

**Омельянов О. М.**

асистент

Токарчук О. А.

к.т.н., доцент

*Вінницький національний
аграрний університет***Omelyanov O.**

Assistant

Tokarchuk O.

Ph.D., Associate Professor

*Vinnitsia National Agrarian
University***УДК 621.921****DOI: 10.37128/2306-8744-2022-1-4**

ОБҐРУНТУВАННЯ АМПЛІТУДНО- ЧАСТОТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТА КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ СЕПАРАТОРА З ВІБРАЦІЙНИМ ПРИВОДОМ ЗБУДЖЕННЯ ПРОСТОРОВИХ КОЛИВАНЬ

Основними ефектами розробленої конструкції вібраційного сепаратора є: збільшення рушійної сили процесу сепарації сипкої маси у даній роботі, що підвищили шляхом надання робочому контейнеру з ситом кінчної форми вібраційного руху; поліпшення умов проходження часток продукції через отвори, що досягли за рахунок надання ситовій поверхні об'ємних коливань; зменшення енерговитрат та поліпшення умов роботи опорних вузлів при експлуатації проектного вібросепаратора, що досягли внаслідок виконання додаткових пружних елементів між корпусом сепаратора та підшипниковими вузлами вертикального приводного валу вібробудувача. Надання робочим органам пропонованого вібраційного грохоту об'ємного коливального руху дозволяє підвищити продуктивність та якість процесу розділення твердотільних сипких мас. Для визначення раціональних параметрів процесу вібраційного грохочіння були отримані рівняння руху виконавчих органів у вигляді кінчної ситової поверхні при використанні методу рівнянь Лагранжа 2 роду. При застосуванні рішень Коші для лінійних неоднорідних диференціальних рівнянь було отримано розв'язок останніх. Отримані залежності амплітуди коливань, віброшвидкості та віброприскорення, інтенсивності коливального руху дозволили здійснити математичний аналіз силових та енергетичних характеристик віброприводу досліджуваного сепаратора. Розташування кінчної ситової поверхні дозволяє здійснювати просторовий іраційний або коловий поступальний рух, що дозволяє реалізувати переваги об'ємного розділення сипких мас. Результати проведеного аналітичного дослідження дали можливість обґрунтувати оптимальний кут нахилу робочої ситової поверхні. На основі проведеного аналізу були обґрунтовані та уточнені конструктивні параметри вібробудувача та представлена конструкція даної технічної системи.

Ключові слова: вібраційна сепарація, кінчна ситова поверхня, вібросепаратор, об'ємні коливання, амплітудно-частотні характеристики, енерговитрати на привод, віброшвидкість, віброприскорення, механічний комбінований вібропривод, кормова суміш, низькочастотні коливання.



Вступ. Застосування низькочастотних коливань для інтенсифікації процесів сепарації у переробному сільськогосподарському виробництві набуває ефективності при обробці твердотільних сипких неоднорідних систем за мінімальної вологості, що виключає вплив адгезійних та сорбційних факторів впливу. Такі умови зумовлюють ефективну реалізацію процесів вібраційної сепарації зернокруп'яних сумішей та насінневого матеріалу.

Головною відмінною рисою механічних коливань, як одного з видів механічних впливів, є можливість передачі продукції, що обробляється енергії великої питомої потужності. Разом з тим можливість регулювання параметрів вібрації у широких межах дозволяє поширити її дію як на значні обсяги продукції, так і локальні її прошарки [1, 5]; можливості суміщення процесу транспортування матеріалу з його технологічною обробкою, причому для продукції, що значно різниться за своїми фізико-механічними властивостями; простота конструкції машин; відсутність обмежень за гранулометричним складом матеріалу; можливості комплексної механізації і автоматизації цілого ряду виробничих процесів; інтенсифікація технологічних процесів за рахунок створення віброкиплячого шару за технологічної обробки [5, 9, 10]. Дані процеси супроводжуються швидким збільшенням поверхні взаємодії компонентів або фаз, підвищенням швидкості конвективної дифузії, зниженням в'язкості, що і визначає ефекти їх інтенсифікації та забезпечення повноти протікання. Саме тому вібрація може розглядатися як універсальна форма механічних впливів на оброблювані матеріали і знаходить широке застосування при реалізації сепарації сипких технологічних мас, що є одним із найбільш поширених процесів харчових виробництв, зокрема, первинної переробки сільськогосподарської сировини та продукції.

