

УДК 666.97.033.16

**М. Н. ГОРБАНЬ****КОНСТРУКЦИЯ ИНЕРЦИОННОГО ВИБРОГРОХОТА С ДВУХЧАСТОТНЫМ ПРИВОДОМ**

Представлена новая конструкция виброгрохота с двухчастотным приводом. Показана актуальность и перспективы использования грохота с двухчастотным приводом при разделении сыпучих материалов на фракции в производстве сухих строительных смесей. Приведен математический анализ его работы.

**Ключові слова:** апаратні засоби, інформаційно-вимірювальна система, непрямі вимірювання, комп'ютерне моделювання.

Представлена новая конструкция виброгрохота с двухчастотным приводом. Показана актуальность и перспективы использования грохота с двухчастотным приводом при разделении сыпучих материалов на фракции в производстве сухих строительных смесей. Приведен математический анализ его работы.

**Ключевые слова:** сыпучие смеси, грохот, двухчастотный привод.

New vibrating screen design with dual frequency drive. The urgency and prospects of screen with two-frequency drive for the separation of bulk materials into fractions in the production of dry building mixtures. A mathematical analysis of his work.

**Keywords:** free-flowing mixture, roar, dual-frequency drive.

**Введение.** Классификация сухих компонентов используемых в производстве строительных материалов, а в частности приготовлении сухих строительных смесей, в последнее десятилетие широко развивается. Одним из основных критериев, предъявляемых к качеству получаемых строительных смесей, является его качественное разделение по фракционному составу [1]. Для этого используются современные технологии, использующие соответствующее классифицирующее оборудование, позволяющие не только качественно разделить материал по фракционному составу, а также включают в себя оборудование по дозированию, операций смешивания и расфасовку готовой продукции [2].

Как правило, наиболее распространенным оборудованием, входящим в состав технологической линии являются инерционные грохоты, теоретические и научные исследования которых широко известны [3-5].

Однако, создание новых конструкций грохотов, а в частности модернизация, усовершенствования, изобретение других машин, связанных с грохочением, отличных от классического оборудования является актуальной.

Наиболее остро стоит проблема при создании такого оборудования связанная с расчетом новых конструкций привода, позволяющего с наименьшими затратами энергоресурсов получить максимальный эффект от использования грохота [8].

**Цель работы.** Целью настоящего исследования является конструктивное решение инерционного грохота с двухчастотным зубчато-ременным приводом, обоснование и расчёт динамических параметров, обоснование движения рабочего органа инерционного грохота с виброприводом новой конструкции, построение математического аппарата - модели, получение дифференциальных уравнений и их решение.

**Изложение основного материала.** На Рис. 2 представлена конструкция инерционного виброгрохота с двухчастотным приводом, разработанная на кафедре механизации строительных процессов под руководством профессора Емельяненко Н.Г. Конструк-

ция виброгрохота защищена патентом Украины №104973.



Рис. 1 – Изображение патента Украины №104973

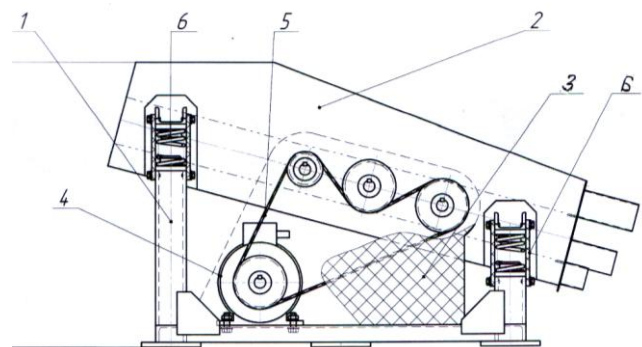


Рис. 2 – Виброгрохот с двухчастотным приводом : 1 – станнина; 2 – короб; 3 – кожух; 4 – двигател; 5 – зубчато-ременной привод; 6 – амортизатори

© М.Н. Горбань, 2016

Техническая характеристика инерционного виброгрохота с двухчастотным приводом представлена в Таблице 1.

