

An analysis of the design solutions of potato harvesters showed [5] that their variety is the result of a combination of various combinations of digging, separating and auxiliary organs designed to perform basic technological operations. As a result, the choice of a particular machine is carried out based on the characteristics of the soil (type and mechanical composition of the soil) and weather [1] (temperature, humidity, precipitation, etc.) conditions, the purpose of the finished product (food, seed, fodder, processing; for direct sale or for long-term storage), production volumes and material capabilities of the enterprise.

References

1. Dreszer K. *Maszyny rolnicze*. Lublin: Wyd. AR, 2000. 26 p.
2. Godesa T. Determination of minimal cutting speed by flailing potato vines. *Acta agriculturae slovenica*, Ljubjana, 2004. Vol. 83, №1. P.137–146.
3. Kirchmeier H., Wendl G. Kartoffelernte mit dem Selbstfahrer. *Lohnunternehmen*, 2002. Jg.57, №9. P. 16–18.
4. *Maly rocznik statystyczny*. - GUS Warszawa, 2000. 637 p.
5. Peters R. Trends in der Kartoffeltechnik. *Landtechnik*, 2003. Jg. 58. №8. P. 366–367.
6. Struik P. C., Wiersema S. G. *Seed potato technology*. Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 1999. 383 p.

ОСОБЛИВОСТІ УДАРНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ПАДАЮЧОГО ЗЕРНА ІЗ ЖОРСТКОЮ ПОВЕРХНЕЮ

Арендаренко В. М.

к.т.н., професор кафедри технологій та обладнання
переробних і харчових виробництв, доцент

Антонець А. В.

к.пед.н., доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін, доцент

Іванов О. М.

к.т.н., доцент кафедри технологій та обладнання
переробних і харчових виробництв, доцент

*Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна*

Основною продовольчою культурою людства є пшениця. Зерно її покрито оболонками під якими знаходиться ендосперма і зародок. Зародок є основою майбутньої рослини, а ендосперм слугує його банком поживних речовин. Навіть незначне травмування цих елементів зернини негативно впливає на врожайність та погіршує якість продовольчого і фуражного зерна.

Початкове завантаження зерна є основною причиною його травмування. Бите і травмоване зерно, яке знаходиться в нижній частині силосу, внаслідок більш вільного доступу повітря до його внутрішніх частин приводить до

інтенсивного розвитку грибкової мікрофлори. Таке зерно стає непридатним навіть для кормових цілей.

Зниження ударної взаємодії зерна з робочими органами машин і механізмів являється одним із показників технічного рівня сучасного сільськогосподарського виробництва. Дослідженню таких ударних взаємодій присвячено багато наукових публікацій [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Час, за який окремо взята зернівка пройде силосну висоту і удариться об його дно, відповідно до [1] має наступний вираз:

$$t = \left(-\mathcal{G}_n + \sqrt{\mathcal{G}_n^2 + 2 \cdot g \cdot H_c} \right) / g, \quad (1)$$

де \mathcal{G}_n – початкова швидкість зернівки після її сходження із транспортера у завантажувальний отвір силосу; H_c – внутрішня висота силосу (висота падіння зернівки). Швидкість рівноприскореного руху в момент точкового удару зерна із основою силосу визначався відомою формулою: $\mathcal{G}_{y\partial} = \mathcal{G}_n + gt$. Тоді дійсна швидкість удару, що не враховує час падіння зернівки:

$$\mathcal{G}_{y\partial} = \sqrt{\mathcal{G}_n^2 + 2gH_c}. \quad (2)$$

Швидкість зернівці надає не сила, а імпульс сили [2]. В свою чергу швидкість залежить не тільки від імпульсу сил, але і від маси і висоти падіння [3, 4, 5]. Удар зернівки приймали косим. При розгляді косого удару зернівки об жорстку поверхню була використана гіпотеза Рауза [6].

На рис. 1 наведена розрахункова схема косого удару зернівки озимої пшениці об жорстку полуповерхню бетонної основи силосу.

