

Виклад основного матеріалу. Розрахункову схему моделі прямокутного вільного різання показано на рис. 1. Розрахункова схема (рис. 1) являє собою твердосплавне лезо з переднім $\gamma=5^\circ$ і заднім кутом $\alpha=5^\circ$, яке переміщаючись з постійною швидкістю різання V , зрізає з заготовки шар постійної товщини a . У цьому випадку вжито допущення: технологічна система прийнята абсолютно жорсткою, лезо – абсолютно жорстким, ідеальної форми, без покриття, заготовка представлена прямокутним паралелепіпедом з пластичного матеріалу з товщиною під поверхнею різання, що дорівнює одній товщині зрізу.

Граничні умови під час визначення напружено-деформованого стану реалізовані жорстким закріпленням інструмента і обмеженням переміщення заготовки в напрямку осі y . Переміщення надавалось заготовці у напрямку осі Ox з прийнятою швидкістю різання.

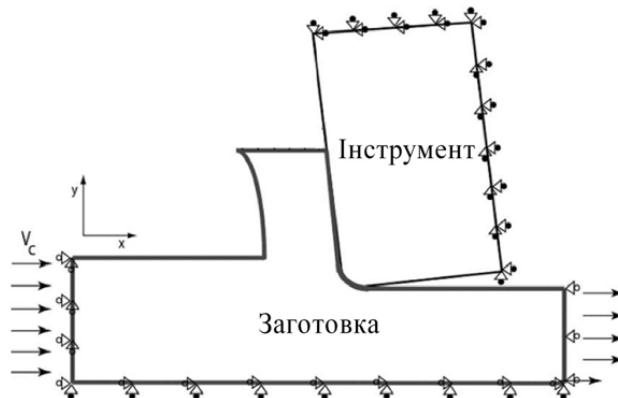


Рис. 1. Розрахункова схема моделі прямокутного вільного різання

План віртуального експерименту

Для базового режиму різання розглянуто вплив швидкості різання, глибини різання, матеріалу заготовки, коефіцієнта тертя на напружено-деформований і термічний стан деталі та інструмента. Обчислення виконувалися на ЕОМ Intel Core i3-370M (2.4 ГГц) з об'ємом оперативної пам'яті 3 Гб.

Дослідження впливу різноманітних чинників на температурні процеси у зоні стружкоутворення.

Розподіл теплоти у зоні стружкоутворення.

Змодельовано процес точіння за швидкості різання 100 м/хв. Матеріал заготовки – сталь 45. Матеріал інструмента – карбід вольфраму ВК6.

В результаті моделювання підтверджено, що найбільша кількість теплоти виділяється у стружку (рис. 2).

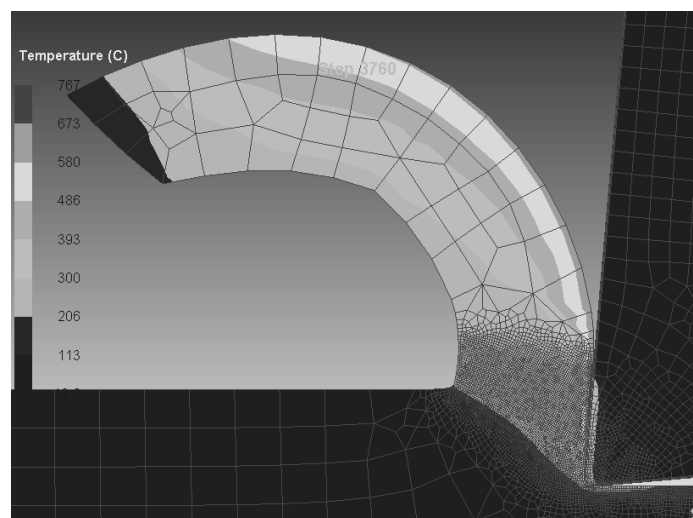


Рис. 2. Розподіл тепла між стружкою, інструментом і деталлю за швидкості різання 100 м/хв

Відсоткове співвідношення температур у зоні різання показано на рис. 3. Встановлено, що максимальне значення температури у зоні різання за швидкості різання 100 м/хв становить 767 °С, середнє значення – 231 °С. Дослід показав, що максимальна кількість теплоти виділяється у зоні контакту передньої поверхні різця і заготовки (рис. 3).

