

РАБОТА СИСТЕМЫ «СТУПЕНЬ-ДИФфуЗОР» НА ЧАСТИЧНЫХ РЕЖИМАХ НАГРУЗКИ ГТУ ПРИ НАЛИЧИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПОДВОДА ВОЗДУХА В КОЛЬЦЕВУЮ ЧАСТЬ ДИФфуЗОРА

Черкасова М.Г.¹, Семакина Е.Ю.², Черников В.А.²

¹АО «Силовые машины», г. Санкт-Петербург, cherkasova_mg@power-m.ru

²ФГАОУ ВО «СПбПУ», г. Санкт-Петербург

Ключевые слова: диффузор, ступень, газовая турбина, силовые стойки, аэродинамика, частичные режимы, численное моделирование.

Стационарные газотурбинные установки (ГТУ) на электростанциях вынуждены работать в широком диапазоне нагрузки. Данный диапазон зависит от конкретной установки и может варьироваться от 10% до 120% от номинальной мощности. Проектирование стационарных ГТУ, как правило, выполняется для номинального режима работы, что обуславливает безотрывное течение с низкими потерями давления в затурбинном диффузоре на режимах, близких к номинальному. На частичных режимах нагрузки течение начинает носить отрывной характер вследствие наличия углов атаки на стойках диффузора, которые могут достигать 60° [1]. Исследование таких режимов необходимо для контроля уровня потерь полного давления по тракту диффузора, который, в том числе, определяет перепад давления на турбину, а, следовательно, её мощность.

Для обеспечения работы на частичных режимах некоторых камер сгорания, необходимо уменьшение расхода воздуха через них. Одним из вариантов является переброс закомпрессорного воздуха в диффузор. Воздух, сбрасываемый в диффузор, оказывает сильное влияние на течение в нем, поэтому учет этого воздействия является важной задачей.

Для получения достоверных количественных данных, был проведен физический эксперимент на стенде ЭТ-4 Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. В ходе работы были исследованы аэродинамические характеристики системы «ступень-диффузор» в диапазоне нагрузки от 25% до 108% с перебросом в диффузор закомпрессорного воздуха на режимах от 25% до 50% нагрузки. Результаты показали, что исследуемая система «ступень-диффузор» имеет высокий показатель КПД (до 91%), при этом кривая изменения КПД в зависимости от режима носит пологий характер и изменяется всего на 6% в диапазоне нагрузки 50-108% (рис. 1).

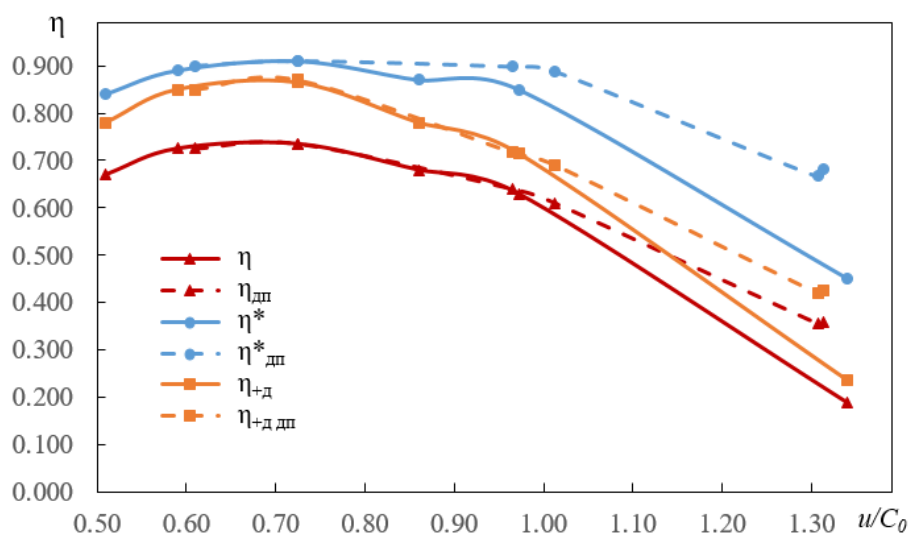


Рисунок 1 – КПД системы «ступень-диффузор» на различных режимах нагрузки ГТУ

Ниже 50% нагрузки начинается резкое падение эффективности системы «ступень-диффузор» из-за развитой вихревой структуры потока вследствие его отрывов от стоек диффузора. Результаты эксперимента показывают, что наличие дополнительного подвода

воздуха положительно сказывается на работе последней ступени в сравнении с тем же режимом без дополнительного подвода. При этом, восстановительная способность диффузора ухудшается (рис. 2).

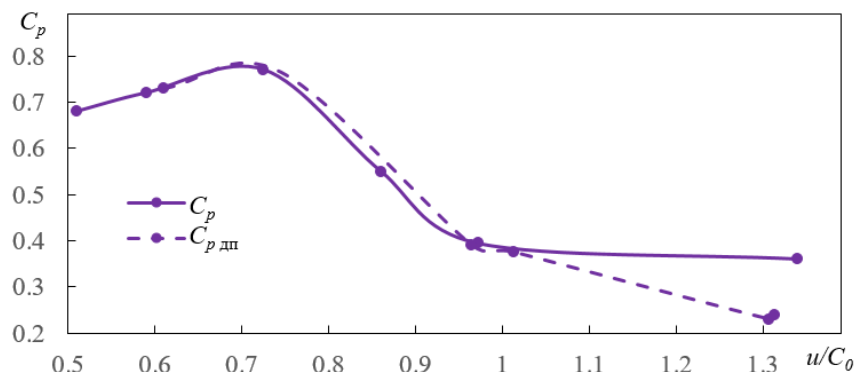


Рисунок 2 – Коэффициент восстановления статического давления в диффузоре на различных режимах нагрузки ГТУ

Происходит это вследствие наличия дополнительного возмущения потока на периферии в местах расположения труб дополнительного подвода воздуха, увеличения расхода и скорости потока.

Список литературы

1. Bauer M., Hummel S., Schatz M., Kegalj M. and Vogt D.M. (2020). Investigation of the Flow Field and the Pressure Recovery in a Gas Turbine Exhaust Diffuser at Design, Part-load and Over-load Condition, In Proceedings of ASME Turbo Expo 2020, GT2020-14310.

Сведения об авторах

Черкасова Марина Геннадьевна, начальник сектора. Область научных интересов: турбины газотурбинных установок.

Семакина Елена Юрьевна, д.т.н., доцент, доцент. Область научных интересов: аэродинамика проточных частей турбомашин, теория турбомашин.

Черников Виктор Александрович, д.т.н., доцент, профессор. Область научных интересов: аэродинамика проточных частей турбомашин, теория турбомашин.

OPERATION OF THE "STAGE-DIFFUSER" SYSTEM AT GAS TURBINE PARTIAL LOAD MODES IN THE PRESENCE OF ADDITIONAL AIR SUPPLY TO THE DIFFUSER ANNULAR PART

Cherkasova M.G.¹, Semakina E.Y.², Chernikov V.A.²

¹JSC «Power machines», Saint-Petersburg, cherkasova_mg@power-m.ru

²Peter the Great Polytechnic University, Saint-Petersburg

Keywords: diffuser, stage, gas turbine, struts, aerodynamics, partial modes, numerical simulation.

The “stage-diffuser” system has been investigated at wide load range in the presence of additional air supply to the diffuser annular part. It is shown how the efficiency of the stage and the diffuser changes in the presence of an additional air supply.