У відповідності до наведеної схеми швидкість зернівки на початку удару буде $\mathcal{G}_{y\partial}$, формула (3), а в кінці удару – u . Розглянемо цей елементарний часовий проміжок, розділивши його на два етапи.

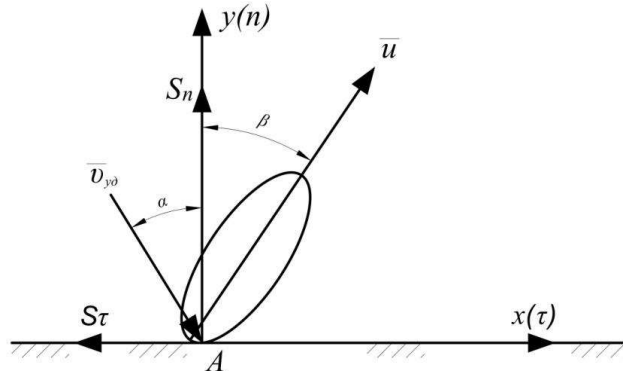


Рисунок 1. – Схема взаємодії падаючого зерна із жорсткою поверхнею.

Перший етап характеризується зміною форми і стану тіла, що ударяється. Час протікання цієї стадії удару позначимо через t_1 . Чим більша швидкість і висота – тим значніші наслідки травмування зерна.

На другому етапі відбувається відновлення початкової форми зернівки за рахунок її в'язкої пружно-пластичної деформації. Час, який витрачається на відновлення початкової форми зернівки позначимо через t_2 . На цьому етапі

нормальна складова швидкості відскоку зростає від нульового до кінцевого значення.

Визначимо вектори швидкості зернівки, скориставшись ортами n і τ . Швидкість в момент удару t :

$$\mathcal{G}_{y\partial} = \mathcal{G}_\tau \bar{\tau} + \mathcal{G}_n \bar{n}.$$

Швидкість в кінці деформації зернівки, $u_n = 0$ в момент $t + t_1$: $\bar{u} = u_\tau \bar{\tau}$. Швидкість в кінці удару, в момент $t + t_1 + t_2$: $\bar{u}_{\text{від}} = u_\tau \bar{\tau} + u_n \bar{n}$. Кожному із вказаних вище етапів відповідає свій ударний імпульс. Протягом t_1 відбувається ударний імпульс деформації S_1 зернівки і вектор його направлений по осі AU (по нормалі n) вертикально вгору. За час t_2 відбувається ударний імпульс відновлення S_2 , який теж направлений по нормалі до основи силосу. Сумарний векторний імпульс удару зернівки об бетонну основу силосу буде: $\bar{S}_{\text{сум}} = \bar{S}_1 + \bar{S}_2$.

Скориставшись другим законом Ньютона в імпульсній формі [1], за яким зміна сумарного імпульсу тіла дорівнює імпульсу діючої на нього сили:

$$S_{\text{сум}} = \int_0^{H_c} F_{y\partial} dt = F_{y\partial} \cdot t_{y\partial},$$

де $t_{\text{уд}}$ – миттєвий час удару зернівки об бетонне дно силосу. З іншого боку: $S_{\text{сум}} = m_n(u - \mathcal{G}_{y\partial})$. Зробивши перетворення визначимо максимальну силу контактної взаємодії зернівки з бетонною основою силосу при косому ударі:

$$F_{y\partial} = \frac{m_n(u - \mathcal{G}_{y\partial})}{t_{y\partial}} = \frac{S_{\text{сум}}}{t_{y\partial}}. \quad (3)$$

Скориставшись геометричними характеристиками зерна озимої пшениці та тривалістю розповсюдженню звукової хвилі в бетоні визначаємо миттєвий ударний час:

$$t_{y\partial} = \frac{d_{ym}}{2v_{xв}} = \frac{k_\phi(a \cdot b \cdot c)^{1/3}}{2v_{xв}},$$

де $d_{ym} = k_\phi \sqrt[3]{a \cdot b \cdot c}$ – умовний діаметр зернівки, k_ϕ – коефіцієнт, котрий враховує форму зернівки, a, b, c – відповідно довжина, ширина і товщина насіння зерна озимої пшениці в метрах.

