

УДК 631.313.6

**ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ
З ВИКОРИСТАННЯМ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ
МЕТОДОМ ДИСКРЕТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ (ДЕМ)**

Дудін В. Ю., Білоус І. М.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Ефективність процесу подрібнення концентрованих кормів можна оцінити за двома основними показниками – якісним та кількісним, перший – це однорідність подрібнення, другий – питома енергоємність процесу. Ці

показники залежать від особливостей конструкції та режимів роботи подрібнювачів зерна, при цьому удосконалення або розроблення нових конструкційних рішень ускладнюється необхідністю проведення великої кількості експериментальних випробувань.

На сьогодні у світовій практиці все більшого поширення набуває MBSE (системний інжиніринг на основі моделей – Model Based Systems Engineering) [1], який дозволяє використовувати віртуальне середовище для моделювання виробу, починаючи з ранніх стадій розробки.

Одним з програмних середовищ для дослідження віртуальних моделей є Star-CCM+ (Сіменс, Німеччина), який, зокрема, дозволяє здійснювати чисельне моделювання методом дискретних елементів (DEM) [2]. Проведення чисельного моделювання взаємодії зернин між собою та з елементами обладнання можна визначити оптимальні параметри процесу подрібнення. Це включає швидкість обертання робочих органів, відстань між ними, геометричні параметри та матеріал робочих поверхонь.

Точність моделювання дискретних елементів залежить від вхідних параметрів моделі і її форми [3]. Модель зернини кукурудзи створено шляхом об'єднання сферичних частинок. Це називається агрегацією сфер [4]. Цей метод успішно застосовується до моделювання зерен таких культур, як горох, кукурудза, рис, соя і пшениця [5, 6]. Адже проста частинка сфери може знизити точність і достовірність результатів дослідження.

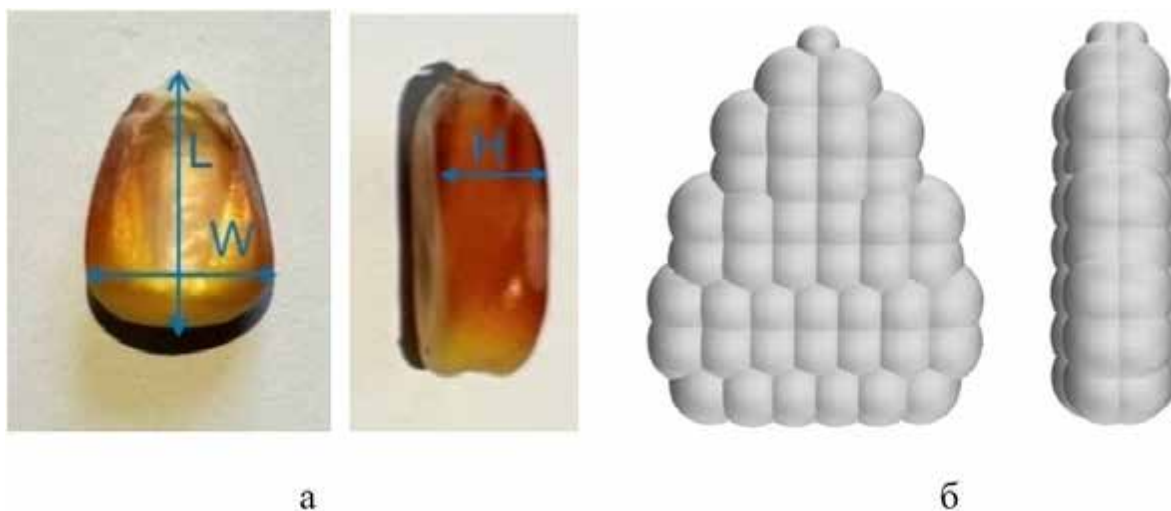


Рис. 1. Геометричні параметри (а) та віртуальна модель зерна кукурудзи: L – довжина; W – ширина; H – висота

Зокрема, для нашого дослідження сили руйнування зерна кукурудзи, на основі форм та заміряних розмірів зерен кукурудзи було створено модель зернини. Для цього було визначено середні розміри зернини і було створено в середовищі Star-CCM+ модель з відповідними пропорціями (рис. 1). Модель зернини кукурудзи складається з 86 сфер. Таким чином ми збільшуємо точність отриманих даних в процесі моделювання.

Чисельне моделювання методом DEM у Star-CCM+ відкриває нові можливості для дослідження механічних властивостей матеріалів. DEM дозволяє моделювати такі фізичні процеси, як деформація, руйнування та зсув, що сприяє більш точному визначенню міцності зернин, їх пружності та в'язкості.

Отже, використання чисельного моделювання методом дискретних елементів у програмі Star-CCM+ для дослідження міцності зернин є ефективним та точним підходом, який дозволяє значно знизити витрати на експериментальні дослідження і оптимізувати процеси подрібнення. Цей метод відкриває нові можливості для детального аналізу механічних властивостей матеріалів і вдосконалення технологічних процесів.

Список використаних джерел

1. A. L. Ramos, J. V. Ferreira and J. Barceló, "Model-Based Systems Engineering: An Emerging Approach for Modern Systems," in *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, vol. 42, no. 1, pp. 101-111, Jan. 2012, doi: 10.1109/TSMCC.2011.2106495.

