

## К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИНТОВЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Пиназаров А.А  
Х.Ж.Абдугаффаров

**Ключевые слова:** винтовой линия, лопость, число Рейнольдса, эквивалентный диаметр.

*В работе рассмотрены теоретические и экспериментальные исследования по определению конструктивных и режимных параметров винтовых конвейеров при разных режимах работы с обработкой данных методом Гагена-Пуазейля. Рекомендована три варианта применения конвейеров для транспортирования различных сыпучих материалов.*

**Keywords:** Reynolds number, equivalent diameter, dispersed material, spiral channel.

*Research has been conducted on defining constructive and mode parameters of the spiral conveyers. Experimental findings have been conducted on different modes of the conveyors, data have been processed using the Gagen-Puazeyl method. As a result of research three options have been recommended for usage of the conveyors to transport different dispersed materials.*

В хлопкоочистительной химической, пищевой, медицинской и других отраслях промышленности для перемещения преимущественно сухих хорошо сыпучих грузов (пылевидных до мелкокусковых) используют винтовые конвейеры.

Обычно винтовые конвейеры бывают горизонтальными или пологонаклонными под углом до 20° и вертикальными или крутонаклонными. Преимущества винтовых конвейеров простота устройства и несложность технического обслуживания, наибольшие габаритные размеры, удобство промежуточной разгрузки, герметичность и т.д. [1].

В целях более рационального использования их следует находить оптимальные конструктивные и режимные параметры.

В работе рассматривается методика определения основных параметров конвейера. В качестве объекта исследования принят бесконечно малый элемент [2] винтового канала в перпендикулярном к его оси сечении площадью  $dF_1 = r * dr * d\varphi$  где  $r, \varphi$  – текущие координаты элемента. При этом площадь живого сечения потока транспортируемого материала, проходящего через этот элемент, будет

$$dF = dF_1 * \cos(\chi), \quad (1a)$$

где  $(\chi)$  – угол между осью канала и вектором скорости потока в данной точке, направление которого соответствует направлению винтовых поверхностей винта конвейера. Причем  $\cos(\chi) = \sin\gamma$ . Здесь  $\gamma$  – угол наклона

винтовой поверхностью к плоскости, перпендикулярной к продольной оси канала. Тогда

$$dF = r * dr * d\varphi * \sin\gamma \quad (16)$$

Полагая, что  $\tan\gamma = \frac{S}{2\pi r}$ , после ряда преобразований, имеем [2]

$$dF = \frac{S * r * dr * d\varphi}{2\pi \sqrt{r^2 + \left(\frac{S}{2\pi}\right)^2}}$$

где  $S$  – шаг винта конвейера. Далее получим выражение действительной площади живого сечения канала с винтом.

$$F = \int_{r_0}^{r_1} \frac{S * r * dr * d\varphi}{2\pi \sqrt{r^2 + \left(\frac{S}{2\pi}\right)^2}} \quad (2)$$

После интегрирования, и с учётом

$$F = S \left[ \sqrt{r_1^2 + \left(\frac{S}{2\pi}\right)^2} - \sqrt{r_0^2 + \left(\frac{S}{2\pi}\right)^2} \right] - 2\delta(r_1 - r_0), \quad (3)$$

где  $r_0$  и  $r_1$  – соответственно радиусы вала и винта,  $\delta$  – толщина стенки винта. Отсюда видно, что действительная площадь живого сечения конвейера возрастает с увеличением шага винта  $S$ . В случае  $S = \infty$  действительная площадь живого сечения приближается к площади поперечного сечения желоба конвейера  $F_0$ .

Обработка полученных экспериментальных данных для винтовых конвейеров, транспортирующих дисперсные материалы, осуществлялась, пользуясь уравнением Гагена- Пуазейля [3], имеющим вид

$$\varepsilon = \frac{\rho \delta}{Re} \quad (4)$$

где коэффициент трения  $\varepsilon$  и число Рейнольдса  $Re$  предварительно были найдены по следующим формулам

$$\varepsilon = \frac{P/\Pi}{\rho * v^2 / 2 * l / d_э} \quad (5)$$

$$Re = \frac{v * d_э * \rho}{\mu} \quad (6)$$

Здесь  $P$  и  $\Pi$  – мощность и производительность конвейера;  $\rho$  и  $v$  соответственно плотность и средняя скорость транспортируемого материала;  $l$  – длина винтового канала;  $\mu$  – динамическая вязкость материала;  $d_э$  – эквивалентный диаметр винтового канала;

Формула (4) выражает связь коэффициента трения и числа Рейнольдса, т.е. характеризует мощность конвейера  $P$  при транспортируемого материала производительностью  $\Pi$  на длину  $l$  в винтом канале с эквивалентным диаметром  $d_э$  и со средней скоростью  $v$ .

