

красный 2С.. Введение дополнительно флокулянта Биопаг позволяет снизить расход флокулянта и коагулянта по сравнению с их индивидуальным применением и достигать степени очистки 98-99%. Доза совместно вводимых препаратов зависит от концентрации красителя в сточной воде. По препарату Биопаг они варьируются от 20 мг/л до 100 мг/л, а по сульфату алюминия от 100 мг/л до 150 мг/л при изменении концентрации красителя Дешера красного 2С в сточной воде от 0,1 до 1 г/л.

Для исследования влияния различных технологических параметров на процесс очистки воды от красителя Дешер красный 2С были составлены плановая и рабочая матрицы нелинейной модели второго порядка пятифакторного эксперимента. Экспериментальные результаты были обработаны с использованием стандартной программы расчета FACT5. Полученное уравнение регрессии показало, что наиболее значимыми являются коэффициенты при параметрах концентрации ПГМГ ( $x_1$ ) и  $Al_2(SO_4)_3$  ( $x_2$ ), а также исходное содержание красителя в воде ( $x_3$ ). Значимым является также взаимодействие факторов  $x_1x_2$ .

Химическое потребление кислорода является основной характеристикой, показывающей степень действенности проведенного процесса очистки. Результаты показали, что снижение ХПК наблюдается во всех случаях очистки сточных вод с помощью препаратов Биопаг.

УДК 677:628.517.2

**РАСЧЕТ НА ПЭВМ СИСТЕМ ВИБРОИЗОЛЯЦИИ ДЛЯ  
АППАРАТОВ С ВИБРОКИПАЩИМ СЛОЕМ**

***Е.М. Афонина, С.С. Лалаева, А.В. Костылева,  
Б.С. Сажин, О.С. Кочетов***

*Московский государственный текстильный университет  
им. А.Н. Косыгина, Россия*

Сушильные установки с виброкипящим слоем имеют в своем составе вибраторы различных типов и конструкций, генерирующие обычно колебания в частотном диапазоне от 12 до 50 Гц с амплитудой 1...5 мм. Так, например, общей отличительной чертой горизонтальных аппаратов с вибрирующим лотком является горизонтальное или с небольшим углом к горизонту расположение вибрирующего лотка, вдоль которого перемещается слой сыпучего материала. Такое расположение лотка обеспечивает небольшую высоту всей установки и позволяет организовать любой характер потока реагентов или фаз (прямоток, противоток, перекрестный ток).

На рис.1а,б показаны принципиальные схемы аппаратов с горизонтальным вибрирующим лотком. Аппарат с виброкипящим слоем, дополнительно продуваемым газом снизу вверх (рис. 1а), состоит из лотка 2, закрепленного посредством наклонных пружин 1 на тяжелой плите 13. Почти вдоль всего лотка с нижней его стороны проходит ребро жесткости 12, к которому на шарнире закреплен шатун эксцентрикового вибратора 11. Определенный наклон пружин 1 при работе вибратора 11 создает возвратно-поступательный характер перемещения лотка в направлении, нормальном к оси пружин, обеспечивая заданный угол бросания материала относительно поверхности лотка. Лоток имеет двойное дно, образующее короб 3 для подачи теплоносителя. Потолок короба или дно 4 лотка, по которому перемещается обрабатываемый материал, выполнено из сетки. Газ, подаваемый в короб через соединительный патрубок 8, через сетку 4 поступает под слой материала, а из-под кожура 6 через соединительный патрубок 5 выводится из аппарата. Материал загружают на лоток через окно 7, выгружают в противоположном конце аппарата. Плита 13 через резиновые амортизаторы 9 опирается на основание производственного помещения. Однако данная принципиальная схема аппарата с горизонтальным

вибрирующим лотком является только одним из вариантов аппаратов данного класса, который при специфических условиях претерпевает многообразные изменения в конструктивном и технологическом отношении.

В аппаратах для тонкого измельчения, перемешивания и некоторых других процессов лотки-камеры выполняют из труб 2 (рис. 16), при этом одновалный дебалансный вибратор 11, связанный посредством гибкого соединения с электродвигателем 14, жестко крепят соосно с камерами.

В качестве вибропривода аппаратов применяют в диапазоне частот от 16 до 50 Гц дебалансные вибраторы, при низких частотах от 2 до 25 Гц – эксцентриковые, а при частотах 25...100 Гц – электромагнитные вибраторы.

Для привода аппаратов данного класса могут применяться также гидравлические и пневматические исполнительные механизмы, получающие импульсы от отдельно стоящих генераторов. Частота колебаний лотка аппарата, в зависимости от технологического процесса, свойств материала и скорости его перемещения, изменяется от 2 до 100 Гц. Соответственно амплитуда колебаний составляет 30...0,7 мм. Собственную частоту колебаний аппарата выбирают выше или близкой к резонансу системы. В последнем случае осуществляется постоянный обмен кинетической и потенциальной энергии между колеблющейся массой аппарата и системой пружин, что значительно снижает мощность электропривода, функцией которого становится только восстановление потерь на трение и совершение основной технологической работы.

