

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ЗАПАСА ГДУ И КПД ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА ПРИ ЗАДАННОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ УГЛА УСТАНОВКИ ЛОПАТОК ПО ВЕНЦАМ ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА

Волков А.А., Бабушкина Я.В.
ПАО «ОДК-Кузнецов», г. Самара, a44rey@yandex.ru

Ключевые слова: компрессор, запас ГДУ, неопределенность, угол установки

Для выполнения оценки была сформирована суррогатная модель по данным, полученным после обработки результатов расчета трехмерной модели рабочего процесса компрессора высокого давления (КВД). Планирование эксперимента, с использованием трехмерной численной модели рабочего процесса КВД, выполнено по методу латинского гиперкуба. В качестве суррогатной модели использована модель Гауссовых процессов. Для принятия решения о достаточном количестве вариантов в выборке для обучения суррогатной модели выполнено исследование по влиянию количества вариантов в выборке на среднюю величину коэффициента детерминации, оценка коэффициента детерминации определялась по данным для валидации, которые не участвовали в процессе обучения модели. Средняя величина коэффициента детерминации определялась как сумма коэффициентов детерминации по рассматриваемым выходным параметрам, деленная на их количество. Зависимость средней величины коэффициента детерминации от количества вариантов в выборке представлено на рис. 1.

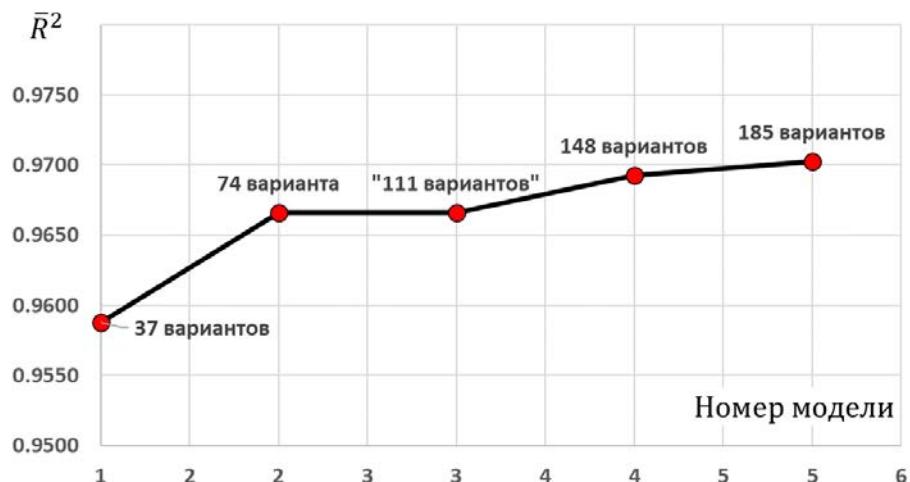


Рис.1 – Изменение среднего значения коэффициента детерминации в зависимости от количества вариантов, используемых для создания суррогатной модели

Для оценки влияния неопределенности отклонений углов установки лопаток в венцах КВД выбрана модель Гауссовых процессов, обученная на 148 вариантах трехмерных расчетов и обладающая наибольшим значением величины среднего значения коэффициента детерминации из рассмотренных.

Для задания значений неопределенности были обработаны результаты замеров углов установок с целью получения параметров нормального распределения, соответствующего реальному распределению. Полученные распределения для некоторых из венцов представлены на рис. 2.

С применением суррогатной модели и полученных распределений угла установки в венцах выполнен расчет изменения запаса газодинамической устойчивости и величины КПД, результаты представлены на рис.3.

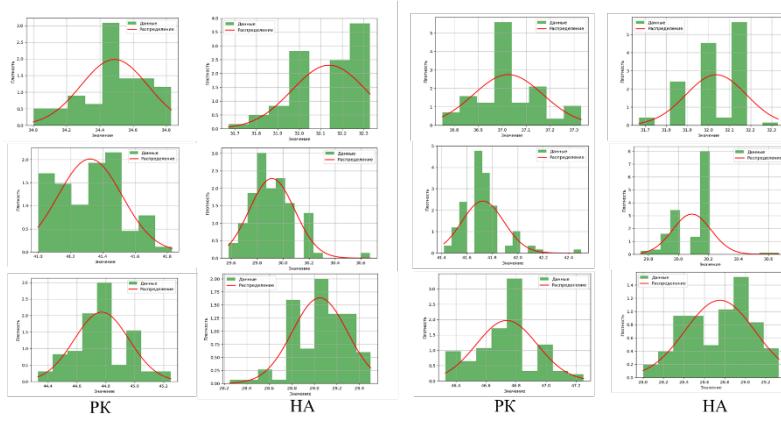


Рис.2 – Распределения углов установки лопаток в венцах компрессора

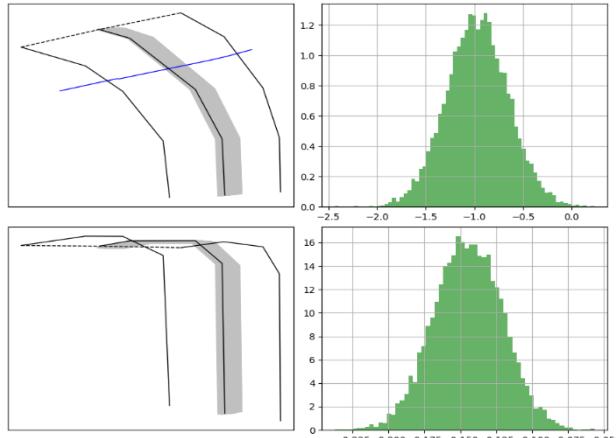


Рис.3 – Неопределенность изменения величины запаса устойчивой работы и КПД от их номинальных значений

При расчете плотности вероятности для оцениваемых величин, рассматривается выборка из 10000 вариантов с заданными плотностями распределения неопределенности угла установки. Величина изменения запаса ГДУ с 95% вероятностью находится в диапазоне -1,61%...-0,33% с математическим ожиданием -0,97%. Величина изменения КПД с 95% вероятностью находится в диапазоне -0,19%...-0,09% с математическим ожиданием -0,14%.

Работа выполнена при финансовой поддержке министерства образования и науки Самарской области.

Сведения об авторах

Волков А.А., начальник бригады. Область научных интересов: исследование рабочих процессов в лопаточных машинах.

Бабушкина Я.В., инженер-конструктор. Область научных интересов: исследование рабочих процессов в лопаточных машинах.

ASSESSMENT OF THE CHANGE IN SURGE MARGIN AND EFFICIENCY OF AN AXIAL COMPRESSOR UNDER A GIVEN UNCERTAINTY OF THE BLADE SETTING ANGLE ALONG THE AXIAL COMPRESSOR BLADE ROWS

Volkov A.A., Babushkina Ya.V., JSC Kuznetsov, Samara, Russia,
a44rey@yandex.ru

Keywords: compressor, surge margin, uncertainty, stagger angle

An evaluation has been carried out of how uncertainties in blade setting angles in the rows affect the uncertainty in the change of surge margin and efficiency.