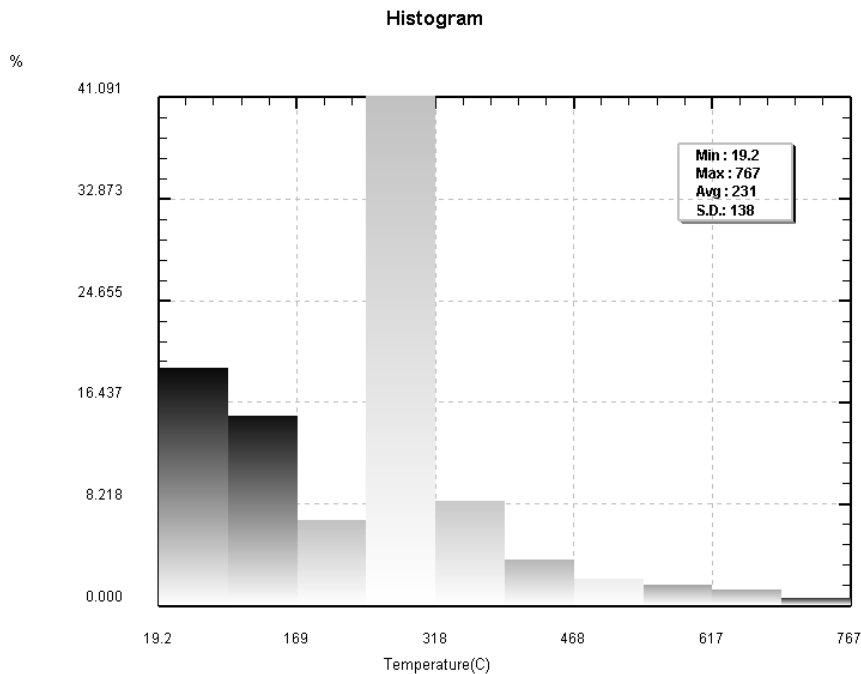


Рис. 3. Відсоткове співвідношення температури в зоні різання за швидкості різання 100 м/хв

Вплив швидкості різання на температуру в зоні стружкоутворення

Змодельовано процес точіння за швидкостей різання: 100, 150, 200, 250, 300 м/хв. Матеріал заготовки – сталь 45. Матеріал інструмента – карбід вольфраму ВК6.

Досліджено вплив швидкості різання на температуру у зоні контакту. Підтверджено, що зі збільшенням швидкості різання збільшується температура в зоні контакту (рис. 4).

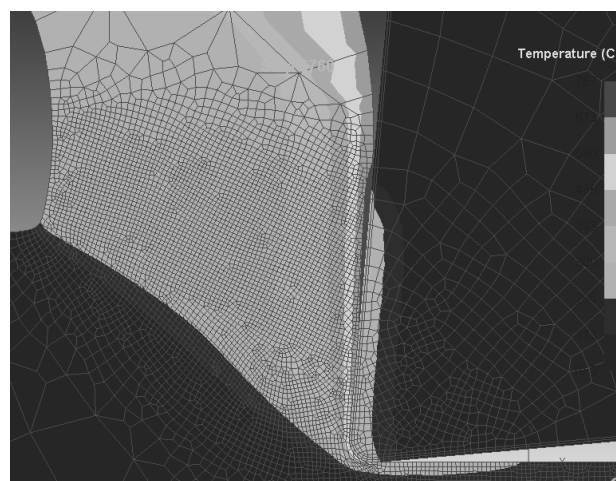


Рис. 4. Температурні поля у зоні контакту інструмента і заготовки

Вплив глибини різання на температуру у зоні стружкоутворення.