Таблица 1 – Техническая характеристика инерционного виброгрохота с двухчастотным

| № п/п | Наименование параметра, размера       | Единицы измерения | Значения               |
|-------|---------------------------------------|-------------------|------------------------|
| 1     | Производительность                    | м <sup>3</sup> /ч | 3...10                 |
| 2     | Количество ярусов (решет)             | шт.               | 2                      |
| 3     | Количество разделяемых фракций        | шт.               | 3                      |
| 4     | Наибольший размер насыпного материала | мм                | 40                     |
| 5     | Размеры решет                         | мм                | 980x530 x2             |
| 6     | Размеры отверстий решета              | мм                | 3...15                 |
| 7     | Тип электродвигателя                  | -                 | АИС 90S4 УХЛ2          |
| 8     | Мощность электродвигателя             | кВт               | 1,1                    |
| 9     | Частота вращения электродвигателя     | мин <sup>-1</sup> | 1380                   |
| 10    | Частота колебаний сита                | мин <sup>-1</sup> | 1380                   |
| 11    | Амплитуда колебаний сита              | мм                | до 7,5                 |
| 12    | Характеристика питающей сети:         |                   |                        |
| 12.1  | род тока                              | -                 | трех-фазный переменный |
| 12.2  | напряжение                            | В                 | 380                    |
| 12.3  | частота                               | Гц                | 50                     |

Представленный конструктивный вариант инерционного виброгрохота, включающий в себя зубчатременной вибропривод с размещением среднего вала со шкивом и дебалансом таким образом, что ось вращения проходит через центр масс системы (рис.3), а крайние валы со шкивами и дебалансами расположены симметрично относительно центральной оси. Среднее положение центра масс системы принято за начало координат ХОУ.

Введены следующие обозначения:  $M$  – масса вибрирующих частей грохота;  $\omega$  – низкая угловая скорость вращения навстречу друг другу крайних шкивов с валами и дебалансами, имеющими статический момент массы  $S_1$ ;  $\Omega$  – высокая угловая скорость вращения центрального шкива с дебалансом со статическим моментом массы  $S_2$ ;  $\alpha$  – угол наклона короба грохота;  $c_x, c_y$  – коэффициенты жёсткости по осям X, Y, характеризующие проекции равнодей-

ствующей упругих сил;  $b_x, b_y$  – коэффициенты сопротивления, характеризующие проекции равнодействующей диссипативных сил [9].

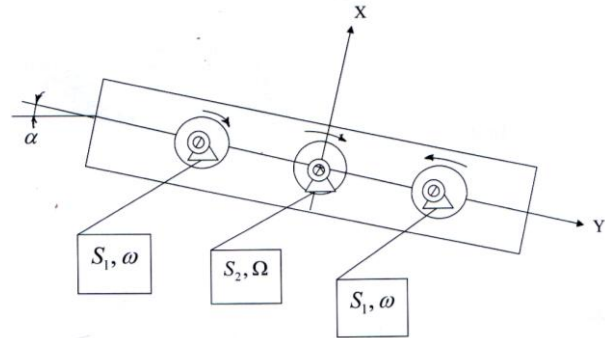


Рис. 3 – Схема к аналитическому исследованию динамики виброгрохота

При синхронном и синфазном вращении крайних низкочастотных дебалансов навстречу друг другу с частотой  $\omega$  возникает возмущающая сила, направленная по оси X перпендикулярно плоскости сита а при вращении высокочастотного дебаланса с частотой  $\Omega$  возникает круговая возмущающая сила, проекции которой на оси X и Y равны:

$$\begin{aligned} F_1 &= 2S_1\omega^2 \cos \omega t, \\ F_{2x} &= S_2\Omega^2 \cos \Omega t; \\ F_{2y} &= S_2\Omega^2 \sin \Omega t, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $S_1, S_2$  – статические моменты масс дебалансов.

