

Список цитируемых источников

1. «Беспилотники» Минского тракторного завода [Электронный ресурс] // Авто портал. — Режим доступа: <https://www.abw.by/novosti/rb/204582/>. — Дата доступа: 25.04.2019.
2. Беспилотники в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] // Сел. газ. — Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/u-drona-prognoz-tochnee-chem-u-agronoma.html>. — Дата доступа: 25.04.2019.

УДК 621.928.24

И. М. Корзун

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ОЦЕНКА СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ РАСЧЕТА АППАРАТОВ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ЗЕРНИСТЫХ СРЕД

Введение. Вибрационные машины получают все более широкое применение в самых разнообразных отраслях промышленности. Наиболее близким по конструкции к пружинному грохоту повышенной эффективности является аппарат для просеивания зернистых материалов [1], а по принципу воздействия на сыпучий материал — вибрационные инерционные грохоты, методики расчета которых приводятся в ряде литературных источников [2, с. 431; 3, с. 44; 4, с. 93; 5, с. 38].

Основная часть. По [1], в аппарате для просеивания сыпучего материала в качестве сита используется спиральная просеивающая поверхность в виде винтовой пружины, смонтированной посредством упругих элементов на раме и связанной с приводом.

В отличие от существующих «жестких» просеивающих поверхностей пружинная просеивающая поверхность совершает собственные колебания витков, которые положительно влияют на происходящий процесс грохочения. Используя формулу Рело [6], зная жесткостные и геометрические характеристики рабочего органа, численно определим частоту собственных колебаний витков:

$$J = 2 \times \frac{\pi d^4}{32} \quad q = 2 \times \rho \times \frac{\pi d^2}{4} \quad p = k \sqrt{\frac{EJ}{ql^4}} = k \sqrt{\frac{E}{7\rho}} \times \frac{d}{D^2},$$

где J — жесткость проволоки на изгиб;

d — диаметр проволоки, м;

q — удельная масса по длине;

ρ — плотность материала, кг / м³;

p — частота, Гц;

E — модуль упругости I-го рода;

l — длина пружины, м;

D — диаметр пружины, м.

Определение частоты колебаний рабочего органа произведено методами, представленными в [7—9] для подобного рода машин (рисунок 1).

Возможно несколько случаев при рассмотрении положения частицы. В результате воздействия толкателя на рабочий орган он совершает движение вниз, а виток движется вперед, и для частоты колебаний рабочего органа имеем следующее выражение:

$$n > \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\sin(\varphi - \alpha)}{A \sin(\varphi + \alpha)}} - \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\Delta p \sin \alpha \cos \varphi}{A \sin(\varphi + \alpha)}}$$

где n — частота колебаний рабочего органа, Гц;

α — угол наклона рабочего органа, град;

A — заданная амплитуда колебаний, мм;

Δ — амплитуда колебаний витка рабочего органа, мм.

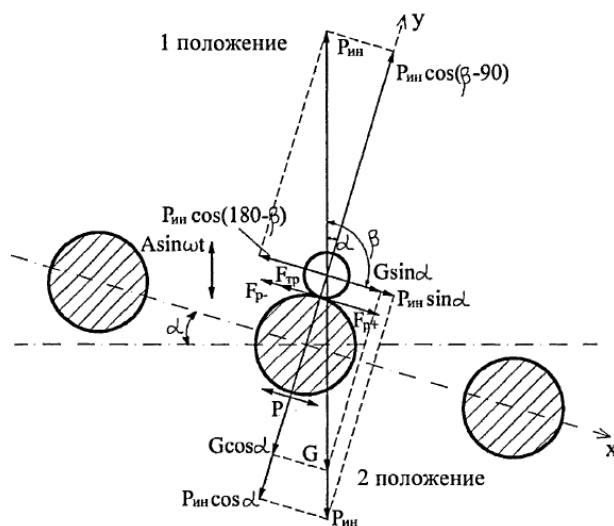


Рисунок 1 — Схема для расчета частоты колебаний рабочего органа

При определении допустимого прогиба используем способ, изложенный в [10], с учетом конструктивных особенностей. Допустимый прогиб определяется по формуле

$$[\lambda] = \sqrt{\left(\frac{3}{16} \times \left[\frac{(i d_B \times (i + 1) + 2z_{CT} \times (i - 2) + 2z_D \times (i + 2))^2}{i} - L^2 \right] \right)}$$

где d_B — диаметр проволоки витка, м;

i — число зазоров;

z_{CT} — статический зазор, мм;

z_D — динамический зазор, мм;

L — длина рабочего органа в статическом положении, хорда, м.

При грохочении исходный материал перемещается по просеивающей поверхности с определенной скоростью, на которую оказывают влияние частота колебаний рабочего органа, угол наклона рабочего органа и амплитуда колебаний. Увеличение скорости до некоторого момента влечет за собой увеличение эффективности и производительности происходящего процесса.

