

РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ ЗАГОТОВОК ИЗ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

Трусов В.Н., Скуратов Д.Л., Законов О.И., Шикин В.В.

Самарский государственный технический университет

CALCULATION OF CUTTING TEMPERATURE AT MILLING OF PURVEYANCES FROM HARD-PROCESSING MATERIALS

Trusov V.N., Skuratov D.L., Zakonov O.I., Shikin V.V. The analysis of thermal processes is conducted in the area of cutting at milling of eventual elements a method, the pictures of distributing of thermal streams and value of temperature of the treated surface are got, for different materials.

В современном авиадвигателестроении при производстве деталей, предъявляются повышенные требования, как к производительности, так и к точности и качеству сформированных поверхностей. При фрезеровании в наибольшей степени этим требованиям удовлетворяет высокоскоростное резание. Этот процесс благодаря высоким скоростям относительного перемещения инструмента и заготовки, а также малым силовым нагрузкам в зоне их контакта, позволяет перераспределить тепловые потоки между заготовкой, стружкой и инструментом. Снижение силовой и тепловой напряженности процесса скоростного фрезерования позволяет использовать его даже на окончательных операциях обработки. Наиболее важным при анализе тепловых процессов является определение количества тепла поступающего в режущий инструмент и деталь, поскольку это влияет на стойкость инструмента и качество поверхностного слоя детали.

Значительное влияние на относительное распределение тепла между стружкой, инструментом и заготовкой при обработке оказывают физико-механические свойства материала детали и режимы резания.

При традиционной обработке в заготовку может поступать до 47% теплоты, а в инструмент до 4,5%. В процессе ВСО через инструмент отводится до 20% тепла, а в заготовку поступает только 5% [1,2]. При решении поставленной задачи руководствовались схемой распределения тепловых потоков в соответствии с рис.1 [3].

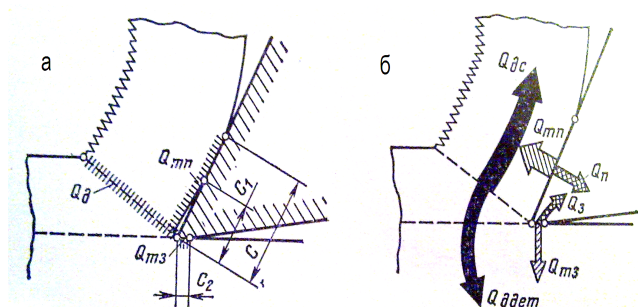


Рис. 1. Схема расположения источников теплоты [1]: а- источники образования тепла в зоне резания; б- потоки тепла в стружку инструмент и деталь

Аналитические методы расчета тепловых потоков и температур разработанные А.Н. Резниковым [4], дают удовлетворительное совпадение с практикой в диапазоне скоростей резания до 200 м/мин для различных методов обработки, в том числе и фрезерования. Но для распределения температур при высокоскоростном резании они не получили распространения.

В связи с чем для определения температуры при более высоких скоростях обработки в работе использовался метод конечных элементов, позволяющий получить картину распределения температур в зоне резания. При этом в качестве программного обеспечения метода конечных элементов был выбран комплекс ANSYS [5].

Рассмотрено фрезерование заготовок специальной дисковой трехсторонней фрезой со сменными многогранными пластинами квадратной формы из твердого сплава ВК8, диаметр фрезы 300 мм, число зубьев $z=10$.

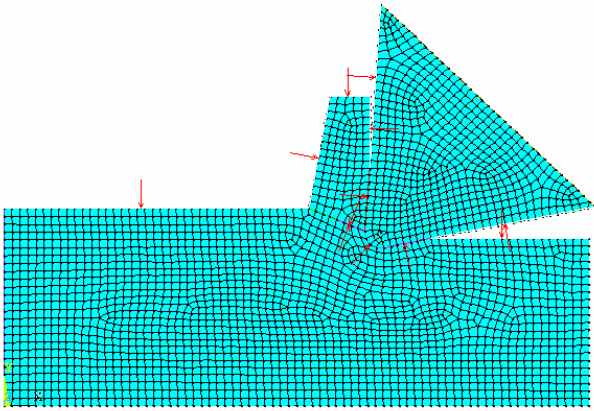


Рис. 2. Конечно-элементная модель с приложенными нагрузками

При решении были рассмотрены представители групп наиболее широко используемых в авиастроении обрабатываемых материалов, такие как сталь 30ХГСА, титановый сплав ВТ9 и алюминиевый сплав Д16Т. В качестве инструментального материала

рассмотрен твердый сплав ВК8 и Т15К6. Начальная температура полагалась равной нормальной температуре окружающей среды 20°С. В качестве нагрузок к модели прикладывались тепловые потоки рассчитанные по формулам А.Н. Резникова [4] для поверхностей контакта стружки и инструмента, заготовки и инструмента, а также по линии сдвига. Время решения рассчитывалось в зависимости от режимов обработки. На рис. 2. представлена конечно-элементная модель с приложенными тепловыми потоками и конвекцией.

