

## ВОПРОСЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАСЧЁТА КРИТИЧЕСКИХ ЧАСТОТ ВРАЩЕНИЯ РОТОРОВ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS WORKBENCH В 3D ПОСТАНОВКЕ

© 2018 Д.А. Зайдуллин, А.С. Макарычев, А.Г. Терешко

«ОКБ им. А. Люльки» филиал ПАО «ОДК-УМПО», г. Москва

### SIMULATION AND CALCULATION OF CRITICAL ROTATION FREQUENCY OF ROTORS IN ANSYS WORKBENCH IN 3D APPROACH

Zaydullin D., Makarychev A., Tereshko A. ("Lyulka Design Bureau" subsidiary PJSC "UEC-UEIA", Moscow, Russian Federation)

*This paper presents a comparison of the results of calculating the critical rotation frequency of rotors performed in two different software packages and verification of calculations with experimental data.*

При решении задач роторной динамики широкую популярность приобрели конечноэлементные программные комплексы, такие как, например, ANSYS или MSC NA-STRAN. Часто необходимость провести расчёт критических частот вращения возникает для связанной системы роторов, в которой присутствует так называемый межроторный (межвальный) подшипник, что затрудняет однозначную идентификацию той или иной формы колебаний. Весьма распространённой практикой в таком случае является предварительное моделирование и расчёт динамических характеристик системы в специализированных программных продуктах типа Dynamics R4, основанных на методе началь-

ных параметров. Верификация с результатами такого расчёта была критерием правильности создания конечноэлементной модели ротора в целом и его опор в частности. Подобный подход наиболее оправдан при условии моделирования совместных колебаний ротора и статора и позволяет проводить идентификацию различных форм колебаний элементов системы.

В работе сравниваются данные программные продукты на примере расчёта установки для высокочастотной балансировки ротора высокого давления авиационного ГТД, состоящей из непосредственно ротора ВД и вала ротора НД, связанных межроторным подшипником (рис.1).



Рис. 1. Установка для высокочастотной балансировки роторов

Для верификации результатов расчёта использована амплитудно-частотная характеристика (рис.2), полученная в результате

вибрографирования установки в процессе раскрутки роторов.

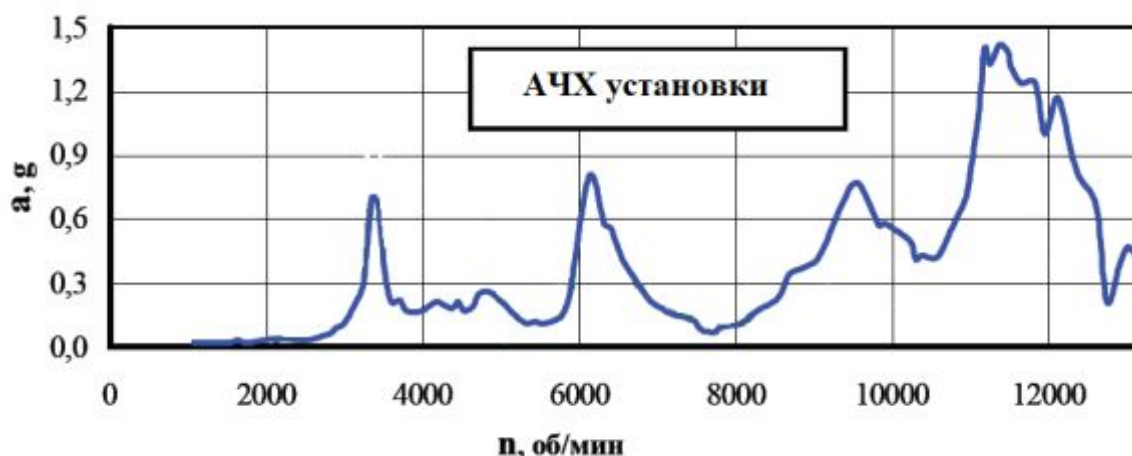


Рис. 2. Амплитудно-частотная характеристика для верификации

Как видно из результатов работы, оба программных комплекса показали хорошее соответствие результатов расчёта с экспериментальными данными. Современные возможности ANSYS в области расчёта критических частот вращения роторных систем практически любой сложности не уступают специализированным программным продук-

там. С учётом роста вычислительных мощностей расчётных ПК, выбор программного продукта теперь может быть обусловлен конкретной поставленной задачей. Преимущество специализированных программ типа DYNAMICS R4 сводится к скорости создания расчётной модели и времени выполнения расчёта.

УДК 621.45.022.2

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГОРЕНИЯ СМЕШАННОГО И СИНТЕТИЧЕСКОГО ТОПЛИВА В УСЛОВИЯХ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО ПРОТИВОТОКА

© 2018 В.В. Кононова<sup>1</sup>, А.И.Гурьянов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ПАО ОДК «Сатурн», г. Рыбинск

<sup>2</sup>Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П.А. Соловьева

## RESEARCH OF COMBUSTION OF MIXED AND SYNTHETIC FUEL UNDER CONDITIONS OF GAS DYNAMIC CURVE

Kononova V.V. (UEC-Saturn, Rybinsk, Russian Federation)

Gur'yanov A.I. (Soloviev Rybinsk State Aviation Technical University, Rybinsk, Russian Federation)

*During work the review of perspective schemes of the organization of working process in a combustor with use of the alternate types of fuel, including syngas, with providing requirements to gas-turbine installations from the point of view of emissions of pollutants of the nature. Researches of features of process of combustion of the composite fuels containing products of catalytic conversion of a methane (syngas) in the conditions of a gas dynamic countercurrent are executed. The complex of the pilot studies of the counter-current of a torch, the syngas working at a methane with additives is carried out, ranges of concentration of steady combustion of fuel-air mix and the characteristic of emissions for nitrogen oxides, the unburnt hydrocarbons and monoxides of carbon are determined. The model of the device of a countercurrent torch which realizes combustion with low level of emissions of composite fuel of a methane and syngas in the wide range of coefficient of excess of air is developed.*

Среди общих проблем устройств сжигания топлива главными являются: достижение высокой полноты сгорания, широкого концентрационного диапазона устойчивого горения, сокращение выбросов загрязняющих атмосферу веществ. Доступные результаты исследований различных авторов [1-4]

показали, что организация горения в условиях закрутки и противотока течения позволяет обеспечить выполнение большинства из перечисленных требований. В подавляющем большинстве известных исследований сказано, что добавка синтез-газа к основному углеводородному топливу позволяет увеличить