Перебіг зміни вказаних процесів, в свою чергу, визначається як особливостями фізико-механічної структури матеріалу, так і закономірностями низькочастотної технологічної дії, а саме амплітудно-частотного та силового впливу, напрямком коливань робочого органу, кутом нахилу його до горизонту. Вплив вказаних факторів на коливальні системи є недостатньо дослідженим, постановка відповідних експериментів не досягає достатньої точності, що обґрунтовує актуальність даної наукової роботи та має широкі перспективи для розвитку.

Формування мети досліджень.

Метою проведених досліджень є визначення режимних параметрів приводу збудження

об'ємних коливань кінцевого робочого органу сепаратора сипкої продукції за рахунок теоретичного аналізу амплітудно-частотних та енергетичних характеристик даного процесу. Для досягнення поставленої мети були поставлені такі основні завдання наукової роботи: проаналізувати сучасний стан аналітичних досліджень процесів вібраційного розділення сипких мас, визначити закономірності зміни основних параметрів вібрації та обґрунтувати конструктивну схему досліджуваного сепаратора.

Для виконання приведених завдань була запропонована дослідна модель вібраційного сепаратора, застосовано комплекс спеціальних приладів, що забезпечують вимірювання амплітудно-частотних та енергетичних характеристик та автоматичне регулювання швидкості обертання приводного валу віброзбуджувача. При проведенні аналітичних досліджень для складання рівнянь руху виконавчих органів приводу були використані метод Лагранжа, для визначення основних силових та енергетичних характеристик коливальної системи метод Деламбера. Обробка отриманих залежностей проводилась у математичному середовищі MathCAD.

Виклад основного матеріалу.

Розвиток напрямків застосування вібраційного впливу у процесах розділення твердотільних сипких неоднорідних систем забезпечили такі вчені та інженери, як І.І. Блехман, Г.Ю. Джанелідзе І.Ф. Гончаревич, В.А. Повідайло, І.І. Биховський, Н.А. Буренков, П. М. Заїка, В.В. Гортинський, В.І. Потураєв, І. Є. Кожуховський, В. С. Биков, Б. І Котов, П. М. Василенко С. П. Степаненко, О. М. Васильковський, Л. М. Тіщенко та інші.

І.І. Блехман вирішив задачу про рух матеріальної точки і частинок з плоскої і округлої форми по шорсткій поверхні, що здійснює періодичні коливання, визначив оптимальний закон коливань, обґрунтовуючи ефективний коефіцієнт тертя при вібраційному транспортуванні. І. Ф. Гончаревич [2] розробив класифікацію, теорію, методи розрахунку та основи конструювання вібраційних транспортно-технологічних машин, створив основи теорії і методи визначення оптимальних режимів вібротранспортування сипкої маси з урахуванням динамічних навантажень машини. Биков В. С. [2] встановив залежності між конструктивними та кінематичними параметрами процесу сепарації на плоских коливальних решетах, обґрунтовуючи ефективні режими реалізації робочих процесів сучасних зерноочисних машин. На основі досліджень вібраційного переміщення дрібнодисперсної сипкої продукції В.В.



