

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АДАПТИВНОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ ЛОПАТКИ КОМПРЕССОРА ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ОСНАСТКИ ТИПА КАССЕТА С БАЗИРОВАНИЕМ ЗА ПРОТОЧНУЮ ЧАСТЬ

Тарасова Анастасия Андреевна

студент, Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева, РФ, г. Рыбинск

Коряжкин Андрей Александрович

научный руководитель, д-р техн. наук, доцент, Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева, РФ, г. Рыбинск

Лопатки компрессора являются ответственными и массовыми деталями газотурбинного двигателя. От правильно выбранной технологии изготовления лопаток будет зависеть ресурс и конечная стоимость двигателя, поэтому изготовление лопаток, даже в мелкосерийном производстве, требует применения современных технологических процессов, высокопроизводительного оборудования и автоматизации процесса изготовления и контроля.

Адаптивная фрезерная обработка применяется для получения основных геометрических параметров замковой части лопаток компрессора, которая имеет сложную пространственную форму с изменяемыми параметрами сечений. Комплексную обработку компрессорной лопатки, а именно ее хвостовика и корневой части пера лопатки, прикорневого участка пера и радиуса сопряжения, выполняется на многокоординатном станке с ЧПУ методом адаптивного фрезерования по предварительно разработанной управляющей программе. При этом обрабатывают лопатки с окончательно сформированным профилем пера, полученным методом электрохимической обработки.

Известен способ обработки хвостовика и корневой части пера лопатки на многокоординатном станке с ЧПУ, при котором заготовку лопатки предварительно закрепляют в брикете из легкоплавкого материала (рисунок 1).

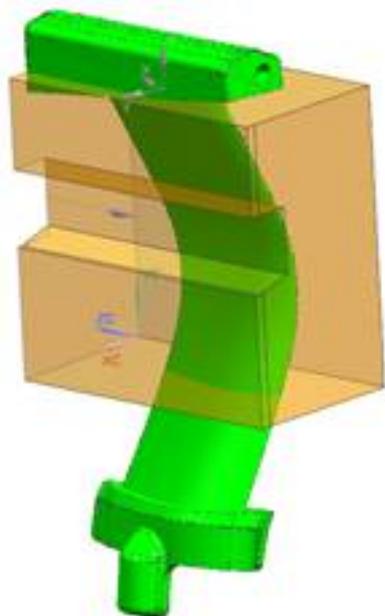


Рисунок 1. 3D модель лопатки компрессора в брикете

Согласно патенту [1] предлагается использовать приспособление-спутник, в виде корпуса, выполненного из двух разъемных крышек, имеющих ответные к перу лопатки поверхности, в котором закрепляют лопатку за обработанное ранее перо с помощью установочной оснастки (рисунок 2).

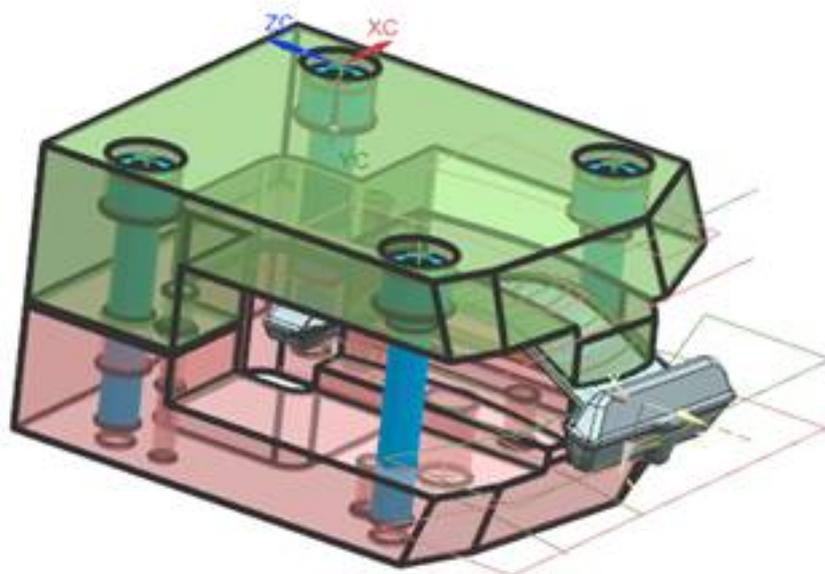


Рисунок 2. 3D модель кассеты

Приспособление-спутник с установленной и закрепленной лопаткой размещают на рабочем

столе многокоординатного станка с ЧПУ. На станке (или вне его) выполняют измерение сечений пера, близлежащих к хвостовику. Определяют фактические отклонения сечений пера лопатки, близлежащих к хвостовику, от номинала в заданных точках на основе электронной математической модели. Выполняют автоматическую корректировку системы координат управляющей программы методом припасовывания.

Выполним математическое моделирование упругих деформаций лопатки компрессора в процессе фрезерной обработки в системе Ansys Workbench с применением двух типов оснастки. На рисунке 3 представлены результаты расчета суммарных деформаций с базированием лопатки в брикете при воздействии силы резания равно 350 Н.

