

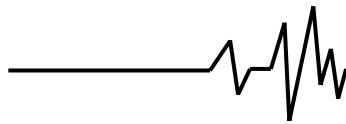
Всеукраїнський науково-технічний журнал

Ukrainian Scientific & Technical Journal

ISSN 2306-8744

Вібрації в техніці та технологіях



**ВІБРАЦІЇ В
ТЕХНІЦІ ТА
ТЕХНОЛОГІЯХ**

Журнал науково-виробничого та навчального спрямування
Видавець: Вінницький національний аграрний університет

Заснований у 1994 році під назвою "Вібрації в техніці та технологіях"
Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової інформації
КВ № 16643-5115 ПР від 30.04.2010 р.

*Всеукраїнський науково-технічний журнал "Вібрації в техніці та технологіях" / Редколегія:
Калетнік Г.М. (головний редактор) та інші. – Вінниця, 2018. – 1 (88) – 90 с.*

*Друкується за рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного університету
(протокол № 11 від 12.04.2018 р.)*

*Періодичне видання включено до Переліку наукових фахових видань України, що затверджений
наказом Міністерства освіти і науки України від 21.12.2015 р. № 1328;*

Головний редактор

Калетнік Г.М. – д.е.н., професор, академік НААН,
Вінницький національний аграрний університет

Заступники головного редактора

Іскович-Лотоцький Р.Д. – д.т.н., проф., Вінницький
національний технічний університет
Ловейкін В.С. – д.т.н., проф., Національний університет
біоресурсів і природокористування України

Відповідальний секретар

Солона О.В. – к.т.н., доц., Вінницький національний
аграрний університет

Члени редакційної колегії

Адамчук В.В. – д.т.н., проф., акад. НААН, Національний
науковий центр "Інститут механізації та електрифікації
сільського господарства"

Анісімов В.Ф. – д.т.н., проф., Вінницький національний
аграрний університет

Афтаназієв І.С. – д.т.н., проф., Національний університет
"Львівська політехніка"

Бобир М.І. – д.т.н., проф., Національний технічний
університет України "Київський політехнічний інститут імені
Ігоря Сікорського"

Булгаков В.М. – д.т.н., проф., акад. НААН, Національний
університет біоресурсів і природокористування України
Веселовська Н.Р. – д.т.н., проф., Вінницький національний
аграрний університет

Войтюк Д.Г. – к.т.н., проф., чл.-кор. НААН, Національний
університет біоресурсів і природокористування України

Джемелінський В.В. – к.т.н., проф., Національний
технічний університет України "Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського"

Дирда В.І. – д.т.н., проф., Інститут геотехнічної механіки
імені М.С. Полякова НАН України

Дудніков А.А. – к.т.н., проф., Полтавська державна
аграрна академія

Зав'ялов В.Л. – д.т.н., проф., Національний університет
харчових технологій

Зіньковський А.П. – д.т.н., проф., Інститут проблем
міцності імені Г. С. Писаренка НАН України

Ковбаса В.П. – д.т.н., проф., Вінницький національний
аграрний університет

Костогрив С.Г. – д.т.н., проф., Хмельницький
національний університет

Кузьо І.В. – д.т.н., проф., Національний університет
"Львівська політехніка"

Кушнар'єв А.С. – д.т.н., проф., чл.-кор. НААН, Таврійський
державний агротехнологічний університет

Мазоренко Д.І. – к.т.н., проф., чл.-кор. НААН, Харківський
національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка

Матвеев В.В. – д.ф.-м.н., проф., академік НААН, Інститут
проблем міцності імені Г.С. Писаренка НАН України

Матвійчук В.А. – д.т.н., проф., Вінницький національний
аграрний університет

Надутьий В.П. – д.т.н., проф., Інститут геотехнічної
механіки імені М.С. Полякова НАН України

Назаренко І.І. – д.т.н., проф., Київський національний
університет будівництва і архітектури

Ольшанський В.П. – д.ф.-м.н., проф., Харківський
національний технічний університет сільського
господарства імені Петра Василенка

Ройзман В.П. – д.т.н., проф., Хмельницький національний
університет

Сілін Р.І. – д.т.н., проф., Хмельницький національний
університет

Струтинський В.Б. – д.т.н., проф., Національний
технічний університет України "Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського"

Шульженко М.Г. – д.т.н., проф., Харківська національна
академія міського господарства

Цуркан О.В. – к.т.н. доц., Вінницький національний
аграрний університет

Франчук В.П. – д.т.н., проф., Державний ВНЗ
"Національний гірничий університет"