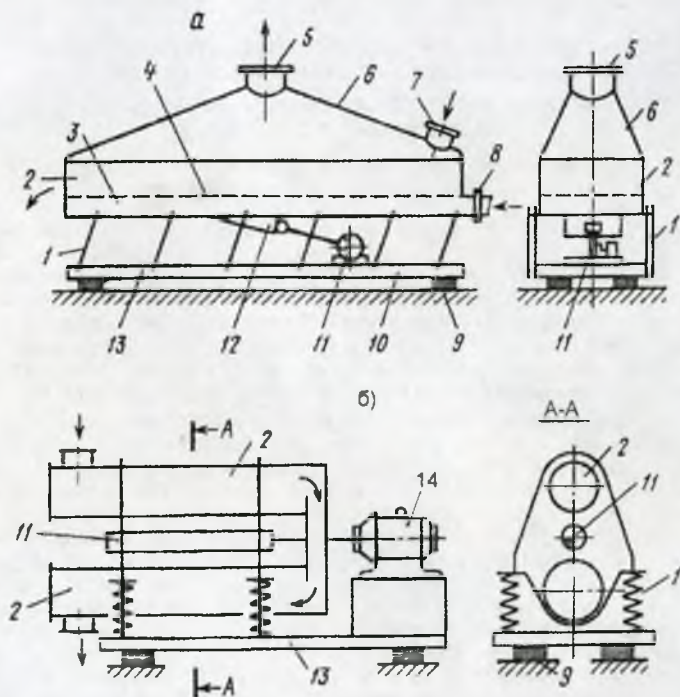


Рисунок 1 - Принципиальные схемы аппаратов с горизонтальным вибрирующим лотком: а) с эксцентриковым вибратором, б) с одновальным дебалансным вибратором

Коэффициент передачи определяет отношение амплитуды силы, воспринимаемой основанием, к амплитуде возмущающего воздействия.

Для систем с одной степенью свободы при гармоническом законе изменения возмущающей силы с постоянной амплитудой коэффициент передачи  $T(p)$  выражается формулой

$$T(p) = \frac{1 + 4 \frac{p^2}{\omega_2^2} D_2^2}{\sqrt{\left(1 - \frac{p^2}{\omega_1^2}\right)^2 + 4 \frac{p^2}{\omega_2^2} D_2^2}}; \quad (1)$$

где  $p$  – частота возмущающего воздействия,  $c^{-1}$ ;  $\omega_2$  – собственная частота колебаний машины на виброизоляторах,  $c^{-1}$ ;  $D_2$  – относительный коэффициент демпфирования системы

$$D_2 = \frac{h_2}{2\sqrt{c_2 m_2}}; \quad (3)$$

где  $c_2$  и  $m_2$  – соответственно жесткость упругих элементов виброизоляторов и масса машины;  $h_2$  – абсолютная величина вязкого демпфирования в системе, которая связана с логарифмическим коэффициентом затухания  $\delta_2$  колебательной системы следующей зависимостью:

$$\delta_2 = \frac{\pi}{\sqrt{\frac{m_2 c_2}{h_2^2} - \frac{1}{4}}}; \quad (4)$$

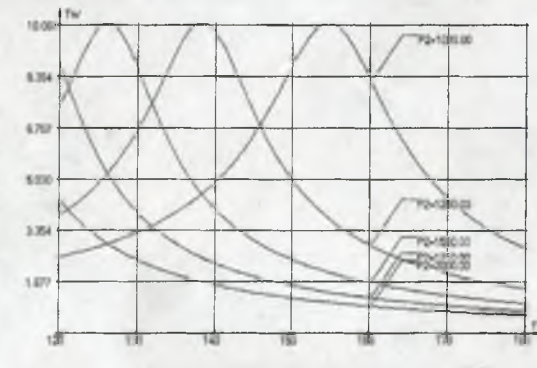


Рисунок 2 - Коэффициент передачи системы «вибросушилка на виброизоляторах типа ОВ 30-2-2» при установке ее на абсолютно жесткое основание и при наличии вязкого демпфирования в системе виброизоляции:  $P_2$  (вар 1000...2000 кгс);  $C_2 = 24465$  кгс/см ( $f=20$  Гц,  $\omega = 125,6$   $c^{-1}$ );  $D_2=0,05$

## ВЫВОДЫ

1. Разработаны математические модели расчета систем виброизоляции для аппаратов с горизонтально расположенным вибрототком, позволяющие рассмотреть виброизолирующую установку этих аппаратов на абсолютно жесткое основание производственных помещений, а также создана программа расчета на ПЭВМ динамических характеристик этих систем для оптимального подбора параметров виброизоляторов под конкретное основание.

2. Расчет, выполненный на основе вышеизложенных теоретических положений, показал, что система виброзащиты с виброизоляторами типа ОВ 30-1-1 уменьшает динамические нагрузки, передаваемые виброшумилкой на основание, в 2...3 раза и обеспечивает вибробезопасность аппаратчиков во всем нормируемом диапазоне частот.

УДК 62-231.321.2

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ КУЛАЧКОВЫХ МЕХАНИЗМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА АРМ WINCAM

*Т.Д. Макарова, С.Л. Макаров, Д.В. Кедров*

*Московский государственный текстильный университет  
им. А. Н. Косыгина,  
Московский государственный институт математики и  
электроники (технический университет), Россия*

Программный продукт АРМ WINCAM предназначен для расчёта кулачковых механизмов.

Эта система программ разработана российской фирмой Научно-технический центр АГПМ ("Автоматизированное проектирование машин").

С помощью АРМ WINCAM можно выполнить все необходимые расчёты и получить рабочий чертёж кулачка.

Система позволяет рассчитать и спроектировать следующие типы кулачковых механизмов:

- с роликовым толкателем;
- с плоским толкателем;
- с роликовым коромыслом;
- с плоским коромыслом.

Рассмотрим работу программы АРМ WINCAM на примере проектирования кулачкового механизма с роликовым толкателем.

Для расчёта необходимо задать геометрические и физические исходные данные кулачкового механизма, а также закон движения толкателя.

К основным исходным геометрическим данным относятся:

- эксцентриситет;
- радиус ролика;
- длина направляющих;
- расстояние от направляющих до центра кулачка;
- толщина кулачка
- направление вращения кулачка.

К дополнительным исходным геометрическим данным относятся:

- критический угол давления;