Змодельовано процес точіння за глибин: 0,1, 0,4, 0,7, 1,0, 1,3 мм. Матеріал заготовки – сталь 45. Матеріал інструмента – карбід вольфраму ВК6 (рис. 5).

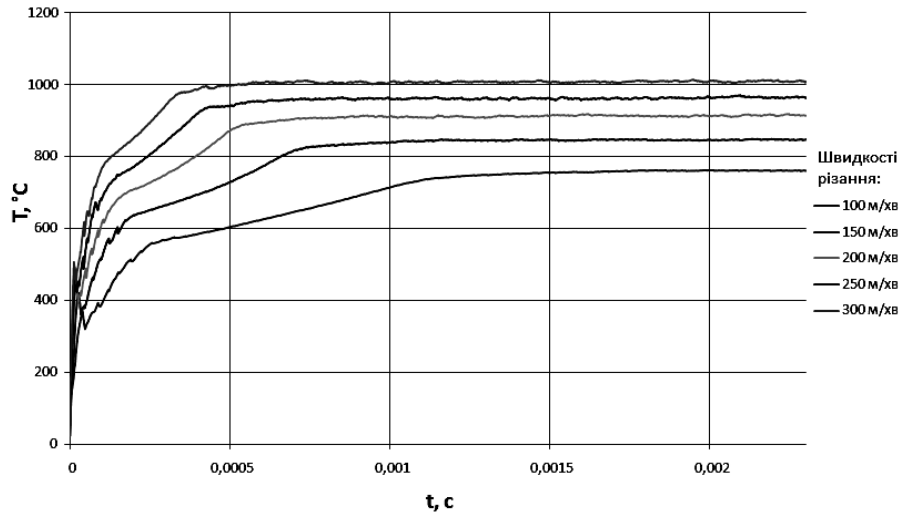


Рис. 5. Залежність температури від швидкості різання

Досліджено вплив глибини різання на температуру у зоні контакту. Підтверджено, що зі збільшенням глибини різання збільшується температура у зоні контакту (рис. 6).

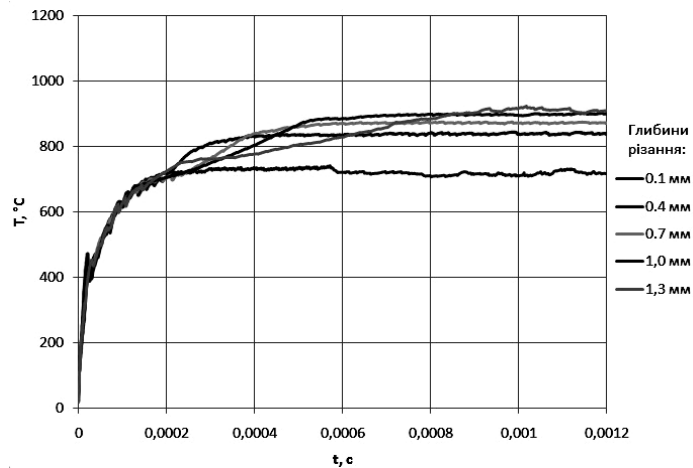


Рис. 6. Залежність температури від глибини різання

Вплив коефіцієнта тертя на температуру у зоні стружкоутворення.

Змодельовано процес точіння за коефіцієнтів тертя: 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7. Матеріал заготовки – сталь 45. Матеріал інструмента – карбід вольфраму ВК6.

Досліджено вплив коефіцієнта тертя на температуру у зоні контакту. Підтверджено, що зі збільшенням коефіцієнта тертя збільшується температура у зоні контакту (рис. 7).