Гортинського [3] були розроблені теоретичні основи пошарового руху мас по віброуючій поверхні, вивчено рух сипучих тіл у посудині, що здійснює кругові і поступальні коливання та обґрунтовано рекомендації до процесу вібраційного поділу сипких сумішей. Дослідження механіки руху насипного матеріалу по робочому органу вібромашин дозволило Б.І. Крюкову визначити опір, що викликається аеродинамічними силами, характером руху окремих частинок, силами їх взаємного тертя і зіткнень; апроксимувати вплив даних факторів лінійними функціями від абсолютної та відносної швидкостей шару продукції. П. М. Василенко [4] визначив значення критичної швидкості просіювання частинок через отвори решета, при куті нахилу останнього не більше 10° у напрямку сходу частинок, з урахуванням опору повітря. Найбільш повні теоретичні дослідження роботи плоского решета, що здійснює поздовжні коливальні рухи виконані у фундаментальних роботах І. Є. Кожуховського та П. М. Заїки [5], в яких було отримано залежності якості сепарації плоского решета від таких параметрів, як кут нахилу решета до горизонту, кут напряду коливальних форм та розташування отворів, розміри решета, їх питоме завантаження, вологість та засміченість зернового матеріалу. Заїка П. М. [5] вперше записав систему диференціальних рівнянь просторового руху робочого органу вібраційної машини з декількома механічними вібробуджувачами, осі яких довільно орієнтовані у просторі; що дозволило вирішити завдання переміщення сільськогосподарських матеріалів як дискретних твердих тіл по робочих поверхнях сепараторів; розкрити механізм процесів самосортування, гуркочіння, вирішити проблеми забивання та очищення отворів решіт. М. В. Бакум вивчав можливість просіювання та доочищення зернового матеріалу на серійних зерноочисних машинах та зерноочисних машинах з високочастотними режимами руху робочих органів. А. В. Зільбернагель розробив методику розрахунку граничної швидкості відносного руху зерна в залежності від кута розташування продовгуватого отвору решета за умови проходження частинки через отвір. О. В. Черняков на основі моделювання руху зернового матеріалу по решету встановив, що бігармонічні коливання решета є одним з ефективних способів поліпшення технологічного процесу сепарації зерна. Котов Б. І. та Степаненко С. П. підтвердили, що перспективним напрямком подальшого підвищення продуктивності, при нормованій якості очищення зерна на віброрешетних сепараторах є інтенсифікація розпушування

зернового шару гальмуючими елементами-розпушувачами, зокрема при використанні гравітаційно-інерційних, відцентрових, вібраційно-відцентрових виконавчих органів. Л.М. Тіщенко [6] розробив методи розрахунків інтенсифікації процесів вібровідцентрового сепарування за технологічними показниками продуктивності та якості. Дослідження процесу вібропневмовідцентрового розділення насіннєвих сумішей В. В. Бредихіна дозволили отримати аналітичні залежності часу розшарування та швидкості переміщення шару суміші від основних режимних і конструктивних параметрів процесу. О. М. Васильковський отримав модель процесу розділення зернової суміші на інерційному прямооточному сепараторі, яка дозволила встановити, що повнота розділення зернової суміші та питома продуктивність сепаратора одночасно підвищуються зі збільшенням швидкості пересування матеріалу по решету, максимальне значення якої обмежується умовами можливої деградації зерна при взаємодії з лопатями ротора. О. Б. Козія встановив, що якість процесу сепарації насіннєвих матеріалів на неперфорованій фрикційній коливальній поверхні суттєво залежить від конструктивних та кінематичних параметрів вібраційної зерноочисної машини: амплітуди, частоти і кута спрямованості коливальних, а також кутів нахилу робочого органу до горизонту в поздовжньому і поперечному напрямках.

За результатами проведеного аналізу можна зробити висновки, що проблемі дослідження впливу механічних приводних органів сепараторів на динаміку їх роботи та енерговитрати практично не проводилось.

Досліджуваний процес розділення сипкої неоднорідної системи в якості рушійної сили містить відцентрове знакозмінне силове та моментне навантаження на технологічне середовище, для створення якого передбачили розробку вібробуджувача просторових коливальних для приведення до руху ситової поверхні. Розроблений механізм раціонально вписується у конструкцію вібраційного грохота з конічним ситом і може використовуватись для генерування як плоских, так і просторових коливальних [7, 8]. Для даного привода характерне кінематичне вібробудження та наявність пружинних опорних вузлів. Вертикальне розташування приводного валу даного вібробуджувача при горизонтальному розташуванні опорної поверхні конічного грохота (рис.1, а), дозволяє створити гіраційний, тобто поступовий рух робочих органів машини в горизонтальній площині. З метою підвищення швидкості переміщення маси завантаження доцільно ситову поверхню



виконати похилою (рис.1, а,б), для чого використали втулку з похилою зовнішньою поверхнею. Закріплення опорної втулки на приводному валу вібробудувача та наявність підпружиненої платформи сита приводить до гіраційного просторового руху робочих органів

віброгрохота (рис.1, а). Пружні елементи опорних вузлів частково нівелюють паразитні коливання, що можуть передаватись на конструкцію.

