

Лекция 6

ВИБРАЦИОННЫЕ КОНВЕЙЕРЫ

1. Общие сведения

Вибрационные конвейеры — разновидность качающихся. В отличие от инерционных качающихся конвейеров, в которых груз скользит по желобу, не отрываясь от него, в вибрационных конвейерах груз отрывается от желоба и микробросками перемещается вдоль желоба. Такое перемещение груза по грузонесущему органу (желобу) обусловлено возвратно-поступательными колебательными движениями желоба и силами инерции и трения груза о поверхность желоба.

В вибрационных конвейерах вертикальная составляющая ускорения частиц материала больше ускорения свободного падения, поэтому их движение происходит в виде непрерывно следующих один за другим микрополетов. При таком движении материал почти не скользит по поверхности желоба, не крошится, не пылит. В связи с малым временем контакта материала с поверхностью желоба износ ее незначителен по сравнению с теми транспортными устройствами, в которых материал перемещается непрерывным скольжением (гравитационный транспорт, скребковые конвейеры).

В вибрационных конвейерах желоб совершает колебания с амплитудой от долей миллиметра до 15 мм и более и частотой до 50 Гц.

Вибрационные конвейеры классифицируют: по характеру воздействия на груз — увеличивающие подвижность груза и транспортирующие; по типу привода — инерционные, эксцентрикковые, электромагнитные, гидравлические и пневматические; по режиму работы — резонансные и зарезонансные; по числу колеблющихся масс — одно- и двухмассовые; по устройству динамической системы — неуравновешенные и уравновешенные.

Вибрационные конвейеры применяют на обогатительных фабриках для транспортирования твердых и абразивных материалов на небольшие

расстояния для разделения материала по крупности (виброгрохоты), обезвоживания (обезвоживающие грохоты), подачи горячих грузов и т. п.

Основные преимущества вибрационных конвейеров: простота конструкции, малый износ грузонесущего элемента, возможность загрузки и разгрузки в любой точке трассы, возможность изоляции груза от окружающей среды, незначительное измельчение материала, невысокая энергоемкость. Недостатки: зависимость производительности от угла подъема (на каждый градус угла наклона производительность снижается на 3—4%), малая долговечность упругих элементов и опорных подшипников привода, малая длина конвейера, невозможность транспортирования липких материалов.

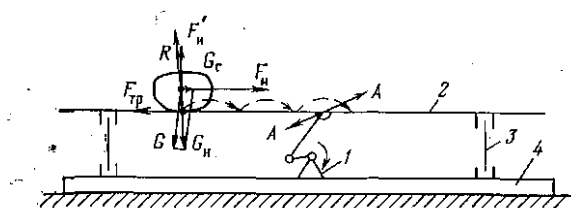


Рис. 1. Схема вибрационного конвейера

2. Устройство вибрационных конвейеров

Вибрационный конвейер (рис. 1) состоит из грузонесущего желоба 2, совершающего колебательные движения по траектории А—А под действием вибровозбудителя 1. Упругая система 3 связывает желоб с опорной рамой 4. На частицу материала весом G , расположенную на грузонесущем желобе, действуют в горизонтальном направлении: продольная составляющая веса $G_{\text{г}}$, составляющая силы инерции $F_{\text{и}}$ и сила трения $F_{\text{тр}}$; в вертикальном направлении: нормальная составляющая веса $G_{\text{н}}$, нормальная составляющая силы инерции $F'_{\text{и}}$ и нормальная реакция плоскости R . Режим колебаний, при котором максимуму $F_{\text{и}}$ соответствует минимум R , создает наилучшие условия движения частицы материала в горизонтальном направлении, при этом исключается проскальзывание ее в противоположную сторону. В тех случаях, когда $F_{\text{и}} > G_{\text{н}}$, частица периодически отрывается от

поверхности желоба и перемещается скачкообразно (траектория показана штриховой линией).

Основные узлы вибрационного конвейера: грузонесущий элемент, упругие элементы, привод.