2. Aliiev, E. (2023). *Numerical simulation of agricultural production processes: textbook*. <https://doi.org/10.31073/978-966-540-584-9>

3. Zhong, J., Tao, L., Li, S., Zhang, B., Wang, J., & He, Y. (2022). Determination and interpretation of parameters of double-bud sugarcane model based on discrete element. *Computers and Electronics in Agriculture*, 203, 107428. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107428>

4. Liu, Z., Ma, H., & Zhao, Y. (2021). Comparative study of discrete element modeling of tablets using multi-spheres, multi-super-ellipsoids, and polyhedrons. *Powder Technology*, 390, 34–49. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2021.05.065>

5. Wiącek, J., Molenda, M., Horabik, J., & Ooi, J. Y. (2012). Influence of grain shape and intergranular friction on material behavior in uniaxial compression: Experimental and DEM modeling. *Powder Technology*, 217, 435–442.

ISBN 978-617-8102-06-7

Міністерство освіти і науки України
Національний університет біоресурсів
і природокористування України
Механіко-технологічний факультет
Кафедра сільськогосподарських машин
та системотехніки імені академіка П. М. Василенка

ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
XXV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
"Сучасні проблеми землеробської механіки"
(17–19 жовтня 2024 року)

*присвяченій 124-й річниці з дня народження академіка
Петра Мефодійовича Василенка, 95-й річниці з дня заснування
механіко-технологічного факультету НУБіП України*



Київ – 2024

ББК40.7

УДК 631.17+62-52-631.3

JEL CLASSIFICATION Q 01; D 24; P 42

З 38

Рекомендовано до друку збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" вченою радою механіко-технологічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України від 15 жовтня 2024 року протокол № 3.

Збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" (17–19 жовтня 2024 року). МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2024. 527 с.

ISBN 978-617-8102-06-7

В збірнику тез представлено анотований зміст доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок з: розвитку сучасної землеробської механіки; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для рослинництва; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для тваринництва; смарт-технологій машиновикористання, інженерного менеджменту, технічного сервісу; транспортних технологій та логістики; історії аграрної освіти і науки; будівництва сільських територій; надійності машин для сільського, лісового і водного господарств та харчових технологій; удосконалення та нові розробки біотехнологічних процесів і технічних засобів.

Організаційний комітет:

Ткачук В.А. – д.е.н., проф., ректор Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП), голова.

Ніколаєнко С.М. – д.п.н., проф., академік НАПН, академік НААН, президент НУБіП, співголова.

Тонха О.Л. – д.с.-г.н., проф., проректорка з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП, співголова.

Братішко В.В. – д.т.н., проф., декан НУБіП, співголова.

Войтюк Д.Г. – к.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри НУБіП, співголова.

Адамчук В.В. – д.т.н., проф., академік НААН, директор ІМА АПВ.

Аулін В.В. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.

Барановський В.М. – д.т.н., проф., ТНТУ імені Івана Пулюя.

Борак К.В. – д.т.н., проф., заступник директора ЖАТФК.

Бредихін В.В. – д.т.н., доц., декан ДБУ.

Вергунов В.А. – д.с.-г.н., д.і.н., проф., академік НААН, директор ННСГБ НААН.

Вечера О.М. – ст. викл. кафедри НУБіП, секретар оргкомітету конференції.

Гуменюк Ю.О. – к.т.н., доц., завідувач кафедри НУБіП.

Гуцол О.П. – к.т.н., доц., керівник приватного підприємства.

Зубко В.М. – д.т.н., проф., декан СНАУ.

Іванишин В.В. – д.е.н., проф., академік НААН, ректор ЗВО «ПДУ».

Іценко Т.Д. – к.п.н., проф., директор ДУ «НМЦВФПО».

Калетнік Г.М. – д.е.н., проф., академік НААН, президент ВНАУ.

Кірчук Р.В. – к.т.н., проф., декан ЛНТУ.

Кобець А.С. – д.н. з держ. упр., проф., ректор ДДАЕУ.

Ковалишин С.Й. – к.т.н., проф., декан ЛНУП.

Гуцол О.П. – к.т.н., власник і бенефіціар аграрних компаній.

Козаченко Л.П. – президент Української аграрної конфедерації.

Кравчук В.І. – д.т.н., проф., академік НААН, директор УМІ АПІ.

Кропівний В.М. – к.т.н., проф., ректор ЦНТУ.

Кульгавий В.Ф. – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів».

Кюрчев В.М. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, радник ректора ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Кюрчев С.В. – д.т.н., проф., ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Лавріненко О.Т. – к.т.н., доц. кафедри НУБіП.

Лукач В.С. – к.п.н., проф., директор ВП НУБіП «НАТІ».

Маруцак П.О. – д.т.н., проф., проректор ТНТУ імені Івана Пулюя.

Мельник В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ДБУ.

Мироненко В.Г. – д.т.н., проф., ІМА АПВ.

Мороз О.О. – Голова Верховної Ради України двох скликань.

Надикто В.Т. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Панцир Ю.І. – к.т.н., доц., декан ЗВО «ПДУ».

Пастухов В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.

Пилипака С.Ф. – д.т.н., проф., завідувач кафедри НУБіП України.

Пугач А.М. – д.н. з держ. упр., проф., декан ДДАЕУ.

Пушка О.С. – к.т.н., доц., проректор УНУС.

Ребенко В.І. – к.т.н., доц., доцент кафедри НУБіП.