

Дослідження ШХ овочерізки Robot coupe CL 30 А проводилось при роботі без продукту, а також при нарізанні ломтиками товщиною 2 мм картоплі, столового буряка, моркви та при шинкуванні капусти, в якості робочого органу при цьому використовувався дисковий серповидний ніж.

За результатами проведених досліджень (табл. 1) було встановлено, що ШХ овочерізки Robot coupe CL 30 А перевищує допустимі норми в основному на середніх та високих октавних смугах частот в середньому на 8 дБ, що показано на рисунку 2. Перевищень допустимих норм немає на низьких частотах 63 та 125 Гц та за шкалою шумоміра А.

Порівнюючи звукові потужності овочерізки Robot coupe CL 30 А та МРО 50-200 (табл. 2), видно, що при роботі без продукту CL 30 А має гіршу ШХ, при роботі з картоплею кращу ШХ, при роботі з буряком має аналогічну ШХ, при роботі з морквою дещо гіршу ШХ, і найкращу ШХ при роботі з капустою.

Перспективами подальших досліджень в цьому напрямку є проведення порівняльного аналізу шумових характеристик овочерізки Robot coupe CL 30 А під час експлуатації на різних режимах роботи.

Висновки

ШХ овочерізки Robot coupe CL 30 А за деякими октавними частотами не відповідають діючим нормам шума, при роботі без продукту має гіршу ШХ ніж ШХ аналогічних машин, і майже однаково при роботі з продуктом.

Література

1. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини / В.М. Лапін– К.: Т-во „Знання”, КОО, 2000. – 186 с. Елхіна В.Д. Оборудование предприятий общественного питания: [учеб. пособие в 3-х т.] / В.Д. Елхіна, А.А. Журич, Л.П. Проничкіна, М.К. Богачев. – М., 1987. Т. 1 – Механическое оборудование: - 2-е изд., перераб. – 447 с.
2. Заплетников И.Н. Виброакустические характеристики оборудования предприятий питания и методы их улучшения. / И.Н. Заплетников – Донецк: ДонГУЕТ, 2005. – 265 с.

УДК 641.5.06:620,111

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ КАРТОПЛЕЧИСТОК НА ВІБРОАКУСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАШИН

Заплетніков І.М. д-р. техн. наук, професор, **Жидков Ю.В.**, канд. техн. наук, доцент, **Дахов О. Г.**, аспірант, **Булганов С. С.** магістр

**Донецький національний університет економіки та торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського, м. Донецьк, Україна**

Наведений вплив експлуатаційних параметрів машин для очищення картоплі на віброакустичні характеристики з використанням методу планування експерименту.

Established empirical regularities influence a number of operational parameters of the potatopeeling machines on their vibroacoustic characteristics with using the method of experiment planning.

Ключові слова: віброакустична характеристика, картоплечистка.

Машини очищення картоплі (МОК) використовуються на різноманітних підприємствах харчування, малих та середніх підприємствах харчової промисловості, готельно-ресторанного бізнесу. Для країн СНД ці машини випускає серійно Білоруське виробниче об'єднання торгового машинобудування. Застосування цих машин на Україні потребує відповідності їх віброакустичних характеристик (ВАХ) вимогам Держстандарту України (ДСТУ). Попередніми дослідженнями кафедри обладнання харчових виробництв ДонНУЕТ [1] було встановлено, що ВАХ машин МОК відповідають нормам ДСТУ лише при роботі без продукту. При роботі з продуктом (картопля або буряк) ВАХ цих машин перевищує норми ДСТУ на 6-12 дБА та у октавних смугах частот [2]. На ВАХ в робочому режимі впливають некеровані фактори: конструкція, кількість завантаженого продукту, його вид та форма, швидкість руху робочого органу. Цей вплив на наступний час не вивчений.

Метою роботи є встановлення закономірностей впливу вказаних некерованих експлуатаційних параметрів на ВАХ машин МОК та визначення їх раціональних інтервалів.