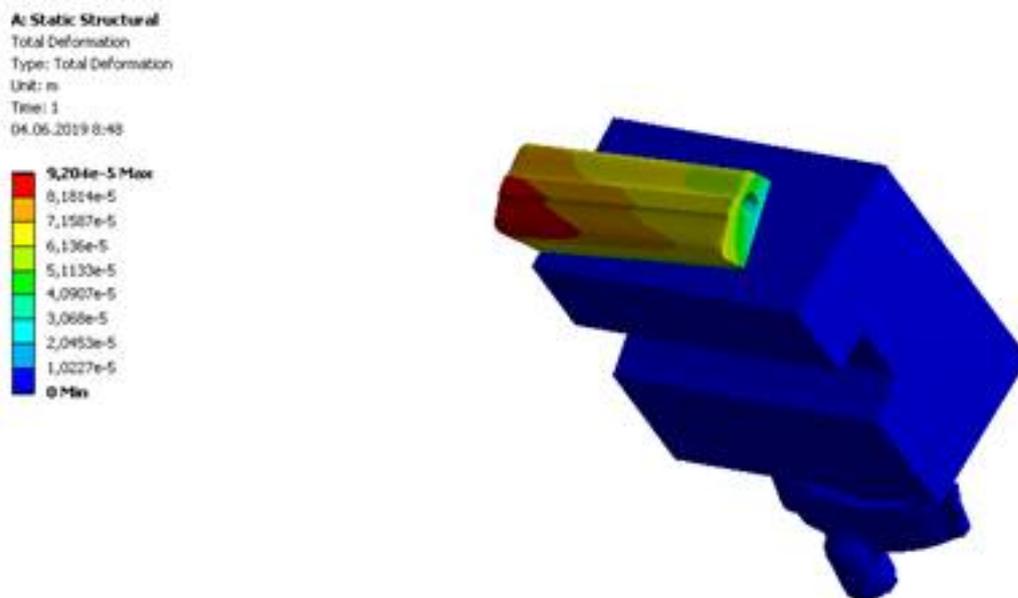


Рисунок 3. Результат расчета суммарных деформаций лопатки, закрепленной в брикете

На рисунке 4 представлены результаты расчета суммарных деформаций с базированием лопатки в брикете при воздействии силы резания равно 350 Н.

As Static Structural
Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: m
Time: 1
04.06.2019 8:58

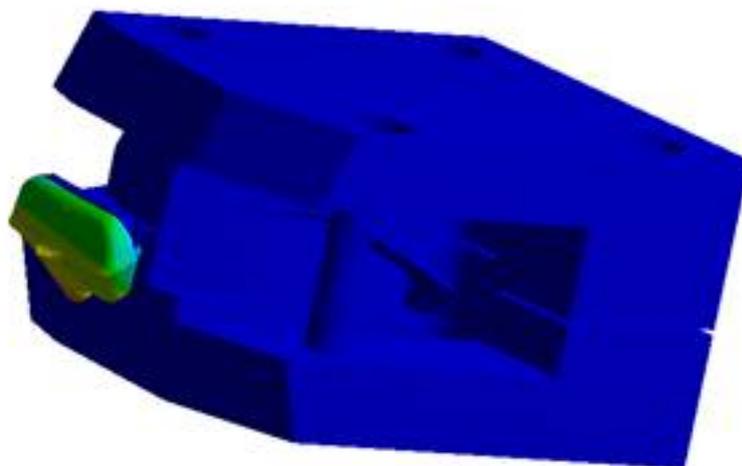
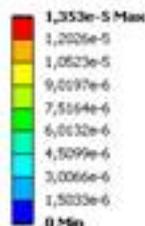


Рисунок 4. Результат расчета суммарных деформаций лопатки, закрепленной в приспособлении-спутнике

Проведенные расчеты показывают, что суммарные деформации лопатки закрепленной в брикете составляют $9,204 \cdot 10^{-5}$ м, что в 6,8 раза больше, чем деформации при закреплении в приспособлении-спутнике, которые составляют $1,353 \cdot 10^{-5}$ м.

В ходе работ по освоению технологии фрезерования хвостовиков лопаток компрессора с автоматизированной припасовкой с механическим закреплением за перо были обработаны партия из 50 штук лопаток в приспособлении-кассете на станке Hermle С30U. Проведенные производственные испытания подтвердили, что адаптивное фрезерование замковой части лопатки компрессора с базирование за проточную часть повышает точность размеров и взаимного расположения профиля пера за счет достаточной жесткости закрепления за перо в кассете-спутнике.

В ходе обработки партии были выявлены резервы повышения производительности за счёт интенсификации режимов на 15% (требуется проведение дополнительных опытных работ), было выполнено тестирование применения приспособления-кассета в реальных производственных условиях, по результатам которого критических замечаний не отмечено.

Список литературы:

1. Пат. 2645633 С1 Российская Федерация, МПК В23Р 15/02 Способ обработки хвостовика и корневой части пера лопатки на многокоординатном станке с ЧПУ/ Зиновьев Д.В., Пичужкин С.А., Коряжкин А.А., заявитель и патентообладатель Публичное акционерное общество "Научно-производственное объединение "Сатурн". - № 2017104823; заявл. 14.02.2017; опубл. 26.02.2018, Бюл. №6 - 17 с.