

УДК 621.45.015

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ НА СТЕПЕНЬ ВТЕКАНИЯ ГАЗА В ПРИВТУЛОЧНЫХ ПОЛОСТЯХ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ТУРБИНЫ

© Харитонов А.А., Зубанов В.М.

*Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: annakharitonoval5@gmail.com

Температура на входе в турбину является одним из наиболее важных параметров при проектировании турбины. Если не учитывать температурное состояние узлов турбины в проектом расчете, это может иметь негативные последствия, такие как изменение радиальных зазоров лопаток и лабиринтных уплотнений, что может привести к снижению эффективности работы турбины и/или ее поломке. Поэтому при проектировании турбины необходимо уделять особое внимание температурному состоянию узлов.

В работе [1] было показано, что учет степени втекания газа позволяет более точно прогнозировать температуру в дефлекторе и диске турбины среднего давления, что может привести к улучшению ее эффективности и надежности. Анализ работ других исследователей [2] показал, что ранее исследования проводились только для одной междисковой полости, при этом она достоверно имела продувку охлаждающего воздуха.

В данной работе был выполнен расчет степени втеканий газа в привтулочных полостях двухступенчатой турбины газогенератора ГТД. Исследуемая турбина имеет три привтулочных полости. Моделирование рабочего процесса проводилось для всей турбины с учетом всех полостей и лопаток в единой расчетной модели.

Особенностью исследуемой турбины является наличие второй полости, в которой непосредственно за РК1 будет втекание горячего газа, его перемешивание с охлаждающим воздухом, проход через лабиринтное уплотнение и выпуск в основной газодинамический тракт турбины за СА2.

Для расчета степени втекания газа была создана расчетная область, которая одновременно учитывала межлопаточные каналы СА1, РК1, СА2, РК2 вместе с тремя полостями. Количество лопаток и угол сектора привтулочных областей были выбраны, исходя из необходимости обеспечения соотношения площадей контактирующих поверхностей в интерфейсах, примерно равного 1 согласно рекомендациями Ansys Help.

Расчет степени втекания горячего газа был выполнен в стационарной и нестационарной постановках для оценки влияния нестационарности процесса на параметры рабочего процесса в полостях. Для стационарного расчета в качестве граничных условий были заданы: на входе СА1 – распределения по высоте полной температуры и полного давления, направление потока нормально к входной границе; на выходе РК2 – распределение статического давления; для полостей – значения расходов и температур охлаждающего воздуха. Результат расчета в стационарной постановке использовался в качестве начального решения для нестационарного расчета.

Была определена степень втекания газа (эффективность концентрации газа) на поверхностях полостей для стационарного и нестационарного расчетов (рис. 1–3).

В результате относительная погрешность эффективности концентрации газа между стационарной и нестационарной постановками достигала: для полости № 1 – 40,1 %, для полости № 2 – 65,9 %, для полости № 3 – 58,2 %. Для определения степени втекания газа и определения температуры смеси необходимо использовать результаты нестационарного расчета.

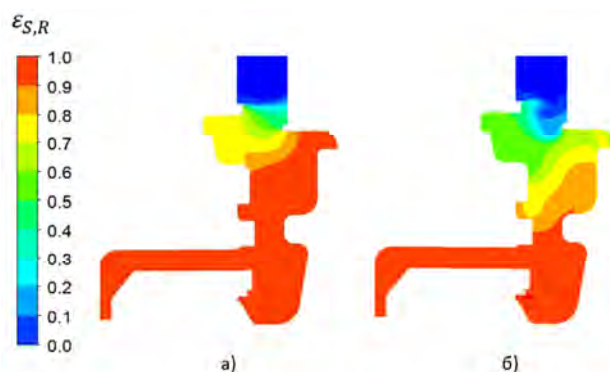


Рисунок 1 – Этюры эффективности концентрации газа для стационарной постановки (а) и для нестационарной постановки (б) для полости № 1

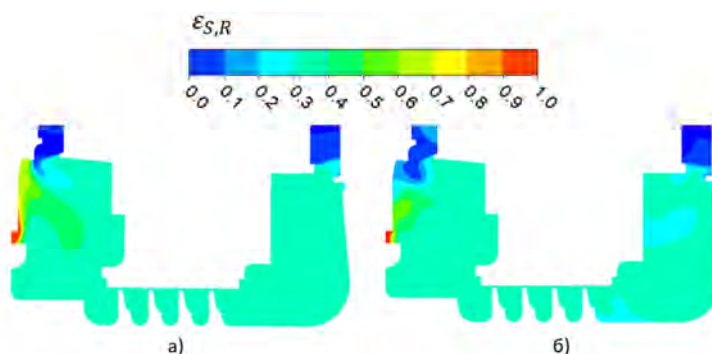


Рисунок 2 – Этюры эффективности концентрации газа для стационарной постановки (а) и для нестационарной постановки (б) для полости № 2

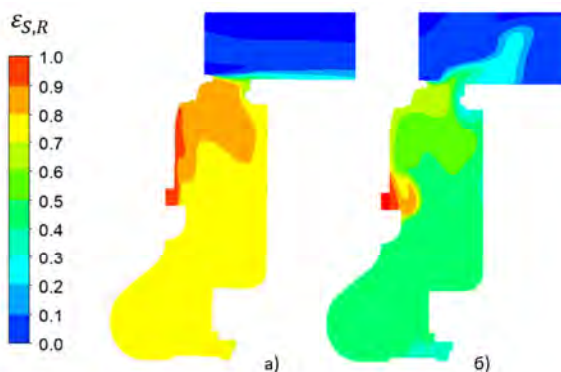


Рисунок 3 – Этюры эффективности концентрации газа для стационарной постановки (а) и для нестационарной постановки (б) для полости № 3

Результаты расчетов газодинамических моделей привтулочных полостей турбины были переданы с целью уточнения температуры среды и эффективности концентраций газа на поверхностях привтулочных полостей для выполнения теплогидравлического и термомеханического расчетов наземного ГТД на номинальном режиме.

Библиографический список

1. Беденко К.А., Тисарев А.Ю. Настройка системы наддува привтулочных уплотнений турбины // Всероссийский научно-технический форум по двигателям и энергетическим установкам имени Н.Д. Кузнецова: материалы докладов. Самара: СНИУ, 2022. С. 23–24.

2. Арбузов К.А., Китанина Е.Э. Численное моделирование течения и теплообмена в междисковой полости газовой турбины // Неделя науки СПбПУ: Ч. 1. СПб.: СПбПУ, 2018. С. 137–138.