На підприємствах харчування України використовуються дві модифікації машин МОК – МОК-150 (продуктивність 150 кг/год.) та МОК-350 (продуктивність 350 кг/год.). Вони мають однакову кінематичну схему, але відрізняються конструкцією корпусу та робочої камери. Робочою камерою у МОК-150 є тертковий перфорований циліндр, а у МОК-350 – циліндр, покритий абразивним матеріалом, що виконаний зі спечених кристалів корунду. Конструкція робочих органів ідентична: конічний диск з трьома хвилями. У зв'язку з цим необхідно визначити ВАХ та провести їх аналіз окремо для кожної конструкції МОК.

Для виконання мети роботи обрано метод планування експерименту типу 2^3 , який дозволяє дати кількісну оцінку впливу деяких параметрів машин на ВАХ.

Вібраційні (ВХ) та шумові характеристики (ШХ) машин МОК-150 та МОК-350 визначалися експериментальним шляхом в лабораторії шуму і вібрації кафедри обладнання ДонНУЕТ. За ВХ приймалися віброшвидкість корпусу машин у октавних смугах частот V , за ШХ – корегований по шкалі А рівень звукової потужності L_A та рівні звукової потужності у октавних смугах частот L_i . ВХ визначалися за допомогою вимірювача шуму та вібрації ВШВ-003М2 класу точності 1. Для визначення V давач приладу ДН-3 кріпився на корпусах машин за допомогою шпильок. Напрямо виміру вібрації – горизонтальна площина. ШХ визначалися за допомогою шумоміра 00023 RTF класу точності 0 відповідно стандарту ГОСТ 12.1.006-80 (технічний метод). Запис характеристик проводиться 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 осцилограми. На осцилограмах виконані нульові лінії записуваних параметрів та позначка часу через 0,1 секунду. За цільові функції приймалися математичні очікувані величин V та L , що записані на осцилограмах. Інтервали варіювання обиралися при виконанні технічних умов очищення картоплі та буряка.

В машині МОК-150 в якості незалежних факторів, впливаючих на цільову функцію, обрані: вид продукту (картопля чи буряк), характеризує мий модулем пружності E , мПа X_1 , маса продукту, що завантажується, m , кг - X_2 , та розмір бульб D , мм - X_3 . Рівні факторів наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – рівні факторів машини МОК-150

Найменування	X_1 , мПа	X_2 , кг	X_3 , мм
Верхній рівень	4,5	8,0	60
Нижній рівень	2,5	6,0	38
Одиниця варіювання	1	1,0	11
Основний рівень	3,5	7,0	49
Значення	E	m	D

$$X_1 = \frac{m-7}{1,0}; X_2 = \frac{D-49}{11}; X_3 = \frac{E-3,5}{1,0} \quad (1)$$

В результаті обробки осцилограм та використання програми планування експерименту отримані адекватні рівняння регресії залежності ВАХ вказаних факторів у кодированому вигляді:

$$L_A = 74,35 + 0,375X_1 - 1,625X_2 + 1,625X_3 + 0,625X_1 \cdot X_3, \text{дБА}; \quad (2)$$

$$L_{125} = 76,25 + 2X_1 - 1,75X_2 - 1,5X_1 \cdot X_2 + 2,5X_1 \cdot X_3, \text{дБ}; \quad (3)$$

$$V_{125} = 2,31 + 0,262X_3 + 0,312X_1 \cdot X_3 - 0,362X_2 \cdot X_3, \text{мм/с}; \quad (4)$$

$$L_{500} = 66 - 3X_2 - 0,75X_3 - X_1 \cdot X_2 - 0,25X_1 \cdot X_3 + 0,75X_2 \cdot X_3, \text{дБ}; \quad (5)$$

$$V_{500} = 0,443 + 0,525X_1 - 0,1275X_2 + 0,0525X_3 + 0,0525X_1 \cdot X_3, \text{мм/с}; \quad (6)$$

$$L_{2000} = 57,5 + 1,5X_1 - 3,25X_2 - 0,75X_1 \cdot X_2 - 0,5X_2 \cdot X_3, \text{дБ}; \quad (7)$$

$$V_{2000} = 57,5 + 1,5X_1 - 3,25X_2 - 0,75X_1 \cdot X_3 + 0,5X_2 \cdot X_3, \text{мм/с}; \quad (8)$$