При установке двухчастотного вибропривода на коробе грохота дифференциальные уравнения движения системы по осям X и Y принимают вид:

$$\begin{aligned} \ddot{x} + 2h_1\dot{x} + \omega_{01}^2 x &= \frac{2S_1\omega^2}{M} \cos \omega t + \frac{S_2\Omega^2}{M} \cos \Omega t; \\ \ddot{y} + 2h_2\dot{y} + \omega_{02}^2 y &= \frac{S_2\Omega^2}{M} \sin \Omega t, \end{aligned} \quad (2)$$

$$h_1 = \frac{b_x}{2M}; \quad \omega_{01}^2 = \frac{c_x}{M};$$

$$\text{где } h_2 = \frac{b_y}{2M}; \quad \omega_{02}^2 = \frac{c_y}{M};$$

$$F_{01} = 2S_1\omega^2; \quad F_{02} = S_2\Omega^2.$$

Частное решение записано в виде:

$$\begin{aligned} x &= A \cos(\omega t - \varphi) + B \cos(\Omega t - \psi); \\ y &= D \sin(\Omega t - \xi), \end{aligned} \quad (3)$$

где  $A, \varphi, \psi, \xi$  – фазы составляющих колебаний имеют вид:

$$A = \frac{2S_1\omega^2/c_x}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega}{\omega_{01}}\right)^2\right)^2 + \left(\frac{2h_1\omega}{\omega_{01}^2}\right)^2}}; \quad B = \frac{S_2\Omega^2/c_x}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\Omega}{\omega_{01}}\right)^2\right)^2 + \left(\frac{2h_1\Omega}{\omega_{01}^2}\right)^2}};$$

$$D = \frac{S_2 \Omega^2 / c_y}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\Omega}{\omega_{02}}\right)^2\right)^2 + \left(\frac{2h_2 \Omega}{\omega_{02}^2}\right)^2}}; \quad (4)$$

$$\rho = \arctg \frac{\left(\frac{2h_1 \omega}{\omega_{01}^2}\right)}{\left(1 - \left(\frac{\omega}{\omega_{01}}\right)^2\right)}; \quad \psi = \arctg \frac{\left(\frac{2h_1 \Omega}{\omega_{01}^2}\right)}{\left(1 - \left(\frac{\Omega}{\omega_{01}}\right)^2\right)};$$

$$\xi = \arctg \frac{\left(\frac{2h_2 \Omega}{\omega_{02}^2}\right)}{\left(1 - \left(\frac{\Omega}{\omega_{02}}\right)^2\right)}.$$

### Выводы.

1. Применение инерционного виброгрохота с двухчастотным зубчато-ременным приводом позволяет расширить его технологические возможности в части подбора требуемых режимов вибрационной классификации сыпучих материалов различной дисперсности.

2. Моделирование динамики инерционного грохота позволяет научно обосновать расчет параметров нового зубчато-ременного вибропривода.

### Список литературы

1. Козлов В.В. Сухие строительные смеси: Учебное пособие. – М.: АСВ 2000. – 96 с.
2. Уткин В.Л. Новые технологии строительной индустрии. – М.: ЗАО «Русский издательский дом», 2004. – 116 с.
3. Блехман И.И. Вибрационное перемещение/ И.И. Блехман, Г.Ю. Джанелидзе. – М.: Наука, 1964. – 410 с.
4. Вибрационные машины в строительстве и производстве строительных материалов. Справочник. /Под. ред. В.А.Баумана и др. – М.: Машиностроение, 1970. – 548 с.
5. Вибрации в технике: В 6Т. / Под ред. Э.Э.Лавендела. – М.: Машиностроение, 1981. - Т.4: Вибрационные процессы и машины. - 509 с.

6. Гусев Б.В., Зазимко В.Г. Вибрационная технология бетона/ Б.В. Гусев, В.Г.Зазимко. – К.: Будівельник, 1991. – 160с.
7. Савченко О.Г. Обладнання комплексів для виробництва будівельних дрібноштучних стінових виробів: Навчальний посібник/ О.Г.Савченко – Х.: Тимченко, 2006. – 416 с.
8. Букин С.А. Стендовые испытания процесса грохочения зернистых материалов в бигармоническом режиме/ С.А. Букин, Н.Н. Соломичев, П.В. Сергеев// Сб. Обогащение полезных ископаемых. – Днепропетровск: вып. 4(45). – 1999. – С. 35-47.
9. Емельяненко Н.Г. Аналитическое исследование процесса виброгрохочения дисперсных материалов/ Н.Г.Емельяненко, Н.Д.Балера, А.Т.Гордиенко, Л.В.Саенко// Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». – Харків: НТУ «ХПІ». – 2009. – № 46. – С. 74 – 81.