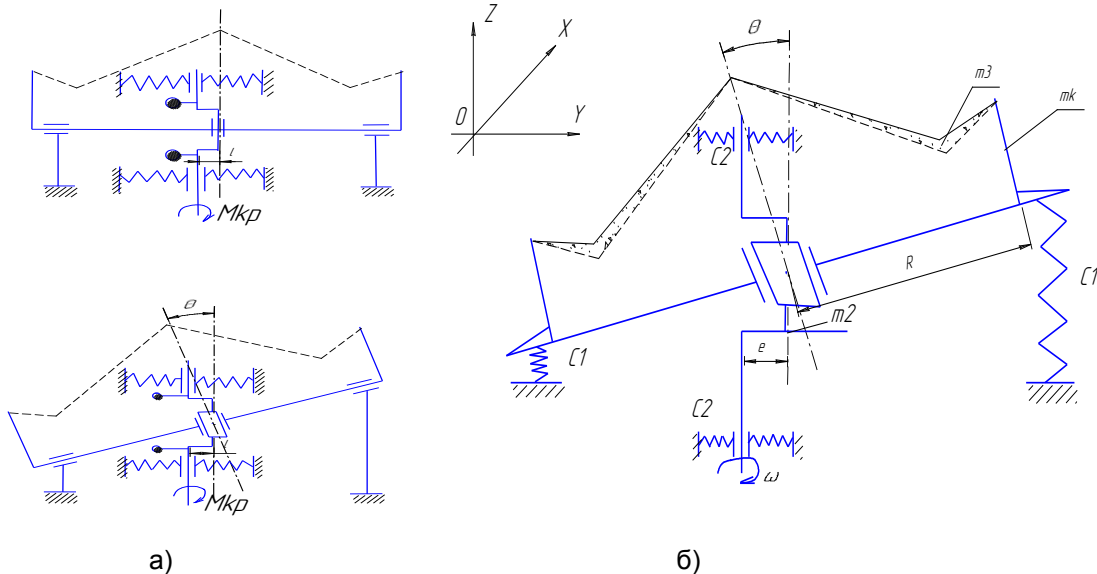


Рис. 1. Принципова схема розробленого вібраційного грохоту з приводом об'ємних коливань за прямого та похилого розташування робочої ситової поверхні: $M_{кр}$ – крутний момент на приводному валу; ω – кутова швидкість обертання приводного валу; C_1 та C_2 – жорсткості пружних елементів відповідно конічного робочого органу та приводного валу; θ – кут нахилу втулки для регулювання нахилу ситової поверхні

При використанні методу Лагранжа контейнеру [8, 9] та їх розв'язок за допомогою рішень Коші:

$$x = e^{-0.5\alpha_x t} \left[\frac{F_m (\omega_2^2 - k_x^2)}{(k_x^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_x^2 \omega_2^2} \cos \rho_x t + \left(\frac{\mathcal{G}_{x_0}}{\rho_x} - \frac{0.5 F_m \alpha_x \rho_x^{-1} (k_x^2 + \omega_2^2)}{(k_x^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_x^2 \omega_2^2} \right) \sin \rho_x t + \frac{F_m (\alpha_x \omega_2 \sin \omega_2 t + (k_x^2 - \omega_2^2) \cos \omega_2 t)}{(k_x^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_x^2 \omega_2^2} \right] \quad (1)$$

$$y = e^{-0.5\alpha_y t} \left(\frac{F_m \alpha_y \omega_2 \cos \rho_y t}{(k_y^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_y^2 \omega_2^2} + \left(\frac{\mathcal{G}_{y_0}}{\rho_y} + \frac{F_m \omega_2 \rho_y^{-1} (0.5 \alpha_y^2 - k_y^2 + \omega_2^2)}{(k_y^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_y \omega_2^2} \right) \sin \rho_y t \right) + \frac{F_m ((k_y^2 - \omega_2^2) \sin \omega_2 t - \alpha_y \omega_2 \cos \omega_2 t)}{(k_y^2 - \omega_2^2)^2 + \alpha_y^2 \omega_2^2} \quad (2)$$

де ω_2 - кутова швидкість приводного валу вібробудувача; $k_x^2 = \frac{C_x}{m_0}$ та $k_y^2 = \frac{C_y}{m_0}$ - власні частоти коливань системи; $\alpha_x = 2\sqrt{k_x^2 - \omega_2^2}$ та $\alpha_y = 2\sqrt{1485 - \omega_2^2}$ - коефіцієнти дисипації системи у відповідних

напрямах; $F_m = \frac{m_1}{m_0} e \omega_2^2$ - питомий модуль змушуючої сили; $\rho_x = \sqrt{k_x^2 - 0.25\alpha_x^2}$ та $\rho_y = \sqrt{k_y^2 - 0.25\alpha_y^2}$ - приведені частоти коливань системи.