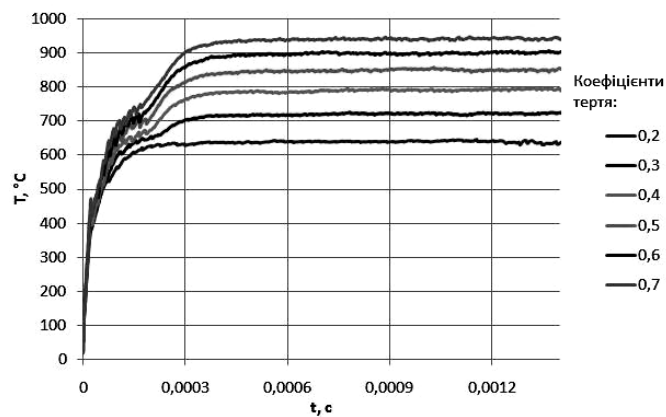


Рис. 7. Залежність температури від коефіцієнта тертя

Характер зміни температури у зоні стружкоутворення.

Як бачимо з рис. 8, температура в зоні контакту зростає до певного значення (ділянка АВ), після чого переходить в усталений режим і залишається сталою (поза точкою В).

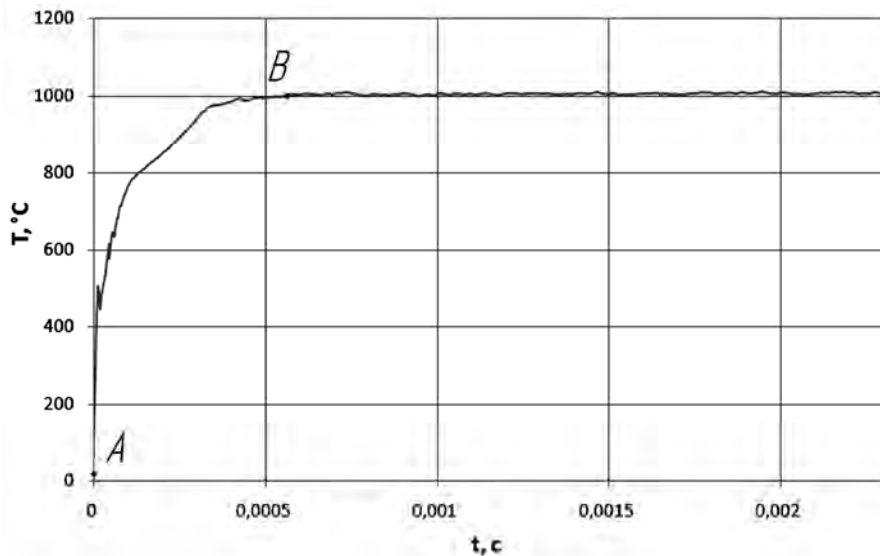


Рис. 8. Характер зміни температури різання у часі

Вплив матеріалу заготовки на температуру у зоні стружкоутворення.

Змодельовано процес точіння заготовки зі сталі 45 і алюмінієвого сплаву AL 6061. Матеріал інструмента – карбід вольфраму ВК6.

Аналізуючи одержані результати (рис. 9), робимо висновок, що за механічного оброблення сталі 45 у зоні стружкоутворення виділяється більша кількість теплоти, ніж при обробці алюмінієвого сплаву (рис. 10).

