

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Азадський університет
Каракалтакський державний університет
Київський національний університет технологій та дизайну
Луцький національний технічний університет
Національна металургійна академія України
Національний університет «Львівська політехніка»
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Одеський національний політехнічний університет
Сумський національний аграрний університет
Східно-Казахстанський державний технічний
університет ім. Д. Серікбаєва
Технічний університет Кошице
Українська асоціація якості
Українська інженерно-педагогічна академія
Університет Барода
Університет ім. Й. Гуттенберга
Університет «Politechnika Świętokrzyska»
Харківський національний університет
міського господарства ім. О. М. Бекетова
Херсонський національний технічний університет

СИСТЕМИ РОЗРОБЛЕННЯ ТА ПОСТАНОВЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ НА ВИРОБНИЦТВО. ІНДУСТРІЯ 4.0. СУЧАСНИЙ НАПРЯМОК АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ОБМІНУ ДАНИМИ У ВИРОБНИЧИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції
(м. Суми, 22–26 травня 2017 року)



Сайт конференції: <http://srpv.sumdu.edu.ua>.

Суми
Сумський державний університет
2017

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ “CRITICAL FREQUENCIES OF THE ROTOR” ДЛЯ РАСЧЁТА СОБСТВЕННЫХ И КРИТИЧЕСКИХ ЧАСТОТ РОТОРОВ МНОГОСТУПЕНЧАТЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ КОМПРЕССОРОВ

Павленко И. В., канд. техн. наук, доцент, Сумский государственный университет, г. Сумы;

Симоновский В. И., д-р техн. наук, профессор, Сумский государственный университет, г. Сумы;

Вербовой А. Е., Сумский государственный университет, г. Сумы;

Демьяненко М. Н., Сумский государственный университет, г. Сумы

Современные методы исследования динамики роторных систем неразрывно связаны с использованием программных комплексов, используемых, как правило, трёхмерные конечноэлементные модели. Применение таких программ, в частности ANSYS, сопровождается сравнительно трудоёмким процессом создания модели и значительным машинным временем на численную реализацию. При этом, как показывает практика [1], отклонения значений собственных и критических частот, определяемых при помощи эквивалентных балочных моделей [2], незначительно отличаются от аналогичных значений для твердотельных моделей. Кроме того, использование балочных моделей имеет преимущество, связанное с незначительной трудоёмкостью введения исходных данных и высокой скоростью расчёта.

Целью данной работы является подтверждение достоверности математической модели свободных колебаний роторов путём сравнения результатов расчётов с данными численного моделирования в программном комплексе ANSYS. Для достижения поставленной цели была разработана компьютерная программа “Critical frequencies of the rotor” [2], основанная на применении плоских балочных двухузловых конечных элементов с четырьмя степенями свободы [3, 4]. Преимуществом программы является возможность учёта гироскопических моментов насадных деталей, а также зависимости коэффициентов жёсткости опор и уплотнений от частоты вращения ротора.

Предложенная математическая модель подтверждена на примерах расчёта роторов многоступенчатых центробежных компрессоров 225ГЦ2-135/12-50М1245 и 295ГЦ2-190/44-100М (рис. 1, табл. 1).

При расчёте критических частот применялась квадратичная зависимость жёсткости c опор от частоты ω вращения ротора:

$$c = c_0 + \alpha\omega + \beta\omega^2,$$

где c_0 – жёсткость при отсутствии вращения; α , β – коэффициенты полинома, определяемые путём аппроксимации экспериментальных данных [5], полученных на ПАО «Сумское НПО».

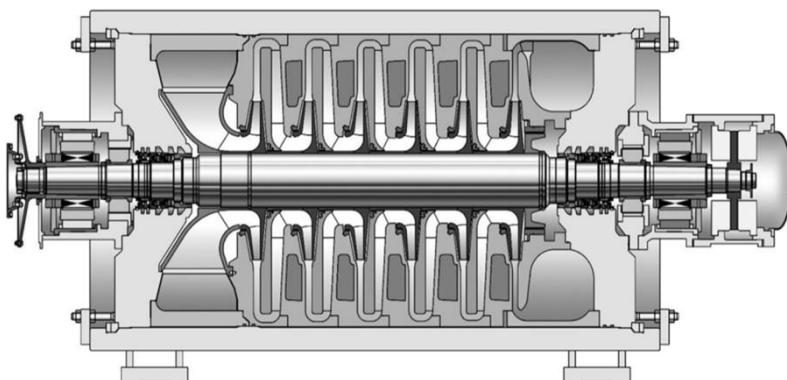


Рисунок 1 – Разрез многоступенчатого центробежного компрессора 295ГЦ2-190/44-100М

В результате численного расчёта определены спектры собственных и критических частот роторов, а также построены соответствующие формы свободных колебаний. При этом расчёт в ANSYS сопровождается необходимостью построения диаграммы Кемпбелла для определения критических частот, в то время как программа “Critical frequencies of the rotor” позволяет производить расчёт автоматически с учётом любой заданной аналитической зависимости жёсткости подшипниковых опор от частоты вращения ротора.

Список литературы:

1. Симоновский В. И. Динамика роторов центробежных машин : учебное пособие / В. И. Симоновский. – Сумы : Сумский государственный университет, 2006. – 126 с.
2. Компьютерная программа “Critical frequencies of the rotor” : авторское свидетельство № 59855, Украина / И. В. Павленко, В. И. Симоновский. – Дата регистрации 27.05.2015 г.
3. Павленко И. В. Метод конечных элементов в задачах сопротивления материалов и линейной теории упругости : учебное пособие / И. В. Павленко. – Сумы : Сумский государственный университет, 2006. – 148 с.
4. Павленко И. В. Метод конечных элементов в задачах колебаний механических систем : учебное пособие / И. В. Павленко. – Сумы : Сумский государственный университет, 2007. – 179 с.
5. Симоновский В. И. Оценивание коэффициентов математических моделей колебательных систем : учебное пособие / В. И. Симоновский. – Saarbruecken : LAP LAMBERT AcademicPublishing, 2015. – 100 с.