В якості критеріїв оцінки розробленого віброприводу використовували наступні показники: амплітуду коливань робочого контейнера для номінального режиму A ; кутову швидкість приводного валу ω ; витрати потужності на привод коливальної системи для номінального режиму N та його мінімальне значення N_{min} ; віброшвидкість $v = A \cdot \omega$ та віброприскорення $a = A \cdot \omega^2$ коливального руху; інтенсивність коливань $I = a \cdot v = A^2 \cdot \omega^3$.

Використовуючи складені рівняння руху виконавчих органів віброгрохоту та їх математичний аналіз, у математичному середовищі MathCAD отримали графічні залежності для кінематичних та енергетичних параметрів досліджуваного віброприводу сепаратору для 50 положень опорної втулки, середні значення яких представлено на рис. 2,3, 4.

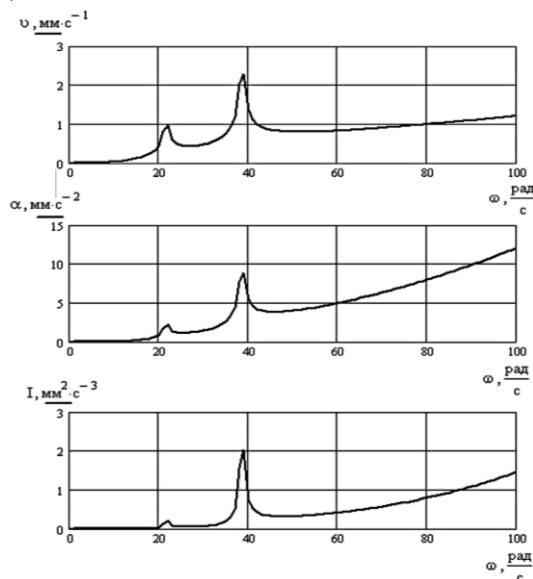


Рис. 2. Залежності середніх значень кінематичних характеристик вібробудувача грохоту від кутової швидкості приводного валу: v – віброшвидкість; a – віброприскорення; $I = a \cdot v$ – інтенсивність коливань

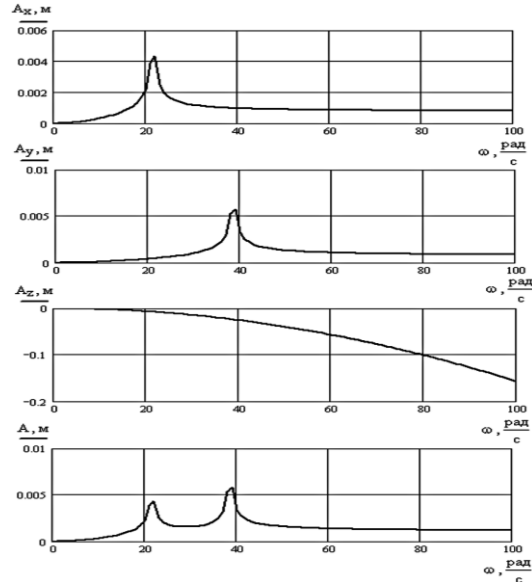


Рис. 3. Залежності середніх значень складових амплітуди коливань від кутової швидкості приводного валу

