

К оптимизации геометрии червячного нагнетателя

Д.т.н. Арет В.А., д. мед. н. Закревский В.В.,
соискатели Байченко Л.А., Долгих С.А.

С использованием модели вязкоупругой пробки при определенных ограничениях Арет В.А. получил расчетную формулу вида:

$$f(x) = \frac{\pi^2 \cdot D^2 \cdot \cos\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot x}{360}\right) \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot x}{360}\right) \cdot H \cdot \omega \cdot 10^{-6}}{\cos\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot x}{360}\right) + \sin\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot x}{360}\right) \cdot \cot \left[a \cos \left[1 - 2 \cdot \left(\frac{H}{D}\right) \cdot \left[1 - \frac{1 - \left(\frac{H}{D}\right)}{\pi \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot x}{360}\right)} \right] \right] - \frac{2 \cdot \pi \cdot x}{360} \right]}, \quad (1)$$

где $f(x)$ — функция объемного расхода ($\text{м}^3/\text{с}$) аппарата в зависимости от угла подъема x винтовой линии червяка в градусах; D — внешний диаметр червяка, м; H — глубина червячного канала, м; ω — угловая скорость червяка, с^{-1} .

Формула (1) позволяет исследовать влияние угла подъема винтовой линии на объемную производительность. Диапазон изменения угла подъема винтовой линии принят от 16 до 40 с шагом в два градуса. Глубина канала равна 0,014 м; диаметр червяка равна 0,065 м; угловая скорость равна 1 с-1.

Далее в таблице приведены данные численного расчета. Очевидно, оптимальное, в смысле максимальной производительности, значение угла подъема винтовой линии по внешнему диаметру червяка находится в окрестности 25 градусов.

№№ п.п.	Угол подъема винтовой линии x , в градусах	Объемная производительность, $f(x) \cdot 10^6, \text{ м}^3/\text{с}$
1	16	3,387
2	18	40,969
3	20	55,097
4	22	61,998
5	24	64,943
6	26	65,099
7	28	63,029
8	30	59,077
9	32	53,496
10	34	46,499
11	36	38,283
12	38	29,040
13	40	18,963

Для удобства инженерных расчетов вместо формулы (1) численной обработкой данных таблицы получено следующее простое выражение:

$$f(x) = (314,17165 - 6,5741448 \cdot x - 51766,16 \cdot x^{-2}) \cdot 10^{-6} \quad (2)$$

При этом среднеквадратичное отклонение $S = 2.063$ и коэффициент корреляции $r = 0.996$.

Дифференцируя функцию (2) и приравнявая производную к нулю, определим, что максимум производительности при данных параметрах червяка достигается при оптимальном угле подъема винтовой линии равному $25,076$ градусам. Изложенная методика позволяет рассчитать максимальную производительность при любых других величинах геометрии червяка.