Ярошевич М.П. – д.т.н., проф., Луцький національний
технічний університет

Ярошенко Л.В. – к.т.н., доц., Вінницький національний
аграрний університет

Зарубіжні члени редакційної колегії

Бабічев А.П. – д.т.н., проф., чл.-кор. РАН, Донський
державний технічний університет (м. Ростов-на-Дону, Росія)

Блехман І.І. – д.т.н., проф., акад. РАН, Інститут проблем
машинознавства РАН (м. Санкт-Петербург, Росія)

Копилов Ю.Р. – д.т.н., проф., Воронежський державний
технічний університет (м. Воронеж, Росія)

Серга Г.В. – д.т.н., проф., Кубанський державний аграрний
університет (м. Краснодар, Росія)

Субач А.П. – д.т.н., проф., Ризький технічний університет,
(м. Рига, Латвія)

Віба Янес – д.т.н., проф., Ризький технічний університет
(м. Рига, Латвія)

Войнаровський Юзеф – д.т.н., проф., Силезький
політехнічний інститут (м. Глівіце, Польща)

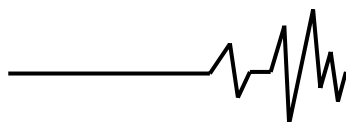
Яцун С.Ф. – д.т.н., проф., Курський державний технічний
університет (м. Курськ, Росія)

Технічний редактор **Марченко С.О.**

Адреса редакції: 21008, Вінниця, вул. Сонячна 3, Вінницький національний аграрний університет, тел. 46–00–03

Сайт журналу: <http://vibrojournal.vsau.org/>

Електронна адреса: vibration.vin@ukr.net



З М І С Т

I. ТЕОРІЯ ПРОЦЕСІВ ТА МАШИН*Топільницький В.Г., Кусий Я.М., Ребот Д.П.***МОДЕЛЬ ОПИСУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ОБРОБЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ВІБРАЦІЙНОГО ТИПУ.....5***Франчук В.П., Анциферов А.В.***СРАВНЕНИЕ САМОБАЛАНСНОГО И ИНЕРЦИОНО-ЭКСЦЕНТРИКОВОГО ПРИВОДОВ.....12***Яропуд В.М.***РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ВІБРАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВІБРОДВИГУНА.....20****II. МАШИНОБУДУВАННЯ ТА МАТЕРІАЛООБРОБКА***Кірієнко О.А.***ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СПОСОБІВ ВІБРОПРОКОЛУ ТА ВІБРОПРОДАВЛЮВАННЯ ДОВГОМІРНИХ ТРУБ У ЗВУКОРЕЗОНАНСНИХ РЕЖИМАХ.....25***Kobets A., Naumenko N., Ponomarenko N., Yaropud V.***THE CENTRIFUGAL TYPE MINERAL FERTILIZERS SPREADER.....32***Ольшанський В.П., Ольшанський С.В.***КОЛИВАННЯ ОСЦИЛЯТОРА З М'ЯКОЮ ХАРАКТЕРИСТИКОЮ ПРУЖНОСТІ, СПРИЧИНЕНІ СИЛОВИМ ІМПУЛЬСОМ.....38***Шатохин В.М.***О ВЫБОРЕ ПАРАМЕТРОВ ПРИВОДА К РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОМУ ВАЛУ ТОПЛИВНОГО НАСОСА ТРАНСПОРТНОГО ДИЗЕЛЯ.....46****III. ПЕРЕРОБНІ ТА ХАРЧОВІ ВИРОБНИЦТВА***Алієв Е.Б.***ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ПЕРЕМІЩЕННЯ НАСІННЄВОГО МАТЕРІАЛУ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР ПІД ДІЄЮ ВІБРУЮЧОЇ ПОВЕРХНІ.....54***Ольшанський В.П., Харченко С.О.***ПРО ДИНАМІКУ ЗЕРНОСУМІШІ ЗМІННОЇ ПОРИСТОСТІ В ЦИЛІНДРИЧНОМУ ВІБРОРЕШЕТІ.....60***Стаднік М.І., Ярошенко Л.В., Омельянов О.М.***ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРИВОДУ ЛОТКОВОЇ ВІБРОСУШАКИ ДЛЯ СУШІННЯ СИПУЧОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ68***Самойчук К.О., Паляничка Н.О., Верхованцева В.О., Янович В.П.***ВІБРАЦІЙНІ ГОМОГЕНІЗАТОРИ МОЛОКА.....77****IV. ДУМКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО***Михальова Ю.О.***РОЗВИТОК КОНСТРУКТИВНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ВІБРОМЕХАНІЧНОГО ПЕРЕМІШУВАННЯ СИПКИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАС.....83**