Параметр  $P/\Pi * l$  представляет собой удельную энергоёмкость, т.е. количество расходуемой энергии при транспортировании дисперсного материала конвейером с производительностью  $1 \text{ м}^3/\text{с}$  на длину  $1 \text{ м}$ .

Динамическая вязкость транспортируемого материала может быть найдена по выражению

$$\mu = c * t(\rho_{ш} - \rho_{ж}) \quad (7)$$

где  $c$ -константа шарика прибора;  $t$ - время качения шарика;  $\rho_{ш}$  и  $\rho_{ж}$  – соответственно плотность шарика и исследуемой жидкости.

Вязкость перемещаемого по желобу конвейера материала зависит от его физико-механических характеристик, конструктивных и режимных параметров конвейера.

Средняя скорость транспортируемого материала можно найти пользуясь формулой (2).

Эквивалентный диаметр винтового канала определяется по формуле

$$d_э = \frac{S(D-d)\sin\gamma}{S*\sin\gamma + \frac{D-d}{2}} \quad (8)$$

где  $D$  и  $d$  – соответственно диаметр винта и вала;  $\gamma$ - угол подъёма винтовой поверхности по среднему диаметру  $D$  винта,  $D = \frac{D-d}{2}$ .

При выполнении расчётов в формулы (5) и (6) подставлены среднеарифметические значения из трёх экспериментальных данных  $P$  и  $L$ .

Теоретическое обобщение произведено с учётом данных экспериментальных исследований отечественных (А.М. Григорьева, Х.Ж.Абдугаффарова) и зарубежных (А.Kh.Villisa, A.V.Robertsf и др.) учёных, а также производственных данных разных завода. При этом выбор различных конструктивных параметров конвейеров и различных частиц дисперсных материалов (хлопковой семена, суперфосфат, овоёс, пшеница и т.д.) осуществлялся для конвейеров с параметрами  $D=0,05-0,4$  м,  $l=0,7-10$  м,  $S=0,03-0,32$  м,  $n=50-1200$  мин<sup>-1</sup>.

Пользуясь опытными данным составлен график зависимости коэффициента трения (сопротивления)  $\varepsilon$  от числа Рейнольдса  $Re$ , из которого следует, что все опытные точки размещаются вдоль прямой не превышают 20-25%, и связаны они в основном со скольжением материала по станке желоба и винта конвейера.

В зависимости от числа Рейнольдса можно рекомендовать три варианта три варианта применения винтового конвейера:

В первом случае ( $Re < 10$ ) можно использовать конвейеры с  $n < 300$  мин<sup>-1</sup>,  $D=0,05-0,3$  м и  $K_s = \frac{S}{D} = 0,8 - 1,0$  для транспортирования порошкообразных и мелкозернистых материалов.

При втором варианте ( $Re=10-100$ ) – конвейеры с  $n=400-1200$  мин<sup>-1</sup>,  $D=0,05-0,15$  м и  $K_s=0,6-1,0$  следует использовать для перемещения любых материалов.

По третьему варианту ( $Re>100$ )- конвейеры с  $n=500-900$  мин<sup>-1</sup>,  $D=0,1-0,2$  м пригодны для транспортирования легкоперемещаемых материалов с небольшим коэффициентом трения скольжения  $\varepsilon$  о желоб и винт.

Анализ данных экспериментальных исследований показывает, что существенное влияние на число Рейнольдса оказывает частота вращения винта в минуту  $n$ . Составлен график зависимости числа  $Re$  от  $n$  для различных дисперсных материалов и шагов винта.

Определение основных параметров конвейера заключается в следующем. Задавшись некоторой величиной производительности конвейера  $\Pi$ , ориентировочно принимают  $D$ ,  $K_s = \frac{s}{D}$ ,  $K_d = \frac{d}{D}$ . Затем по приведённым выше формулам находят значения (4), (5) и (6) определяют параметры  $Re$ ,  $\varepsilon$  и  $P$ .

В заключение следует отметить, что проведенная работа и анализ экспериментальных данных подтверждают возможность применения уравнения Гагена-Паузейля для исследования транспортирования дисперсных материалов, показывают преимущества данного метода для расчёта и выбора основных характеристик винтового конвейера.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Abdugaffarov KH.J, Safoev A.A and Murodov O.J. // Improving the quality of lint by strengthening the cleaning of cotton seeds from waste. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, **862(3)**, 032026
2. KH.J.Abdugaffarov., G.B.Zaydullaeva., G.O.Otakhonov, Zh.D. Ulugmurodov Research of the influence of the passive area on the productivity of the screw conveyor with a cleaning section of cotton seeds. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING AND INFORMATION SYSTEMS (IJEAIS)*. volume 5, issue 4, april 2021. Pages: 266-272
3. KH.J.Abdugaffarov., J.Abdimuratov. //Experimental studies of the screw conveyor to transport the cotton seeds. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH IN SCIENCE ENGINEERING AND TECHNOLOGY*. Of ijarset, volume 6, issue 6, june 2019