

11. Superfloc (Суперфлок) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.eko-tec.ru/3884/> (10.12.2018).

12. Еремеев Д.Н. Осветление шламовых вод и сгущение отходов флотации угольных шламов с применением полимерных флокулянтов // Вода: химия и экология. - № 2. - 2012. - С. 63-66.

13. Еремеев Д.Н. Обезвоживание сгущённых тонкодисперсных угольных шламов с применением органических полимеров // Вода: химия и экология. - № 7. - 2012. - С. 23-29.

14. Гандурина Л.В. Коагулирующе-флокулирующие реагенты для очистки воды / Л.В. Гандурина, О.А. Пислегина (Пашкеева) // Вода: технология и экология. - М. - №1. - 2007. - С. 38-55.

15. Гандурина Л.В. Эффективность применения коагулирующе-флокулирующих композиций для очистки сточных вод / Л.В. Гандурина, О.А. Пислегина (Пашкеева) // Водоснабжение и санитарная техника / - М.. - 2007. - №5. - С.25-33.

УДК 624.042

О ВОЗМОЖНОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ СОБСТВЕННОЙ ЧАСТОТЫ КОЛЕБАНИЙ УСТРОЙСТВА ВИБРОУДАРНОЙ ОЧИСТКИ СИТА

Букин С. Л., проф. каф. ОПИ ГОУВПО «ДОННТУ», к.т.н., доцент,

Гудинов А. В., студент группы КПОМО-13 ГОУВПО «ДОННТУ»,

Курский А. В., студент группы ОПИ-14 ГОУВПО «ДОННТУ».

эл. адрес: s.bukin08@gmail.com

Аннотация. Рассмотрены вибрационные грохоты, используемые для сухого грохочения мелкозернистых материалов повышенной влажности. Для этих машин разработано устройство вибрационной ударной очистки сита. Определена возможность регулирования собственной частоты колебаний устройства путём изменения длины упругой балки.

Ключевые слова: вибрационный грохот, устройство очистки сита, собственная частота, коэффициент жёсткости, длина балки.

Annotation. Vibrating screens used for dry screening of fine-grain materials high humidity are considered. For these machines, a device for vibration sieve cleaning has been developed. The possibility of adjusting the natural frequency oscillation of the device by changing the length of the elastic beam is determined.

Keywords: vibrating screen, sieve cleaning device, natural frequency, stiffness coefficient, beam length.

Одномассовые вибрационные грохоты инерционного типа ГИЛ, ГИСЛ, СМД и др. находят широкое применение при переработке известняков, доломитов и других нерудных полезных ископаемых естественной влажности. Эти машины имеют достаточно высокие показатели работы при разделении на крупные и средние классы сырья. Однако грохочение влажных материалов сухим способом по граничной крупности менее 13 мм затруднено из-за залипания просеивающей поверхности.

Решить эту проблему взялись преподаватели и студенты ДонНТУ, разработавшие устройство виброударной очистки просеивающей поверхности вибрационного грохота [1-2].

Известно, что большинство одномассовых инерционных вибромашин работают в далекозарезонансном режиме - когда рабочая угловая скорость вращения вибровозбудителя превышает собственную частоту колебаний виброгрохота не менее чем в четыре раза. В табл. 1 приведены значения амплитуд и частот колебаний вибрационных грохотов (рис. 1), применяемых на операциях сухого грохочения «Докучаевского флюсо-доломитного комбината» («ДФДК»).

При использовании виброударного устройства очистки просеивающей поверхности (рис. 2), необходимо обеспечить требуемые значения амплитуды колебания очищающих бил. Прежде чем приступить к изготовлению промышленного образца и его испытаниям, целесообразно осуществить моделирование колебательного процесса на ЭВМ и в лабораторных условиях.

Таблица 1 – Значения амплитуд и частот колебаний виброгрохотов, используемых на операции сухого отсева на мелкие классы доломита и известняка на «ДФДК»

Модель грохота	Граничная крупность, мм	Амплитуда колебаний, мм	Рабочая частота колебаний	
			Гц	кол/мин
ГИЛ-42, ГИЛ-52	5; 10; 12	не более 3,2 3,0-4,5	16	960
ГУП-2К	5; 10	н/д	н/д	н/д
ГИСЛ-62У	6; 8; 10; 13	5,2...7,5	12,2	750
ГИСЛ-61У	5	3,6...4,5	16,2	1000
СМД-121 (ГИС-52)	5	3,2; 3,9; 4,5	16,2	1000