Грузонесущий элемент может быть выполнен в виде труб различного сечения (круглого, прямоугольного) или желобов (закрытых, открытых). Их изготавливают из листовой высококачественной малоуглеродистой или специальной стали. Для повышения износостойкости внутреннюю поверхность покрывают резиной, пластмассой и т.п. При транспортировании материалов, имеющих высокую температуру, применяют воздушное и водяное охлаждение. Грузонесущие элементы снабжены устройствами для их загрузки и разгрузки, а также приспособлениями для установки привода и крепления упругих элементов.

Упругие элементы, предназначенные для передачи направленных колебаний от привода грузонесущему элементу, выполняют металлическими, резиновыми, пневматическими и комбинированными. Металлические упругие элементы изготавливают в виде стальных листовых рессор и цилиндрических спиральных пружин, резиновые — резинометаллических пакетов и шарниров, пневматические — резинокордовых оболочек, заполненных сжатым воздухом. Наиболее перспективно применение резинометаллических пакетов, обеспечивающих большие амплитуды колебаний и срок службы.

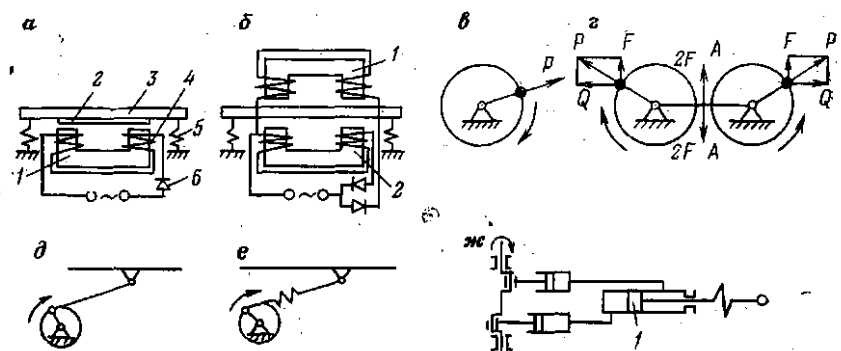


Рис. 2. Схемы вибровозбудителей

Привод — совокупность устройств для возбуждения механических колебаний, их преобразования и передачи грузонесущему элементу конвейера. В качестве привода используют следующие вибровозбудители.

Электромагнитные вибровозбудители — одно- и двухтактные. Однотактный вибровозбудитель (рис. 2, а) состоит из статора — электромагнита 1 с обмотками 4, присоединенными через однополупериодный выпрямитель 6 к сети переменного тока, якоря 2, поперечины 3, упругих элементов — пружин 5. Колебательные движения статора и якоря электромагнита возникают в результате действия пульсирующей силы магнитного притяжения в статоре электромагнита при питании его катушек переменным током. Однополупериодный выпрямитель позволяет получить при частоте 50 Гц 3 тыс. колебаний в минуту. Преимущества однотактных вибровозбудителей — малые габариты и масса; недостаток — небольшая мощность. Их применяют для вибрационных конвейеров и питателей с малой производительностью (до $20 \text{ м}^3/\text{ч}$).

В двухтактном вибровозбудителе (рис. 2, б) возвратно-поступательное движение происходит под действием двух электромагнитов 1, 2, один из которых создает притягивающую силу, а

второй отталкивающую, а затем наоборот. Такие вибровозбудители применяют для двухмассовых питателей и конвейеров тяжелого типа подвесной конструкции; их недостаток — большие габариты и масса.

Вибрационные питатели и конвейеры с электромагнитным приводом конструкции Механобра имеют производительность 50—650 т/ч при мощности вибровозбудителей 0,5—8 кВт, амплитуде колебаний 0,625—1,25 мм и частоте колебаний 3 тыс. мин⁻¹.

Преимущества электромагнитных вибровозбудителей: отсутствие трущихся и вращающихся частей, возможность плавного регулирования производительности, простота эксплуатации. Недостатки: значительное снижение производительности при падении напряжения в питающей сети, ограниченное применение при транспортировании пылевидных материалов.

Инерционные (центробежные) вибровозбудители бывают одинарные дебалансные (рис. 2, в) и сдвоенные (рис. 2, г). В таких вибровозбудителях возмущающая сила создается вращением одной или нескольких неуравновешенных масс. В одинарных вибровозбудителях возмущающая сила P непрерывно изменяет направление, в сдвоенных имеет одно направление. Последнее обеспечивается тем, что дебалансы вращаются в противоположных направлениях с одинаковой угловой скоростью. Составляющие Q сил инерции уравниваются, а составляющие F суммируются и дают возмущающую силу по направлению $A — A$, перпендикулярному к линии, соединяющей центры вращения дебалансов.