### References (transliterated)

1. Kozlov V.V. *Sukhye stroitel'nye smesy: Uchebnoe posobyie* [Dry construction mixtures: Textbook]. Moscow, ASV, 2000. 96 p.
2. Utkyn V.L. *Novye tekhnologyy stroitel'noy yndustryi*. [New technologies of construction industry] Moscow, ЗАО «Russky yzdatel'skiy dom», 2004. 116 p.
3. Blekhan Y.Y., Dzhanelydzhe H.Yu. *Vybratsyonnoe peremeshchenye* [Vibration displacement]. Moscow, Nauka, 1964. 410 p.
4. Bauman V.A. and atc. *Vybratsyonnye mashyny v stroitel'stve y proizvodstve stroitel'nykh materiyalov. Spravochnyk*. [Vibrating machines in the construction and production of construction materials. Directory.] Moscow, Mashynostroeniye, 1970, 548 p.
5. E.E. Lavendel and atc. *Vybratsyy v tekhnike: V 6T. Vybratsyonnye protsessy y mashynu* [Vibrations in the technique: In 6 T. Vibratory processes and machines] Moscow: Mashynostroeniye, 1981, Vol.4, 509 p.
6. Husev B.V., Zazymko V.H. *Vybratsyonnaya tekhnologyya betona* [Vibratory concrete technology]. Kiev: Budivel'nyk. 1991. 160 p.
7. Savchenko O.H. *Obladnannya kompleksiv dlya vyrobnystva budivel'nykh dribnoshtuchnykh stinovykh vyrobiv: Navchal'nyy posibnyk* [Hardware systems for building small wall products: Textbook]– Kharkov, Tymchenko, 2006, 416 p.
8. Bukyn S.A., Solomychev N.N., Serheev P.V. *Stendovyye usprytanyya protsessha hrokhocheniya zernystykh materiyalov v byharmonycheskom rezhyme* [Bench tests of the screening process of granular materials in the harmonic mode] *Sb. Obohashchenye poleznykh yskopaemykh*. Dnepropetrovsk, Issue. 4(45), 1999, pp. 35-47.
9. Emel'yanenko N.H., Balera N.D., Hordyenko A.T., Saenko L.V. *Analytycheskoye yssledovanyie protsessha vybrohrokhocheniya dyspersnykh materiyalov* [Analytical study of the process of vibration screening particulate materials] *Bulletin of NTU «KhPI»*. Kharkov, NTU «KhPI», 2009, No 46, pp. 74 – 81.

Поступила (received) 05.03.2016

### Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

**Конструкція інерційного віброгрохоту з двочастотним приводом / М.М. Горбань // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Технології в машинобудуванні. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 5 (1177). – С. 48-50. – Бібліогр.: 9 назв. – ISSN 2079-004X.**

**Конструкция инерционного виброгрохота с двухчастотным приводом / М.Н. Горбань // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Технології в машинобудуванні. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 5 (1177). – С. 48-50. – Бібліогр.: 9 назв. – ISSN 2079-004X.**

**Construction of inertia vibrating screen with two-frequency drive / M.N. Horban' // Bulletin of NTU «KhPI». Series: Technologies in mechanical engineering. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2016. – № 5 (1177). – P. 48-50 – Bibliogr.: 13. – ISSN 2079-004X.**

### Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Горбань Михайло Миколайович** - здобувач, Харківський національний університет будівництва і архітектури, м. Харків, (066) 124-85-94.;

**Горбань Михаил Николаевич** – соискатель, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, г. Харьков, (066) 124-85-94.

**Horban Mykhayl Nykolaevych** – applicant, Kharkov National University of Construction and Architecture, Kharkov, tel.: (066) 124-85-94.