Аналіз рівнянь (2-8) свідчить, що на ШХ (L_A) машини впливає розмір бульб та маса завантажувального продукту. До зниження звукової потужності приведе застосування більш дрібної картоплі та збільшення заповнення робочої камери.

На низьких частотах негативно впливає на ШХ вид продукту – очищення буряка, а також спільна дія вида продукту та його розміру. На середніх та високих частотах найбільший вплив на ШХ – завантаження робочої камери машини. До зниження її треба робити максимальне завантаження згідно керівництва по експлуатації.

На ВХ машини на низьких частотах впливає розмір бульб. Спільна дія розміра бульб та завантаження машини при їх зростанні може привести до зменшення ВХ. На середніх та високих частотах позитивно впливає на ВХ збільшення завантаження машини.

У натуральних перемінних рівняння регресії (2-8) мають вид:

$$L_A = 74,35 + 0,375(m - 7) - 0,148(D - 49) + 1,625(E - 3,5) + 0,625(m - 7) \cdot (E - 3,5), \text{дБА}; \quad (9)$$

$$L_{125} = 76,25 + 2(m - 7) - 0,159(D - 49) - 0,25X_3 - 0,136(m - 7)(D - 49) + 2,5(m - 7)(E - 3,5), \text{дБ}; \quad (10)$$

$$V_{125} = 2,31 + 0,262(E - 3,5) + 0,312(m - 7) \cdot (E - 3,5) - 0,033(D - 49) \cdot (E - 3,5), \text{мм/с}; \quad (11)$$

$$L_{500} = 66 - 3(D - 49) - 0,75(E - 3,5) - (m - 7)(D - 49) - 0,25(m - 7)(E - 3,5) + 0,75(D - 49)(E - 3,5), \text{дБ}; \quad (12)$$

$$V_{500} = 0,443 + 0,525(m - 7) - 0,012(D - 49) + 0,0525(E - 3,5) + 0,0525(m - 7) \cdot (E - 3,5), \text{мм/с}; \quad (13)$$

$$L_{2000} = 57,5 + 1,5(m - 7) - 3,25(D - 49) - 0,75(m - 7)(D - 49) - 0,5(D - 49)(E - 3,5), \text{дБ}; \quad (14)$$

$$V_{2000} = 57,5 + 1,5(m - 7) - 0,295(D - 49) - 0,75(m - 7)(E - 3,5) + 0,045(D - 49)(E - 3,5), \text{мм/с}; \quad (15)$$

В машині МОК-350 досліджувався вплив трьох некерованих факторів на ВАХ машини: X_1 – Коефіцієнт форми продукта l ; X_2 – частоти обертання робочого органу, n , об/хв; X_3 – маса завантаженого продукта, m , кг. Рівні факторів при експерименті наведені у таблиці 2.

Таблиця 2 – Рівні факторів машини МОК-350

Найменування	X_1 , мм	X_2 , об/хв.	X_3 , мм
Верхній рівень	1.5	495	11
Нижній рівень	1.04	471	8
Одиниця варіювання	0.23	12	1.5
Основний рівень	1.27	483	9.5
Значення	l	n	m

$$X_1 = \frac{l - 1,27}{0,23}; \quad X_2 = \frac{n - 483}{12}; \quad X_3 = \frac{m - 9,5}{1,5} \quad (16)$$

В експериментах з машиною МОК-350 використовувалася тільки картопля, яка калібрувалася за формою, зміна обертів робочого органу проводилася за допомогою перетворювача частоти, що включався у схему електродвигуна машини. Дійсна частота обертів робочого органу n визначалася по осцилограмі.