**Яропуд В.М.**

к.т.н., старший викладач

**Вінницький
національний аграрний
університет****Yaropud V.****Vinnitsya National
Agrarian University****УДК 631.3****РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ
ЗМІНИ ВІБРАЦІЙНИХ
ХАРАКТЕРИСТИК
ВІБРОДВИГУНА**

Спеціальні вібраційні установки, що застосовуються в різних галузях машинобудування, комплектуються вібраційним двигуном. Тому виявлення шляхів підвищення ефективності керування вібраційними двигунами є актуальною задачею. Метою досліджень є підвищення ефективності керування вібраційними характеристиками вібродвигуна в залежності від зміни частоти обертання його дебалансів. В результаті досліджень розроблено спосіб керування вібраційними характеристиками вібродвигуна в залежності від зміни частоти обертання його дебалансів і отримані відповідні математичні залежності.

Ключові слова: вібродвигун, дебаланс, частотний перетворювач, частота, примусова сила.

Постановка проблеми. Спеціальні вібраційні установки, що застосовуються у різних галузях машинобудування, комплектуються вібраційних двигуном. Вони використовуються для вирішення різних завдань і дозволяють значно підвищити енергоефективність технологічних процесів[1]. Тому виявлення шляхів підвищення ефективності керування вібраційними двигунами є актуальною задачею.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирішення задач розробки і удосконалення механізмів керування вібраційними установками присвячено багато робіт[1-6]. Однак представлені в них результати не дають можливості у повній мірі проводити точний контроль і керування вібраційних характеристик вібродвигуна.

Формування мети дослідження. Підвищення ефективності керування вібраційними характеристиками вібродвигуна в залежності від зміни частоти обертання його дебалансів.

Вклад основного матеріалу дослідження. Як відомо вібродвигун – це дебалансний відцентровий механізм, примусова сила якого викликається обертовим рухом інерційного елемента. Вібродвигун є електродвигун з встановленими на кінцях валу ротора дебалансами. Дебаланси, обертаючись з валом ротора, створюють відцентрову (примусову) силу. Регулювання величини

примусової сили вібродвигуна здійснюється шляхом зміни взаємного розташування дебалансів на обох кінцях вала. Кругові коливання вібродвигуна, передаються конструкції на якій він встановлений.

Амплітуду коливань рухомої системи в місцях установки вібродвигуна можна розрахувати за формулою:

$$A = \frac{n \cdot M}{m_s + n \cdot m_v} \quad (1)$$

де M – статичний момент вібродвигуна, кг·м;
 m_s – маса рухомої системи, кг;
 m_v – маса вібродвигуна, кг;
 n – число вібродвигунів, шт.

Для вібродвигуна типу ИВ-99А2 можливо шість варіантів розміщення дебалансів із відповідним значенням статичного моменту (таблиця 1).

Примусова сила вібродвигуна розраховується за формулою [7-8]:

$$F_m = \frac{M}{1000} \left(\frac{2\pi n}{60} \right)^2 \quad (2)$$

де F_m – примусова сила, кН;
 M – момент дебалансів, кг·м;
 n – частота обертання вала ротора двигуна, хв⁻¹



Таблиця 1

Статичний момент дебалансів вібродвигуна типу ІВ-99А2 в залежності від варіанту розміщення дебалансів

Варіант розміщення дебалансів	Статичний момент дебалансів М, кг·м	Варіант розміщення дебалансів	Статичний момент дебалансів М, кг·м
	0,026418		0,047362
	0,035462		0,050694
	0,043078		0,053074

Момент дебалансів для вібродвигуна знаходиться з формули:

$$M = m \cdot e, \quad (3)$$

де e – ексцентриситет дебалансів, м;
 m – маса системи дебалансів, кг.

