

# FÉMFORGÁCSOLÁSI FOLYAMATOK SZIMULÁCIÓJA

## SIMULATION OF METAL CUTTING PROCESSES

Dezső Gergely<sup>1</sup>, Szigeti Ferenc<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Nyíregyházi Főiskola (Műszaki és Agrártudományi Intézet, Műszaki Alapozó, Fizika és Gépgyártástechnológiai Intézeti Tanszék) H-4400 Nyíregyháza, Sóstói út 31/b  
Telefon +36-42-599400 / Fax: +36-42-402485, [dezsog@nyf.hu](mailto:dezsog@nyf.hu)

### Abstract

Nowadays environmentally friendly production is an important branch of environmentally conscious design. Environmentally friendly cutting can decrease energy consumption and costs of handling polluting materials. In this paper first main features of metal cutting treated, then a simple model and its solution is presented.

**Keywords:** cutting, simulation, environmentally conscious

### Összefoglalás

A környezettudatos terméktervezés egyik fontos ága a gyártástervezés. A környezetbarát fémforgácsolás csökkentheti az energiateljesítményt és a káros anyagok kezelésével kapcsolatos költségeket. Ez a dolgozat a fémforgácsolás sajátosságainak áttekintését követően a forgácsolásnak egy modelljét és annak megoldását mutatja be.

**Kulcsszavak:** forgácsolás, szimuláció, környezettudatos

## 1. Bevezetés

Napjaink egyik intenzíven kutatott, ugyanakkor jelenleg is számos megoldásra váró kérdést magában rejtő témája a környezettudatos terméktervezés. A Nyíregyházi Főiskola Műszaki Alapozó, Fizika és Gépgyártástechnológiai Tanszéke elsősorban környezetbarát fémforgácsolási technológiákkal foglalkozik, amelyek segíthetik az energiateljesítmény csökkentését és a káros anyag kibocsátást. Minimál kenéssel végzett fúrásra vonatkozó kísérletek alapján összefüggést állítottunk fel a felületminőség és a hűtő-kenőanyag adagolásának üteme között. Kimutattuk, hogy a szerszámkopás hogyan függ a hűtő-kenőanyag mennyiségétől.

A szimulációk célja az elméleti modellek felállítása és alkalmazása a fémforgácsolás jelenségeire. Ebben az összefoglalóban a fémforgácsolási folyamatok szimulációjának fő sajátosságaira szeretnénk rámutatni, valamint bemutatunk egy egyszerű modellszámítást.

## 2. A fémforgácsolás során fellépő sajátos jelenségek

A forgácsleválasztási folyamatban nagy erők és nagy feszültségek lépnek fel [2,3]. Az anyagszétválás során az anyag teherbíró képességének megszűnése miatt az erőrendszer gyors átrendeződésére és lökészerű változásokra kell számítani igen rövid idő alatt.

A fémforgácsolás során a szerszám nagy sebességgel hatol be a munkadarabba, emiatt az anyagszétválasztás során bekövetkező alakváltozás különös figyelmet érdemel. A maradandó alakváltozás döntő része egy, a szerszám élének környezetében elhelyezkedő, de a folyamat során a helyét változtató, kicsiny térrészben következik be. Az alakváltozás igen jelentős a szerszám környezetében, és nagy az alakváltozás hely szerinti megváltozása (gradiense) is. Az alakváltozási sebesség rendkívül nagy lehet, elérheti akár a  $10^3 - 10^6 \text{ 1/s}$  értéket is a forgácsolási paramétereiktől függően.

A deformációs zónában a hőmérséklet akár  $1200 \text{ °C}$  fölé is emelkedhet. A hőmérséklet gradiense igen nagy  $1000 \text{ °C/mm}$  lehet bizonyos tartományokban. A hőmérséklet idő szerinti változása is nagyon gyors a forgácsolás pályája mentén.

A munkadarab anyaga a deformációs zónában szélsőséges körülmények közé kerül, ezért különös jelentősége van annak, hogy az anyagjellemzőknek más mennyiségektől (például a hőmérséklettől, alakváltozástól, alakváltozási sebességtől, feszültségállapottól) való függését le lehessen írni.

Megemlítendő, hogy fázisátalakulás és kémiai változás is bekövetkezhet a forgácsolás során.

### 3. Az érintkezés

A szimulációban két test érintkezésének leírása kritikus feladat [1]. Ezzel a tribológia foglalkozik, itt csak a legfontosabb vonatkozásokra térünk ki. Az érintkező felületek mentén az alábbi jelenségeket vesszük figyelembe:

- a másik test mozgásának korlátozása (kényszerfeltétel);
- erőátadás;
- az érintkezés környezetében feszültség kialakulása az anyagban;
- súrlódás;
- hőátadás;
- kopás.

