

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
ПОВЕРХНЕВОГО УЩІЛНЕННЯ ҐРУНТІВ ІНЕРЦІЙНОЮ ВІБРОТРАМБОВКОЮ**

**MATHEMATICAL MODELING FOR THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF SURFACE SOIL
COMPACTION BY THE INERTIAL VIBRATORY RAMMER**

Ярослав Іванчук, Ростислав Іскович-Лотоцький, Андрій Яровий, Костянтин Коваль

Вінницький національний технічний університет,

The high efficiency of the technological process of surface soil compaction using vibration and vibro-impact treatment has been determined. A high degree intensification of the soil compaction process is achieved by using original inertial vibratory rammers with a hydro-pulse drive. A new mathematical model has been developed for the study of processes of surface soil compaction by the inertial vibratory rammers. Using numerical modeling, work dependencies are obtained to determine the main operating characteristics for the technological process of surface soil compaction by inertial vibratory rammers based on a hydro-impulse drive.

Технології, які характеризуються процесами поверхневої обробки, в яких реалізується псевдотекучість матеріалів [1, 2] із складною реологією в умовах інерційного навантаження, потребують нових розробок, вивчення та вдосконалення. Широке використання знаходять вібраційні та віброударні технологічні процеси, а також обладнання для їх реалізації [3]. Зокрема при механічному поверхневому ущільненні ґрунтів (трамбуванні), яке полягає в ударній дії на ґрунт вантажу, що падає вільно або із примусово розвиненою швидкістю, в ґрунті з'являються екстремальні напруження стиску, які зумовлюють виникненню псевдотекучості і переорієнтації дисперсних частинок ґрунту, що призводить до ущільнення ґрунту.

У Вінницькому національному технічному університеті на кафедрі галузевого машинобудування була розроблена інерційна вібротрамбовка на базі гідроімпульсного привода (ГІП) [4]. На рисунку 1 представлена тривимірна CAD-модель інерційна вібротрамбовка на базі ГІП.

Дана установка складається з таких основних конструктивних частин. До трамбувальної плити 1 через зовнішні стінки 2 приєднана кришка 3, яка в свою чергу кріпиться до трамбувальної плити 1 направляючими 4.

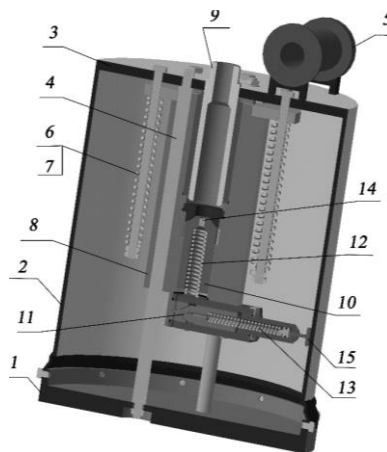


Рисунок 1 – Тривимірна модель інерційної вібротрамбовки на базі ГІП

У свою чергу до кришки 3 приєднаний кріпильний вузол 5 і корпус двокаскадного клапана-пульсатора 8, що з'єднаний через силові пружини 6 і силові направляючі 7. Корпус

двокаскадного клапана-пульсатора 8 додатково виконує функції рухомого гідроциліндра в нерухомому поршні-направляючій 9. У корпусі двокаскадного клапана-пульсатора 8 розташований клапан другого каскаду 10 і клапан першого каскаду 11, взаємний рух яких регулюється пружинами 12 і 13 відповідно, дроселем 14 і регулювальним гвинтом 15.

Математична модель технологічного процесу поверхневого ущільнення ґрунтів інерційною вібротрамбовкою, була реалізована методами чисельного моделювання за допомогою комп'ютерних систем на базі програмних комплексів FlowVision [4, 5] і Matlab Simulink [4, 5]. Результатами моделювання є розподіл тиску і швидкості робочої рідини в робочій порожнині ГПП інерційної вібротрамбовки (рис. 2).