Після обробки осцилограм визначалися цільові функції ШХ та ВХ машини. Адекватні рівняння регресії для машини МОК-350 мають вигляд

$$L_A = 74,5 + 2X_1 + 2X_2 - 0,75X_3 - 1,75X_1 \cdot X_2 + X_1 \cdot X_3, \text{дБА}; \quad (17)$$

$$L_{125} = 69,25 - 1,252X_1X_2 - 0,5X_2X_3, \text{дБ}; \quad (18)$$

$$V_{125} = 0,61 - 0,0625X_1 + 0,0625X_2 + 0,0625X_1 \cdot X_2, \text{мм/с}; \quad (19)$$

$$L_{500} = 67,75 - 2X_1 - 0,72X_2 + 1,5X_3 - 2X_1X_2 + 1,75X_1X_3 + 0,5X_2X_3 + 0,25X_1X_2X_3, \text{дБ}; \quad (20)$$

$$V_{500} = 0,37 - 0,065X_1 + 0,06X_2 - 0,055X_1X_3 - 0,06X_1X_2X_3, \text{мм/с}; \quad (21)$$

$$L_{2000} = 56,75 - 0,25X_1 + 1,25X_2 + 1,25X_3 - 1,25X_1X_2 + 0,25X_1X_3 + 0,25X_2X_3 - 0,25X_1X_2X_3, \text{дБА}; \quad (22)$$

$$V_{2000} = 0,06 + 0,025X_1, \text{мм/с}; \quad (23)$$

У натуральних перемінних рівняння регресії (17-23) мають вид:

$$L_A = 74,5 + 2(n - 483) + 2(m - 9,5) - 0,75(l - 1,27) - 1,75(n - 483)(m - 9,5) + (n - 483)(l - 1,27), \text{дБА}; \quad (24)$$

$$L_{125} = 69,25 - 1,252(n - 483)(m - 9,5) - 0,5(m - 9,5)(l - 1,27), \text{дБ}; \quad (25)$$

$$V_{125} = 0,61 - 0,0625(n - 483) + 0,0625(m - 9,5) + 0,0625(n - 483) \cdot (m - 9,5), \text{мм/с}; \quad (26)$$

$$L_{500} = 67,75 - 2(n - 483) - 0,72(m - 9,5) + 1,5X_3 - 2(n - 483)(m - 9,5) + \quad (27)$$

$$+ 1,75(n - 483)(l - 1,27) + 0,5(m - 9,5)(l - 1,27) + 0,25(n - 483)(m - 9,5)(l - 1,27), \text{дБ};$$

$$V_{500} = 0,37 - 0,065(n - 483) + 0,06(m - 9,5) - 0,055(n - 483)(l - 1,27) - \quad (28)$$

$$- 0,06(n - 483)(m - 9,5)(l - 1,27), \text{мм/с};$$

$$L_{2000} = 56,75 - 0,25(n - 483) + 1,25(m - 9,5) + 1,25X_3 - 1,25(n - 483) \cdot (m - 9,5) + 0,25 \cdot \quad (29)$$

$$\cdot (n - 483) \cdot (l - 1,27) + 0,25(m - 9,5)(l - 1,27) - 0,25(n - 483) \cdot (m - 9,5) \cdot (l - 1,27), \text{дБА};$$

$$V_{2000} = 0,06 + 0,025(n - 483), \text{мм/с}; \quad (30)$$

Рівняння (9-12) можуть бути використані для розрахунку ВАХ машин типу МОК-150, а (24-30) – для розрахунку ВАХ машин типу МОК-350.

