

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ОЧИЩУВАЛЬНОМУ ОБЛАДНАННІ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Заплетніков І. М. Жидков Ю. В. Дахов О. Г. Булганов С. С. (ДонНУЕТ,
м. Донецьк, Україна).

In the article the expounded results of experimental research of dynamic processes are in the machines of cleaning of korenebul'boplodiv of food productions and the empiric models of parameters of vibrations are got.

Удосконалення технологічного обладнання харчових виробництв передбачає покращення його експлуатаційних характеристик. Для досягнення цієї мети конструктора повинні змінити конструкцію обладнання на підставі досвіду її експлуатації у виробничих умовах, інформації о найкращих вітчизняних та закордонних зразках подібного обладнання, дослідження роботи елементів машини, їх аналізу, патентного пошуку та іншої інформації.

Ефективність конструкторських розробок визначається найбільш раціональним урахуванням цих факторів і, насамперед, результатами досліджень машини, в яких повинні враховуватися як зовнішні, так внутрішні умови функціонування машини. Результати досліджень процесів, таблиць, графічної інформації, математичних залежностей – аналітичних або емпіричних моделей. Найбільшу вагу у цій інформації для конструктора мають місце узагальнені моделі, що враховують комплексний вплив зовнішніх та внутрішніх факторів.

Метою статті є представлення у вигляді моделей динамічних процесів, що виникають у очищувальному обладнанні харчових виробництв на прикладі серійно виробляємих машин очищення коренебульбоплодів двох типів МОК-150 та МОК-350.

Дослідження динамічних процесів машин проведено у віброакустичній лабораторії кафедри обладнання харчових виробництв, ДонНУЕТ. Характеристикою динамічних процесів приймалася віброшвидкість V елементів машин, яка визначалася за допомогою вимірювача шуму та вібрації ВШВ-003 М2 кл. 1. Давач приладу ДН-3 кріпився на електродвигунах машин для визначення V_1 для визначення V_2 - на корпусах машин за допомогою шпильок. Напрямок виміру вібрації — горизонтальна площина. Запис характеристик проводився через АЦП на персональний комп'ютер одночасно в реальному масштабі часу. На валу робочого органу був прикріплений індуктивний давач обертів, сигнали якого n записувалися на осцилограмі.

На осцилограмах виконані і нульові лінії записуваних параметрів та позначка часу через 0,1 секунду. Осцилограми записувалися у вигляді віброшвидкості V_1 і V_2 у октавних смугах.

Обробка осцилограм дозволила встановити кількісні характеристики досліджуваних параметрів і за допомогою програми Excel отримати графіки емпіричних залежностей впливу конструктивно-технологічних параметрів на емпіричних залежностей впливу конструктивно-технологічних параметрів на динамічні характеристики машин при роботі у різноманітних режимах роботи та у порівнянні з роботою машин без навантаження.

Вимірялися віброшвидкості коливань одночасно двома приладами 5. Картоплечистки працювали без навантаження. Один прилад вимірював віброшвидкість електродвигуна V_1 (вхід у механічну систему), інший – віброшвидкість корпусу машини V_2 (вихід).

Результати вимірів віброшвидкостей V_1 і V_2 , а так само графіки апроксимуючих функцій в октавних смугах частот від 1 до 8000 Гц представлені на малюнках 2 й 3.