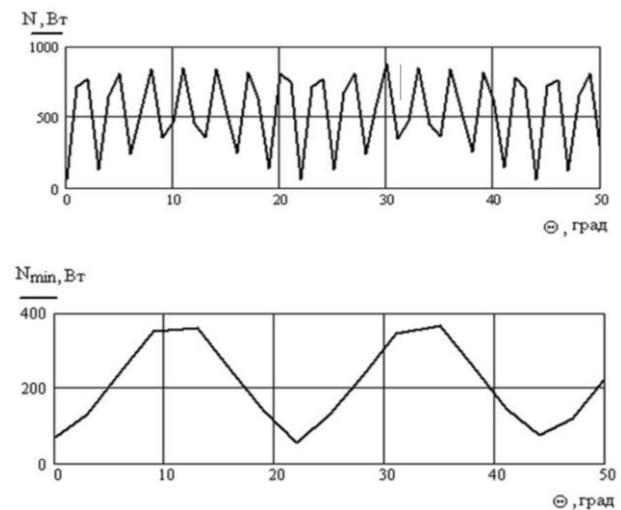


Рис. 4. Залежності середніх значень витрат потужності на процес вібраційної сепарації від кутової швидкості приводного валу: N - потужність на приводному валу; N_{min} - мінімальне значення потужності на приводному валу; Θ - кут між віссю приводного валу та віссю OZ.

При дослідженні зміни потужності на приводному валу в залежності від кута повороту опорної втулки було відзначено синусоїдальний характер зміни даної величини (рис.3). Це дозволило визначити піки мінімальних значень енерговитрат для певних кутів повороту втулки. Подвійні піки кінематичних характеристик вказують на наявність у системі двох пружних зв'язків.

Як видно з рис. 4 огинаюча мінімальних значень потужності на приводному валу змінюється за синусоїдальним законом із періодом зміни кута між осями робочого контейнера та приводного валу рівним $\Theta_{min} =$



22°. Таке достатньо велике значення даного конструктивного параметра не є доцільним за технологічними та конструкційними ознаками. Тому при виборі оптимального кута Θ можна використати залежність

$$\Theta_{\min} = 360 - Z_{\max}$$

де Z_{\max} - максимальне ціле число для отримання у рівнянні (3) позитивного значення: очевидно, що при $Z_{\max} = 16$; $\Theta_{\min} = 14^\circ$

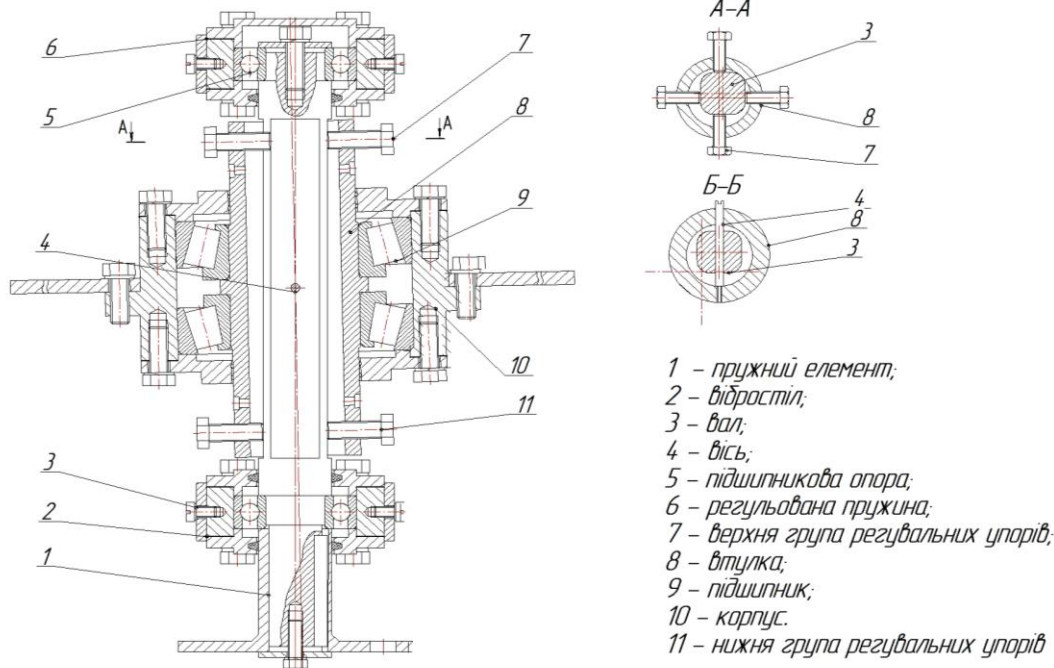


Рис. 5. Конструктивна схема віброзбудувача з напрямною втулкою досліджуваного ситового сепаратору

На основі проведених теоретичних досліджень було запропоновано конструкцію гіраційного віброприводу збудження просторових коливань (рис. 5), де представлені основні структурні складові розробленого віброзбудувача, зокрема механізм регулювання виду коливань за допомогою опорної втулки.