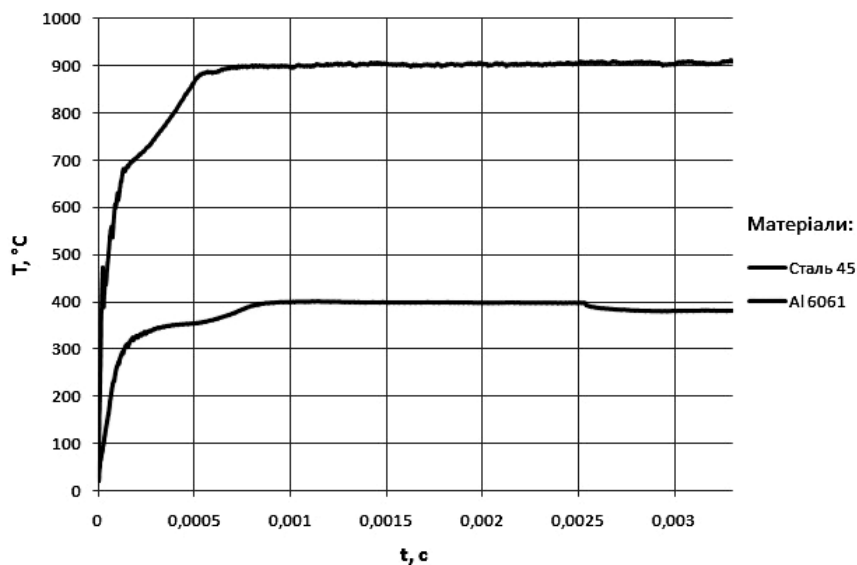


Рис. 9. Вплив матеріалу заготовки на температуру у зоні стружкоутворення

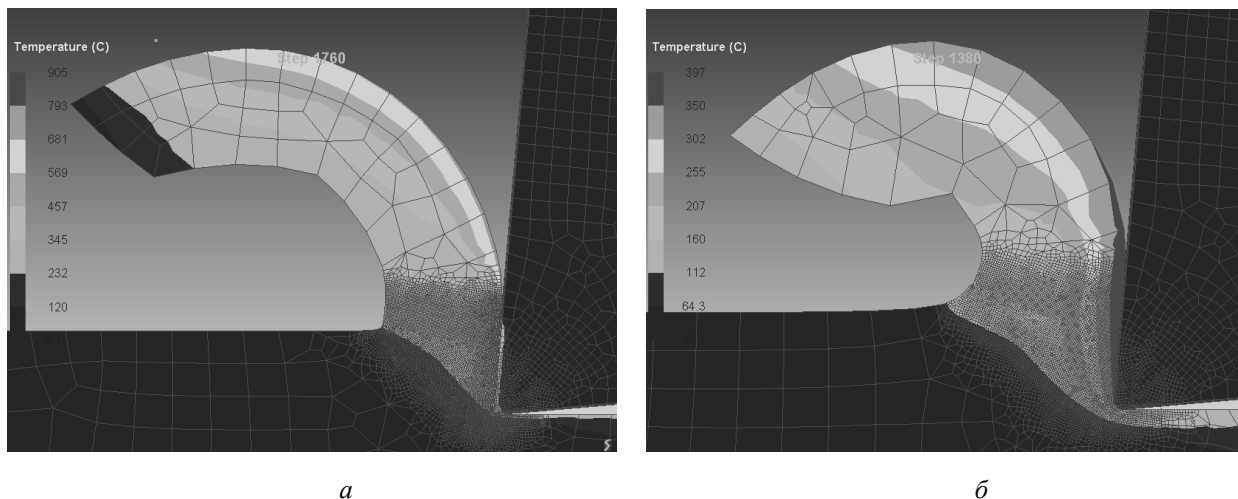


Рис. 10. Теплові поля у зоні стружкоутворення:
 а – обробка сталі 45; б – обробка алюмінієвого сплаву AL 6061

Характер напружено-деформованого стану.

Одержано характеристики напруженого (рис. 11), деформованого стану (рис. 12) заготовки, розподілу руйнувань в заготовці (рис. 13) та швидкості поширення деформацій у заготовці (рис. 14).