Частота коливання рухомої системи на яку встановлено вібродвигун визначається, як

$$\omega = \frac{n}{60}, \quad (4)$$

де ω – частота коливання рухомої системи, Гц.
Об'єднуючи формули (2), (4) маємо:

$$F_m = \frac{M}{1000} (2\pi\omega)^2 \quad (5)$$

Підставляючи значення у (5) маємо залежність, поверхню якої представлено на рисунку 1:

$$F_m = 0,03947842 \cdot M\omega^2. \quad (6)$$

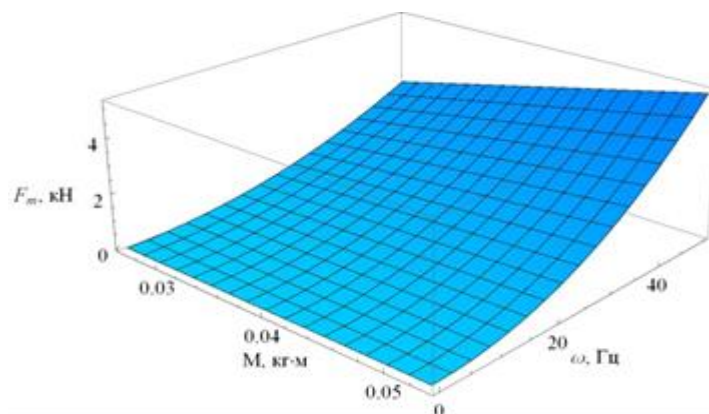


Рис. 1. Взаємозв'язок частоти коливання рухомої системи, на яку встановлено вібродвигун типу ІВ-99А2 ω , моменту дебалансів M і примусової сили F_m

Для зміни частоти коливань рухомої системи і примусової сили, окрім зміни моменту дебалансів, можна змінювати частоту обертання ротору електродвигуна. Оскільки в якості електродвигуна використано асинхронний, то частоту обертання його ротору

можна змінювати за допомогою частотного перетворювача (наприклад Danfoss). Загальний вигляд щита керування асинхронного електродвигуна представлено на рисунку 2, а його принципова електрична схема на рисунку 3.



Рис. 2. Загальний вигляд щита керування асинхронного електродвигуна

У зв'язку з тим, що частотний перетворювач дозволяє змінювати частоту електромережі асинхронного вібродвигуна від 0 до 50 Гц, а вал ротора вібродвигуна типу ІВ-99А2 обертається із частотою 3000 об/хв., то

частота електромережі співпадає із циклічною частотою вала ротора. Тому частоту коливань рухомої системи можна змінювати шляхом зміни частоти обертання ротора вібродвигуна з використанням частотного регулятора Danfoss.

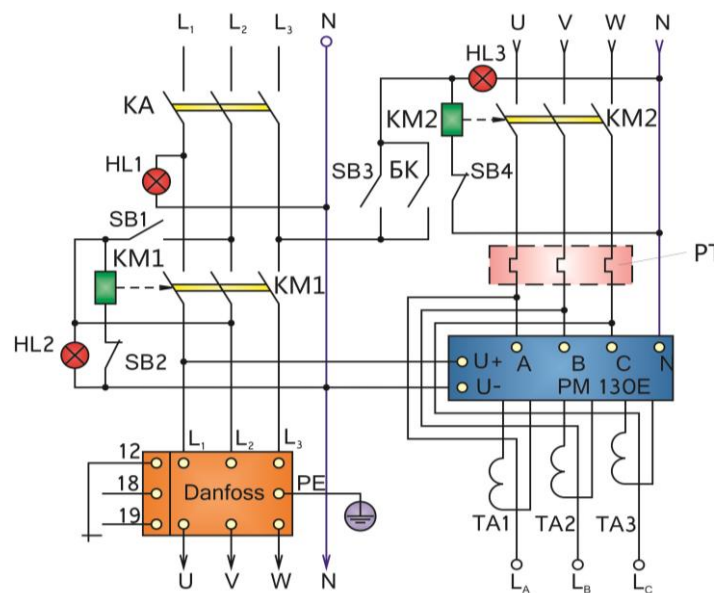


Рис. 3. Принципова електрична схема блока керування електродвигуном Danfoss: $L_1, L_2, L_3, L_A, L_B, L_C$ – фазні проводи на вході та виході шафи керування відповідно; N – нульовий провід; KA – комутаційний апарат (автоматичний вимикач); $KM1, KM2$ – контактори; $SB1, SB3$ – кнопки «Пуск»; $SB2, SB4$ – кнопки «Стоп»

У разі додаткового навантаження на вібродвигун у вигляді ваги (наприклад, $p_m = 125 \text{ кг/м}^2$) можна стверджувати, що

динамічна сила, що створюється під час його роботи, описується законом (рисунок 4):

$$F = 0,03947842 \cdot M\omega^2 \left(\frac{1}{2} \cos \omega t + \frac{1}{2} \right) + p_m S g \quad (7)$$