Инерционные вибровозбудители применяют для подвесных и опорных конвейеров и питателей. Преимущества: простота конструкции, малый шум при работе, возможность получения большого диапазона частот и возмущающих сил. Недостаток — небольшой срок службы опорных подшипников.

Эксцентрикковые (кривошипно-шатунные) вибровозбудители бывают с жестким (рис. 2, д) и упругим (рис. 2, е) шатуном. Их применяют на однотрубных и уравновешенных двухтрубных конвейерах. Преимущества: возможность получения больших диапазонов амплитуды (до 15 мм) и частоты колебаний (от 400 до 800 мин⁻¹). Недостаток — ускоренное изнашивание опорных подшипников.

Поршневые вибровозбудители бывают гидравлическими и пневматическими; возмущающее воздействие в них создается давлением жидкости или воздуха на поршень. Гидравлический вибровозбудитель (рис. 2, ж) в первой половине хода подает жидкость с одной стороны поршня 1 и одновременно откачивает с другой, затем направление подачи и откачивания жидкости изменяется. Преимущества: малые габариты при больших возмущающих усилиях, возможность выноса вибровозбудителя за пределы конвейера. Недостаток — сложность в эксплуатации.

3. Эксплуатационный расчет вибрационных конвейеров

Эксплуатационный расчет заключается в выборе параметров и типа конвейера по заданным значениям: грузопотока, длины транспортирования, угла наклона трассы и характеристики транспортируемого материала.

Для вибрационных конвейеров амплитуду и частоту колебаний выбирают по табл. 1 с таким расчетом, чтобы обеспечить режим движения материала микробросками.

Т а б л и ц а 1

Рекомендуемые значения амплитуды a и частоты колебаний ω вибрационных конвейеров

Тип привода	ω , мин ⁻¹	a , мм, для материалов	
		пылевидных и порошкообразных	кусковых
Электромагнитный	3000	1,2-2	0,75-1
Инерционный одинарный	2800—1500	1,2-3	8-2,5
То же, сдвоенный	1500—1000	2-4	2-3
Эксцентрикковый	800—450	5-15	4-8

Угол направления колебаний β принимают в зависимости от частоты колебаний ω : при $\omega \geq 1000 \text{ мин}^{-1}$ $\beta = 20-25^\circ$; при $\omega \leq 1000 \text{ мин}^{-1}$ $\beta = 30-35^\circ$.

Скорость V [м/с] транспортирования;

$$v = 30Kg \cos(\beta - \alpha) / (\omega \operatorname{tg} \beta),$$

где $K=0,6-0,8$ — поправочный коэффициент на неучтенные сопротивления при движении материала; g — ускорение свободного падения, м/с^2 ; α — угол наклона трассы конвейера к горизонту, градус; ω — частота колебаний, мин^{-1} . Производительность Q [т/ч] виброконвейера

$$Q = 3600 F v \Psi C \rho,$$

где F — площадь сечения материала, м^2 ; $\Psi = 0,8$ — коэффициент заполнения; C — коэффициент угла наклона, учитывающий снижение Ψ при наклонном транспортировании из-за скатывания материала, $C = 0,6; 0,8; 1; 1,2; 1,4$ соответственно при $\alpha = +10; +5; 0; -5; -10^\circ$; ρ — плотность материала, т/м^3 .

Мощность электродвигателя N [кВт] определяют из соотношения

$$N = Q (\omega_{\text{общ}} L_{\text{гор}} \pm h) k_{\text{реж}} / (360 \eta),$$

где $\omega_{\text{общ}} = 0,05-0,08$ — коэффициент общего сопротивления движению; $L_{\text{гор}}$ — горизонтальная проекция трассы, м; h — вертикальная проекция трассы; т. е, разность отметок высоты начала и конца трассы, м; $k_{\text{реж}} = 1$ — коэффициент режима; $\eta = 0,8-0,85$ — КПД конвейера.