

УДК 621.165:621.438.001.2

М.С.Панкратов (асп., каф. ТДУ), К.Л.Лапшин, д.т.н., проф.

## ТРЕХМЕРНЫЕ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПОТОКА ВЯЗКОГО ГАЗА В СТУПЕНИ ОСЕВОЙ ТУРБИНЫ

Прогресс в области ЭВМ и появление мощных программных комплексов для расчета течений жидкости и газа сделали возможным дополнить натуральный эксперимент численным моделированием. Эксперимент не утратил своей ценности и может послужить, например для оценки точности численных моделей.

Целью данного исследования была оценка достоверности результатов, полученных численным моделированием потока вязкого сжимаемого газа в проточной части осевой турбины с помощью программы Numesa.

Был выполнен газодинамический расчет потока в проточной части экспериментальной ступени воздушной осевой турбины и проведено сравнение с результатами продувок этой ступени, проведенных в ЛПИ в 1983 г [1].

Параметры ступени:

- отношение полного давления на входе к давлению на выходе:  $P=0,7$
- отношение окружной скорости на среднем диаметре к параметру  $C_0=(2H_0)^{1/2}$ :  $u/C_0=0,54$ .

Расчеты проводились на основе уравнений Навье-Стокса, осредненных по Рейнольдсу. Для определения турбулентных напряжений использовалась гипотеза Буссинеска и двухслойная модель турбулентности Балдвина-Ломакса. Течение рассматривалось как стационарное, переход от СА к РК выполнялся путем осреднения параметров по шагу.

Полученные данные достаточно хорошо согласуются с результатами эксперимента. Так, разница во внутреннем КПД  $\eta_u=H_u/H_0$  составила 1,5%, а разница в расходе воздуха 4%. Поля параметров потока в контрольных сечениях проточной части, полученные в результате трехмерных расчетов, удовлетворительно совпадают с экспериментальными данными.

Проведенное сравнение подтверждает достоверность расчетов с помощью программы Numesa. В дальнейшем представляется возможным использование этой программы для анализа влияния тангенциального наклона направляющих лопаток и обратной закрутки на пространственную структуру потока в ступенях осевых турбин.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Исследование структуры потока и характеристик ступеней ЦВД и ЦНД мощных паровых турбин для АЭС на ЭТПН-2 и модельных установках. Раздел "аэродинамика". Исполнители: К.Л. Лапшин, В.Н. Садовничий и др. Изд-во ЛПИ, 1983.