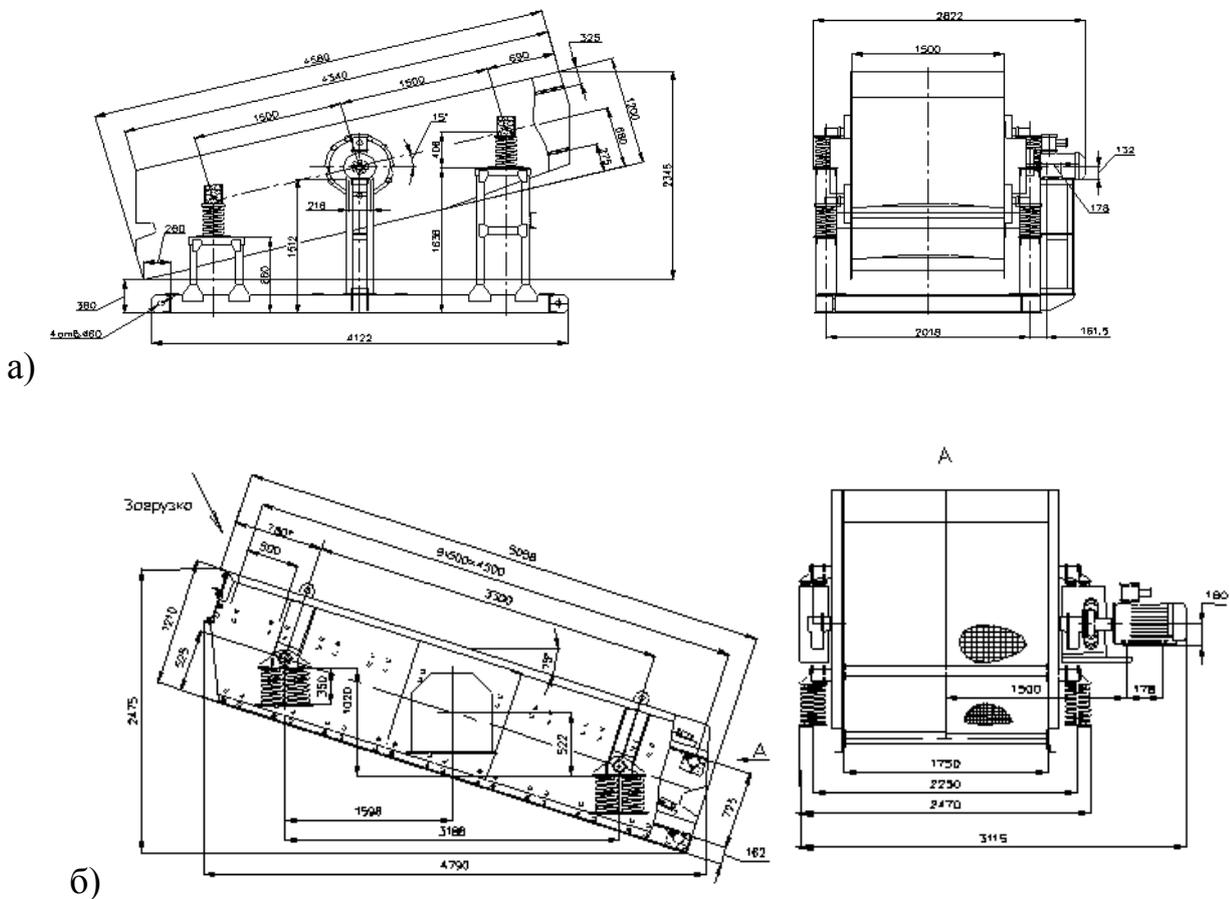


Рисунок 1 – Вибрационные грохоты, выпускаемые «Луганским машиностроительным заводом им. А.Я. Пархоменко» для сухого грохочения разнообразных материалов [3]:

а - ГИЛ-42; б - ГИЛ-52

Колебательную систему можно представить в виде двухмассовой, нелинейной. Первая масса – короб грохота, установлен на основание (элементы каркаса здания, фундамент) при помощи опорных виброизоляторов. На коробе грохота упруго закреплены очистители (била). Между билом и поверхностью сита есть зазор, который обеспечивает отсутствие соударения бил о сита при переработке «сухого» материала и соударение при работе с «влажным» материалом. Таким образом, конструкция виброочищающего устройства должна иметь возможность изменения частоты собственных колебаний бил в процессе работы грохота.

Исследованиям динамики виброударного устройства в составе общей колебательной системы (короб – ударное устройство – вибровозбудитель – двигатель привода) должен предшествовать расчёт частот собственных колебаний упругой балки для обеспечения возможности регулирования частоты собственных колебаний бил.

