

УДК 621.226 (075.8)

Д.В. Черединов (асп., каф. ГМ), В.В. Александров (5 курс, каф. ГМ),
А. А. Жарковский, к.т.н., доц.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЦН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛУЭПИРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПОЭЛЕМЕНТНОГО РАСЧЕТА ПОТЕРЬ

Прогнозирование характеристик ЦН является важной задачей. При проектировании ступеней насосов (СН) на стадии выбора основных параметров предварительную оценку гидравлического КПД и напора в расчетной точке производят по эмпирическим формулам в зависимости либо от коэффициента быстроходности n_s , либо от приведенного диаметра на входе. Такую методику определения гидравлического КПД можно назвать методикой нулевого уровня. После определения конструкции и основных параметров СН в рамках одномерной теории можно произвести расчет потерь в проточной части по формулам вида $\Delta h = \sum \zeta_i (V_i^2 / 2g)$, где ζ_i – коэффициент потерь в i -ом элементе ступени; V_i – скорость на входе в i -й элемент. Такой подход к определению потерь в проточной части СН можно назвать гидравлическим или методикой 1-го уровня. После выбора меридианного сечения СН, расчета осесимметричных поверхностей тока проектируют лопастную систему рабочего колеса (РК) и спиральный отвод (СО), рассчитывают в них скорости невязкого течения с помощью методов теории решеток и потери с использованием методов теории пространственного пограничного слоя (ППС). Такой подход можно назвать методикой 2-го уровня. Расчет трехмерного вязкого течения (без условного разделения потока на невязкое ядро и ППС) позволяет получить наиболее близкую к действительной картину течения, а, соответственно, и величину потерь в проточной части СН. До недавнего времени такие расчеты проводились достаточно редко в связи со сложностью подготовки исходных данных и большим временем счета (до 100 часов работы Work-Station на одну рабочую точку характеристики Н-Q). Такие расчеты могут составить основу методики 3-го уровня.

В данной работе рассматривается методика 1-го уровня - полуэмпирическая методика прогнозирования характеристик ЦН со спиральным отводом, которая является обобщением методик ряда авторов. Теоретический напор РК определяется как среднее арифметическое напоров, рассчитанных по методикам К. Пфлейдерера, С.А. Горгиджяна, Б. Экка, А. Стодолы, Ф.Г. Вайснера. Потери в РК при $Q=(0,7-1,3)Q_{\text{опт}}$ рассчитываются как сумма гидравлических потерь в лопастной системе РК ($\zeta_{1-2}=0,3$), потерь на удар на входе в СО ($\zeta_{2-3}=0,02$), потерь в улитке ($\zeta_{3-4}=0,25$) и выходном диффузоре ($\zeta_{4-5}=0,3$).

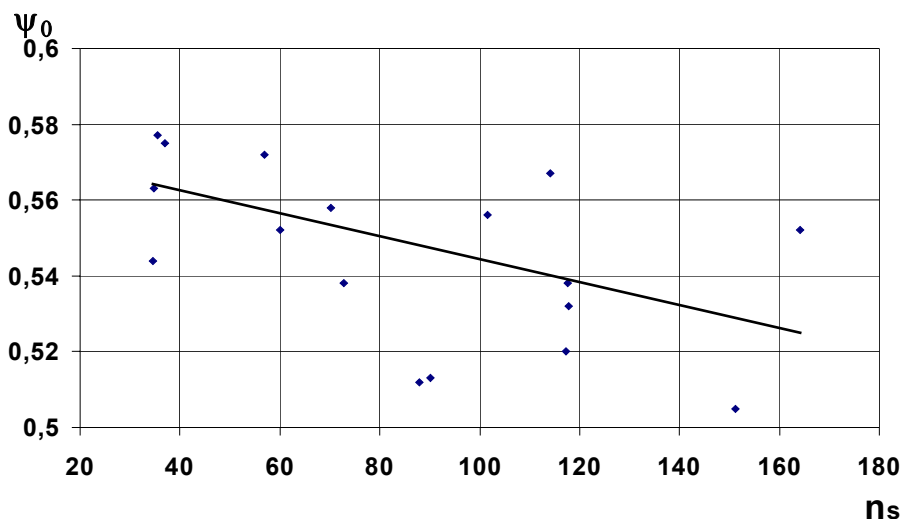


Рис. 1. Зависимость коэффициента напора Ψ_0 от коэффициента быстроходности n_s при $Q=0$

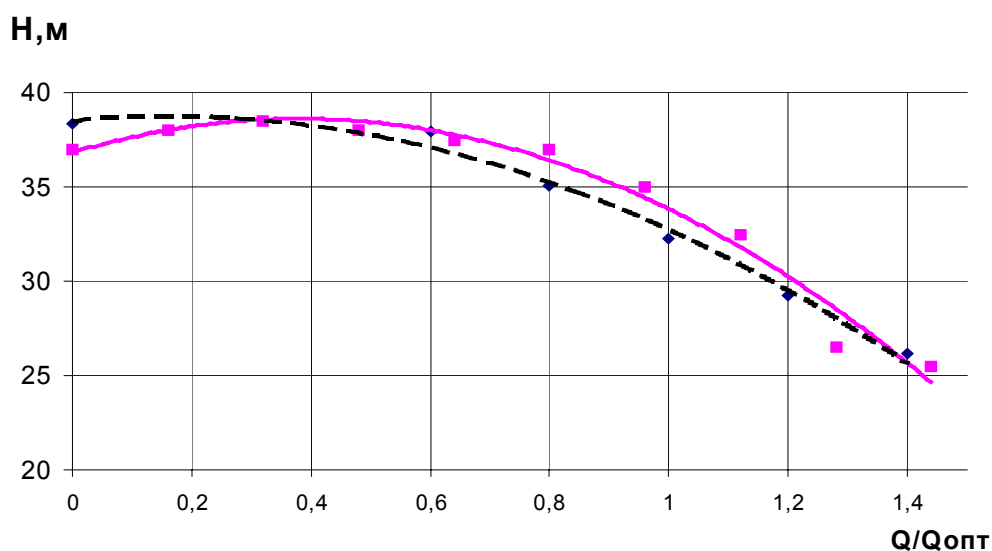


Рис. 2. Характеристика насоса 4К-12
— расчет; - - - эксперимент

Для прогнозирования напора при нулевой подаче был обработан имеющийся экспериментальный материал по коэффициенту напора $\psi_0 = H_0 / (u_2^2 / g)$ при $Q=0$ для нескольких типов ЦН. Так для одноступенчатых ЦН были рассмотрены все типоразмеры насосов типа К. Проведенная обработка позволила оценить зависимость величины коэффициента напора ψ_0 от коэффициента быстроходности ступени (рис.1) для разных типоразмеров насосов:

$$\psi_0 = -0.0003n_s + 0.5476.$$

Было получено, что при коэффициентах быстроходности n_s ступеней в диапазоне 40...130 величина ψ_0 лежит в пределах 0,53...0,60, что несколько отличается от значений, приведенных в работе Степанова А.И. Величина ψ_0 имеет тенденцию к уменьшению с ростом коэффициента быстроходности. В качестве примера на рис.2 приведены расчетная

и экспериментальная характеристики для насоса 4К-12 с коэффициентом быстроходности $n_s=90$.

Выводы. Разработанная методика прогнозирования характеристик ступеней низкой и средней быстроходности $n_s=40...130$ может быть использована на стадии выбора основных параметров проточной части ступени ЦН.