

УДК 62-233.2, 621.822

Опора газотурбинного двигателя с усиливающей втулкой.

А.С. Амелькин

Аннотация

В настоящей статье описывается и анализируется конструктивный способ стабилизации геометрии посадочной поверхности подшипника при силовых и термических деформациях корпуса подшипника. Показана целесообразность применения предложенного технического решения.

Ключевые слова

подшипник; усиливающая втулка; опора ротора; стабилизация геометрии; термические деформации.

Введение.

На нерасчетных режимах работы авиационного газотурбинного двигателя посадочные поверхности подшипников опор подвержены существенным деформациям. Радиальный градиент температур в стенке цилиндрического участка цапфы и силовые воздействия на цапфу вызывают уменьшение диаметра свободного конца цапфы турбины [1], что приводит к перекосу подшипника относительно оси и сжатию наружного кольца вплоть до появления радиального натяга между телами качения и кольцами [2]. Такие условия работы подшипника снижают надежность и долговечность опоры.

Компоновка опоры газотурбинного двигателя.

На рис. 1 представлена опора турбины высокого давления (ТВД) газотурбинного двигателя, в корпус подшипника которой установлена втулка 2 [3]. Данное техническое решение за счет увеличения жесткости свободного конца цапфы ТВД 1 способствует сохранению формы цилиндрического участка цапфы и разгружает наружное кольцо подшипника от сжатия.

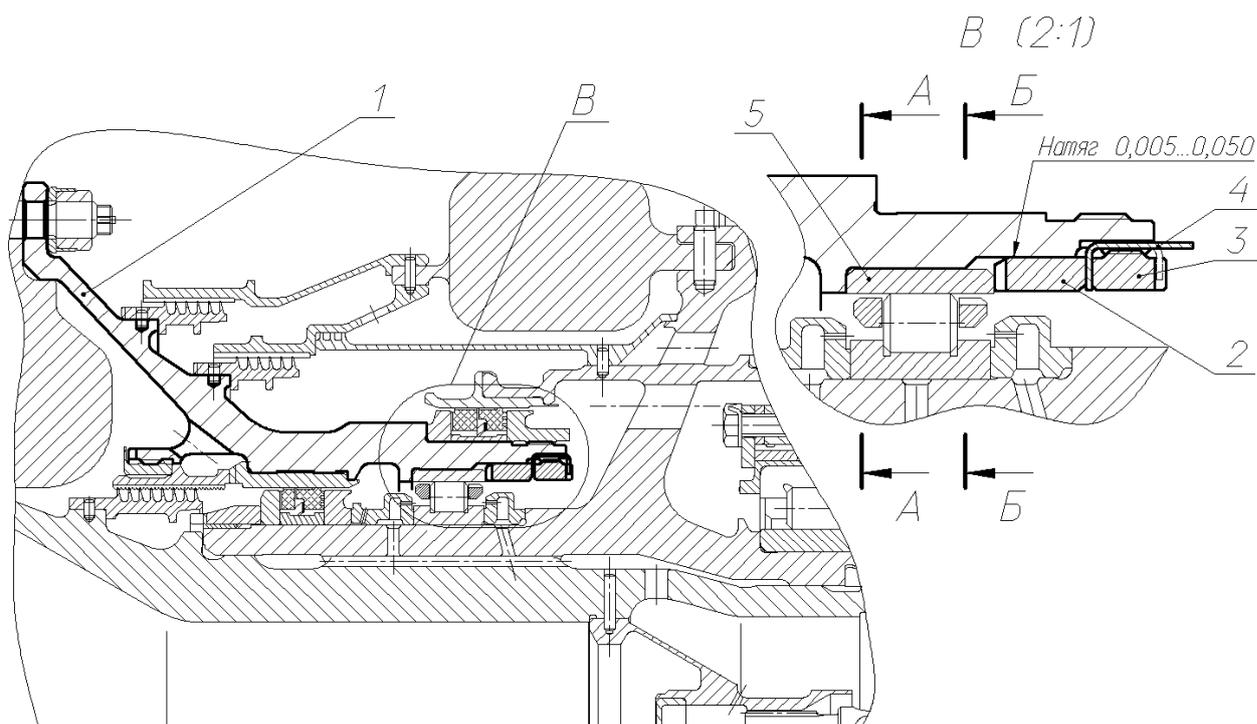


Рис. 1. Компоновка узла МРП с усиливающей втулкой.