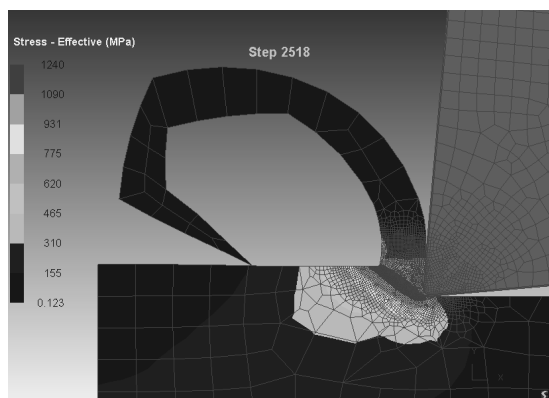


Рис. 11. Розподіл напружень у заготовці

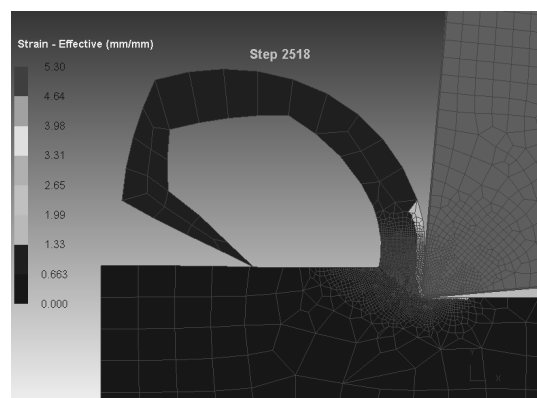


Рис. 12. Розподіл деформацій у заготовці

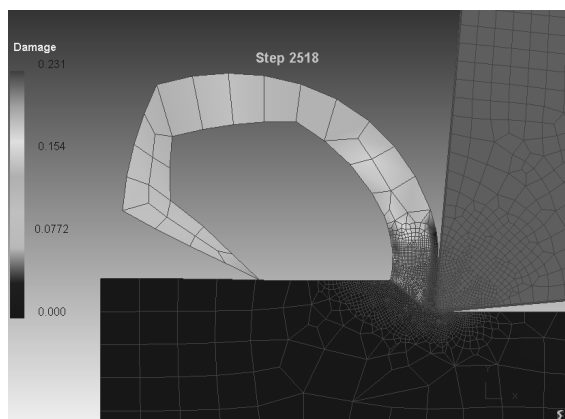


Рис. 13. Характер розподілу руйнувань у заготовці

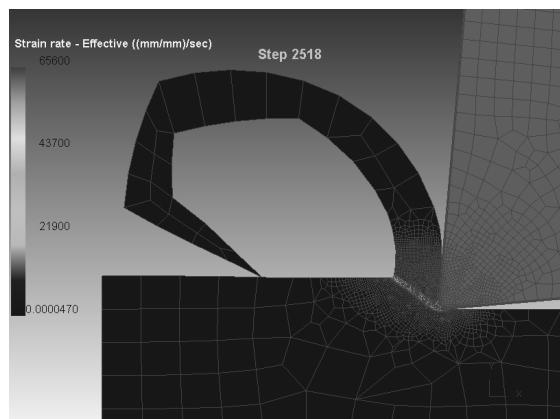


Рис. 14. Характер швидкості поширення деформацій у заготовці

Встановлено графічні залежності внутрішніх напружень (рис. 15), деформацій (рис. 16) та швидкості поширення деформацій у заготовці (рис. 17).

