

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

ТЕМА: «Расчет винтового конвейера» (4 часа)

**Цель работы:** Изучение теоретических основ работы и методики расчета винтовых конвейеров.

### 5.1 Основные теоретические сведения

*Винтовые конвейеры* предназначены для транспортирования на небольшие расстояния пылевидных и зернистых насыпных грузов (цемент, известь, молотая глина, угольный штыб, гипс и т. п.), а также вязких и тестообразных грузов (бетон, мокрая глина и др.) в горизонтальном (реже в наклонном и вертикальном) направлении. Винтовые конвейеры в таких машинах, как растворо- и бетоносмесители непрерывного действия выполняют одновременно технологическую (перемешивание) и транспортную функции. Иногда их используют как питатели, например, в погрузочных и других машинах. По направлению транспортирования грузов винтовые конвейеры бывают *горизонтальные* и *вертикальные*.

**Преимущества** винтовых конвейеров: простота конструкции; несложное обслуживание; надежность в эксплуатации; герметичность – транспортирование грузов происходит в закрытом желобе, что обеспечивает защиту цехов от пылящих, газифицирующих и горячих материалов; небольшие габаритные размеры; разгрузка может осуществляться в любом месте конвейера.

**Недостатки:** дополнительное дробление хрупкого груза; повышенный расход энергии вследствие трения транспортируемого груза о желоб и лопасти винта; сравнительно небольшая производительность (до 200 м<sup>3</sup>/ч); малая длина транспортирования на один привод 30–40 м (до 75 м).

Винтовой конвейер (рис. 5.1) состоит из неподвижного желоба 7 с полукруглым днищем, вала 8 с укрепленным на нем винтом 9 и привода 1. Вал установлен в концевых подшипниках 2, 6. Так как вал большой длины, то его выполняют составным, и в местах соединения он поддерживается промежуточными подшипниками 4, подвешенными к поперечным планкам желоба. В одной из концевых опор винта установлен упорный подшипник, воспринимающий продольные усилия в винте.

Желоб закрыт крышкой 3; в некоторых конструкциях предусмотрен песочный затвор. Насыпной груз подается через люк в крышке 5 и перемещается винтом по желобу к разгрузочным воронкам – промежуточной 10 или концевой 11, перекрытых шиберными затворами.

					МиТОМ.ПТУМЦ.Пр.№5.2021.Отчет				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Выполнил		Тимофеев Е.С.			Практическая работа №5  «Расчет винтового конвейера»	Лит.	Лист	Листов	
Проверил		Астапенко И.В.					1	9	
						ГГТУ им. П.О. Сухого гр. МЛ-41			

Желоб состоит из отдельных секций длиной 2 и 4 м, изготовленных из листовой стали толщиной 3...6 мм.