Рівняння (17) свідчить, що корегований рівень звукової потужності L_A погіршується зі зростанням обертів робочого органу, але спільна дія коефіцієнта форми бульби та обертів може привести до поліпшення ШХ машини при зростанні її величин. Зростання фактора X_1 пов'язано з використанням

бульб довгастої форми. Аналогічне заключення можна зробити для низьких частот (18). На середніх частотах (20) та (22) на ШХ позитивно впливає збільшення факторів X_1 та X_2 та зменшення завантаження робочої камери X_3 . На високих частотах для поліпшення ШХ необхідно підвищити оберти робочого органу та масу завантаженого продукту.

До поліпшення ВХ машини на низьких та середніх частотах (19), (21) приведе зменшення обертів на підвищення спільної дії факторів X_1 та X_2 . На високих частотах на ВХ суттєво впливає форма картоплі. Покращення ВХ пов'язано з очищенням картоплі близької за формою до шару.

Висновки

Для машин МОК з перфорованою сіткою робочої камери поліпшення ВАХ досягається збільшенням завантаження робочої камери у діапазоні її коефіцієнта заповнення та використанням бульб картоплі або буряка, менших за розміром.

Доцільно підвищити жорсткість стінок робочої камери.

Для машин типу МОК-350 поліпшення ВАХ пов'язано з зменшенням обертів робочого органу машини.

Рекомендації, щодо поліпшення ВАХ треба пов'язувати з конкретною конструкцією машин МОК.

Напрямок подальших досліджень буде визначення та аналіз ВАХ на всіх октавних смугах частот.

Література

1. Заплетников И.Н. Моделирование виброакустических процессов технологического оборудования пищевых производств. – Донецк: ДонГУЭТ, 2001. – 141 с.
2. Заплетников И. М., Дахов О. Г., Булганов С. С. Про підвищення точності розрахунку віброакустичних характеристик картоплечисток - Вісник ДонНУЕТ: серія Технічні науки, №1(49), 2009р. – с 24-30.
3. Заплетников И. Н. Жидков Ю. В. Виброакустика машин очистки корнеклубнеплодов: Монография / Донецк: Норд-Пресс, 2008. – 147с.

УДК 66.099.2

ГИДРОДИНАМИКА АППАРАТОВ С ВИХРЕВЫМИ И ВЫСОКОТУРБУЛИЗИРОВАННЫМИ ПОТОКАМИ

**Коробченко К.В., магистрант, Артюхов А.Е., канд. техн. наук, старший преподаватель,
Ляпощенко А.А., канд. техн. наук, доцент, Склабинский В.И., д-р техн. наук, профессор
Сумский государственный университет, г. Сумы**

Представлена область применения и основные преимущества аппаратов вихревыми и высокотурбулизированными потоками в современной промышленности. Рассмотрены конструктивные особенности различных аппаратов с интенсивной гидродинамикой. Выполнен анализ способов математического моделирования физических процессов. Приведены пример расчёта гидродинамики вихревого аппарата для получения гранулированных продуктов и результаты компьютерного моделирования гидродинамических процессов в сепарационном оборудовании.

The scope and the basic advantages of devices by vortical and turbulent streams of high intensity in the modern industry are presented. Design features of various devices with intensive hydrodynamics are considered. The analysis of ways of physical processes mathematical modeling is made. Examples of calculation of hydrodynamics of the vortical device for reception of the granulated products and results of computer modeling of hydrodynamic processes in separation equipment are shown.

Ключевые слова: вихревой, высокотурбулизированный, гидродинамика, расчёт, моделирование.

Рост интереса к использованию вихревых и высокотурбулизированных потоков в тепломассообменной технике химических и нефтеперерабатывающих производств связан с возможностью осуществления процессов с большей интенсивностью при уменьшении габаритных размеров и объёмов рабочего пространства аппаратуры [1]. Исследования гидродинамики вихревых тепломассообменных аппаратов связаны с тем, что гидродинамическая обстановка в технологических аппаратах может весьма существенно влиять на интенсивность протекания процесса и качественные показатели. Во всех случаях существенно важным является увеличение межфазной поверхности и относительной скорости движения фаз.