: КНТУ, 2015. – С.132-142.
5. Аулін В.В. (2014) Вибіркове зношування робочих органів ґрунтообробних та землерийних машин як відображення стохастичної природи їх взаємодії з частинками ґрунту / В.В. Аулін, В.А. Настоящий, А.А. Тихий / Зб. наук. праць Укр. держ. академії залізн. транспорту . – 2014. – Вип. 148. – С.25-33.