Скориставшись гіпотезою Рауса та провівши відповідні перетворення [7] отримаємо сумарний ударний імпульс під час зіткнення зернівки об бетонне дно силосу можна представити так:

$$S_{\text{сум}} = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} = m_n \mathcal{G}_{y\partial} (1 + K_\epsilon) \cos \alpha \sqrt{1 + f_d^2}. \quad (4)$$

Підставивши (1), (2) і (3) в (4) отримаємо залежність для визначення ударної сили зернівки об бетонне дно силосу при її косому ударі:

$$F_{y\partial} = \frac{m_n \sqrt{\mathcal{G}_n^2 + 2gH_c v_{xв}} (1 + K_\epsilon) \cos \alpha \sqrt{1 + f_d^2}}{2k_\phi \sqrt[3]{a \cdot b \cdot c}}. \quad (5)$$

Отже, нормальна і дотична складові ударних імпульсів, а також їх сумарний імпульс прямо залежать від коефіцієнта відновлення зернівки [7]

$K_g = \frac{u_{y\partial}^y}{g_{y\partial}^y}$. Встановлено, що величина ударної сили (5) залежить від швидкості і

висоти падіння зернини, а також від фізико-механічних властивостей бетонного дна силосу та геометричних розмірів зернівки.

Список використаних джерел

1. Гернет М. М. Курс теоретической механики: ечебник для вузов. Изд. 3-е, перераб. и доп. Москва : Высшая школа, 1973. 344 с.
2. Бобков С. П., Полищук И. В. Сравнение различных подходов к определению продолжительности удара твердых тел при измельчении. *Вестник ИГЭУ*, 2016. Вып. 5. С. 66-70.
3. Самойленко Т. В., Арендаренко В. М., Антоненць А. В. Кінематика руху зерна по спіральному пристрою зі змінним кутом спуску. *Вісник ПДАА*. 2020. №1. С. 267-274. DOI: 10.31210 / visnyk 2020. 01. 31.
4. Флегантов Л. О., Антоненць А. В. Комп'ютерне моделювання механічного руху тіла засобами MATHCAD. *Інформаційні технології в освіті*. 2017. №30. С. 97-109. URL: <http://ite.kspu.edu/index.php/ite/article/view/74/83>
5. Арендаренко В.М., Антоненць А.В., Савченко Н.К., Самойленко Т.В., Іванов О. М. Розрахункова модель гравітаційного руху зернового матеріалу в похилому каналі з дискретно змінним кутом нахилу. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 273–282. DOI: 10.31210/visnyk2020.04.35
6. Манжосов В.К. Модели продольного удара. Ульяновск : УлГТУ, 2006. 160 с.
7. Самойленко Т.В., Арендаренко В.М., Антоненць А.В., Кошова О.П. Про ударну взаємодію падаючого зерна пшениці на жорстку бетонну основу силосу. *Вісник ПДАА*, 2021. № 2. С. 259–265. DOI: 10.31210/visnyk2021.02.34

АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ГЛИБОКОРОЗПУШУЮЧИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

Баган В. В., Півень С. С.

здобувачі ступеня PhD спеціальності 133 Галузеве машинобудування

Горбенко О.В.

к.т.н., завідувач кафедри технологій та засобів механізації

аграрного виробництва, доцент

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

Проблема ущільнення ґрунтів, і відповідно, проблема підвищення врожайності сільськогосподарських культур в Україні і в світі є досить актуальною. Ця проблема досить широко розглянута на II Міжнародній онлайн-конференції «Національний виклик: деградація ґрунтів чи відновлення їх