Втулка 2 выполнена в виде кольца, внутренний диаметр которого не меньше диаметра дорожки качения наружного кольца подшипника. На торце втулки со стороны наружного кольца выполнены пазы для демонтажа. Втулка 2 устанавливается в цапфу ТВД 1 с небольшим натягом (0,005...0,050 мм) между наружным кольцом подшипника 5 и гайкой 3 и изготавливается из материала близкого по свойствам материалу цапфы ТВД 1, чем обеспечивается сохранение посадки на всех режимах работы двигателя.

Расчет модели и анализ полученных результатов.

С целью проверки эффективности мероприятий был проведён расчёт напряженно-деформированного состояния модели цапфы с усиливающей втулкой при температурном воздействии. Температура на участке наружной поверхности цапфы для двух расчетных случаев задавалась $T_2 = 120^\circ\text{C}$ и $T_2 = 200^\circ\text{C}$, а температура внутренней поверхности $T_1 = 120^\circ\text{C}$. Натяг между цапфой и втулкой варьируется в диапазоне 0,001 – 0,050 мм. Вычислялась конусность посадочной поверхности подшипника (разность диаметров в сечениях А-А и Б-Б). Общий вид деформаций цапфы без втулки и с втулкой представлен на рис. 2 и рис. 3.

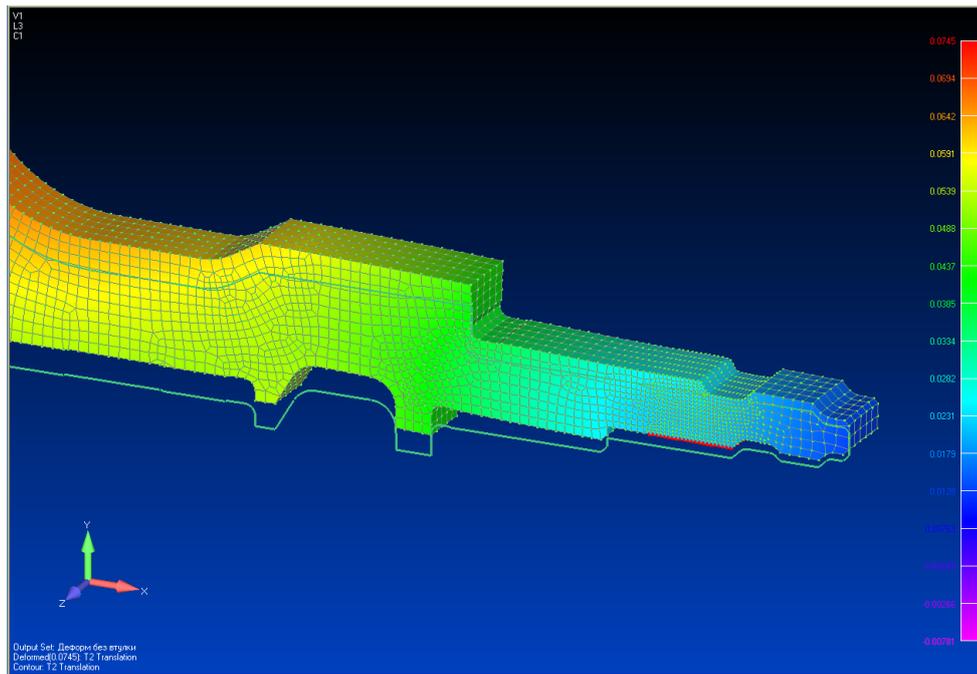


Рис. 2. Деформации цапфы без втулки при температурном градиенте.

