

УДК 621.226 (075.8)

М.П. Морозов (6 курс, каф. ГМ), А.А. Жарковский, к.т.н., доц.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ ЛОПАСТИ НА ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА РК ЦН

Разработка достаточно надежных ММ проектирования и оценки гидравлических качеств для РК ЦН позволила на их основе приступить к оптимизации формы проточной части. Для РК оптимизационный процесс можно разбить на три уровня: 1) выбор основных параметров; 2) проектирование меридианного сечения; 3) проектирование лопастной системы. На третьем (нижнем) иерархическом уровне проектируется и оптимизируется лопастная система при заданных на верхних уровнях значениях основных параметров ($\beta_{л2}$, b_2/D_2 , z , ...) и заданной форме меридианного сечения.

Проектирование лопастной системы ведется в два этапа: сначала определяется положение входной и выходной кромок, а затем на отдельных поверхностях тока проектируются решетки профилей, из которых состоит лопастная система РК. В данном рассмотрении выходная кромка находится на диаметре D_2 и не оптимизируется. Входная кромка – прямолинейной формы и задается параметрами r_{1cp} , z_{1cp} , α_{1cp} . Лопастная система РК, как и меридианное сечение проектируется на основе обратной гидродинамической задачи, когда по задаваемому закону относительной скорости $\overline{W}(\bar{s})$ вдоль скелетной линии определяется форма самой скелетной линии. Профиль скорости $\overline{W}(\bar{s})$ может быть задан в безразмерном виде параболой второго порядка

$$\overline{W}(\bar{s}) = \frac{W(\bar{s})}{W_{мин}(\bar{s})} = 1 + \frac{\bar{s}}{\bar{s}_{\Delta W}} \cdot \frac{\bar{s} - 1}{\bar{s}_{\Delta W} - 1} \cdot \Delta \overline{W}, \quad (1)$$

где $\Delta \overline{W}$ – прогиб безразмерной относительной скорости вдоль скелетной линии лопасти от линейного закона на расстоянии $\bar{s}_{\Delta W}$ от выхода из РК вдоль линии тока в меридианной плоскости. Толщина профиля на данном этапе исследований задавалась постоянной. Варьируя величины $\Delta \overline{W}$, $\bar{s}_{\Delta W}$, можно получать профиль разной формы с нагрузкой, смещенной ко входу, выходу или расположенной в средней части лопасти. Итак в случае прямолинейной кромки варьироваться величины параметров r_{1cp} , z_{1cp} , α_{1cp} , $\Delta \beta_1$, $\Delta \overline{W}$, $\bar{s}_{\Delta W}$. В данной работе методом целенаправленного перебора было исследовано влияние параметров $\Delta \beta_1$, $\Delta \overline{W}$, $\bar{s}_{\Delta W}$ на гидравлические качества РК с цилиндрической формой лопастей с $\beta_{л2} = 20^\circ \div 35^\circ$ для консольного насоса 4К-8 с $n_s \approx 90$. Наименьшие потери были получены при отрицательном угле атаки $\Delta i_1 = -5^\circ$, отрицательном прогибе скорости $\Delta W = -0.3$ и его расположении в диапазоне $S_{\Delta W} = 0.2-0.6$. Этим параметрам соответствует наиболее короткая лопасть и, соответственно, наиболее короткий межлопастной канал РК. Гидравлические потери в РК при $\Delta W = -0.3$ мало зависят ($\Delta \eta_{г,рк} = 4,7\% \div 5,9\%$) от угла атаки ($\Delta i_1 = -5^\circ \div +5^\circ$). При положительном прогибе скорости $\Delta W = +0.6$ (длинные лопасти и каналы) потери более существенны и изменяются при варьировании угла атаки от -5° до $+5^\circ$ в пределах 4%. Разница в гидравлических потерях между случаями $\Delta W = -0.3$ и $\Delta W = +0.6$ сокращается с ростом угла атаки от -5° до $+5^\circ$. Улучшение гидравлических показателей приводит к ухудшению кавитационных качеств. С увеличением угла $\beta_{л2}$ гидравлические потери в РК в основном для всех рассмотренных вариантов уменьшаются, напор увеличивается. Для данного коэффициента быстроходности можно рекомендовать увеличение угла выхода из РК до 35° , если не требуется обеспечения непрерывно падающей формы напорной характеристики.