Аналіз графіків 3 й 4 показує, що на низьких частотах вібраційні характеристики (ВХ) для обох машин близькі. Рівність або близькість величин віброшвидкістей електродвигунів і корпусів машин на цих частотах свідчить про практично повне демпфірування сили, що обурює, несучими конструкціями машин, а коефіцієнт втрат близький до 1, якщо машини працюють без навантаження. Електродвигун машини МОК-150 із частотою обертання 950 об/хв (15,8 Гц) має дві резонансні частоти на 8 й 4000 Гц, електродвигун машини МОК 350 із частотою обертання 1410 об/хв (23,5 Гц) має резонансні частоти на 1, 1000 й 4000 Гц. Резонансні частоти електродвигунів в області низьких частот досить добре демпфіруються несучими конструкціями, про що свідчать графіки зміни віброшвидкістей корпусів машин V_2 . Однак на середніх і високих частотах вплив резонансних частот, створюваних електродвигунами залишається досить значимими. У машини МОК-150 ці резонансні частоти електродвигуна на корпусі машини зрушуються в область середніх частот. У машині МОК-350 високі частоти практично не демпфуються.

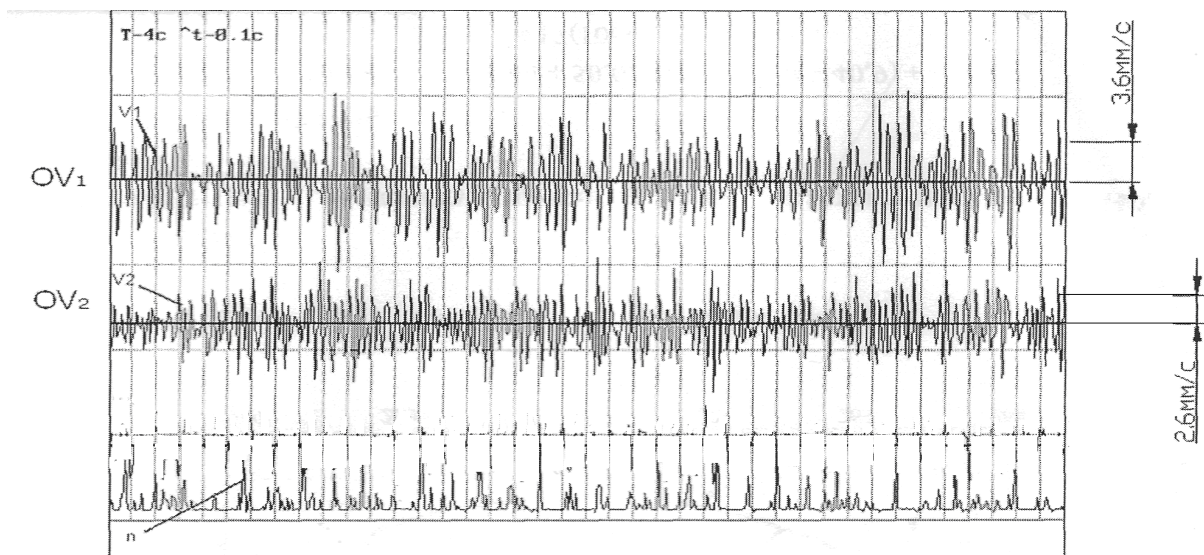


Рис. 1. Осцилограма ВХ машини МОК-150

На рисунку 2 наведена графічна інтерпретація апроксимуючих функцій зміни віброшвидкістей V_1 й V_2 , представлених поліномами шостого ступеня.

Машина МОК-150

$$V_1 = -5 \cdot 10^{-9} \cdot f^6 + 0,0037f^5 - 0,0575f^4 + 0,4269f^3 - 1,603f^2 + 2,8507f - 1,558; R^2 = 0,69 \quad (3)$$

$$V_2 = 0,0002f^6 - 0,0083f^5 + 0,1353f^4 - 1,0458f^3 + 3,9238f^2 - 6,5456f + 3,76; R^2 = 0,685 \quad (4)$$

Машина МОК-350

$$V_1 = 10^{-6} \cdot f^6 - 0,0002f^5 + 0,0045f^4 - 0,0541f^3 + 0,3121f^2 - 0,8349f + 0,8955; R^2 = 0,761 \quad (5)$$

$$V_2 = -10^{-5} \cdot f^6 + 0,0004f^5 - 0,0066f^4 + 0,0536f^3 - 0,2286f^2 + 0,4483f - 0,1894; R^2 = 0,825 \quad (6)$$

де f - середньгеометричне значення октавної частоти в Гц;

R^2 – коефіцієнт множинної кореляції.

