

## УСЛОВИЯ УСТОЙЧИВОЙ РАБОТЫ ОБРАТНОГО КЛАПАНА В ПУСКОВОМ РЕЖИМЕ ВОДООТЛИВНОЙ УСТАНОВКИ

**Мистибиркина Э.В., студентка; Никулин Э.К., доц., к.т.н., с.н.с.**

(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина)

При пуске центробежного насоса водоотливной установки при полностью заполненном водой нагнетательном трубопроводе весьма актуальными являются вопросы, связанные с надежностью работы напорного обратного клапана.

Для того, чтобы в этом случае открылся обратный клапан, напор, развиваемый насосом при нулевой подаче  $H_0$ , должен быть равен сумме геометрической высоты водоподъема  $H_\Gamma$  и потере напора на обратном клапане  $\Delta H_{\text{кл}}$ :

$$H_0 = H_\Gamma + \Delta H_{\text{кл}}. \quad (1)$$

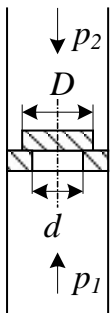


Рисунок 1 – Расчетная схема обратного клапана

Как известно, потеря напора на обратном клапане, расчетная схема которого приведена на рис. 1, при его открытии определяется по следующей формуле:

$$\Delta H_{\text{кл}} = \frac{p_1 - p_2}{\rho g}, \quad (2)$$

где  $p_1$  и  $p_2$  – соответственно давления воды перед клапаном и за клапаном, Па;

$\rho$  – плотность воды, кг/м<sup>3</sup>;

$g$  – ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>.

Для открытия обратного клапана без учета его веса должно иметь место следующее условие:

$$p_1 \cdot \frac{\pi d^2}{4} \geq p_2 \cdot \frac{\pi D^2}{4}, \quad (3)$$

После преобразования соотношения (3) имеем

$$p_1 \geq p_2 \left( \frac{D}{d} \right)^2. \quad (4)$$

Используя выражения (2) и (4), а также считая, что приближенно  $\frac{p_2}{\rho g} \approx H_\Gamma$ , получим

$$\Delta H_{\text{кл}} = \frac{p_1 - p_2}{\rho g} = \frac{p_2 \left( \frac{D}{d} \right)^2}{\rho g} - \frac{p_2}{\rho g} = \frac{p_2}{\rho g} \left[ \left( \frac{D}{d} \right)^2 - 1 \right] = \left[ \left( \frac{D}{d} \right)^2 - 1 \right] H_\Gamma. \quad (5)$$

Для обратных клапанов, которыми оборудуются водоотливные установки, обычно принимают  $\frac{D}{d} \approx 1,05$ . Тогда из (5) находим

$$\Delta H_{\text{кл}} \approx 0,1 H_\Gamma.$$

Следовательно, движение воды в напорном трубопроводе начинается при напоре  $H_0'$ :

$$H_0' > H_\Gamma + \Delta H_{\text{кл}} > H_\Gamma + 0,1 H_\Gamma > 1,1 H_\Gamma.$$

После преобразований последнего выражения имеем:

$$\frac{H_0'}{H_\Gamma} \geq 1,1. \quad (6)$$

На основании проведенных исследований, устойчивость режима пуска и последующей работы насосной установки возможна при выполнении следующего соотношения

$$n_{\min} = n \sqrt{\frac{H_\Gamma}{H_0'}}, \quad (7)$$

где  $n$  – номинальная скорость вращения рабочего колеса насоса;

$n_{\min}$  – минимально допустимая скорость вращения рабочего колеса насоса.

После подстановки значения  $H_0'$  из (6) в (7) и соответствующих преобразований получаем

$$\tilde{n} = \frac{n_{\min}}{n} \approx 0,953, \quad (8)$$

где  $\tilde{n}$  – безразмерный комплекс, который отражает максимально возможную глубину регулирования скорости вращения рабочего колеса насоса и определяет время достижения минимальной скорости вращения  $n_{\min}$  при пуске насоса согласно формуле

$$t = \tilde{n} \cdot 60, \quad (9)$$

где  $t$  – время, с.

Кроме того, комплекс  $\tilde{n}$  является расчетным параметром при расчете максимально допустимой геометрической высоты водоподъема  $H_\Gamma$  с использованием известного соотношения для турбомашин вида

$$\frac{H_0'}{H_0} = \tilde{n}^2. \quad (10)$$

Из соотношения (10) следует

$$H_0' = \tilde{n}^2 \cdot H_0. \quad (11)$$

Подставив  $H_0'$  из (11) в неравенство (6), найдем

$$H_\Gamma \leq \frac{\tilde{n}^2}{1,1} \cdot H_0, \quad (12)$$

где  $H_0$  – паспортная величина, определяемая для конкретного типа насоса из справочной литературы.

Из (12) получаем

$$H_\Gamma \leq 0,8256H_0. \quad (13)$$

Полученное соотношение удовлетворяет общепринятому условию устойчивой работы водоотливной установки, выражающимся известным неравенством:  $\frac{H_\Gamma}{H_0} \leq 0,95$ .

Вывод

В результате проведенных исследований получены расчетные формулы и соотношения для определения параметров  $\tilde{n}$ ,  $H_\Gamma$  и  $t$ , обеспечивающих устойчивую работу обратного клапана в пусковом режиме водоотливной установки.