Скорость движения частицы определяется суммарной скоростью, состоящей из скорости направленного движения рабочего органа и скорости движения витка рабочего органа. Для учета скорости, сообщаемой частице от колебаний витков, вводим поправочный коэффициент, который установлен экспериментальным путем [11]. Скорость определяется по формуле

$$v = k_{nc} \sqrt{\frac{2gh \cos \alpha}{\sin^2 \beta}}$$

Рассмотрим рабочий процесс пружинного грохота [1]. Рабочий орган совершает непрерывные колебания в вертикальной плоскости. Введем упрощение в работе пружинного грохота: каждое новое положение рабочего органа в пространстве будем рассматривать как статическое в данный момент времени. Таким образом, динамика рабочего процесса пружинного грохота складывается из множества статических положений рабочего органа за элементарные промежутки времени. Часовая производительность по подрешетному продукту определяется по формуле

$$P_{подр} = \frac{3600V}{t}$$

где $3600/t$ — количество циклов, совершаемых за время t в час;

V — объем, который проходит через зазоры между витками, м³.

Формула для расчета производительности [12, с. 24] выглядит следующим способом:

$$P_{\text{подф}} = \frac{3600 \times l_{\text{CF}} \times z_{\text{ДНН}} \times (L - n \times d_{\text{B}})}{t} \times k_{\text{B}} \times k_{\text{ДНН}} \times k_{\text{ПР}}$$

или

$$P_{\text{подф}} = \frac{3600 \times l_{\text{CF}} \times z_{\text{CF}} \times i \times z_{\text{ДНН}}}{t} \times k_{\text{B}} \times k_{\text{ДНН}} \times k_{\text{ПР}},$$

где k_{B} — коэффициент, учитывающий число зазоров, реально участвующих в процессе просеивания;

$$k_{\text{B}} = 0,7;$$

$k_{\text{ДНН}}$ — номинальный динамический коэффициент, учитывающий влияние скорости движения материала и вероятность прохождения частиц при изменении величин зазоров пружин, $k_{\text{ДНН}} = 1$ (при спокойной работе грохота) [13];

$k_{\text{ПР}}$ — коэффициент, учитывающий тип привода пружинного грохота; $k_{\text{ПР}} = 1$ — для грохота с гирационным приводом; $k_{\text{ПР}} = 0,85 - 0,9$ — для грохота с инерционным приводом;

l_{CF} — средняя длина дуги поперечного сечения материала, м.

При расчете грохотов важным является вопрос определения массы материала на просеивающей поверхности с учетом обеспечения высокой эффективности процесса и достаточной производительности, а также она оказывает влияние на потребляемую мощность. Масса рабочего органа без материала:

$$m_{\text{Р.О}} = 2\pi^2 r_{\text{B}}^2 R_{\text{CF}} k \rho_{\text{Р.О}}$$

где r_{B} — радиус витка рабочего органа, м;

R_{CF} — средний радиус рабочего органа, м;

k — число витков в рабочем органе;

$\rho_{\text{Р.О}}$ — плотность материала рабочего органа, кг / м³.

Для определения массы материала на рабочем органе используем формулу

$$m_{\text{M}} = \frac{1536 B_2 [\text{N}]}{L_0^3 g \left[1 + \frac{48 D_{\text{CF}}^2}{(2 + \mu) \times L_0^2} \right]} m_{\text{Р.О}} g$$

или

$$m_{\text{M}} = \frac{48 E d_1^4 [\text{N}]}{k R_{\text{CF}} g \times [48 D_{\text{CF}}^2 + L_0^2 (2 + \mu)]} - 2\pi^2 r_{\text{B}}^2 R_{\text{CF}} k \rho_{\text{Р.О}} g.$$

Расчет мощности для пружинного грохота будем производить аналогичными методами, представленными в [4, 8, 10, 13—15] для подобного рода машин. Расчет мощности сводится к определению затрат энергии на преодоление трения в подвижных элементах механизма привода, на преодоление потерь, связанных с перемещением материала, на преодоление потерь в пружинной подвеске рабочего органа. Потребляемая мощность расходуется в соответствии с моментами сил, возникающими в разных частях пружинного грохота.

Мощность, потребляемая пружинным грохотом [12]:

$$N = \frac{\sum M \times n}{\eta} = \frac{n \times A}{\eta} \times [f_1 \times 4\pi^2 \times n^2 \times m \times d + f_2 \times G_{\text{M}} + c \times (G_{\text{M}} + G_{\text{Р.О}})],$$

где η — КПД привода;

m — масса дебаланса, кг;

A — амплитуда колебаний, мм;

n — частота колебаний рабочего органа, Гц;

f_1 — коэффициент трения металла о металл;

d — диаметр подвижного механизма элемента привода, м;

f_2 — коэффициент трения материала о просеивающую поверхность;

G_{M} — вес материала на просеивающей поверхности, Н (масса материала);

c — коэффициент жесткости пружинных подвесок;

$G_{\text{Р.О}}$ — вес рабочего органа, Н.

