

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАПОРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ДОСТУПНОГО КАВИТАЦИОННОГО ЗАПАСА ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА С ТАНГЕНЦИАЛЬНЫМ ПРОФИЛЕМ РАБОЧЕГО КОЛЕСА

Черненко В.В.¹, Файзуллин Р.Р.¹

¹Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск, ryslanfaizullin@yandex.ru

Ключевые слова: Центробежный насос, рабочее колесо, кавитация.

Центробежные насосы с тангенциальным профилем рабочего колеса (лопатки выходят под углом 90° к радиусу) находят применение в системах, где требуется высокий напор при относительно небольшом расходе. Отличительной особенностью таких насосов является повышенная чувствительность к кавитации, что обуславливает необходимость оценки кавитационного запаса в реальных условиях эксплуатации [1].

Целью работы является экспериментальное определение напорной характеристики и доступного кавитационного запаса центробежного насоса с тангенциальным рабочим колесом. На рис.1, изображена схема экспериментального стенда, которая включает: 1 – бак с водой, 2 – шаровой клапан, 3 – фильтр, 4 – вакуумметр, 5,10 – манометр, 6 – центробежный насос, 7 – упругая муфта, 8 – электродвигатель, 9 – клапан трёхходовой, 11 – расходомер, 12 – регулирующий клапан с маховиком, 13 – термометр [2].

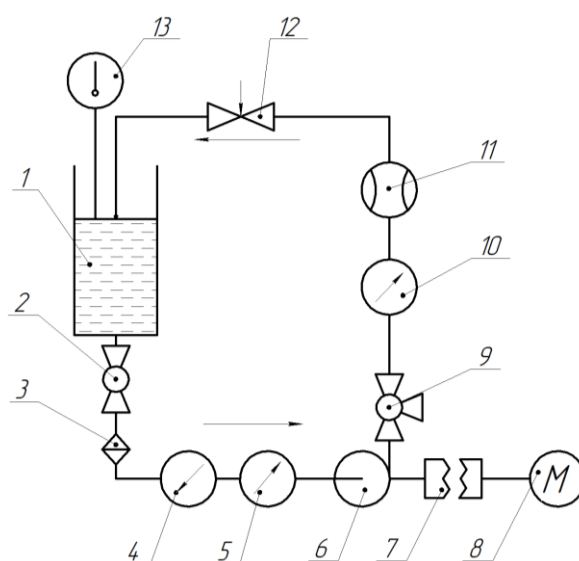


Рис. 1 – Пневмогидравлическая схема стенда

Измеряемые параметры: температура жидкости в баке, давление на входе в насос; давление на выходе из насоса, расход жидкости Q , м³/с. Мощность на валу насоса в работе не определялась, поэтому расчёт КПД не проводился.

Разрежение на входе измерялось вакуумметром ВО 11201 классом точности 0,4, избыточное давление – манометром МО 11202 классом точности 0,4. Расход изменялся дросселированием с помощью регулирующего клапана с маховиком на нагнетательном трубопроводе. Частота вращения насоса поддерживалась постоянной 2800 об/мин. Объёмный расход определяется с помощью тахометрического расходомера 1 inch DN25 с классом точности 0,5. Диаметр всасывающего патрубка и отводящего центробежного насоса составляет 20 мм.

Напорная характеристика. На рис. 2, представлена зависимость напора насоса от расхода.

Напор центробежного насоса рассчитывался по формуле (1) [1]:

$$H = \frac{P_{\text{вых}} - P_{\text{вх}}}{\rho g}, \quad (1)$$

где $p_{\text{вых}}$ – давление жидкости на выходе с насоса, $p_{\text{вх}}$ – давление жидкости на входе в насос, ρ – плотность жидкости, g – ускорение свободного падения.

