

НАДЕЖНАЯ КОНСТРУКЦИЯ КОМПАКТНОГО ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА

Ермолаев Д.В., студент 2 курса инженерного факультета
Научный руководитель – Маллямова Э.Н., кандидат
педагогических наук, доцент,
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: компрессор, разработка, параметры, технология

В работе рассматривается метод весов соединений в нейронных сетях использовался для анализа чувствительности ротора компрессора, использование нейронной сети обратного распространения (BPNN) для построения аналитической зависимости между геометрией ротора компрессора и производительностью на основе обучения и заучивания базы данных.

Введение

В настоящее время компактные осевые компрессоры с высокой частотой вращения широко используются не только в авиации, производстве топливных элементов, микромоторов и бытовой техники, но и в индустрии беспилотных летательных аппаратов. Но существует мало опубликованной литературы по компактным осевым компрессорам. Компактный осевой компрессор обладает такими характеристиками, как низкое число Рейнольдса и небольшие размеры по сравнению с традиционным осевым компрессором. Из-за небольшого размера небольшая погрешность обработки приведет к значительным относительным геометрическим изменениям, которые окажут большее влияние на производительность компрессора. Когда существует большое отклонение между фактической производительностью компрессора и номинальной производительностью конструкции, это приведет к сбою конструкции или некачественным проблемам с качеством продукции, что не только приведет к продлению цикла проектирования, но и увеличит стоимость обработки и изготовления, снизит конкурентоспособность

продукт. В реальном процессе обработки и производства использование более точных обрабатывающих станков для ужесточения допусков на обработку или увеличение частоты технического обслуживания оборудования может в определенной степени поддерживать согласованность между фактическим продуктом и проектным продуктом и одной и той же партией изделий, но оба метода приведут к увеличению себестоимости производства. Принятие неопределенной оптимизации способ оптимизации геометрических размеров ротора компрессора или использование метода трехмерного проектирования для изменения геометрической компоновки 2 ротора компрессора, для повышения помехозащищенности ротора компрессора используется так называемая надежная конструкция. В процессе проектирования, если используется надежный метод проектирования, будет учитываться производственная ошибка, и чувствительность продукта к неопределенности производства также будет снижена без изменения существующих производственных мощностей. Таким образом, можно снизить не только стоимость изготовления, но и сократить время обработки и цикл НИОКР продукта. В этой статье метод оптимизации неопределенного CFD используется для надежной конструкции компрессора геометрического размера.

Исследован компактный ротор осевого компрессора и численная методика

Исследованный компактный ротор компрессора

Исследуемый ротор компрессора является частью недавно разработанной ступени высокоскоростного компактного осевого компрессора, схема 3D-геометрии. Ротор компрессора имеет 19 лопастей, более подробные параметры ротора приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные конструктивные параметры ротора.

Параметры	Значение
Номер	19
Высокий зазор наконечника / мм	0.7
Хорды среднего размаха /мм	3.8
Отношение высоты тона к аккорду среднего размаха	1.02
Соотношение ступицы к наконечнику	0.65
Число Рейнольдса	3×10^4

Заключение. В этом исследовании анализ чувствительности, основанный на весовом продукте соединения нейронной сети, был

использован для ранжирования вклада различных геометрических изменений, которые привели к изменению производительности ротора компрессора. Обученный BPNN может точно предсказать производительность компрессора. Коэффициент корреляции R между производительностью объекта и прогнозируемым значением может превышать 99,99%, что также означает, что модель агента может предсказать производительность ротора на 99,99%. Используется алгоритм ранжирования вклада, и весовые матрицы BPN используются для вычисления вклада различных геометрий. Усредненный результат анализа показывает, что зазор наконечника влияет на 11,43% (анализ чувствительности к эффективности) и 10,18% (анализ чувствительности к соотношению давлений) на изменения производительности компрессора, в то время как распределение толщины лопатки, радиус передней и задней кромки и другие отдельные геометрические факторы влияют примерно на 4%, что намного меньше, чем влияние зазора наконечника на производительность компрессора. Поэтому зазор наконечника был выбран в качестве основной геометрической переменной для проведения надежной оптимизации. Метод NIPС в сочетании с NSGA II использовался для выполнения надежной оптимизации, и результаты показали, что, когда зазор между наконечниками был принят за 94 мкм, разница в эффективности могла быть уменьшена на 21,04%. Хотя КПД и соотношение давлений ротора компрессора немного снижены, корпус в основном соответствует требованиям к производительности компрессора. Можно резюмировать следующие выводы, некоторые руководящие принципы проектирования и рекомендации для компактного осевого компрессора:

1. Метод анализа чувствительности продукта к весу соединения с нейронной сетью не только имеет преимущество в меньшем объеме вычислений, но и более подходит для нелинейных систем, чем дисперсионная декомпозиция. Результаты анализа показывают, что ротор компактного осевого компрессора наиболее чувствителен к зазору наконечника, который намного превосходит влияние других геометрических параметров на производительность компрессора.

2. Перед внедрением оптимизации анализ чувствительности может не только уменьшить субъективность и произвольность выбора оптимизационных переменных, но также уменьшить размерность

оптимизации и значительно сократить объем вычислений и время расчета оптимизации.

3. Для компактного осевого компрессора в определенном диапазоне производительность ротора компрессора с уменьшением зазора между наконечниками увеличивается, но разница в высоте зазора между наконечниками не имеет соответствующей зависимости от производительности. Если для оптимизации выбран только зазор наконечника, трудно обеспечить оптимальную производительность и надежность одновременно, в этой статье был достигнут компромисс между оптимальной производительностью и надежностью. При условии, что производительность была немного снижена и требования проектных целей могли быть гарантированы, в конечном итоге был выбран корпус с зазором между наконечниками 94 мкм.

Библиографический список:

1. Сельван К., Ковальчик Л. Изучение влияния производственных геометрических неопределенностей на аэродинамические характеристики малогабаритного компрессора. ASME Turbo Expo 2018; 51029: V02DT46A025.
2. Эрлер Э, Во Х, Ю. Х. Снижение чувствительности производительности осевого компрессора и стабильности к размеру зазора наконечника. J Turbomach 2015; 138: 031006.

ROBUST DESIGN OF COMPACT AXIAL COMPRESSOR

Ermolaev D.V.,

Keywords: *compressor, development, parameters, technology*

The paper considers the method of connection weights in neural networks used to analyze the sensitivity of the compressor rotor, the use of a back propagation neural network (BPNN) to build an analytical relationship between the geometry of the compressor rotor and performance based on training and memorization of the database.