Az első három jelenség szorosan összefügg egymással, ezek modellezésekor az egyik legfontosabb kérdés az, hogy mekkora távolságban tekintünk egymással érintkezőnek két pontot (kontakttolerancia), és ezt a távolságot hogy osztjuk el a két test között.

Modellünkben a kopást egyelőre nem építettük be.

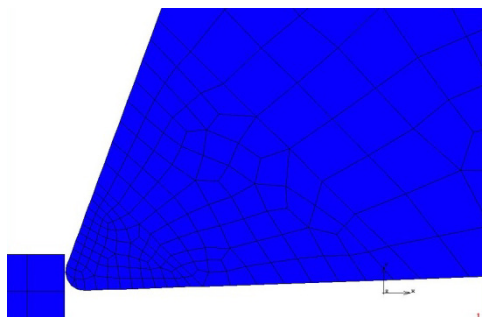
A súrlódáskor a felület mentén fellépő feszültség függ a felületeket összenyomó erőtől és a felületek viszonylagos sebességétől, de más mennyiségektől is. A modellezésekor két kritikus kérdés merül fel:

- az irányváltáskor bekövetkező ugrásszerű előjelváltás leírása úgy, hogy a numerikus módszer stabilitása ne kerüljön veszélybe;
- a súrlódási erő nagyságának megadása.

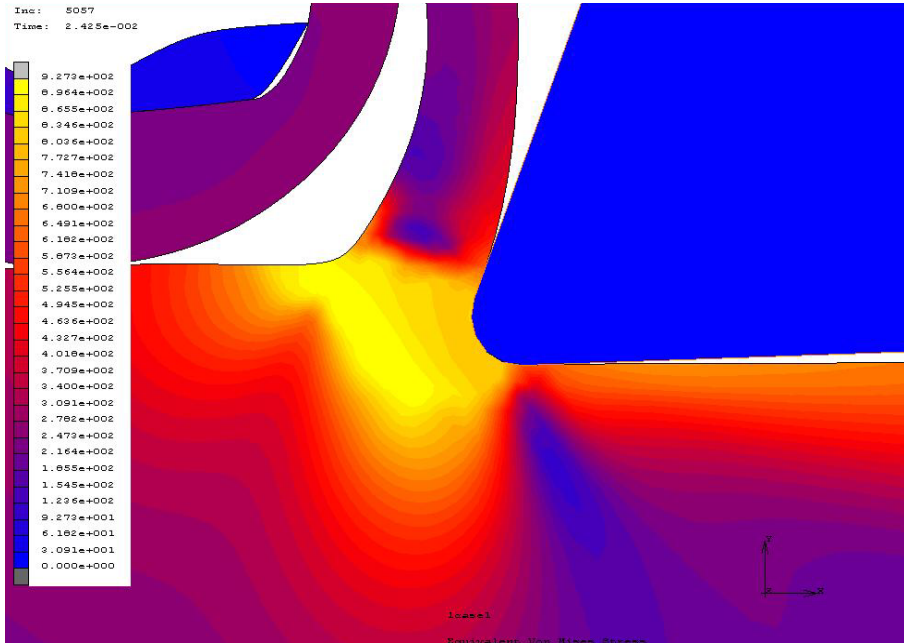
A súrlódási erő ugrásszerű megváltozását úgy írjuk le, hogy a lépcsős függvényt arkusz tangens függvénnyel közelítjük. A súrlódási erő nagyságát a normál és az ekvivalens feszültség függvényeként a Wanheim–Bay-közelítéssel írjuk le.

### 4. A fémforgácsolás egy modellje

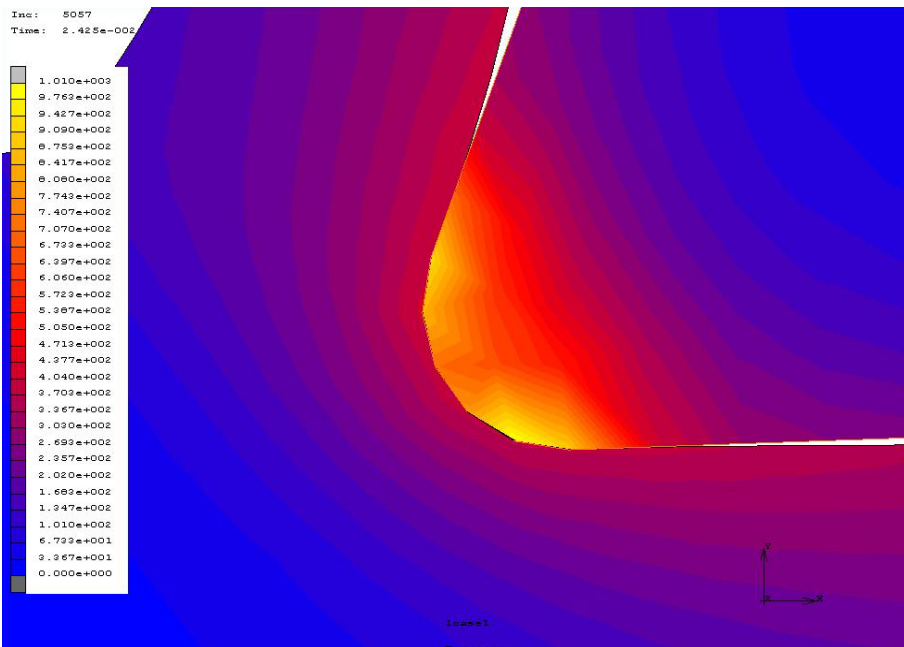
A fémforgácsolás legegyszerűbb esete a gyalulás. Célunk a forgácsoló ék és a munkadarab kölcsönhatásának elemzése.