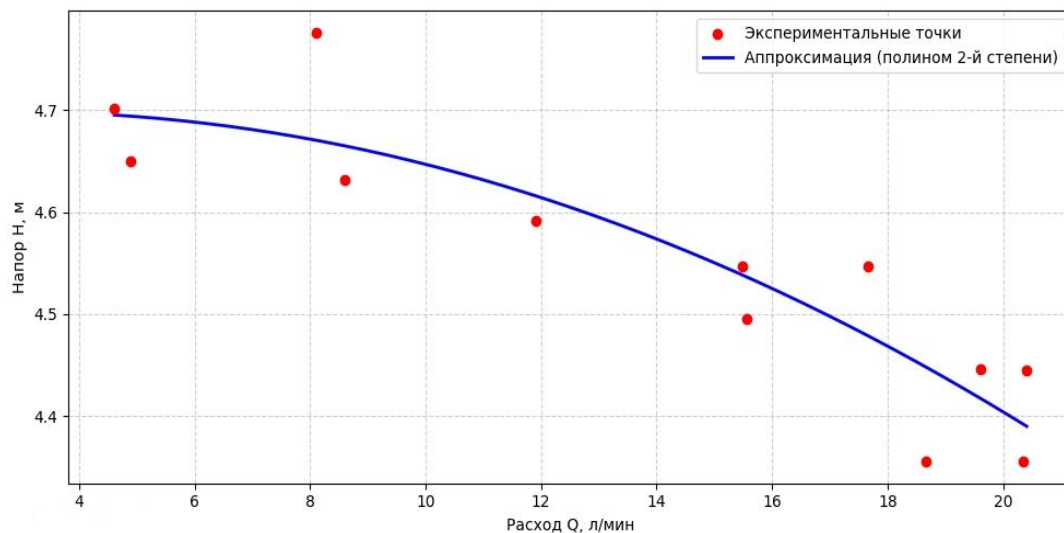


Рис. 2 – Напорная характеристика $H(Q)$

Напор убывает с ростом расхода, что соответствует теоретическим представлениям о работе центробежного насоса. Напор при нулевом расходе составил 4,76 м. При максимальном расходе $Q = 0,00034 \text{ м}^3/\text{с}$ напор составил 4,44 м.

Кавитационный запас. На рис. 3, представлена зависимость доступного кавитационного запаса от расхода.

Доступный кавитационный запас рассчитывался по формуле (2) [1]:

$$\Delta h = \frac{p_{\text{вх}} - p_{\text{нас}}}{\rho g} + \frac{v_{\text{вх}}^2}{2g}, \quad (2)$$

где $p_{\text{нас}}$ – давление насыщенных паров жидкости при температуре T ; $v_{\text{вх}}$ – скорость потока на входе в насос, рассчитывается по расходу и диаметру входа.

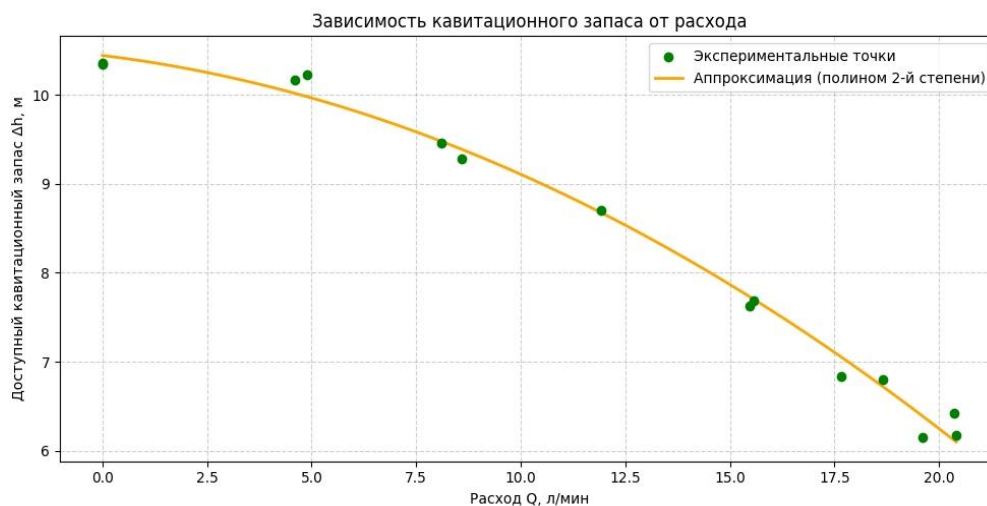


Рис. 3 – Зависимость доступного кавитационного запаса от расхода $\Delta h(Q)$

Графики построены по 12 замерам: 6 – при прямом ходе регулирования (от минимального расхода к максимальному) и 6 – при обратном (от максимального к минимальному). Время между каждым замером 5 мин.

С ростом расхода доступный кавитационный запас уменьшается. Это объясняется снижением давления на входе при увеличении скорости потока и потерь в трубопроводе.

Температура меняется незначительно в пределах 1,5–2 °С.

Список литературы

1. Краев М. В., Лукин В. А., Овсянников Б. В. Малорасходные насосы авиационных и космических систем. – М.: Машиностроение, 1985. – 128 с.

2. Разработка стенда проведения гидродинамических испытаний малорасходного центробежного насоса / В. В. Черненко, Д. В. Черненко, А. А. Зуев, Р. Р. Файзуллин // Сибирский аэрокосмический журнал. – 2025. – Т. 26, № 4. – С. 574–584. – DOI 10.31772/2712-8970-2025-26-4-574-584. – EDN HVSAWO.

Сведения об авторах

Черненко Валентина Викторовна – старший преподаватель кафедры двигателей летательных аппаратов

Файзуллин Руслан Ринатович – студент кафедры двигателей летательных аппаратов

EXPERIMENTAL STUDY OF THE HEAD CHARACTERISTICS AND AVAILABLE POSITION HEAD RESERVE OF A CENTRIFUGAL PUMP WITH A TANGENTIAL IMPELLER PROFILE

Chernenko V.V¹, Faizullin R.R.¹

¹M.F. Reshetnev Siberian State University of Science and Technology,
Krasnoyarsk, ryslanfaizullin@yandex.ru

Keywords: Centrifugal pump, impeller, cavitation.

An experimental study of a centrifugal pump with a tangential impeller profile was conducted. The pressure characteristic and the dependence of the available positive suction head on the flow rate were obtained. The head decreases from 4.76 m to 4.44 m as the flow rate increases up to 0.00034 m³/s. The available NPSH decreases from 10.34 m to 6.17 m.