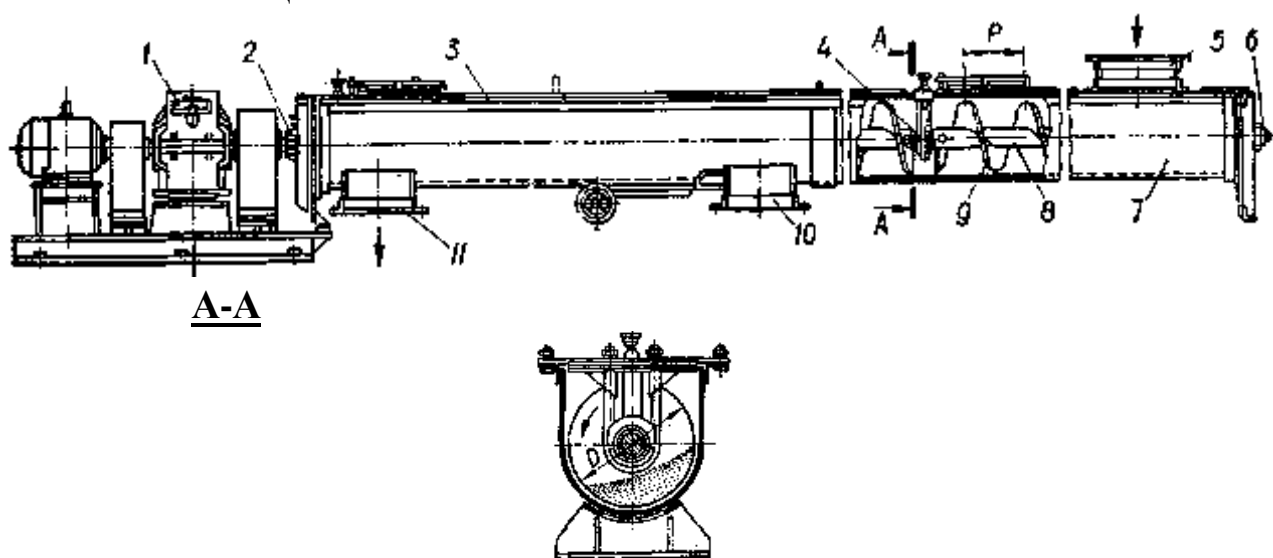


Рисунок 5.1 – Винтовой конвейер

По числу спиралей винты бывают одно-, двух- и трехзаходные с правым и левым направлением навивки. Производительность многозаходных винтов больше, чем однозаходных. Винты **подразделяют** (рис. 5.2) на: *сплошные* (рис. 5.2, а), *ленточные* (рис. 5.2, б), *фасонные* (рис. 5.2, в) и *лопастные* (рис. 5.2, г), и применяются они в зависимости от вида транспортируемого сыпучего груза.

Степень заполнения желоба для различных грузов показана на рисунке 5.2, д. Направление движения груза в конвейере (рис. 5.2, е, ж) зависит от направления вращения винта и направления витков винта.

Сплошным винтом транспортируют сыпучие грузы (цемент, мел, сухой песок, гранулированный шлак), а ленточным винтом – мелкокусковые грузы (гравий, шлак негранулированный). Производительность здесь на 20...30 % меньше, чем со сплошным винтом. Тестообразные и мокрые грузы транспортируют фасонным или лопастным винтом. Винт состоит из отдельных секций длиной 1,5...3,0 м и устанавливается с одной стороны в упорный подшипник, а для реверсируемых конвейеров – с двух сторон. Стыки секций и винтов не должны совпадать. Диаметр конвейерного винта находится в пределах 100...800 мм. Привод редукторный и состоит из двигателя, редуктора, муфт.

Загрузка осуществляется через люк в крышке желоба. Разгрузка может производиться в различных точках по длине конвейера через шиберные затворы.

Редуктор привода соединен с валом винта уравнивающей муфтой, а вал двигателя с редуктором – упругой муфтой. Желоб конвейера изготовлен из листовой стали толщиной 3...6 мм; для транспортирования абразивных и горячих (до 200 °С) грузов применяют чугунные желоба.

