

1 слайд: 4 год аспирантуры. тема работы: «Разработка методики и модели для повышения точности и снижения трудоёмкости сборки рабочих колёс компрессора ГТД»

2 слайд:

На производстве существует **проблема:** разрушение рабочего колеса 8 ступени компрессора, которое возникает по причине того, что заданная точность натягов между лопатками не обеспечивается (натяги лопаток выходят за пределы полей допуска) и величины натягов имеют высокую неравномерность.

Это связано с недостаточной точностью:

- 1) изготовления лопаток
- 2) сборки рабочего колеса

Поскольку повышение точности изготовления экономически не целесообразно. *(дорого очень минимальные допуски осуществлять, либо людям платить либо станки дорогие, квалификация рабочих, время)*

В тоже время, существующая технология сборки трудоемкая и в ее процессе портится состояние лопаток, так как она основана на многократных предварительных сборках. В связи с этим тема моей работы является актуальной.

3 слайд:

В настоящее время на производстве технология сборки рабочего колеса включает в себя предварительные сборки. В ходе предварительной сборки каждая лопатка проходит этап сборки и разборки с диском 2 раза. В процессе сборки РК выполняется измерение углов установки каждой лопатки (этот параметр характеризует натяг). Требуемая величина натягов достигается 3-5 предварительными сборками, в каждой из которых специалисты изменяют расстановку лопаток с учетом измерений.

Сократить количество предварительныхборок возможно если создать достоверную компьютерную модель процесса сборки, позволяющую рассчитывать возникающие натяги и проводить виртуальную расстановку лопаток для достижения варианта с минимальной неравномерностью натягов.

4 слайд:

Цель. Повышение точности и снижение трудоемкости сборки рабочих колёс восьмой ступени компрессора среднего давления ГТД за счёт разработки методики автоматизированной сборки, включающей модель оценки натягов и алгоритм расстановки лопаток

Объект исследований. Технологический процесс сборки рабочего колеса компрессора среднего давления ГТД

Предмет исследований. Рабочее колесо компрессора среднего давления в ходе его ремонта.

5 слайд: Решаемые в работе задачи:

1. Разработка методики автоматизированной сборки рабочих колёс компрессора ГТД в условиях использования цифрового производства.

2. Разработка модели оценки натягов по антивибрационным полкам лопаток при их сборке в лопаточном венце
3. Разработка алгоритма расстановки лопаток в рабочих колёсах
4. Проведение теоретико-экспериментальных исследований погрешностей сборки рабочего колеса
5. Реализация разработанных методики автоматизированной сборки в виде программной системы.

6 слайд: Научная новизна работы:

1. Методика автоматизированной сборки рабочих колёс компрессора ГТД в условиях использования цифрового производства, в которой геометрические погрешности лопаток, пазов диска обобщены в виде математической модели и используются при расстановке лопаток, позволяющую снизить количество предварительных сборок.
2. Модель оценки натягов по антивибрационным полкам лопаток при их сборке в лопаточном венце, отличающаяся тем, что в ней используются при расчете геометрические отклонения лопаток, пазов диска и учитывается влияние соседних лопаток.
3. Алгоритм расстановки лопаток в рабочих колёсах, отличается от существующих использованием параметра площади натяга между соседними лопатками.

7 слайд:

При решении первой задачи была разработана методика автоматизированной сборки рабочих колёс компрессора ГТД, блок-схема которой представлена на слайде.

Методика дополняет существующую технологию, тем что до этапа сборки происходит виртуальная расстановка лопаток за счет применения модели оценки натягов и алгоритма расстановки лопаток в рабочих колесах. Методика позволяет достичь вариант расстановки с минимальной неравномерностью натягов и одновременно сокращает количество сборок РК.

Перейдем к рассмотрению модели оценки натягов.

8 слайд:

Суть модели заключается в преобразовании геометрических отклонений размеров лопаток и пазов диска в величины площадей, характеризующих натяги.

На слайде приведены основные формулы используемые в модели. Задача сведена к двумерной постановке, фактически рассматривается сечение лопаток антивибрационных полок на высоте 51 мм от поверхности основания хвостовика.

9 слайд:

В ходе решения 3-й задачи был разработан алгоритм расстановки лопаток в рабочих колёсах, блок-схема которого представлена на слайде.

В алгоритме используются площади натягов на антивибрационных полках, рассчитываемые с помощью разработанной модели. С помощью сортировки величин площадей со стороны корыта и спинки каждой лопатки выполняется подбор лопаток,

таким образом чтобы величины натягов между соседних лопаток стремились к среднему значению всего комплекта.

На выходе из алгоритма формируется массив порядковых номеров лопаток в сборке, являющийся планом их расстановки.

10 слайд:

Были проведены экспериментальные исследования, включающие в себя

- 1 измерения геометрических параметров лопаток и диска,
- 2 проведение предварительных сборок рабочих колес,
- 3 измерение углов установки лопаток,
- 4 обработка результатов измерений лопаток, дисков и сборочных параметров комплектов рабочих колес,
- 5,6 выполнена оптимизация расстановки лопаток с использованием алгоритма и модели расчета натягов
- 7 Проведение сборки по разработанной методике и анализ результатов
- 8 измерение углов установки лопаток, и сравнение с теми, что получились в ходе предварительной сборки

11 слайд:

На слайде представлены результаты измерений параметров дисков и лопаток.

Отклонения параметров лопаток превышают допуски на них в 2-3 раза.

— фактически по юсти

12 слайд:

На слайде представлены величины натягов в предварительной сборке (слева) и сборки этого же комплекта с использованием разработанной методики: сверху — в модели не учитывались отклонения пазов диска, снизу — использовались. В результате было выявлено что методика позволяет снизить рассеивание натягов на 40%

13 слайд:

Разработанная модель и алгоритм были реализованы в виде программной системы. Она позволяет импортировать измеренные отклонения, проводить автоматизированную расстановку лопаток, представлять результаты в графическом виде и сохранять планы расстановки в формате pdf в виде отчетов.

14 слайд:

В процессе работы были получены следующие результаты: была разработана методика автоматизированной сборки, модель оценки натягов и алгоритм расстановки лопаток, которые введены в методику. Экспериментально доказана эффективность разработанной методики. Результаты показали снижение среднеквадратического отклонения натягов на 14 — 42%, ~~увеличение минимального угла закрутки с 30 до 55 градусов~~ минут. Разработанная модель и алгоритм реализованы в виде программной системы.

кон-во предвар-х сборок снижено с 5 до 2 раз.

15 слайд:

На слайде представлены публикации по теме работы, но это не все, некоторые еще не опубликованы или в Скопус не проиндексированы.

То есть пока 2 работы в Скопус, 1 в ВАК и несколько в ринц.

Проблемы производства:

1. Много переборок рабочего колеса (до 5 раз), в связи с этим большие затраты на ремонт
 2. Точность сборки рабочих колес достигается за счет снижения рассеивания величины натяга между лопатками, то есть равномерностью натяга
 3. Трудоемкость сборки ремонтного ротора в 1,5 раза выше по сравнению с новым ротором
- Проведены теоретические исследования по определению влияния геометрических отклонений лопаток и пазов диска на получаемые в результате сборки натяги по антивибрационным полкам. Выявлено, что в результате применения разработанного алгоритма расстановки лопаток происходит повышение равномерности распределения натягов за счет снижения СКО в два раза. А также исследования показали, что влияние погрешности пазов практически не влияет на получаемый сборочный параметр.