

ГРИНЕНКО А. М., ХАВИН В. Л. канд. техн. наук

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОРТОГОНАЛЬНОГО РЕЗАНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИЗНОСА И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ИНСТРУМЕНТА

Износ инструмента играет значительную роль для оценки эффективности технологических операций обработки резанием. Изучение механизмов износа и способность прогнозировать величину износа и периода стойкости (долговечности) инструмента – важные компоненты, необходимые для обеспечения оптимальности процесса металлообработки.

Износ режущего клина инструмента по передней и задним контактными поверхностям (луночный износ и износ по задней поверхности) зависит от контактных напряжений, температуры и скорости относительного проскальзывания в контакте. Механизм износа определяется физическими свойствами, микроструктурой и твердостью обрабатываемого материала и режущего клина; макро- и микрогеометрией режущего клина, наличием покрытий; условиями на контактных поверхностях – шероховатостью, наличием в зоне контакта смазочно-охлаждающих технологических сред и т.п. Важную роль играют также динамические характеристики системы станок – инструмент.

Имитационное моделирование с помощью МКЭ [1-3] позволяет рассчитать все необходимые переменные процесса, которые очень сложно получить экспериментально: напряжения и температуру на контактных площадках, скорость скольжения стружки и т.п.

В настоящей работе рассмотрено моделирование процесса ортогонального (свободного, плоского) резания металла при помощи МКЭ на примере резания стали AISI-1045 (сталь 45) режущим клином из твердого сплава на основе карбида вольфрама (P10). Задача рассматривается как двумерная термомеханическая связанная контактная задача для термоупругого режущего клина и упруго-пластического деформируемого материала, находящихся при больших деформациях в состоянии плоской деформации.

Краевая термомеханически связанная задача контактного взаимодействия режущего клина с обрабатываемым материалом решается в смешанной формулировке Лагранжа-Эйлера (ALE) [4]. Соотношения, определяющие состояние материала (определяющие соотношения, определяющие уравнения модели материала), представляющие зависимость напряжений пластического течения (текущего предела текучести) от деформаций, скоростей деформаций и температуры использовались в форме моделей Джонсона – Кука (Johnson-Cook) и Зерилли-Армстронга (Zerilli and Armstrong). Модель трения в контакте инструмента и обрабатываемого материала задавалась в форме закона Кулона с

постоянным коэффициентом трения и в виде постоянных сдвиговых напряжений на контактных площадках.

Краевая задача механики решалась в приращениях перемещений с шагом по времени Δt , по окончании каждого шага решения задачи механики для пары обрабатываемый материал - режущий клин рассматривалась нестационарная краевая задача кондуктивной теплопередачи и осуществлялась коррекция температурного поля, далее используемого в процессе решения механической задачи. В задаче механики использовалось кинематическое нагружение, источники тепла – работа, затраченная на пластическое деформирование обрабатываемого материала и работа трения на контактных поверхностях. В качестве алгоритма решения контактной задачи использовался кинетический контактный алгоритм, для инструмента и материала использовался четырехугольный 4-х узловой связанный термомеханический конечный элемент для плоской деформации с контролем искажения формы. Для решения начальной задачи использовалось явное численное интегрирование по времени.

В процессе расчета осуществлялся контроль искажения конечноэлементной сетки по минимуму внутреннего угла элемента и осуществлялась адаптивная перестройка и сглаживание сетки.

В результате расчетов были получены контактные напряжения, длина контакта, поля деформаций, скоростей деформаций, напряжений и температур, силы резания.

Исследовано влияние различных определяющих соотношений (моделей материала) на численное решение, проведено сравнение с экспериментами, взятыми из литературных источников. Выявлено существенное влияние определяющих соотношений на результаты расчетов и выбрана модель, обеспечивающая лучшие результаты.

Для контактной поверхности по модифицированным зависимостям Такаямы и Мюрати [5] и Усуи [6] на основе контактных давлений, температуры и скорости относительного проскальзывания определялась скорость объемного износа для материала инструмента и производилась коррекция его формы.

Критерием отказа инструмента является достижение максимальной допустимой величины износа по задней поверхности режущего клина VB или достигается критерий его разрушения.

Полученные результаты позволяют построить кривые износа и определить период стойкости инструмента (долговечность).

Список литературы: 1. *E.Ceretti, P.Falboher, W.-T. Wu, T.Altan* Application of 2D FEM to chip formation in orthogonal cutting. J. Mater. Process Technol., 1996, V. 59, pp. 169-181. 2. *M.Shalta, Y.-C. Yen, T. Altan* Tool-workpiece interface in orthogonal cutting application of FEM modeling. Trans. NAMRI/SME, 2000, V. XXVIII, pp. 173-178 3. *A.H. Adibi-Sedeh, V. Mahavan* Understanding of finite element analysis results under the framework of Oxley's machining model. Proc. Of the CIRP Int.Workshop on Modeling of Machining Operations, 2009, Hamilton, Canada. 4. *M.R. Movahhedy, M.G. Gadata, Y. Altintas* FE modeling of chip formation in orthogonal metal

cutting process: An ALE approach Machining Science and technology, 2000, V.4, pp. 15-47. 5. *H. Takeyama, T. Murata* Basic investigation on tool wear. Trans. ASME: J. Eng. Ind., 1963, V.35, pp. 33-38. 6. *T. Kitagawa, K. Maekawa, T. Shirakashi, E. Usui* Analytical prediction of flank wear of carbide tools in turning plain carbon steels. Part 1., Characteristic equation of flank wear. Bull. Jpn. Soc. Presic. Eng., 1988, V. 22, №4, pp. 263-269.

УДК 539.3

ЖОЛОС О. В., МАРТИНЕНКО Г. Ю., канд. техн. наук, доцент

СТВОРЕННЯ ІНТЕГРОВАНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ЧИСЕЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДИНАМІКИ РОТОРА ДЕТАНДЕР-КОМПРЕСОРА

Одним з основних вихідних параметрів при розробці конструкції детандер-компресорного агрегату є величина критичних швидкостей обертання ротору та власних частот. Тому у роботі було використане параметричне моделювання, що дозволяє варіантні розрахунки власних частот та критичних швидкостей.

У роботі аналізуються ряд власних частот та критичних швидкостей для балочно-масової розрахункової моделі з урахуванням отриманих моментів інерції об'ємної моделі

В отриманих розрахунках критичних швидкостей пружних валів враховуються сили інерції та гіроскопічні моменти дисків, що мають значні поперечні розміри та масу.

У критичному режимі прямолінійне положення валу перестає бути сталим і вал займає нове (криволінійне) положення сталості. Цей факт призводить до того, що вал, який обертається вздовж осі, починає здійснювати прецесійне обертання. Таким чином, у русі валу беруть участь два види обертання.

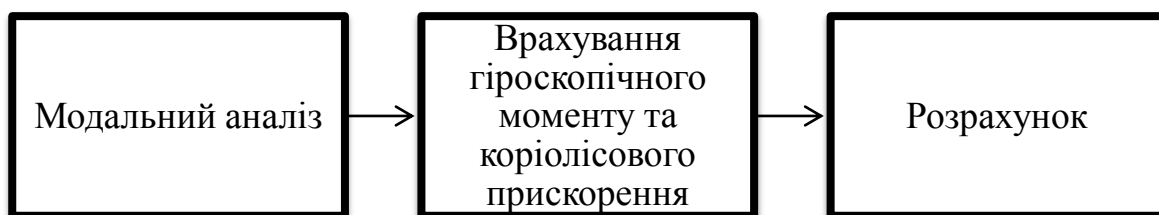


Рис. 1 – Розрахункова блок схема