

Расчёт полей линий уровня коэффициента быстроходности центробежного нагнетателя космического аппарата

А.В. Бобков, Н.И. Каталажнова, А.А. Качалов

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

Малорасходные гидравлические системы (МГС) с насосной подачей

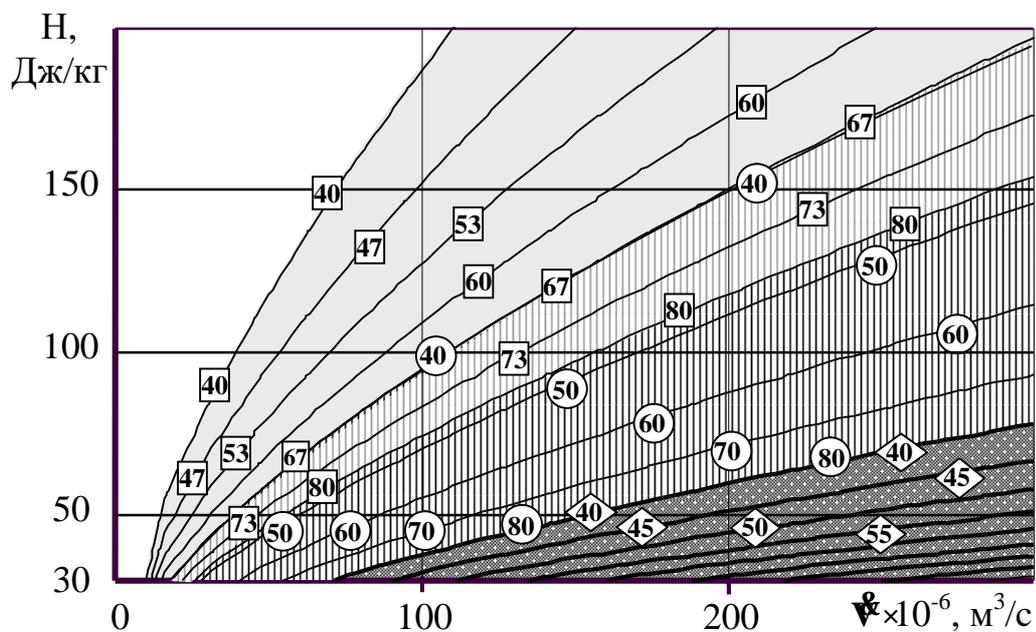
рабочего тела нашли широкое применение в энергетических комплексах авиакосмического назначения. В подавляющем большинстве таких МГС применяются малоразмерные центробежные нагнетатели с невысоким коэффициентом расхода рабочего тела $\bar{c}_{2m} = c_{2m}/u_2 \leq 0.1$. При согласовании энергетических характеристик насосов и гидросопротивления трактов подачи требуемый напор при числах оборотов $n = (3 \dots 10) \cdot 10^3$ об/мин обеспечивается рабочим колесом (РК), диаметр которого не превышает $50 \cdot 10^{-3}$ м, что и позволяет классифицировать такие нагнетатели, как малоразмерные.

Рассмотрим требования к проточной форме РК центробежного нагнетателя, предназначенного для работы в малорасходной гидравлической системе космического аппарата (КА), например, МГС терморегулирования КА с параметрами: гидравлическое сопротивление $\Delta p_{гс}$ циркуляционного тракта МГС изменяется в диапазоне $\Delta p_{гс} = (0.03 \dots 0.2)$ МПа, а расход рабочего тела \dot{V} не превышает $300 \cdot 10^{-6}$ м³/с. Приняв эти показатели, как выходные параметры нагнетателя и, учитывая, что в МГС применяются электроприводы с угловой частотой вращения вала $\omega = (314 \dots 1047) \cdot \text{с}^{-1}$, найдём коэффициент быстроходности n_s , регламентирующий отношение D_1/D_2 РК лопаточных нагнетателей:

$$n_s = 193.3 \frac{\omega \sqrt{\dot{V}}}{H^{3/4}},$$

где ω - угловая частота вращения вала, с^{-1} ; \dot{V} - расход, м³/с; H – напор, Дж/кг.

На графике указаны границы полей линий уровня коэффициента быстроходности $n_s = f(\dot{V}, H) = \text{const.}$ для трёх вариантов угловой частоты вращения



Поля значений $n_s = 40 \dots 80$ при различных ω :

ω , c^{-1}	Поле значений n_s для $\omega = \text{const.}$	Обозначение величины линии уровня $n_s = \text{const.}$
314		
628		
1047		

ротора ω : $314 \cdot c^{-1}$, $628 \cdot c^{-1}$ и $1047 \cdot c^{-1}$, которые соответствуют числам оборотов $n = 3 \cdot 10^3$ об/мин, $6 \cdot 10^3$ об/мин, $10 \cdot 10^3$ об/мин.

Границы значений n_s укладываются в диапазон значений $n_s = 40 \dots 80$, удовлетворяющих всем реально возможным сочетаниям расхода рабочего тела и гидравлического сопротивления циркуляционного тракта МГС. Интервал $n_s \leq 80$ означает, что для систем КА с активной циркуляцией рабочего тела требуются центробежные нагнетатели, относящиеся к классу тихоходных. Наложение двух полей в средней части графика указывает на то, что в этой зоне возможны 2 режима работы нагнетателя: с угловой частотой $\omega = 1047 \cdot c^{-1}$ или $\omega = 628 \cdot c^{-1}$ и соответствующим значением коэффициента быстроходности n_s , не выходящим за рамки диапазона $n_s = 40 \dots 80$.