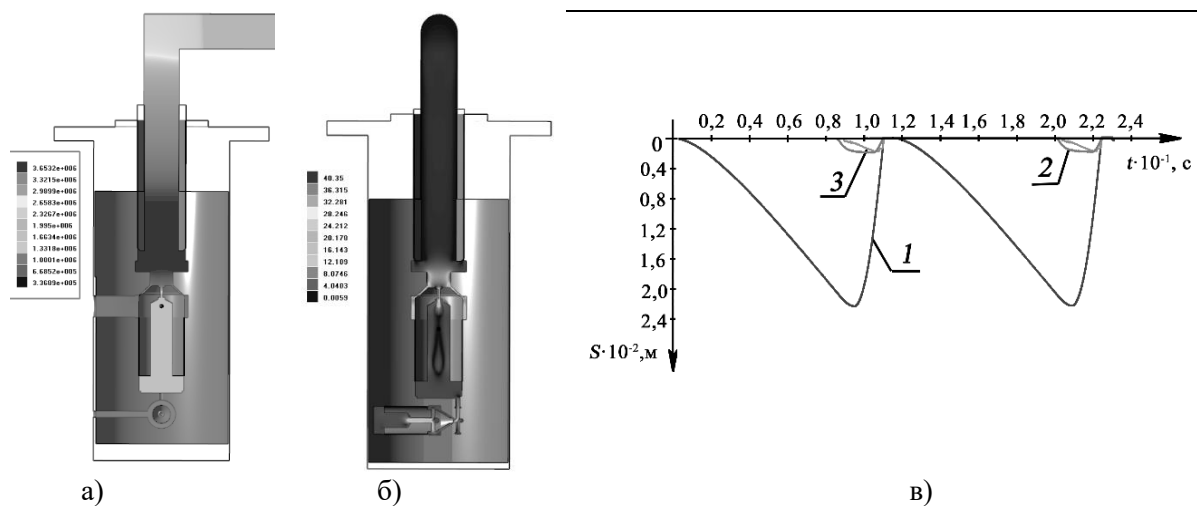


Рисунок 2 – Результати моделювання технологічного процесу інерційної вібротрамбовки на базі ГПП: а) – розподіл тиску робочої рідини; б) – розподіл швидкості робочої рідини; в) – діаграми зміни переміщення елементів ГПП інерційної вібротрамбовки

Отримані результати чисельного моделювання технологічних процесів поверхневого ущільнення ґрунтів інерційною вібротрамбовкою з ГПП, показав переваги обраного підходу до проектування, а також дозволив довести ефективність розробленої конструкції ГПП, на базі двокаскадного клапана-пульсатора.

Література

1. Іскович–Лотоцький Р. Д. Вібраційні та віброударні пристрої для розвантаження транспортних засобів : монографія / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук. – Вінниця : Вінниця, 2012. – 155 с.
2. Іскович–Лотоцький Р.Д. Дослідження динаміки процесу роботи універсального гідравлічного віброударного приводу для розвантаження транспортних засобів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник (за напрямом «Інженерна механіка»)– Луцьк, 2007. – № 20. – С. 184 – 187.
3. Іскович–Лотоцький Р. Д. Технологія моделювання оцінки параметрів формоутворення заготовок з порошкових матеріалів на вібропресовому обладнанні з гідроімпульсним приводом : монографія / Р. Д. Іскович–Лотоцький, О. В. Зелінська, Я. В. Іванчук. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 152 с.
4. Іванчук Я. В. Математичний метод визначення стійкості коливальних систем під дією зовнішнього вібраційного навантаження / Я. В. Іванчук / Технічні науки та технології : науковий журнал / Чернігів. нац. техн. ун-т. – Чернігів : ЧНТУ, 2018. – № 2 (12). – с. 25 – 33 . doi: 10.25140/2411-5363-2018-2(12)-25-33.
5. Яровий А. А. Методи та засоби організації високопродуктивних паралельно-ієрархічних обчислювальних систем із рекурсивною архітектурою : монографія / А. А. Яровий. – Вінниця: ВНТУ, 2016. – 363 с.