Было проанализировано распределение температур в зоне обработки для диапазонов скорости резания $v = 50 - 500$ м/мин при этом подача составляла $S_z = 0,1$ мм/зуб, и глубина $t = 1$ мм.

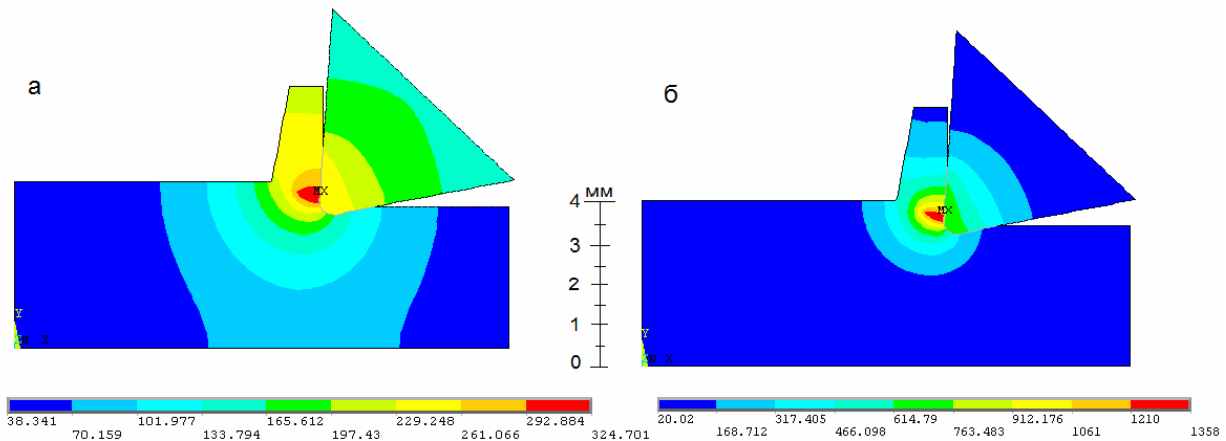


Рис.3. Распределение температур при обработке титанового сплава ВТ9 пластинами из твердого сплава ВК8: а – $v=50$ м/мин; б – $v=400$ м/мин

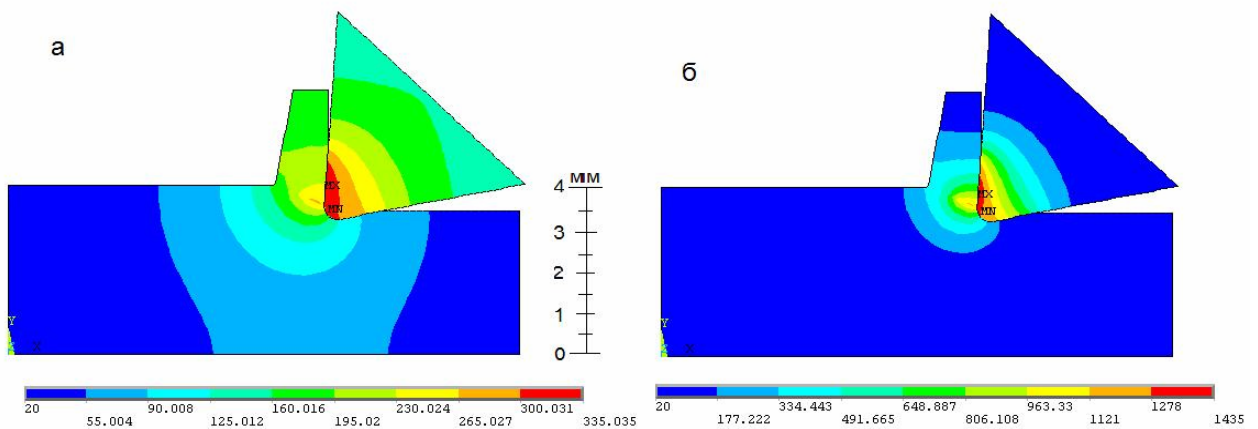


Рис.4. Распределение температур при обработке стали 30ХГСА пластинами из твердого сплава Т15К6: а – $v=50$ м/мин; б – $v=400$ м/мин