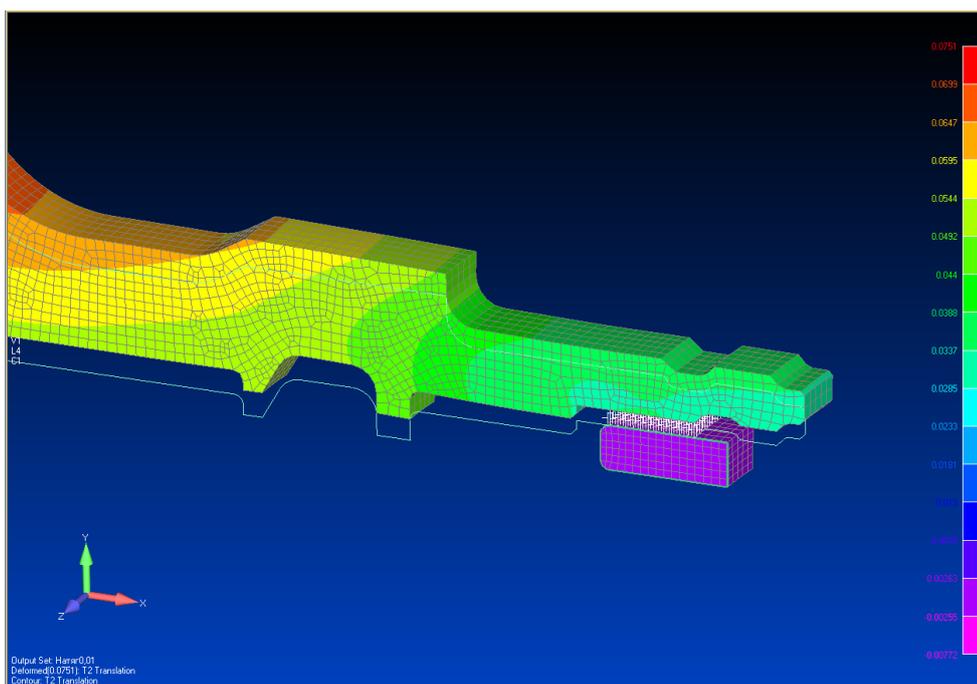


Рис. 3. Деформации цапфы с втулкой при температурном градиенте.

График, изображенный на рис. 4, показывает, что при отсутствии температурного градиента увеличение натяга между втулкой и цапфой приводит к увеличению конусность посадочной поверхности подшипника (вершина конуса направлена в сторону компрессора), втулка стремится расширить цилиндрический участок цапфы турбины. При температурном

градиенте втулка уменьшает конусность посадочной поверхности подшипника на 15-50% пропорционально увеличению натяга.

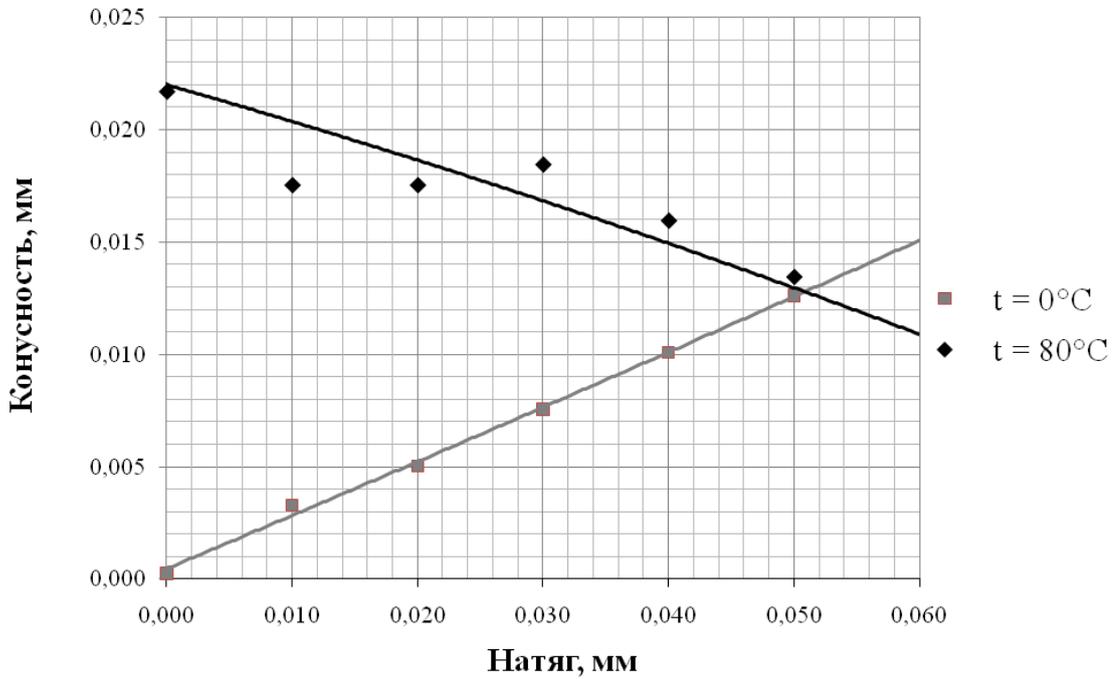


Рис. 4. График изменения конусности посадочной поверхности подшипника от натяга по втулке при температурном градиенте $\Delta T = 80^\circ\text{C}$.