Для этого рассмотрим колебательную систему в виде упругой консольной балки, на конце которой находится сосредоточенная масса M (рис. 3).

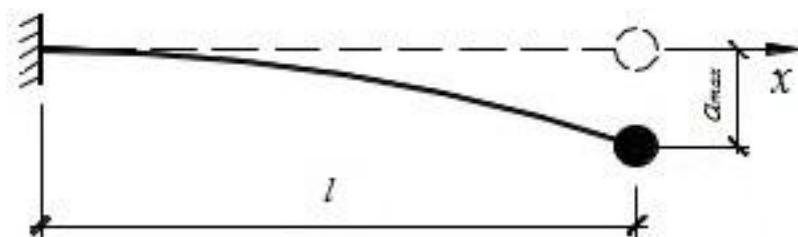


Рисунок 3 – Расчётная схема

Значение собственной частоты колебаний консольной балки с сосредоточенной массой определяется по формуле [4]

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{a^2}{l^2} \sqrt{\frac{E \cdot J}{m}}, \Gamma_{\text{ц}},$$

где m – приведенная погонная масса балки, кг;

J – момент инерции поперечного сечения балки, м⁴;

E – модуль упругости материала, Па.

l – длина балки, м

a – корень трансцендентного уравнения частот, который находится из уравнения изгибных колебаний ($a=1,875$).

Приведенная погонная масса балки для рассматриваемого случая, определяется по формуле

$$m = m_0 + \frac{1}{l} \cdot k \cdot M, \text{ кг/м,}$$

где m_0 – равномерно распределённая погонная масса, кг/м;

M – сосредоточенная масса, кг;

k – коэффициент приведения сосредоточенной массы к равномерно распределённой ($k = 3,14$).

Предполагается выполнить упругую консоль в виде рессоры – стальной полосы (стержня), момент инерции которой для такой формы профиля равен [5]

$$J = \frac{b \cdot h^3}{12}, \text{ м}^4,$$

где b – ширина стержня, м;

h – высота стержня, м.

Равномерно распределённую погонную массу балки определяем как

$$m_0 = \frac{b \cdot h \cdot l \cdot \rho}{l} = b \cdot h \cdot \rho, \text{ кг/м,}$$

где ρ – плотность стали ($\rho=7850$ кг/м³).

Коэффициент жёсткости стержня на изгиб при консольном закреплении рассчитывается из выражения

$$k = \frac{3 \cdot E \cdot J}{l^3}, \text{ Н/м.}$$

Если известен коэффициент жёсткости упругой балки и её приведенная масса, можно определить значение собственной частоты по формуле

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}, \text{ рад/с.}$$

Зададимся модулем упругости $E=2,13 \cdot 10^{11}$ Па (для конструкционной рессорно-пружинной стали 65Г ГОСТ 14959-79) [6] и размерами поперечного сечения стержня $b \times h=30 \times 5$ мм. Используя программную среду MATCAD-14, определим зависимости частоты собственных колебаний f и коэффициента жёсткости k от относительной длины консольной балки Δ/l при варьировании массы била M . На рис. 4, а приведены графики зависимостей $f=f(\Delta/l)$, а на рис. 4, б - $k=f(\Delta/l)$.

Таким образом, изменение длины балки на ± 5 % приводит к 20,8 % изменению частоты собственных колебаний (масса била 1 кг) и жёсткости балки на $\pm 15,5$ %. Этого диапазона изменения длины балки виброударного устройства по всей видимости будет достаточно для обеспечения требуемых режимов работы устройства.

Внешней гармонической силой для возбуждения колебаний бил являются колебания короба, которые, в свою очередь, генерируются дебалансным вибровозбудителем. Если собственная частота виброударного устройства совпадёт с частотой вибровозбудителя, то наступает резонанс. Кстати, увеличение амплитуды колебаний бил будет наблюдаться и на частотах, кратных частоте основного резонанса бил. В этом случае проявляются высшие формы колебаний системы (рис. 5).