де S – площа поверхні на яку діє вібродвигун, (наприклад $S = 0,2 \text{ м}^2$);
 p_m – навантаження на вібродвигун у вигляді

ваги, кг/м^2 ;
 t – час, с ;
 g – прискорення вільного падіння, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$

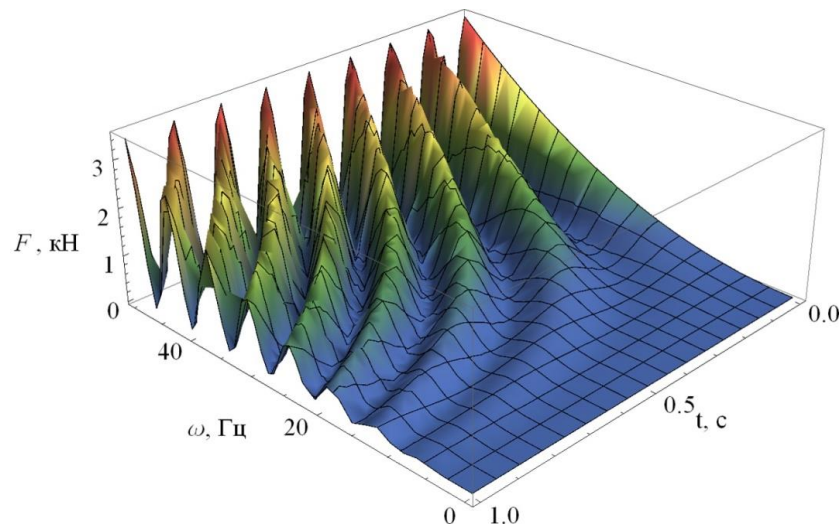


Рис. 4. Динаміка зміни примусової сили F_m в залежності від частоти коливання верхньої плити ω при моменті дебалансу $M = 0,035462$ кг·м і додаткового навантаження $\rho_m = 125$ кг/м²

Висновки. Підвищити ефективність керування вібраційними характеристиками вібродвигуна можна досягти шляхом зміни частоти обертання його дебалансів. У результаті досліджень розроблено спосіб керування вібраційними характеристиками вібродвигуна (частота коливань і примусова сила) в залежності від зміни частоти обертання його дебалансів. Отримано математичний взаємозв'язок частоти коливання рухомої системи, на яку встановлено вібродвигун типу ІВ-99А2, моменту дебалансів і примусової сили.

Список використаних джерел

1. Базаров Н. Х. Автоматика вибромашин / Н. Х. Базаров. – Ташкент: Узбекистан, 1976. – 118 с.
2. Дмитриев В.Н. Исследование пусковых режимов асинхронного дебалансного вибродвигателя / В.Н. Дмитриев, А.А. Горбунов // Проблемы энергетики. – 2008. – № 1-2. – С. 119-122.
3. Бансявичус Р.Ю. Вибродвигатели / Р.Ю. Бансявичус, К.М. Рагульскис. – Вильнюс: Мокслас, 1981. – 193 с.
4. Машины, машины-автоматы и автоматические линии легкой промышленности: [Учеб. для вузов по спец. "Машины и аппараты лег. пром-сти" / А.А. Анастасиев, Н.Н. Архипов, В.П. Корнилов и др.]. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1983. – 351 с.
5. Блехман И.И. Вибрационная механика / И.И. Блехман – М.: Наука. 1994. – 400 с.
6. Быховский И.И. Основы теории вибрационной техники / И.И. Быховский – М.:

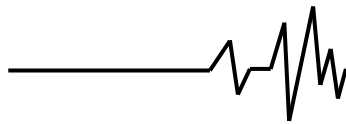
Машиностроение, 1968. – 362 с.

7. Алієв Е.Б. Результати дослідження процесу валяння грубої овечої вовни в повстяний пласт / Е.Б. Алієв, В.В. Лиходід, В.М. Забудченко, В.В. Івлєв // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Кіровоградський національний технічний університет – Кіровоград, 2014. – Вип. 44. – С. 25-31.

8. Алієв Е. Дослідження ефективності застосування плитно-валяльної машини ПВМ-1 у складі технологічного модуля ГМ ПОВ-8,0 під час оброблення та перероблення грубої овечої вовни в утеплювач тваринницьких приміщень / Е. Алієв, В. Лиходід, В. Івлєв, В. Смоляр // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: збірник наук. пр. / ДНУ УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – Дослідницьке, 2014. – № 18 (32). – С. 340-347.