контейнера та приводного валу за технологічними та конструкційними ознаками для досліджуваної машини складає 14° , що дало можливість уточнити конструктивну схему віброзбудувача розробленої вібраційної машини.

За результатами експериментальних досліджень наведені висновки.

1. При використанні рівнянь Лагранжа другого роду були складені залежності для основних незалежних рухів виконавчих органів досліджуваного вібросепаратора та за допомогою методу Коші був отриманий їх розв'язок, що дозволив визначити закономірності зміни.

2. На основі отриманих рівнянь руху виконавчих органів вібраційного грохоту були отримані залежності основних кінематичних та енергетичних параметрів досліджуваної схеми віброзбудження сепаратора.

3. Режими мінімальних витрат потужності на приводному валу чергуються приблизно через кожні 22° повороту робочої поверхні опорної втулки до вертикалі; оптимальний кут між осями робочого

Список використаних джерел

1. Омелянов О. М. Експериментальна оцінка енергетичних параметрів об'ємної вібросепарації сипкої продукції. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2021. №4 (103). С. 61–67.

2. Быков В. С. Определение скорости виброперемещения сыпучего материала. *Техника в сельском хозяйстве*. 2000. № 2. С. 21-23.

3. Гортинский В. В., Демской А. В., Борискин М. А. Процессы сепарирования на зерноперерабатывающих предприятиях М.: Колос, 1980. 304 с.

4. Василенко П. М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин. К.: УАСХН, 1960. 284 с.



5. Заика П. М. Вибрационное перемещение твердых и сыпучих тел в сельскохозяйственных машинах. К.: УСХА. 1999. 626 с.
6. Тищенко Л. Н., Пивень М. В К исследованию движения зерновой смеси на решете под действием вибрации. *Науковий вісник НАУ*. 2002. Вип. 49. С. 329–336.
7. Паламарчук И.П., Омелянов О.Н. Динамика вибрационных грохотов с комбинированным приводом пространственных колебаний рабочих органов. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2000. №4 (16). С.89–92.
8. Купчук І.М. Перспективи розвитку конструктивних схем вібраційних приводів транспортних і технологічних машин АПК. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2018. №3 (90). С. 44-52
9. Потураев, В.Н., Франчук В. П., Надутый В. П. Вибрационная техника и технологии в энергоемких производствах. Днепропетровск: НГА Украины, 2002. 190 с.
10. Bulgakov V., Sevostianov I., Kaletnik G., Holovach I., Ihnatiev Y. Theoretical studies of the vibration process of the dryer for waste of food. *Rural Sustainability Research*. 2020. Vol. 44 (339). pp. 32-45.

Список джерел у транслітерації

1. Omel'yanov O.M. (2021). Eksperimentalna otsinka energetichnih parametriv vibroseparatsii supkoi produktsiyi. *[Vibratsiyi v tekhnitsi ta tekhnolohiyakh]*. №4 (103). S. 61-67. [in Ukrainian].
2. Bykov V. S. (2000). Opredeleniye skorosti vibroperemeshcheniya sypuchego materiala. *«Tekhnika v sel'skom khozyaystve»*. [Determination of the speed of vibration displacement of bulk material]. № 2. s. 21-23. [in Russian].
3. Gortinskiy V. V. Demskoy A. V., Boriskin M. A. (1980). Protsessy separirovaniya na zernopererabatyvayushchikh predpriyatiyakh. [Separation processes at grain processing enterprises]. M.: Kolos, 304 s. [in Russian].
4. Vasilenko P. M. (1960). Teoriya dvizheniya chastitsy po sherokhovatym poverkhnostyam sel'skokhozyaystvennykh mashin. [The theory of particle motion on rough surfaces of agricultural machinery]. K.: UASKHN, 284 s. [in Russian].
5. Zayika P. M. (1999). Vibratsiyne peremishchennya tverdyykh ta sypkykh til u sil's'kohospodars'kykh mashynakh. K.: USKHA, 626 s. [in Russian].
6. Tishchenko L. N. Piven' M. V. (2002). K issledovaniyu dvizheniya zernovoy smesi na

reshete pod deystviyem vibratsii. [To study the movement of the grain mixture on the sieve under the influence of vibration]. *Naukoviy visnik NAU*. Vip. 49. s. 329–336. [in Russian].