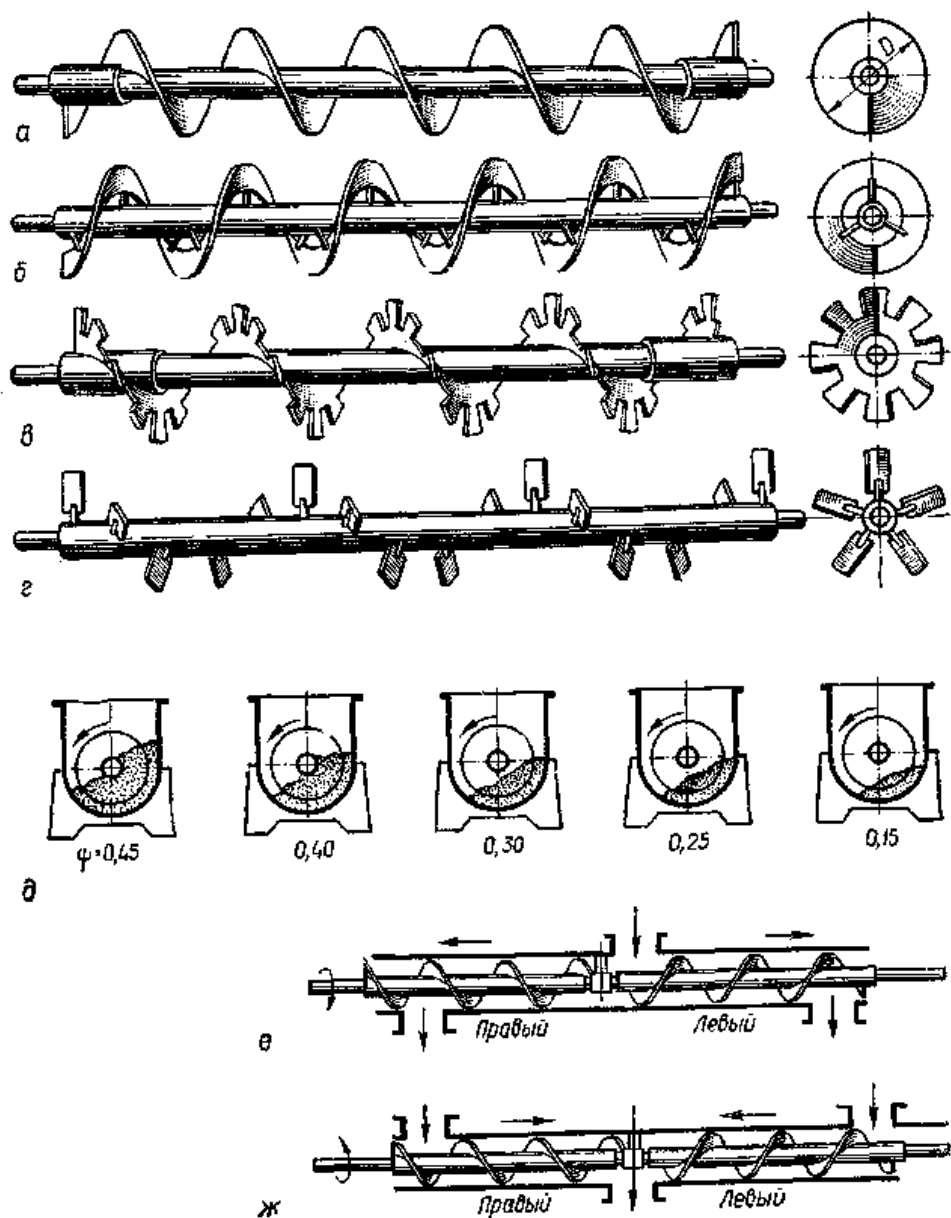


Рисунок 5.2 – Конструкция лопастных винтов: а) – сплошные; б) – ленточные; в) – фасонные; г) – лопастные; д) – степень заполнения желоба; е, ж) – направление движения груза

Для транспортирования некоторых сыпучих грузов (например, цемент) могут применять также вертикальные винтовые конвейеры (рис. 5.3) высотой до 15 м. Движение происходит за счет сил трения между грузом и кожухом, возникающих из-за центробежной силы. Для питания и подпора материала вертикального конвейера внизу устанавливают винтовой горизонтальный конвейер.

Производительность винтового конвейера определяется

$$Q = 3,6F \cdot v \cdot \rho \cdot k \quad (5.1)$$

где  $F$  – поперечное сечение потока материала,  $\text{м}^3$ ,  $v$  – скорость движения материала,  $\text{м/с}$ ;  $\rho$  – плотность материалов,  $\text{кг/м}^3$ ;  $k$  – коэффициент снижения производительности.

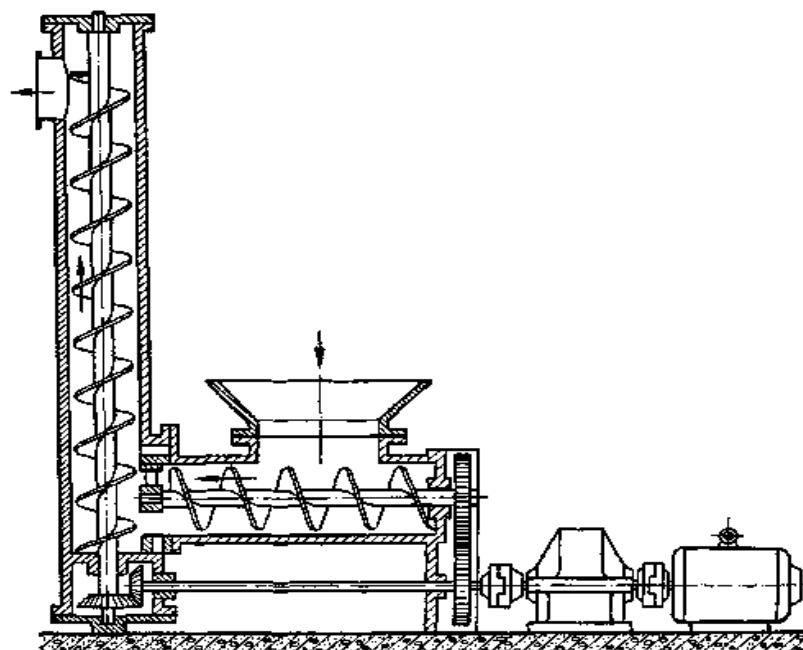


Рисунок 5.3 – Горизонтально-вертикальный винтовой конвейер

Для винтовых конвейеров площадь поперечного сечения потока материала,  $\text{м}^2$ :

