

ДИНАМІКА ЗМІНИ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ГРУНТУ ТА РОБОЧОГО ОРГАНУ ГРУНТООБРОБНОЇ МАШИНИ ПРИ ЇХ ВЗАЄМОДІЇ

Солових Є. К.
доктор технічних наук,
професор кафедри експлуатації
та ремонту машин

Тихий А. А.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри будівельних,
дорожніх машин і будівництва

Катеринич С. Є.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри експлуатації
та ремонту машин

Солових А. Є.
кандидат технічних наук,
доцент кафедри експлуатації
та ремонту машин

*Центральноукраїнський національний технічний університет
м. Кропивницький, Кіровоградська область, Україна*

Створення високоефективних робочих органів ґрунтообробних машин (РОГМ) вимагає пошуку можливості визначення напруження, що виникає в ґрунтовому середовищі під час дії на нього робочого обладнання. Існуючі методи дослідження взаємодії РОГМ з ґрунтом не дозволяють досліджувати процес взаємодії робочих органів з ґрунтом в просторі.

Особливу увагу слід звернути на закономірності взаємодії РОГМ з ґрунтом, енергетичні характеристики цієї взаємодії та зношувальну здатність середовища ґрунту, враховуючи такі його характеристики, як механічний склад, щільність, вологість, фазовий склад, а також температуру. Температура розроблюваного ґрунту впливає на його характеристики міцності і на опір розпушування. 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.

Розподіл напружень в ґрунті в процесі його обробітку вивчений 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 РОГЗМ і фізико-механічних властивостей ґрунту.

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

Для зображення силової картини дії РОГМ на середовище ґрунту і дослідження його НДС, розроблено спеціальну установку (патент України №74655) для 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 у вихідний уніфікований сигнал взаємної індуктивності з лінійною залежністю.

Використовуючи методику описану в роботі [2] по визначенню НДС були отримані дані, що дозволяють побудувати просторовий розподіл картини НДС під час взаємодії РОГЗМ з ґрунтом.

Розрахунок поля напружень в ґрунті в процесі взаємодії його з РОГМ визначали і методом кінцевих елементів на ПЕОМ [4].

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

Проведено моделювання розподілу напружень в ґрунті під час взаємодії з РОГМ на прикладі щілинорізу з ґрунтом і отримані картини розподілу ізобарних зон в горизонтальних і вертикальних площинах перед РЕ РОГМ.

Враховуючи отриману інформацію про поля напружень і деформацію, будували їх розподіл вздовж осей координат та отримували картину розподілу ізобарних зон в горизонтальних та вертикальних площинах.

Картини розподілу ізобарних зон 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 щілинорізу, 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.

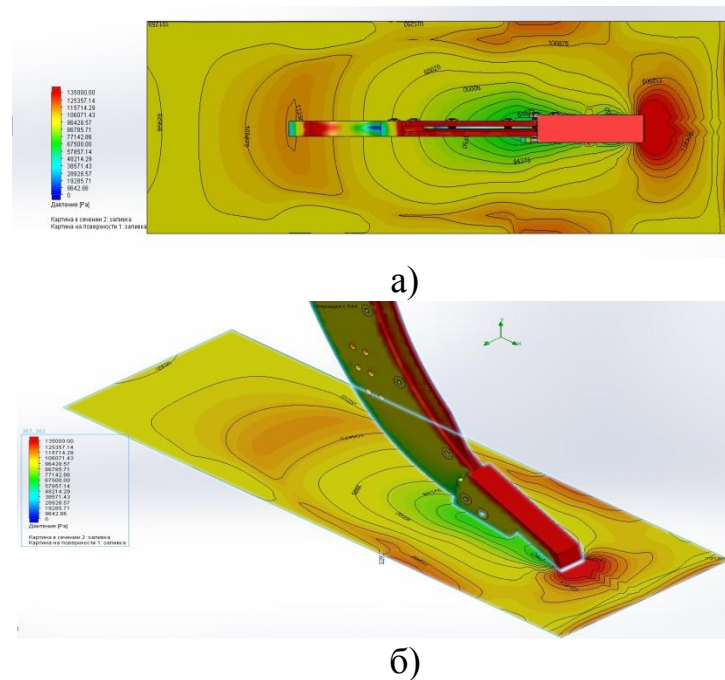


Рис. 1 – Картини розподілу ізобарних зон в горизонтальних і вертикальних площинах перед різальними частинами щілинорізу
 а) напруження ґрунтового середовища перед РЕ щілинорізу у горизонтальній площині; б) напруження ґрунтового середовища перед РЕ щілинорізу у вертикальній площині

За розробленою установкою та методикою вимірювання напруження в локальних областях горизонтальній та вертикальній площині відносно різальних елементів РОГМ [4], в шарах ґрунту прилеглих до робочих поверхонь РОГМ визначали розподіл напружень з відстанню від робочої поверхні щілинорізу.

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 підтверджує отримані якісні картини розподілу зон напружень в ґрунті перед РОГМ, що були отримані шляхом моделювання за допомогою методу скінчених елементів в середовищі COSMOSWorks.

Література:

1. 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.
2. 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.
3. 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.

4. 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.

5. Аулін В.В. (2013) Вплив зміни стану та властивостей ґрунту на знос робочих органів, що працюють на різній глибині / В.В. Аулін, А.А. Тихий // Проблеми трибології (Problemsoftribology). – Хмельницький: ХНУ. – 2013. – № 1 – С. 120-126.

THE SCIENTIFIC PARADIGM OF ACHIEVING ANOMALOUSLY LOW FRICTION IN TRIBOLOGY

Troshin O. M.

**Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer
at the Department of Aviation Engineering Support
*Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University
Kharkiv, Ukraine***

Introduction. When analysing tribosystems under conditions of anomalous low friction and wear, a number of scientists [1; 2] used waves of different nature for the surface layer structuring, however this component of external friction was not considered as a channel of the external energy dissipation.

One of the first attempts to attract the wave component as dissipation channel is made in [1]. The author believes that under conditions of anomalous low friction and wear there is formed on the surface a quasi-elastic layer, in the central part of which the hydrodynamic deformation is hypothetically possible, while on the periphery of the transit zone we should expect intensive rotary elastoplastic deformation that is similar to the structure of vortex formation in the boundary layer during the flow of liquid. This approach, in our opinion, can be considered as a special case of manifestation of the wave component of the frictional force as a dissipation channel of externally supplied energy.

Analysis of main achievements and publications. Through analysis of studies of ultrasound and vibration oscillations in tribology [4], we can conclude that practically in all these studies the wave component of the frictional force (introduced by the authors [5] in the expression for the frictional force with a minus sign) is present as a final result at the external wave impact on a tribosystem.

Goal of research. The purpose of this study is to analyze the effect of oscillations generated in the most tribosystem as a factor of achieving anomalous low friction and wear conditions from a position of the quantum-mechanical approach to real tribosystems operating under conditions of dry and boundary friction.