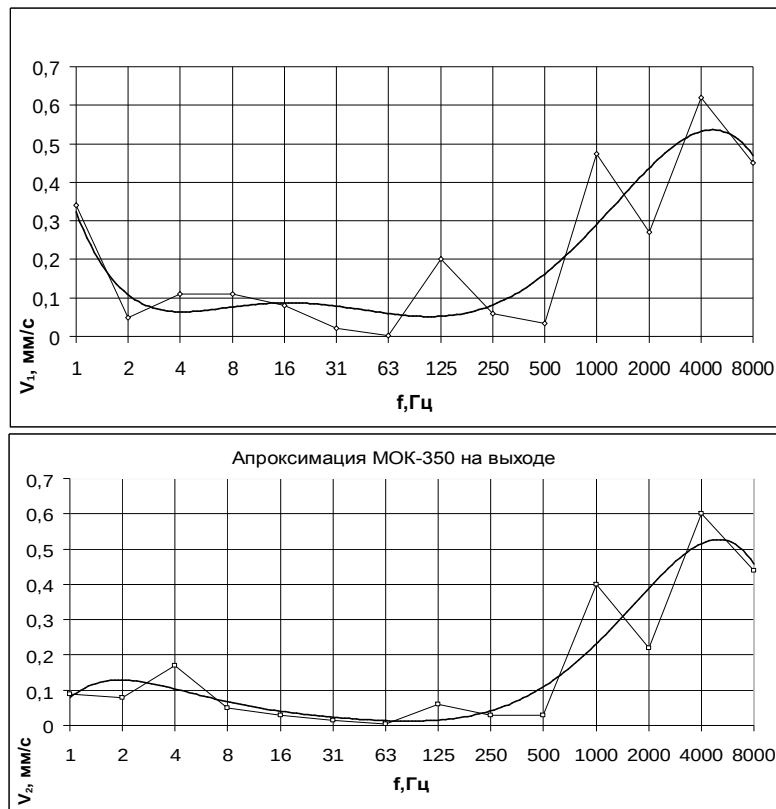


Рис. 2. Графіки зміни віброшвидкостей картоплечистки МОК-350

Отримані статистичні залежності мають достатню тісноту зв'язку для використання в інженерних розрахунках.

Аналізуючи графіки зміни ВХ картоплечисток, звертає на себе та обставина, що вони мають дві зони: одна - відносної стабільності на низьких частотах і друга - хвилю-подібної зміни на середніх і високих частотах.

Віброшвидкості електродвигунів машини МОК-350 під навантаженням відрізняються від ВХ без навантаження лише на низьких частотах в діапазоні 31,5-125 Гц. На середніх та високих частотах його ВХ стабільні і не перевищують 0,5 м/с, що представлено на рисунку 3. Слід відмітити, що віброшвидкості як електродвигуна без навантаження (ХХ), так і корпусу машини на низьких частотах перевищують віброшвидкості при навантаженні (РХ).

Вплив зовнішніх умов на динамічні характеристики машин МОК-150 досліджувався за допомогою планування експерименту. В якості зовнішніх факторів використовувалися три незалежних фактори: завантаження машин X_1 , оберти робочого органа X_2 , та вид продукту – картопля або буряк X_3 , Отримані адекватні рівняння регресії у вигляді:

Для низької октавної частоти 125 Гц

$$V_2 = 2,31 + 0,263 X_3 + 0,313 X_1 X_3 - 0,363 X_2 X_3 - 0,213 X_1 X_2 X_3 \quad (5)$$