Основным с точки зрения работы пружинного грохота параметром, влияющим на мощность, является вес просеиваемого материала на рабочем органе G_M , который зависит от производительности по питанию П.

Момент, возникающий при растяжении упругих элементов при опускании рабочего органа в нижнее положение, определяется по формуле $M_3 = c \times A \times (G_M + G_{P,0})$.

Заключение. Рассмотрены методы расчета основных параметров вибрационных грохотов. В результате установлено, что на сегодня существуют как эмпирические, так и аналитические формулы расчета. Параметры, влияние которых сложно установить, учитываются в виде поправочных коэффициентов.

Список цитируемых источников

1. Аппарат для просеивания зернистых материалов : пат. 9513 Респ. Беларусь / Л. А. Сиваченко, О. В. Голушкова, С. С. Говрюшин, А. А. Жуковский // Бюл. — 2007. — № 1.
2. Бауман, В. А. Вибрационные машины в строительстве и производстве строительных материалов : справочник / В. А. Бауман, И. И. Быховский, Б. Г. Гольдштейн. — М. : Машиностроение, 1970. — 548 с.
3. Троицкий, В. В. Обогащение нерудных строительных материалов / В. В. Троицкий. — М. : Стройиздат, 1986. — 193 с.
4. Сергеев, В. П. Строительные машины и оборудование / В. П. Сергеев. — М. : Высш. шк., 1987. — 376 с.
5. Семенов, А. С. Применение резиновых сит в промышленности строительных материалов. Обзорная информация / А. С. Семенов, В. С. Кобец, В. А. Дубов. — М. : ВНИИЭСМ, 1974. — 42 с.
6. Бронштейн, И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. — 13-е изд., испр. — М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. — 544 с.
7. Мартынов, В. Д. Строительные машины / В. Д. Мартынов, В. П. Сергеев. — М. : Высш. шк., 1990. — 303 с.
8. Бауман, В. А. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций : учеб. для строит. вузов / В. А. Бауман, Б. В. Клушанцев, В. Д. Мартынов. — 2-е изд., перераб. — М. : Машиностроение, 1981. — 324 с.
9. Сапожников, М. Я. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций : учеб. для строит. вузов и фак. / М. Я. Сапожников. — М. : Высш. шк., 1971. — 382 с.
10. Вавилов, А. В. Спиральный вибрационный грохот : автореф. дис. ... канд. техн. наук / А. В. Вавилов. — Б., 2001. — 22 с.
11. Голушкова, О. В. Пружинный грохот повышенной эффективности для разделения мелкозернистых материалов : автореф. дис. ... канд. тех. наук О. В. Голушкова. — Белгород, 2006. — 22 с.
12. Дробилки с многозвенными ударными элементами и пружинные грохоты для рудоподготовки / Л. А. Сиваченко [и др.] // Обогащение руд. — 2005. — № 3. — С. 21—25.
13. Машины непрерывного транспорта / под ред. И. В. Плавинского. — М. : Машиностроение, 1969. — 720 с.
14. Процессы и аппараты в технологии строительных материалов / И. М. Борщ [и др.]. — Киев : Будивельник, 1981. — 374 с.
15. Механическое оборудование для производства строительных изделий / М. Я. Сапожников [и др.]. — М. : Гос. изд-во лит. по строительству, архитектуре и строит. материалам, 1958. — 556 с.

УДК 621.951.4

Л. В. Лихтар, В. М. Кваченко, Т. П. Литвинович

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ

Введение. Спиральные сверла, изготовленные из быстрорежущей стали марки Р6М5, предназначены для получения отверстий в сплошном материале пластичных материалов. Часто бывает, что в процессе обработки сверло отказывается внедряться в обрабатываемый материал. Основными причинами выхода сверл из строя являются: выкрашивание, износ, затупление режущих кромок и образование на них нароста.

Подавляющее количество сверл затачивают без охлаждения. В поверхностных слоях инструмента после заточки на глубине 0,01...0,1 мм характерно наличие аустенитно-мартенситной зоны и зоны отпущенного мартенсита (зона вторичной закалки и вторичного отпуска). Зона закалки имеет более высокую твердость, хрупкость и склонность к образованию микротрещин, которые при циклической нагрузке приводят к усталостному выкрашиванию и выходу сверла из строя.

Зона отпуска расположена ниже первой зоны, обычно твердость этого слоя снижена ($HRC \approx 55$), поэтому в процессе эксплуатации сверла интенсивно затупляются [1, с. 297].

Основная часть. К основным недостаткам спирального сверла можно отнести резкое изменение нагрузки вдоль режущей кромки, связанное с изменением вдоль нее скорости резания и толщины срезаемого слоя обрабатываемого материала.

Согласно эмпирическим данным, на стойкость T влияют скорость резания V_p , ширина b и толщина a срезаемого слоя:

$$T = \frac{C}{V_p^m b^t a^t}, \text{ мин.}$$

где C — коэффициент, учитывающий свойства материала инструмента, детали и условия резания;
 t — показатель относительной стойкости;