

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МОДЕЛИ ПРОФИЛЬНЫХ ПОТЕРЬ ТУРБИНЫ С УЧЁТОМ ПАРАМЕТРОВ КРИВИЗНЫ ПРОФИЛЯ

Волков А.А., Шляховский Н.А.
ПАО «ОДК-Кузнецов», г. Самара, a44rey@yandex.ru

Ключевые слова: профиль лопатки, турбина, кривизна профиля, нейронная сеть, модель потерь.

Для выполнения обучения модели нейронной сети с использованием разработанного метода профилирования с учетом кривизны профиля потребовалось оцифровать 177 решеток профилей турбин, представленных в виде точек спинки и корыта [1].

Для каждого оцифрованного профиля выполнялась оптимизация по поиску/уточнению базовых геометрических параметров профилей с целью минимизации отклонения между точками построенного профиля и профиля из атласа. Затем выполнялась оптимизация по параметрам кривизны с целью минимизации отклонений между точками профиля и точками из атласа. При этом, устанавливалось ограничение в виде отсутствия разрыва кривизны между участками.

Таким образом, для каждой из 177 решеток были найдены параметры профиля и параметры кривизны на участках, обеспечивающих минимальное расхождение с точками профиля из атласа. В целом для большинства точек отклонение находится в пределах 0,05 мм, однако наблюдаются индивидуальные точки с отклонением до 0,15 мм, в целом, они не оказали значительного влияния на аппроксимацию.

Пример результата работы аппроксимации точек из атласа разработанным методом профилирования представлен на рис. 1.

Для полученного набора данных выполнено обучение модели нейронной сети. В процессе обучения применена нормализация входных данных. Также применена кросс-валидация и контролировалось отсутствие переобучения. Получен коэффициент корреляции 0.9862, среднеквадратичная ошибка 0.0044.

Для решетки 78 выполнена апробация работы полученной модели. Рассмотрен исходный и ещё 3 варианта распределения кривизны. Результаты изменения потерь от изменения распределения кривизны представлено на рис. 2.

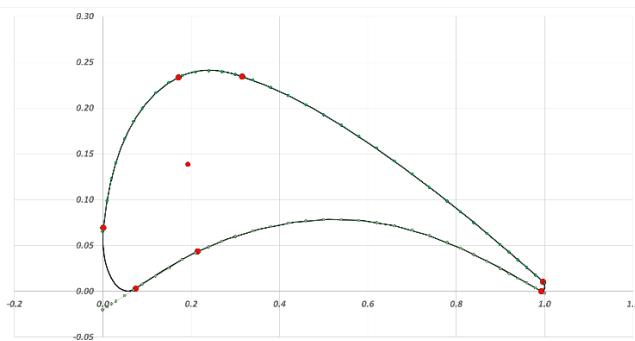


Рис. 1. Пример аппроксимации профиля

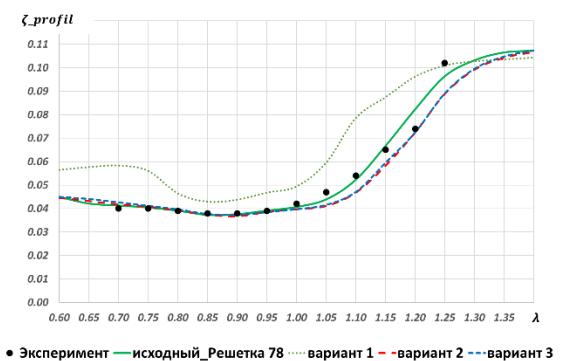


Рис. 2. Изменение потерь для различных вариантов распределения кривизны профиля

Изменение кривизны и максимальное отклонение кривой от исходного профиля представлено на рис. 3.

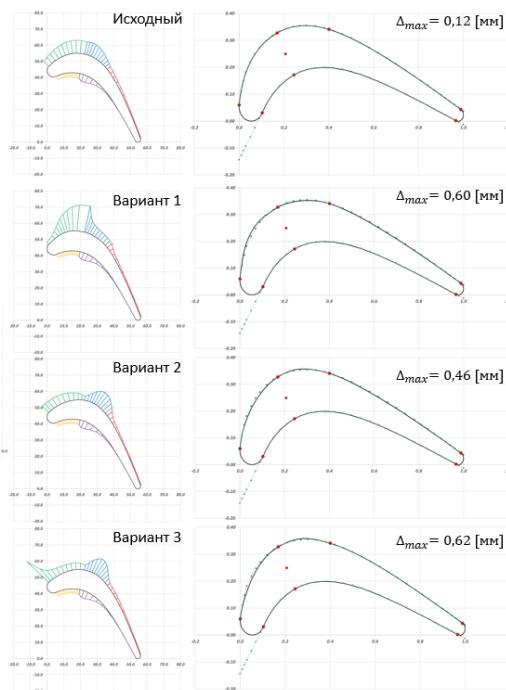


Рис. 3. Изменение кривизны профиля и максимальное отклонение профиля для рассматриваемых вариантов

Таким образом, с помощью нейронной сети разработана модель профильных потерь, учитывающая сложное распределение кривизны профиля. Данная модель потерь может быть использована для проектировочных расчетов и разработки рекомендаций по распределению кривизны профиля и выбору параметров, определяющих кривизну, а также для оценки влияния отклонений профиля на параметры эффективности турбины.

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

Список литературы

1. Венедиков В.Д. Атлас экспериментальных характеристик плоских решеток охлаждаемых газовых турбин. М.: ЦИАМ, 1990. 393 с.

Сведения об авторах

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

Шляховский Н.А., инженер-конструктор. Область научных интересов: исследование рабочих процессов в лопаточных машинах.

APPLICATION OF A NEURAL NETWORK FOR FORMING A TURBINE PROFILE LOSS MODEL TAKING INTO ACCOUNT PROFILE CURVATURE PARAMETERS.

Volkov A.A., Shliahovski N.A., JSC Kuznetsov, Samara, Russia,
a44rey@yandex.ru

Keywords: blade profile, turbine, profile curvature, neural network, loss model.

A neural network has been used to develop a model of profile losses that takes into account the complex distribution of profile curvature. This loss model can be utilized for design calculations and for developing recommendations on the distribution of profile curvature and the selection of parameters that determine curvature, as well as for assessing the influence of profile deviations on turbine efficiency parameters.