

Расчет оптимальных параметров полуоткрытого рабочего колеса центробежного малорасходного насоса

08, август 2015

Протопопов А. А.^{1,*}

УДК: 51-74

¹Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

[*proforg6@yandex.ru](mailto:proforg6@yandex.ru)

Введение

К современным малорасходным центробежным насосам предъявляются высокие требования по ресурсу, габаритам и КПД. Эти требования обуславливают необходимость разработки методики расчета малорасходного центробежного насоса, позволяющая найти такое соотношение конструктивных параметров, обеспечивающих наилучшее соотношение этих требований (критериев качества насоса). В качестве исходных данных для расчета выступают значения требуемого напора и подачи центробежного насоса. В качестве искомых параметров выступают основные конструктивные параметры – частота вращения вала центробежного насоса, диаметр рабочего колеса на входе и на выходе, углы установки лопастей рабочего колеса на входе и на выходе, ширина рабочего колеса на входе и на выходе и значения осевого зазора между корпусом и рабочего колеса центробежного насоса. В данной статье ограничимся разработкой методики нахождения оптимальной частоты вращения вала малорасходного центробежного насоса.

1. Определение оптимальной частоты вращения вала ЭНА

Существующие методики расчета центробежных насосов [1], [2], [4] традиционно начинаются с определения частоты вращения вала центробежного насоса. Обычно частоту вращения вала центробежного насоса выбирают из компромисса КПД насоса и его кавитационных характеристик. В качестве оценочной величины кавитационных характеристик обычно выступает кавитационный коэффициент быстроходности [1],[2].

Однако, в случае относительно малых величин подачи такой подход не годится, так как даже при очень больших величинах частоты вращения вала центробежного насоса значения кавитационного коэффициента быстроходности все равно остается малым.

Все это обуславливает осуществление поиска новых критериев по которым можно было бы выбирать частоту вращения вала малорасходного центробежного насоса.

С помощью математического моделирования центробежного насоса было установлено, что наиболее существенными критериями для определения оптимальной частоты являются ресурс и радиальный габарит.

Для нахождения зависимости ресурса от частоты была найдена эквивалентная радиальная сила, действующую на наиболее нагруженный подшипник.

С учетом [4] получаем ресурс:

$$T = 0,7 \cdot \left(\frac{C}{P_{r_{\text{экв}}}(n)} \right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n}, \quad (1)$$

где T – ресурс наиболее нагруженного подшипника, C – базовая радиальная грузоподъемность подшипника, $P_{r_{\text{экв}}}(n)$ – эквивалентная радиальная сила, действующая на наиболее нагруженный подшипник, n – частота вращения вала насоса. В ходе работы по расчету насоса была установлена зависимость эквивалентной радиальной силы от частоты, что позволяет получить окончательный вид функции $T(n)$.

Аналогично для радиального габарита найдена зависимость от частоты, она имеет вид:

$$R_2 = \frac{\sqrt{\frac{H \cdot g}{0,64}} \cdot 30}{\pi \cdot n}, \quad (2)$$

где H – напор насоса, g – ускорения свободного падения.

Представив радиальный габарит в виде $x = \frac{1}{R_2}$, используя формулы (1) и (2), получим компромиссную кривую $F(T, x)$

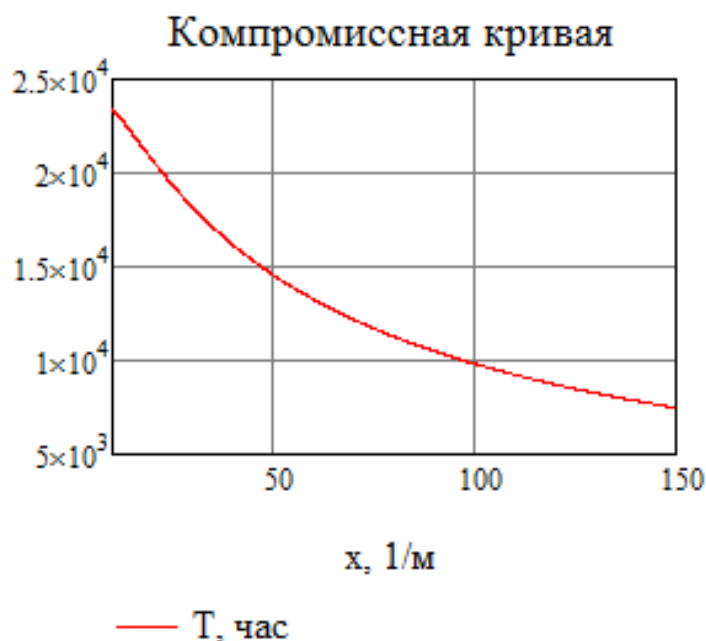


Рис. 1. Компромиссная кривая ресурс – радиальный габарит

Выбор точки $x_{\text{опт}}$ на этой кривой позволяет найти соответствующую ей величину частоты вращения ротора из формулы (5):

$$n_{\text{опт}} = \frac{\sqrt{\frac{H \cdot g}{\gamma \cdot \eta_{\Gamma}} \cdot 30 \cdot x_{\text{опт}}}}{\pi}. \quad (3)$$

Заключение

В ходе работы над экспериментальным насосом на малые подачи были определены оптимальные значения его основных конструктивных параметров по заданным критериям: ресурс и радиальный габарит.

Разработанная методика позволяет определять оптимальную частоту вращения вала центробежного насоса и оптимальные значения основных конструктивных параметров рабочего колеса в случае малой величины его подачи.

Список литературы

1. Михайлов А.К., Малюшенко В.В. Лопастные насосы. Теория, расчет и конструирование. М.: Машиностроение. 1977. 288 с.
2. Ломакин А.А. Центробежные и осевые насосы. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Машиностроение. 1966. 354 с.
3. Дунаев П.Ф. Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений. 12-е изд. стер. М.: Издательский центр «Академия». 2009. 496 с.
4. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры. 2-е издание, перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат. 1984. 416 с.