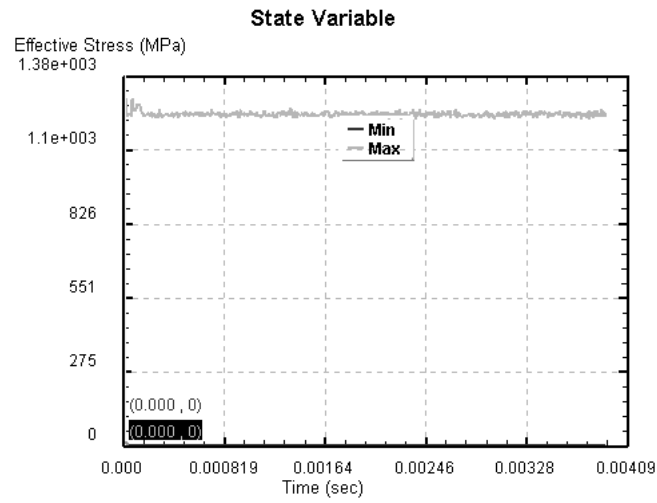


Рис. 15. Характер зміни внутрішніх напружень у заготовці

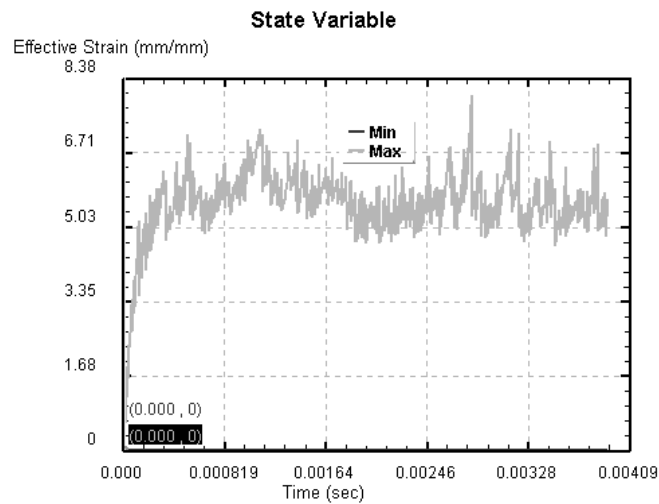


Рис. 16. Характер зміни деформацій у заготовці

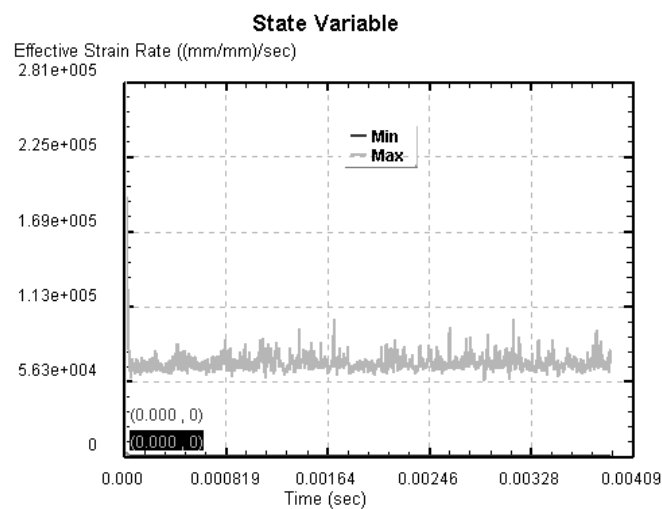


Рис. 17. Характер швидкостей поширення деформації у заготовці

Висновки: 1. Змодельовано напружено-деформований стан матеріалу в зоні різання для структурно-параметричної оптимізації технологічної операції токарного оброблення.

2. Вивчено розподіл теплоти у зоні стружкоутворення. Підтверджено, що найбільша кількість теплоти виділяється в стружку. Подано відсоткове співвідношення температур у зоні різання.

3. Досліджено:

- вплив швидкості різання на температуру у зоні стружкоутворення;
- вплив глибини різання на температуру у зоні стружкоутворення;
- вплив коефіцієнта тертя на температуру у зоні стружкоутворення;
- вплив матеріалу заготовки на температуру у зоні стружкоутворення;
- характер зміни температури у зоні стружкоутворення.

4. Одержано характеристики:

- напруженого-деформованого стану заготовки;
- розподілу руйнувань у заготовці;
- швидкості поширення деформацій у заготовці.

1. Основи 3D-моделювання процесів механічної обробки методом скінченних елементів / Д.В. Криворучко, В.О. Залога, В.Г. Корбач. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – 208 с. 2. Резников А.Н. Тепловые процессы в технологических системах / А.Н. Резников, Л.А. Резников.– М.: Машиностроение, 1990. – 288 с. 3. Ярославцев В.М. Механика процесса резания пластически деформированных металлов с неоднородными свойствами по толщине срезаемого слоя / Электронное научно-техническое издание МВТУ им. Баумана. – № 8, август 2011 г. – 19 с. 4. Paulo Davim J. Machining of Hard Materials-Springer. – London, 2011. – 225 p.