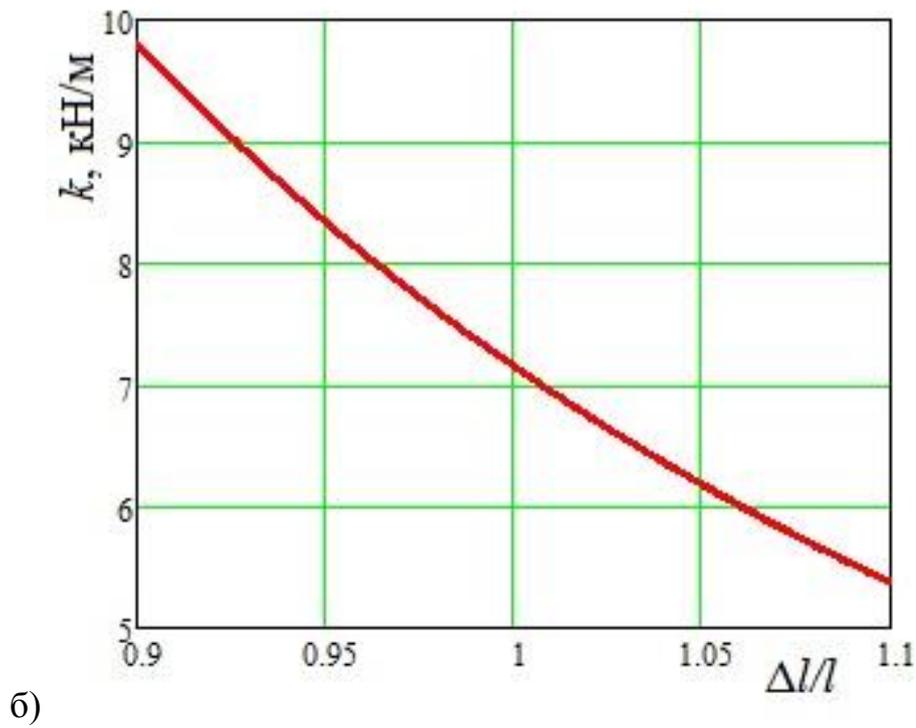
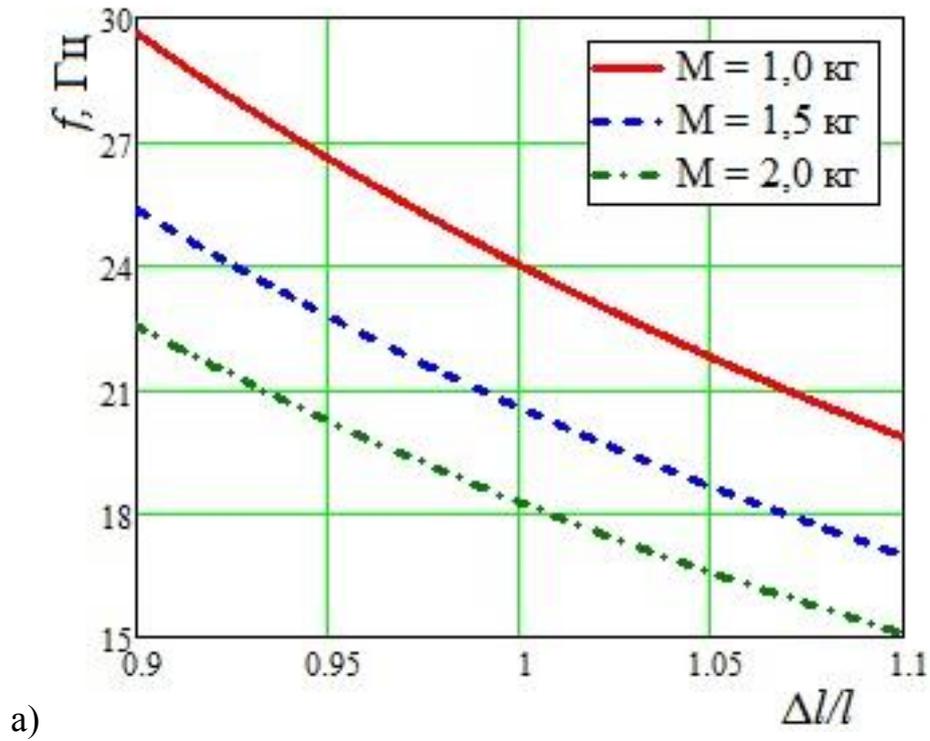


Рисунок 4 – Графики зависимостей частоты собственных колебаний f (а) и коэффициента жёсткости k (б) от относительной длины консольной балки $\Delta l/l$