Установка втулки в цапфу с натягом 0,04 мм при градиенте температур стенок цапфы смещает кривую конусности посадочной поверхности подшипника, уменьшая сжатие свободного конца цапфы при возрастании теплового потока от наружной стенки к внутренней стенке цилиндрического участка цапфы (рис. 5).

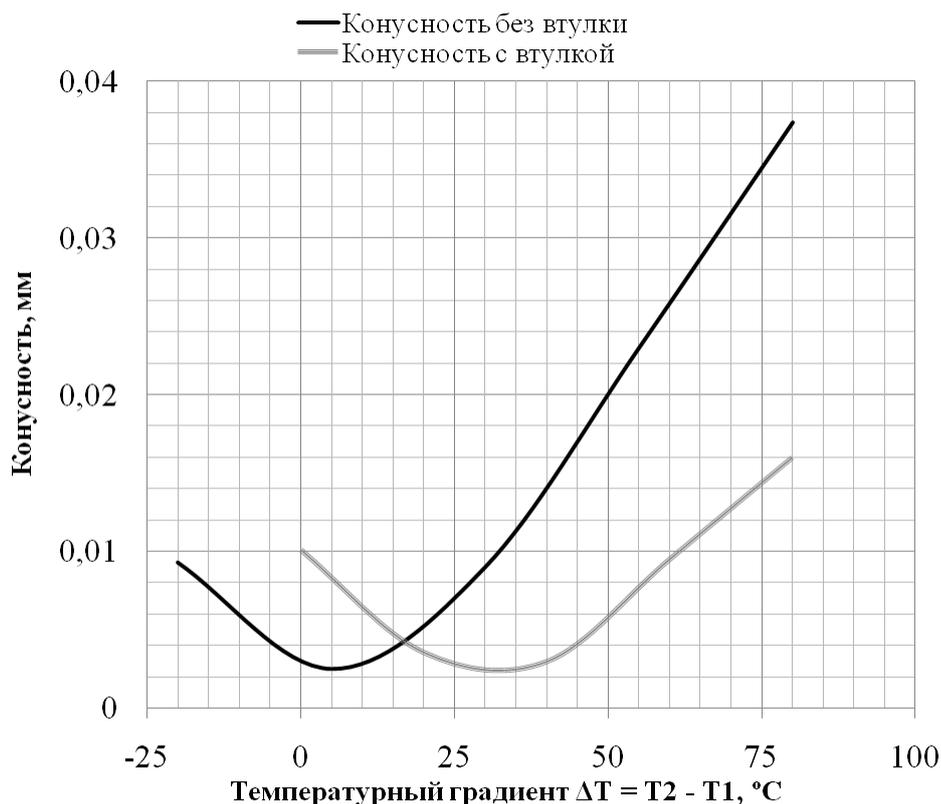


Рис. 5. Конусность посадочной поверхности подшипника при температурных градиентах.

Конусность при температурном градиенте $\Delta T = 75^\circ\text{C}$ уменьшается на 50% (конусность вершиной направлена в сторону свободного конца цапфы турбины).

Выводы.

Таким образом, установка усиливающей втулки в опоре газотурбинного двигателя с оптимальным натягом позволяет стабилизировать геометрию посадочной поверхности наружного кольца подшипника на нерасчетных режимах работы газотурбинного двигателя и, тем самым, уменьшить вероятность возникновения выборки радиального зазора подшипника и предотвратить неравномерное трёхосное сжатие наружного кольца подшипника.

Библиографический список

1. Равикович Ю.А., Киянский Т.Н., Кабанов Н.А., Амелькин А.С. Влияние температурных и силовых воздействий на подшипниковый узел: Вестник МАИ, Москва, №3, 2008.
2. Амелькин А.С., Киянский Т.Н., Равикович Ю.А. Физическая модель работы узла межроторного подшипника на нерасчетных режимах: Вестник МАИ, Москва, №6, 2009.

3. Киянский Т.Н., Кабанов Н.А., Герасимов А.Ю, Амелькин А.С. Патент на полезную модель № 99545 «Опора ротора газотурбинного двигателя». Дата выдачи 20.11.2010.

Сведения об авторе

Амелькин Андрей Сергеевич, ассистент Московского авиационного института (государственного технического университета), начальник группы ФГУП «НПЦ газотурбостроения «Салют», тел. +7 (499) 785-87-94, e-mail: andrey.amelkin@gmail.com