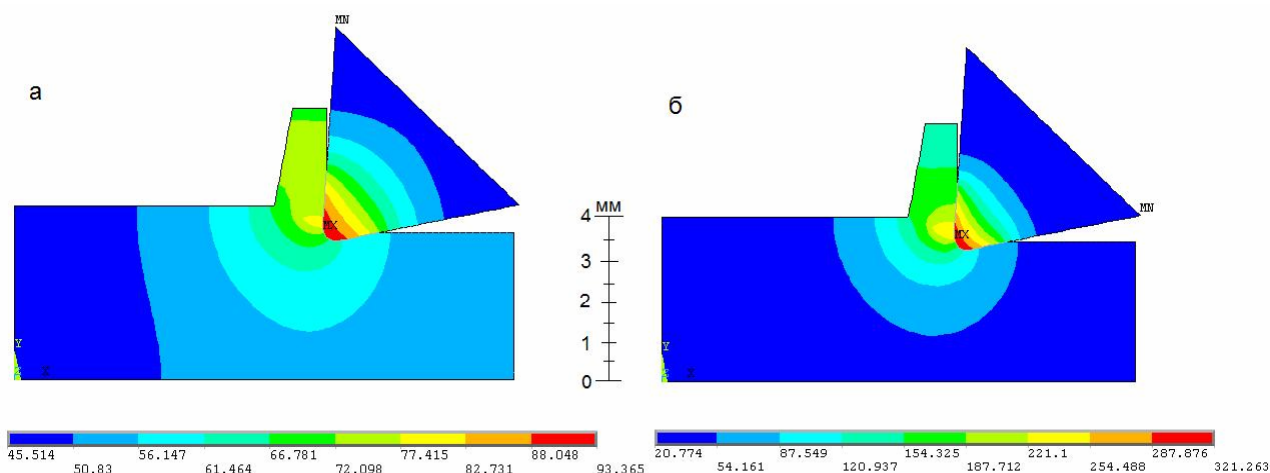


Рис.5. Распределение температур при обработке алюминиевого сплава Д16Т пластинами из твердого сплава Т15К6: а – $v=50$ м/мин; б – $v=400$ м/мин

Расчеты показывают, что при скорости 50 м/мин деталь прогрелась на большую глубину, а на площадке контакта режущего клина с заготовкой имеется область максимального нагрева. При скорости 400 м/мин область максимального нагрева значительно меньше при этом за счет высокой скорости тепло не успевает распространиться на большую глубину, в заготовку. Тем не менее увеличение скорости резания приводит к росту температуры на поверхности детали, не смотря на то, что интенсивность тепловых потоков в деталь резко снижается (см. рис. 3-5).

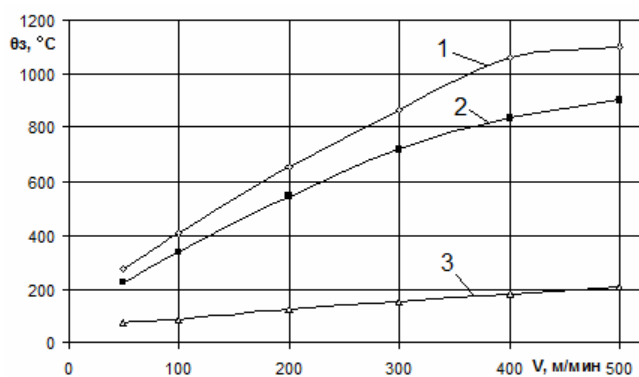


Рис.6. Зависимость температуры на поверхности заготовок от скорости резания:
1- VT9, 2- 30ХГСА, 3-Д16Т

При этом максимальные температуры на поверхности заготовок могут достигать значительных величин, превышающих температуры структурно-фазовых превращений.

На рис. 6 приведены графики зависимости температуры на поверхности заготовок из различных обрабатываемых материалов. При помощи данного графика можно определить температуру при обработке с различными скоростями резания, это необходимо при назначении режимов резания для учета теплового воздействия на заготовку и предотвращения структурно-фазовых превращений материала.

Библиографический список

1. Виттингтон, К. Высокоскоростная механообработка. / К. Виттингтон, В. Власов // САПР и графика. - 2002. - №10. - С. 107-113.
2. Skopecek, T. Den Beschluss der thermischen Probleme bei dem trocknen Hochgeschwindigkeitsfrasen des Stahls / T. Skopecek [et al.] // Werkstatt und Betrieb. - 2003. - Nr.5 - P. 10-14.
3. Бобров, В.Ф. Основы теории резания металлов. / В.Ф. Бобров; М.: Машиностроение, 1975. – 344 с.
4. Резников, А.Н. Теплофизика процессов механической обработки материалов. / А.Н. Резников; М.: Машиностроение, 1981. – 279 с.
5. Каплун, А.Б. ANSYS в руках инженера: Практическое руководство. / А.Б. Каплун, Е.М. Морозов, М.А. Олферьева; М.: УРСС, 2004. - 272 с.