Г слайд: 4 год аспирантуры. тема работы: «Разработка методики и модели для  
повьииения 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 лопагками ие 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 повьииение точности изготовления экономически не  
целесообразно. (дорого очень минимальные допуска осуществлять, либо людям  
платить либо станки дорогущие, 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 мосй 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 патяг). ‘Гребусмая величина натягов достигается 3-5  
предварительными сборками, в каждой из которых специалисты изменяют  
расстановку лопаток с учетом измерений.  
  
Сократить количество предварительных сборок возможно если создать  
достоверную компьютерную модель процесса сборки, позволяющую рассчитывать  
возникающие патяги и проводить виртуальную расстановку лопаток для достижения  
  
варианта с минимальной перавномерностью пнатягов.  
  
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 иселедований. 'Гехнологический 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 метолики автоматизированиой 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 георетико-экспериментальных исследований погрешностей сборки  
рабочего колеса  
  
5. Реализация разработанных методики автоматизированной сборки в виде  
программной системы.  
  
6 слайд: Научная иовизна 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 аитивибрационным полкам лопаток при их сборке в  
лопатонном 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 расстаповки с минимальной перавномерностью 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 формуле 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 используется площади патягов на антивибрационных полках,  
рассчитываемые с помощью разработанной модели. С ПОМОЩЬЮ сортировки величин  
площадей со стороны корыта и спинки каждой лопатки выполняется подбор лопаток,

таким ооразом чтобы величины натягов меж © соседних лопаток стремнлись к  
среднему значению все! © комилекга.  
  
На выходе из алгоритма формируется массив порядковых номеров лопаток в  
соорке. 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 колсс.  
  
5,6 выполисна 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 срависние с теми. что получились в ходе  
предварительной сборке  
  
11 слайд:  
На слайде представлены результаты измерений парамтеров дисков и лопаток.  
Отклонения параметров лопаток превышают допуски на них в 2-3 раза.  
  
- Чоиуа 0 др  
  
12 слайд:  
  
На слайде представлены величины натягов в предварительной сборки (слева) и  
сборки этого же комплекта с использованием разработанной методики: сверху — в  
моделе не учитывались отклонения пазов диска, снизу —использовались. В результате  
было выявлено что методика позволяет снизить рассеивание натягов на 40%  
  
13 слайд:  
  
Разработанные модель и алгоритм были реализованы в виде программной системы.  
Она позволяет импортировтать измеренные отклонения, проводить  
автоматизированную расстановку лопаток. представлять результаты в графическом  
виде и сохранять планы расстановки в формате идф в виде отчетов.  
  
[4 слайд:  
  
В процессе работы были получены следующие результаты: была разработана  
методика автоматизированной сборки, модель оценки натягов и алгоритм расстанови  
лопаток, которые влечены в методику. Экспериментально доказана эффективность  
  
разработанной мсгодики. Результаты показали снижение среднеквадратического  
отклонения патягов на 14 — 42%, уве т -- зо-учеНа-зенеру-  
укловьречинут; Разработанная модель и алгоритм реализованы в виде программной  
системы.  
  
РУ ГИ“ ? 5 о Я 2772 1  
ро ля ероё веелиииие © 3 92 2 ра]  
  
О ВЫ о ро,

То есть пока 2 работы в Скопус. | в ВАК и несколько в рииц.  
  
Проблемы производства:  
  
| Много пересборок рабочет о 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 патяга  
  
3. Грудоёмкость сборки ремонтного ротора в 1.5 раза выше но сравнению с новым ротором  
Проведены теоретические исследования по определению влияния геометрических отклонений  
лопаток и пазов диска на по тучаемые в результате сборки патяги по антивибрационным полкам.  
Выявлено. что вре зульгате применения разраоотанного алт оритма 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.  
  
15 слайд:  
На слайде представлены публикации по теме работы, но это не все, некоторые еще не  
орубликованы или в скопус нс про индексированы.  
  
Е  
Е  
2