

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ В МАТЕРИАЛЕ ПРИ ЕГО ОБРАБОТКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Федоров Д. Г., Евдокимов Д. В., Колычев С. А., Коваль И. Ю.
Самарский университет, г. Самара, fedorovdmytry@gmail.com

Ключевые слова: гидродинамика СОЖ, тепловые поля, обработка шлифованием, САЕ моделирование, конечно-элементное моделирование

Шлифование является одним из самых широко распространённых методов финишной обработки деталей машин, в том числе ответственных деталей двигателей летательных аппаратов [1], многие из которых изготовлены из титановых сплавов. Характерной особенностью механической обработки титановых сплавов является сосредоточение тепловой энергии в узкой области вблизи зоны резания [2]. Это обусловлено низкой теплопроводностью данного материала.

Исходя из вышесказанного, целью работы является создание методики расчёта тепловых полей в зоне резания при плоском шлифовании титановых заготовок.

Достижение поставленной цели обеспечивается на основе комплекса теоретико-экспериментальных исследований, включающих в себя разработку конечно-элементной модели расчёта среднетемпературной температуры в зоне резания и оценку её погрешности путём сопоставления результатов расчёта с экспериментальными данными.

В качестве расчётной программы для проведения виртуального расчёта был выбран модуль CFX в программе ANSYS. Обычно этот модуль используется для расчёта гидро- и газодинамических процессов, протекающих в различных каналах [3], и позволяет рассчитывать термодинамические процессы. Возможности программы и основные её преимущества были адаптированы для процессов механической обработки. Основной сложностью при создании модели являлось то, что программа требует в качестве расчётной системы канал, а зона обработки станка представляет собой открытую область пространства, заполненную воздухом. Для преодоления данной проблемы было принято решение создать геометрическое тело, которое программа воспринимала бы как канал, в котором протекает рассчитываемый процесс. Созданное тело должно минимально влиять на расчётную область, минимизируя тем самым погрешность расчёта. Схема адаптированной модели и задаваемые граничные условия представлены на рис. 1.

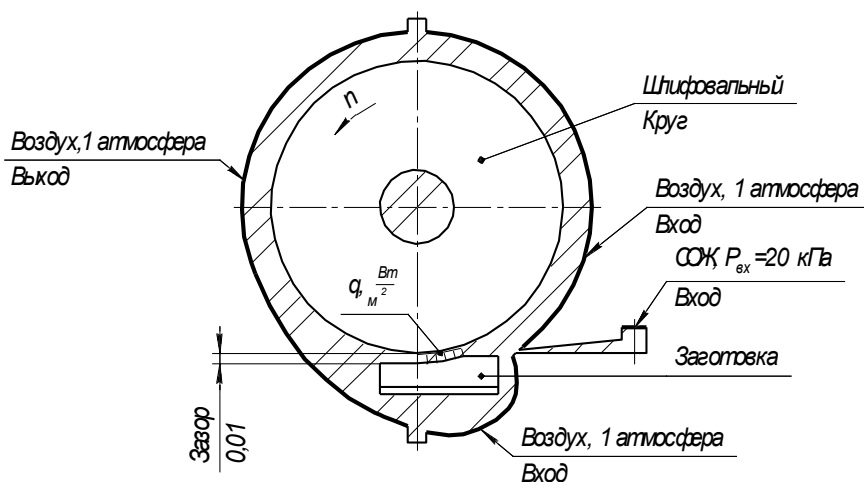


Рис.1 – Схема приложения граничных условий

По итогам проведённой работы представлены результаты расчёта температуры в образце из титанового сплава ВТ-6 методом конечных элементов. Основной отличительной особенностью созданной виртуальной модели стал учёт гидродинамики СОЖ, охлаждающей обрабатываемый виртуальный образец. Виртуальный образец по своим физическим и геометрическим свойствам повторяет натурные образцы, подлежащие обработке на различных режимах резания. Результаты вычислений по созданной модели были сопоставлены с результатами натурального эксперимента [4].

Список литературы

1. Скуратов Д.Л., Трусов В.Н. Обработка металлов шлифованием и методы ее интенсификации: Учебное пособие / Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 1997. 88 с.
2. Сипайлов В.А. Тепловые процессы при шлифовании и управление качеством поверхности. – М.: Машиностроение, 1978 – 167 с.
3. Коньшин В., Щеляев А. Новые возможности проектирования и инженерного анализа в системе ANSYS CFX версии 10.0 / САПР и графика. 2005. № 10.
4. Skuratov D. L., Fedorov D. G. Temperature fields in grinding by abrasive wheels / Russian Engineering Research // Allerton Press Inc., 2017. Vol. 37. Issue 6. Pp 557-560.

Сведения об авторах

Федоров Дмитрий Геннадьевич, ведущий инженер АО «Авиаагрегат», ассистент. Область научных интересов: шлифование титановых сплавов, жаропрочных сплавов, механическая обработка материалов, CAE моделирование процессов резания, тепловых и гидродинамических процессов.

Евдокимов Дмитрий Викторович, ведущий инженер АО «Авиаагрегат», ассистент. Область научных интересов: оптимизация процессов механической обработки, разработка математических моделей описания и прогнозирования функциональных параметров процессов механической обработки, составление регрессионных моделей применительно к процессам механической обработки, проектирование и конструирование, с прочностным анализом конструкций нефте-газовой промышленности, авиационной промышленности, режущего инструмента, медицинских имплантов, контейнеров для термообработки изделий.

Колычев Сергей Александрович, к.э.н., доцент. Область научных интересов: механика остаточных напряжений.

Коваль Илья Юрьевич, аспирант. Область научных интересов: механика остаточных напряжений.

INVESTIGATION OF TEMPERATURE FIELDS IN A MATERIAL DURING ITS MACHINING PROCESS WITH THE USE OF HYDRODYNAMIC PROCESS SIMULATION

Fedorov D.G., Evdokimov D.V., Kolychev S. A., Koval' I. Yu.

Samara National Research University, Samara, Russia, fedorovdmytry@gmail.com

Keywords: fluid dynamics of coolant, thermal fields, grinding, CAE modeling, finite element modeling

This paper describes a technique for creating a CAE model of the cutting process. The model is adapted to describe the cutting process. The obtained simulation results are compared with the experiment.