$$F = n \cdot D^2 \cdot k_3 / 4 \quad (5.2)$$

где  $D$  – диаметр винта, м (по ГОСТ 2037–75  $D = 150; 200; 250; 300; 400; 500; 600$  мм);  $k_3$  – коэффициент заполнения желоба материалом ( $k_3 = 0,25 \dots 0,4$ ; причем меньшие значения принимаются для более абразивных материалов);  $v = Sn/60$  – скорость движения материала вдоль желоба, м/с;  $S$  – шаг винта, м ( $S = (0,8 \dots 1)D$ , м);  $n$  – частота вращения винта за 1 мин ( $n = 40 \dots 120 \text{ мин}^{-1}$ ; большие значения принимаются для хорошо сыпучих материалов; при транспортировании материалов в крутонаклонном направлении, т. е. при  $a = 65 \dots 75^\circ$ ,  $n = 256 \dots 300 \text{ мин}^{-1}$ ).

Производительность наклонного винтового конвейера снижается с увеличением угла наклона. Коэффициент снижения производительности наклонного шнека  $k = 1$  при  $a = 0^\circ$ ;  $k = 0,9$  при  $a = 5^\circ$ ;  $k = 0,8$  при  $a = 10^\circ$ ;  $k = 0,7$  при  $a = 15^\circ$ ;  $k = 0,65$  при  $a = 20^\circ$ .

Диаметр винта проверяется по крупности транспортируемого материала:  $D \geq (4 \dots 6)d_{\text{макс}}$  для рядового материала;  $D \geq (8 \dots 10)d_{\text{макс}}$  для сортированного материала.

## 4.2 Пример расчета

Спроектировать винтовой горизонтальный конвейер со следующими параметрами:

- Производительность  $Q = 4$  т/ч;
- Длина конвейера  $L = 15$  м;

Транспортируемый материал – зола сухая.

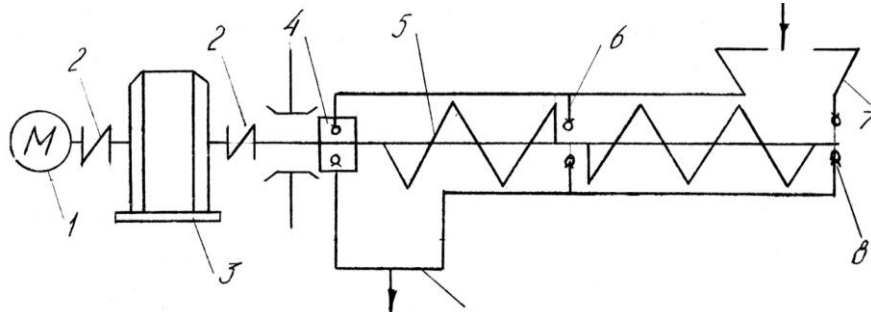


Рисунок 5.4 – Схема винтового конвейера

1 – двигатель; 2 – муфта; 3 – редуктор; 4 – подшипник упорный головной; 5 – вал с винтом; 6 – опора промежуточная; 7 – загрузочный патрубок; 8 – задний подшипник; 9 – разгрузочное устройство

### Решение

#### Исх. Данные В12

Вариант	Длина конвейера L, м	Производительность Q, т/ч
12	17	6,5
В-нт	Материал	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
12	Прокатная окалина	2250-2550

Производительность винтового конвейера рассчитывается по формуле:

$$Q = 60 \frac{\pi \cdot D^2}{4} t \cdot n \cdot \psi \cdot \rho \cdot C, \quad (1)$$

где  $D$  – диаметр винта, м;  $t$  – шаг винта, м;  $n$  – частота вращения винта, об/мин;  $\rho$  – плотность транспортируемого материала, т/м<sup>3</sup>;  $C$  – поправочный коэффициент, зависящий от угла наклона конвейера  $\beta$ , при  $\beta = 0^\circ$  принимаем  $C = 1$ ;  $\psi$  – коэффициент наполнения поперечного сечения винта, для абразивных материалов  $\psi = 0,125$ . W- 4. А-30. (табл. 5.1).

