

УДК 621.226 (075.8)

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

УЧЕТ ВЛИЯНИЯ НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЛЕДА ПРИ РАСЧЕТЕ ТЕЧЕНИЯ В СТУПЕНИ ЦН

В работе было проведено исследование влияния пространственного пограничного слоя на лопастях и ограничивающих дисках рабочего колеса, а также низкоэнергетического следа у задней стороны лопасти на характер течения в РК и напорную характеристику.

В качестве объекта исследования было взято рабочее колесо ОСПТ-1150М для турбоблока мощностью 300 МВт. Параметры колеса следующие: диаметр $D_2 = 398$ мм, ширина на выходе $b_2 = 31,5$ мм, число лопастей $z = 7$, угол лопасти на входной кромке $\beta_{л1} = 23 \dots 30^\circ$, угол лопасти на выходе $\beta_{л2} = 19^\circ$, частота вращения $n = 3000$ об/мин, подача $Q_p = 0,173$ м³/с, напор $H_p = 195,5$ м. Расчет течения проводился по программе, разработанной в НПО ЦКТИ [3].

Расчет течения проводился на следующих режимах $Q = 0,275; 0,230; 0,173; 0,115; 0,0575; 0,025$ м³/с или $Q/Q_p = 1,6; 1,3; 1,0; 0,7; 0,3; 0,15$. Сначала проводился расчет течения невязкой жидкости [1...3], далее расчет ППС, затем, используя результаты расчета ППС на лопасти, покрывающем и основном дисках, вводилось стеснение ядра потока пограничным

слоем и следом на лопасти, после чего проводился повторный расчет. Учет стеснения проводился путем утолщения лопасти в зоне возникновения следа на его величину и уменьшения ширины канала в меридианном сечении в соответствии с возникающим ППС на ограничивающих дисках.

На рис. 1 приведен график относительной скорости вокруг лопасти РК для режима $Q/Q_0 = 1,3$. На основании расчета течения был получен теоретический напор рабочего

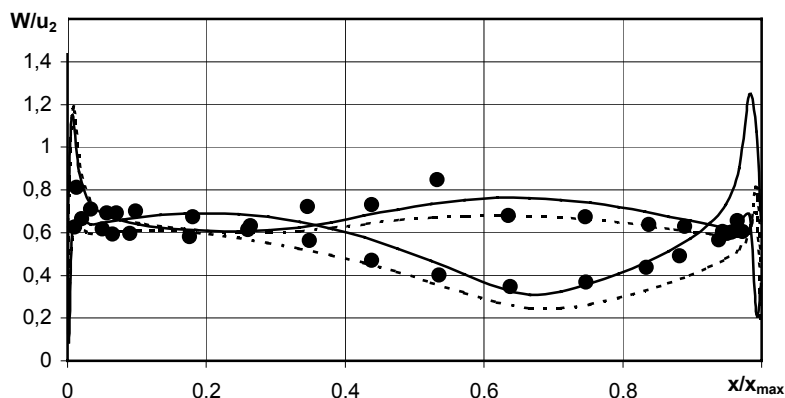


Рис. 1. Распределение относительной скорости вокруг лопасти РК насоса ОСПТ-1150М при $Q/Q_0 = 1,3$:

• - эксперимент; - - - без стеснения; — - со стеснением.

го колеса. На рис. 2 приведены графики зависимости теоретического напора H_T от подачи Q для случаев без учета стеснения, с учетом стеснения следом, с учетом стеснения следом и ППС на дисках.

Исследования показали, что учет ППС на дисках и лопастях и низкоэнергетического следа в межлопастном канале позволяет сблизить расчетные и экспериментальные скорости в РК, а также расчетный теоретический напор и «теоретический экспериментальный» напор H_T^3 .

Также проведено исследование влияния низкоэнергетического следа в лопаточном диффузоре. В качестве объекта исследования был использован ЛД компрессора [2] со следующими параметрами: диаметр входа в ЛД $D_3 = 342$ мм; максимальный диаметр ЛД

$D_4 = 470\text{мм}$; высота канала на входе $b_3 = 21\text{мм}$; высота канала на выходе $b_4 = 21\text{мм}$; угол лопатки на входе $\beta_3 = 20^\circ$; угол лопатки на выходе $\beta_4 = 32^\circ$.

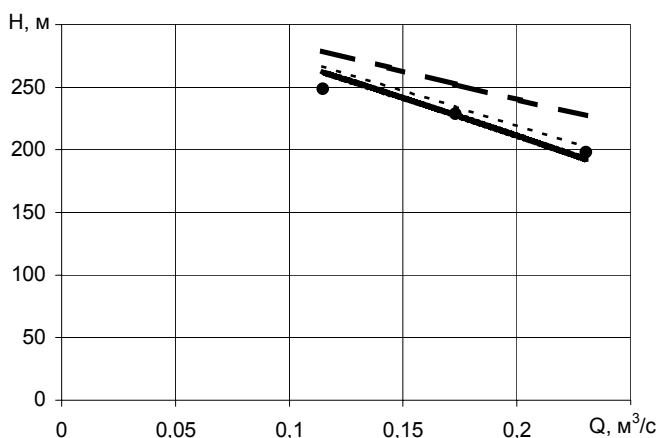


Рис. 2. График зависимости теоретического напора H_t от подачи Q :

- - $H_t^3 = H^3/\eta_g$; - - - - - без учета стеснения;
- - - - - с учетом стеснения следом; ——— с учетом стеснения следом и ППС на дисках.

Анализ результатов расчета для ЛД сравнивался по гидродинамическим параметрам $\varphi_{u4}(\varphi_2)$. Без учета стеснения межлопастных каналов ЛД низкоэнергетической зоны совпадение 96,3%, с учетом – 97,2%.

Разница в угле потока за ЛД α_4 между расчетом и экспериментом уменьшилась с $3,8^\circ$ до $2,7^\circ$.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ден Г.Н. Механика потока в центробежных компрессорах. -Л.: Машиностроение, 1973.- 272 с.
2. Ден Г.Н. О работе ОНА многоступенчатых ЦКМ // Энергомашиностроение.- 1966.- №9.- С.32-35.
3. Федоров А.В., Струментова Н.С., Шумилин С.А. Автоматизированное проектирование лопастных систем рабочих колес насос-турбин на напоры 90—150 м // Труды ЦКТИ.- 1988.- №244.
4. Шкарбуль С.Н., Жарковский А.А. Гидродинамика потока в рабочих колесах центробежных турбомашин: Уч. Пособие. СПб.: Изд – во СПбГТУ, 1996. – 356с.