Список джерел в транслітерації

1. Bazarov N. X. Avtomatika Vibromashina / N. X. Bazarov. – Tashkent: Uzbekistan, 1976. – 118 P.
2. Dmitriyev V. N. Issledovaniye puskovykh rezhimov asinkhronnogo debalansnogo vibrodvigatelya / V.N. Dmitriyev, A. A. Gorbunov // Problemy energetiki. – 2008. – № 1-2. – P. 119–122.
3. Bansyavichus R.YU. Vibrodvigately / R.YU. Bansyavichus, K.M. Ragul'skis. – Vil'nyus: Mokslas, 1981. – 193 P.
4. Mashiny, mashiny-avtomaty i avtomaticheskiye linii legkoy promyshlennosti: [Ucheb. dlya vuzov po spets. "Mashiny i apparaty leg. Prom-sti" / A. Anastasiyev, N.N. Arkhipov,



V.P. Kornilov i dr.] – M.: Leg. i pishch. prom-st', 1983. – 351 P.

5. Blekhmana I.I. Vibratsionnaya mekhanika / I.I. Blekhmana - M.: Nauka. 1994. – 400 P.

6. Bykhovskiy I.I. Osnovy teorii vibratsionnoye tekhniki / I.I. Bykhovskiy – M.: Mashinostroyeniye, 1968. – 362 P.

7. Aliyev Ye.B. Rezul'taty issledovaniya protsessa valyaniya gruboy ovech'yey shersti v voylochnyy sloy / Ye.B. Aliyev, V.V. Likhoded, V.M. Zabudchenko, V.V. Ivlev // Konstruirovaniye, proizvodstvo i ekspluatatsiya sel'skokhozyaystvennykh mashin Kirovogradskiy natsional'nyy tekhnicheskyy universitet – Kirovograd, 2014. – Выр. 44. – P. 25–31.

8. Aliyev Ye. Issledovaniye effektivnosti primeneniya plitno-valyal'no mashiny TSM-1 v sostave tekhnologicheskogo modulya GM POV-8,0 pri obrabotke i pererabotki gruboy ovech'yey shersti v uteplitel' zhivotnovodcheskikh pomeshcheniy / Ye. Aliyev, V. Likhoded, V. Ivlev, V. Smolyar // Tekhniko-tekhnologicheskiye aspekty razvitiya i ispytaniya novoy tekhniki i tekhnologiy dlya sel'skogo khozyaystva Ukrainy: sbornik nauk. pr. / DNU UkrNDIPVT im. L. Pogorelogo. - Issledovatel'skoye, 2014. – № 18 (32). – P. 340–347.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ВИБРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИБРОДВИГАТЕЛЯ

Аннотация. Специальные вибрационные установки, применяемые в различных отраслях машиностроения, комплектуются вибрационным двигателем. Поэтому поиск путей повышения эффективности управления вибрационными двигателями

является актуальной задачей. Целью исследований является повышение эффективности управления вибрационными характеристиками вибродвигателя в зависимости от изменения частоты вращения его дебалансов. В результате исследований разработан способ управления вибрационными характеристиками вибродвигателя в зависимости от изменения частоты вращения его дебалансов и получены соответствующие математические зависимости.

Ключевые слова: вибродвигатель, дебаланс, частотный преобразователь, частота, принудительная сила.

RESULTS OF VIBRODUCTION VIRIBILITY CHANGE VARIABLE CHANGE RESULTS

Abstract. Special vibration units used in various branches of mechanical engineering are equipped with a vibrating motor. Therefore, detection of ways to increase the efficiency of control of vibration motors is an urgent task. The aim of the research is to increase the efficiency of control of vibration characteristics of a vibrational engine, depending on the change in the frequency of rotation of its disturbances. As a result of the research, a method for controlling the vibrational characteristics of a vibrational engine was developed, depending on the change in the rotational frequency of its disturbances and the corresponding mathematical dependencies were obtained.

Keywords: vibromotor, debalance, frequency converter, frequency, coercive force.

Відомості про авторів

Яропуд Віталій Миколайович – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри сільськогосподарських машин Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008, e-mail: yaropud77@gmail.com).

Яропуд Віталій Николаевич – кандидат технічних наук, старший преподаватель кафедры сельскохозяйственных машин Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, Украина, 21008, e-mail: yaropud77@gmail.com).

Yaropud Vitaliy – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Agricultural Machines of Vinnytsia National Agrarian University (St. Soniachna, 3, Vinnytsia, Ukraine, 21008, e-mail: yaropud77@gmail.com).