Из формулы (1) получим формулу для расчета диаметра винта:

$$D = \sqrt[3]{\frac{4Q}{60\pi \cdot n \cdot \psi \cdot \rho \cdot C}} \quad (2)$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 6,5}{60 \cdot 3,14 \cdot 60 \cdot 0,125 \cdot 2,3 \cdot 1}} = 0,199 = 200 \text{ мм}$$

Полученное значение округляем до ближайшего стандартного  $D = 200$  мм.

					МиТОМ.ПТУМЦ.Пр.№5.2021.Отчет	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

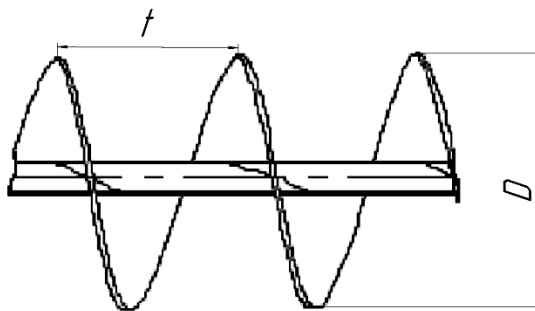


Рисунок 5.6 – Эскиз сплошного винта

Определяем шаг винта по соотношению:

$$t=0.8 D$$

Мощность на валу винта определяют по формуле

$$N = \frac{Q}{367} L_{\Gamma} \cdot W + 0,02 \cdot k \cdot q_K \cdot L_{\Gamma} \cdot v \cdot \omega_B, \quad (3)$$

Где:  $L_{\Gamma}$  – горизонтальная проекция длины конвейера, м;  $W$  – опытный коэффициент сопротивления при движении груза по желобу [табл. 5.1],  $W = 4$ ;  $k$  – коэффициент, учитывающий характер перемещения винта,  $k = 0,2$ ;  $q_K$  – погонная масса вращающихся частей конвейера, кг/м;  $v$  – осевая скорость движения груза, м/с;  $\omega_B$  – коэффициент сопротивления движению вращающихся частей конвейера, при подшипниках качения  $\omega_B = 0,08$ .

$$v = \frac{t \cdot n}{60} \quad (4)$$

$$v = \frac{0,2 \cdot 60}{60} = 0,2 \text{ м/с}$$

$$q_K \approx 80 \cdot D \quad (5)$$

$$q_K \approx 80 \cdot 0,2 = 16 \text{ кг/м}$$

$$N = \frac{6,5}{367} 17 \cdot 4 + 0,02 \cdot 0,2 \cdot 16 \cdot 17 \cdot 0,2 \cdot 0,08 = 1,221 \text{ кВт}$$

Определяем частоту вращения двигателя с учетом передаточного отношения редуктора и мощность двигателя с учетом КПД привода.

**Определение максимальной частоты вращения вала**

$$N_{эд} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,221}{0,8} = 1,52 \text{ кВт.}$$

Следовательно принимаем  $N=2,8 \text{ кВт}$ ,  $n=3000 \text{ об/мин.}$

$$i = \frac{n_{эд}}{n_B} = \frac{3000}{60} = 50.$$

Максимальную частоту вращения винта можно определить по формуле:

$$n_{\max} = \frac{A}{\sqrt{D}}, \quad (6)$$

где А– расчетный коэффициент, для абразивного материала А = 30 (табл. 4.1).

$$n_{max} = \frac{30}{\sqrt{0,2}} = 67,08 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Номинальную частоту вращения винта при заданной производительности и выбранном диаметре винта определяем по формуле:

$$n_{ном} = \frac{4Q}{60\pi \cdot D^2 \cdot t \cdot \psi \cdot \rho \cdot C} \quad (7)$$

$$n_{ном} = \frac{4 \cdot 6,5}{60 \cdot 3,14 \cdot 0,2^2 \cdot 0,2 \cdot 0,125 \cdot 2,3 \cdot 1} = 59,97 \text{ об/мин.}$$

Должно соблюдаться условие:

$$n_{max} > n_{ном} \quad (8)$$

$$67,08 > 59,97 \text{ об/мин}$$

### **Вывод.**

Изучили теоретические основы работы и методики расчета винтовых конвейеров. Определили диаметр винта D=200 мм, мощность на валу винта N=1,221 кВт, определили максимальную частоту вращения вала  $n_{max}=67,08 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$ .  $n_{ном} = 59,97 \text{ об/мин.}$

					МиТОМ.ПТУМЦ.Пр.№5.2021.Отчет	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		