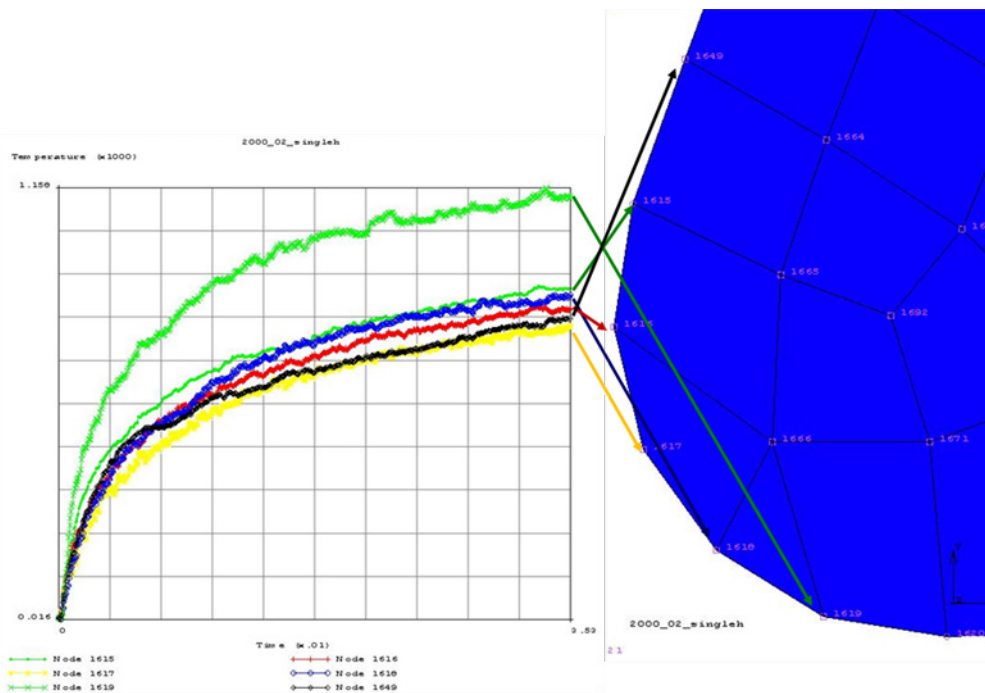
1. ábra. A térbeli diskretizáció



2. ábra. A Mises szerinti feszültség eloszlása a munkadarabban



3. ábra. A hőmérséklet eloszlása a munkadarabban



4. ábra. A hőmérséklet időbeli változása a szerszám élének bizonyos pontjain

A modellt térben (1. ábra) és időben is diszkrétizáltuk. Az így kapott véges elem modell megoldását egy időpillanatban a 2. és 3. ábra szemlélteti.

A szerszámot merev testként modelleztük, ezért abban feszültségállapotot nem számítottunk, a hőtani jelenségeket azonban igen.

A szimulációban a forgácsolási sebesség 120 m/min, a fogásmélység 1 mm. A munkadarab C35 acél, a szerszám keményfém.

A 3. és 4. ábrák jól mutatják a forgácsoló él melegezésének maximumait. Ez összhangban van a kísérletek során tapasztalt kopással, amit nem modelleztünk ugyan, de ismert, hogy azt a melegedés és a nagy feszültségek segítik elő.

## Következtetések

A dolgozatunkban leírt modellszámítás eredményei azt mutatják, hogy a forgácsleválasztás során fellépő jelenségek figyelembe vételével jó közelítéssel leírható a forgácsolás folyamata.

## Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Zienkiewicz, O. C.; Taylor, R. L.; Zhu, J. Z.: *The finite element method, its basis and fundamentals*. Elsevier Butterworth-Heinemann Linacre House, Oxford, 2005, ISBN 0-7506-6320.
- [2] Dudás Illés: *Gépgyártástechnológia I.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2011.
- [3] Gyáni Károly: *Gépgyártástechnológia alapjai I.* Tankönyvkiadó, Budapest, 1978.