7. Palamarchuk I.P., Omel'yanov O.N. (2000). Dinamika vibratsionnykh grokhotov s kombinirovannym privodom prostranstvennykh kolebaniy rabochikh organov. *«Vibratsii v tekhnike i tekhnolohiyakh»*. [Dynamics of vibrating screens with a combined drive of spatial vibrations of working bodies]. №4(16). s..89–92. [in Russian].
8. Kupchuk I.M. (2018). Perspektivyvy rozvytku konstruktyvnykh skhem vibratsiynykh pryvodiv transportnykh i tekhnolohichnykh mashyn APK. *[Vibratsiyi v tekhnitsi ta tekhnolohiyakh]*. №3 (90). S. 44-52. [in Ukrainian].
9. Poturayev, V.N., Franchuk V. P., Nadutyy V. P. (2002). Vibratsionnaya tekhnika i tekhnologii v energoyemkikh proizvodstvakh. Dnepropetrovsk: NGA Ukrainy, 190 s. [in Russian].
10. Bulhakov V., Sevost'yanov I., Kaletnik H., Holovach I., Ihnat'yev YU. (2020). Teoretychni doslidzhennya vibratsiynoho protsesu susharki dlya kharchovykh vidkhodiv. *Doslidzhennya staloho rozvytku sil's'kykh rayoniv*. Vol. 44 (339). S. 32-45. [in English]

SUBSTANTIATION OF AMPLITUDE-FREQUENCY CHARACTERISTICS AND DESIGN PARAMETERS OF THE SEPARATOR WITH A VIBRATION DRIVE

The main effects of the broken design of the vibrating separator are: increased crushing force in the process of separating the slurry mass in this robot, which was moved by a path on the working container with a sieve of the conical shape of the vibrating ruh; a plethora of minds passing through a lot of products through the opening that they reached for the rahunka of the sieve surface of the bulk coliving; Changes in energy consumption and increase in the minds of robotic support units during the operation of the projected vibrating separator, which have been achieved by the addition of additional spring elements between the separator housing and bearing units of the vertical drive shaft of the vibration separator. The application of the proponated vibrating screen to the working organs of the volumetric kolivalny roar allows to increase the productivity and capacity of the process of distributing solid-state husky masses. To determine the rational parameters in the process of vibrating sieving, we took away the ratio of the rot of the victorious organs at the end of the sieve surface when victorious to the



Lagrange method of the 2nd genus. When zastosuvanni Cauchy solutions for linear non-homogeneous differential lines, the remainder of the rozvniz was eliminated. Removing the fallowness of the amplitude of the crushing, the vibratory characteristics and the vibration acceleration, the intensity of the crushing movement made it possible to carry out a mathematical analysis of the power and energy characteristics of the vibrodrive of the finished separator. The expansion of the conical sieve surface allows you to create expanses of gyration or colossal progressive movement, which allows you to realize the importance of a large separation

of dry masses. The results of the analytical investigation made it possible to prime the optimal cut to the working sieve surface. On the basis of the analysis carried out, the grounding and clarification of the design parameters of the vibratory system were presented and the design of this technical system was presented.

Key words: *vibration separation, final sieve surface, vibration separator, volume coagulation, amplitude-frequency characteristics, energy consumption for the drive, vibration viability, vibration acceleration, mechanical combination vibrodrive, fodder sum, low-frequency coagulation.*

Відомості про авторів

Омельянов Олег Миколайович – асистент кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці Вінницького національного аграрного університету. Службова адреса: м. Вінниця, вул. Сонячна 3, ВНАУ 21008

Omelyanov Oleg Mykolaovich – Assistant of the Department of General Technical Disciplines and Occupational Safety of Vinnitsa National Agrarian University, service address: Vinnitsa st. Sonyachna 3, VNAU 21008

Токарчук Олексій Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: tokarchuk08@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-8036-1743>).

Oleksii Tokarchuk – Ph.D., Associate Professor of the Department of technological processes and equipment for processing of the Vinnytsia National Agrarian University (3, Sonyachna st., Vinnytsia, Ukraine, 21008, email: tokarchuk08@net.ukr, <https://orcid.org/0000-0001-8036-1743>).