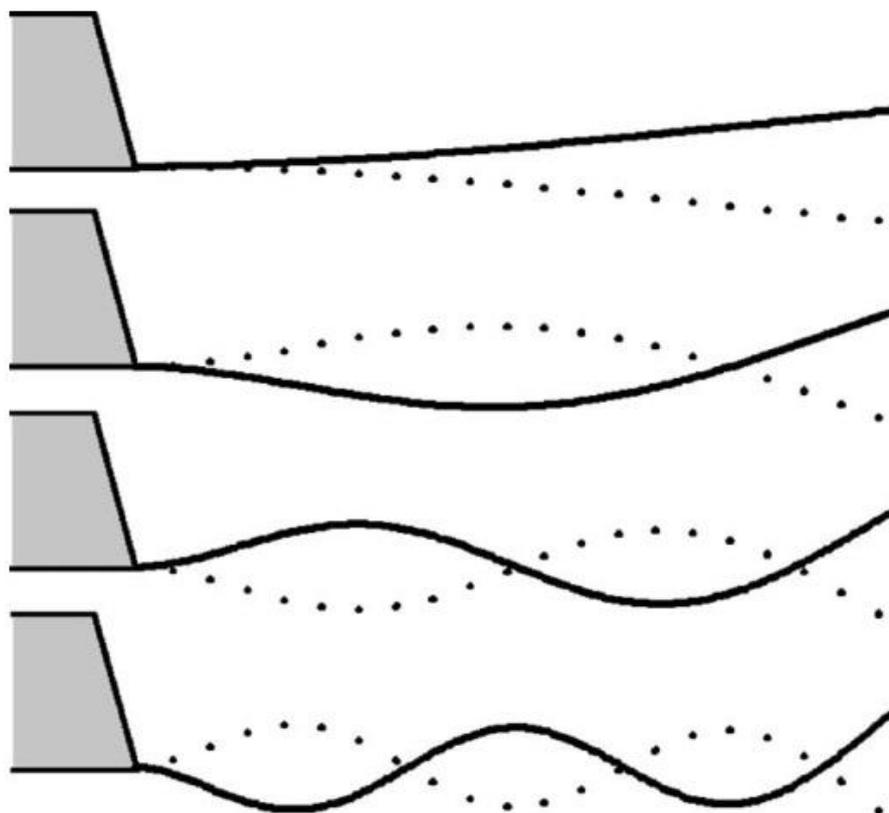


Рисунок 5 – Моды свободных колебаний упругой балки

На следующем этапе теоретического исследования перспективной конструкции устройства для очистки сита планируется изучение особенностей динамики полной колебательной системы в составе: виброгрохот – виброударное устройство – электродвигатель привода.

Список литературы

1. Букин С.Л., Курский А.В. Устройства ударной очистки сита виброгрохотов сухого грохочения влажных мелкозернистых полезных ископаемых [Текст] // Сб. мат. конф. «Комплексные процессы обогащения, переработки и использования минерально-сырьевых ресурсов». – Донецк: ДонНТУ, 26.10.2017 г. – С. 37-46.
2. Букин С.Л., Курский А.В. Выбор элементов гидравлической системы устройства для очистки сита виброгрохота от налипшего материала [Текст] // Сб. трудов Республ. научно-техн. конф. «Современные машины и технологии

обогащения полезных ископаемых». - Донецк: ДонНТУ, 26.04.2018 г. - С. 22-28.

3. Луганский машиностроительный завод им. А.Я. Пархоменко. Грохоты. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.lmzip.com/> (26.12.2018).

4. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т. [Текст] / Ред. совет: В. Н. Челомей (пред.). — М.: Машиностроение, 1978 - Т. 1. Колебания линейных систем / Под ред. В. В. Болотина. 1978. - 352 с

5. Фаворин М.В. Моменты инерции тел: Справочник [Текст] / Под ред. д-ра техн. наук проф. М.М. Гернета. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1977. - 511 с.

6. Характеристика материала. Сталь 65Г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://zbroevy-falvarak.by/iz-kakoj-stali-dolzhen-byt-sdelan-mech-stal-dlya-mechej/> (26.12.2018).

УДК 622.7.016

АБИОГЕННАЯ ТЕОРИЯ ПРОИСХОЖДЕНИЯ УГЛЯ

Самойлик В. Г., доцент каф. ОПИ ГОУВПО «ДОННТУ», к.т.н., доцент,

Малюта А. В., студент группы ОПИ-15 ГОУВПО «ДОННТУ».

эл. адрес: samoylik@donntu.org

Аннотация. Кратко изложена теория абиогенного (не биологического) происхождения угля. Приведены основные выводы, вытекающие из этой теории.

Ключевые слова: горючие ископаемые, бурый и каменный уголь, гидридные соединения, пиролиз метана, углеводороды.

Annotation. The theory of abiogenic (non-biological) origin of coal is outlined. The main conclusions derived from this theory are given.