Для середньої октавної частоти 500 Гц

$$V_2 = 0,44331 + 0,053 X_1 - 0,127 X_2 + 0,053 X_3 + 0,053 X_1 X_3 \quad (6)$$

Для високої октавної частоти 2000 Гц

$$V_2 = 0,081 + 0,031 X_1 + 0,051 X_2 - 0,011 X_3 - 0,031 X_1 X_2 - 0,016 X_1 X_3 - 0,01 X_2 X_3 + 0,016 X_1 X_2 X_3 \quad (7)$$

Аналіз рівнянь 5-7 дозволяє зробити наступні висновки: Віброшвидкість корпусу машини V_2 зменшується з частотою коливань. Найбільше впливає на V_2 вид очищувального продукту, а також сумісна дія виду продукту та завантаження машини. Спільна дія факторів X_2 та X_3 знижує віброшвидкість корпусу машини.

На середніх та високих частотах на V_2 впливає поперше завантаження машини, а на частоті 500 Гц ще й вид продукту та його парні взаємодії.

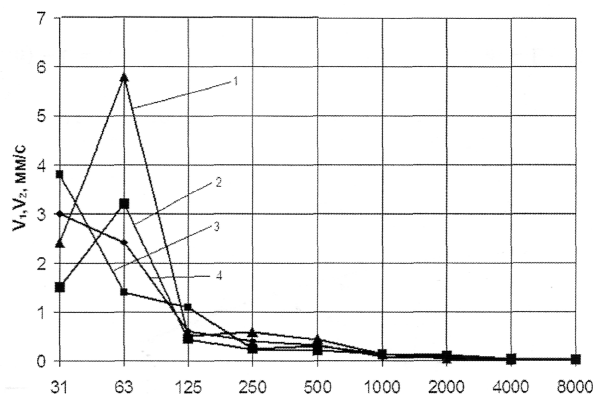


Рис. 3. Вібраційні характеристики машин МОК: 1 – V_1 при роботі без навантаження МОК-150; 2 – V_2 при роботі без навантаження МОК-150; 3 – V_1 при роботі під навантаженням МОК-350; 4 – V_2 при роботі під навантаженням МОК-350

Висновки: 1. В очищувальному обладнанні типу МОК виникають резонансні явища на низьких частотах 4 та 63 Гц, пов'язаних з нерівновагою робочого органу, а у машині МОК-350 ще й з роботою підшипникового вузла. **2.** Вібраційні характеристики машин погіршуються на низьких частотах, а на середніх та високих частотах стабільні. При навантаженні машини динамічні процеси демпфуються, віброшвидкість корпусу машин навіть зменшується на середніх та високих частотах. **3.** Для зниження динамічних процесів у машинах очищування коренебульбоплодів треба удосконалити конструкцію машин унапрямку демпфування низькочастотних коливань, виникаючих від роботи підшипникового вузла та робочого органу.

Перспективою подальших досліджень є визначення передаточних функцій механічних систем очищувального обладнання

Список літератури: 1. Заплетников И. Н., Жидков Ю. В. Виброакустика машин очистки корнеклубнеплодов: Монография/Донецк: Норд-Пресс, 2008. – 147с. **2.** Заплетников И. Н. Моделирование виброакустических процессов технологического оборудования пищевых производств: Монография / Донецк: ДонГУЭТ, 2001. – 141с. **3.** Борьба с шумом на производстве: Справочник/Под общ. ред. Юдина Е. Я. – М.: Машиностроение, 1985. – 393с.

Надійшла до редколегії 23.03.2009 р.

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ОЧИЩУВАЛЬНОМУ ОБЛАДНАННІ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Заплетніков І. М. Жидков Ю. В. Дахов О. Г. Булганов С. С.

В статті представлений в формі моделей динамічні процеси, які виникають в очищувальному обладнанні харчових виробництв на прикладі серійно виготовляваних машин очищення коренебульбоплодів двох типів МОК-150 та МОК-350.

динамічні процеси, очищувальне обладнання, моделювання, резонансні явища