FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2001. március 23-24.

KÉPLÉKENY ALAKÍTÁSI FOLYAMATOK SZÁMÍTÓGÉPES SZIMULÁCIÓJA

Computer simulation of plastic forming processes

Horosz Gergő, Dr. Horváth László

ABSTRACT

Based on practical examples, computer simulation experiments of bulk forming processes are presented. The finite element software Qform used for the investigation has been developed by the Quantor Ltd. Experimental results verified that the Qform program can be successfully applied not only for demonstration purposes in high education, but to solve industrial technological problems involving the computerized planing of cold and hot forming processes.

1. BEVEZETÉS

A QForm FEM (Finite Element Method) algoritmuson alapuló program, melyet a Quantor Ltd. évek során fejlesztett ki és jelenleg is tovább fejleszt.

A QForm alkalmazhatósági korlátjának tekinthető, hogy "csak" kétdimenziós feladatok megoldására alkalmas. Ez azt jelenti, olyan térfogatalakító feladatok szimulálását lehet vele elvégezni, amelyeknél az anyagáramlás síkok mentén tárgyalható. Ilyen esetként kezelhetők a forgásszimmetrikus alkatrészek, amelyek valamennyi meridián metszetében az anyagáramlás azonosnak tekinthető. Továbbá ugyancsak elemezhető a programmal az olyan rúdszerű kovácsdarabok egyenszelvényű szakaszai amelyekben az alakváltozás közel sík alakváltozásként modellezhető.

Az alakítási folyamat numerikus modellje a felhasználó számára "fekete doboz", ugyanis a program kezelése a felhasználótól nem igényel végeselemes ismereteket, továbbá a futtatás

során nem igényel felügyeletet, viszont bizonyos szintű képlékenyalakítási, technológiai ismereteket igen.

A szimulációs folyamat grafikus és numerikus eredményei azonnal megjelennek a képernyőn, a szimuláció befejeztével "playback" üzemmódban, a már számított és elmentett eredmények felhasználásával az alakítási folyamat újra visszajátszható (animálható).

A szimuláció a valós alakítási folyamatnak megfelelően mutatja be a munkadarab geometria, az alakító erő, alakítás munka- és teljesítményszükségletének változását a deformáció során. Adott munkadarab deformációnál megjeleníthető a hőmérséklet-, összehasonlító alakváltozás, összehasonlító alakváltozás sebesség, alakítási szilárdság eloszlás a darabban. A fentiekén kívül további, a technológia tervezés számára fontos adatokat is szolgáltat.

Így például a QForm segítséget ad az alakító technológiát és szerszámot tervező mérnök számára:

- az előgyártmány geometria helyes kialakításához,
- az alakítógép kiválasztásához,
- a sorjacsatorna méretek és sorjátérfogat meghatározásához,
- többlépcsős alakításnál a közbenső geometriák előállításához,
- a szerszámüreg geometria kialakításához,
- az alakítási hőmérséklet megválasztásához,
- a súrlódás üregtöltésre gyakorolt hatásának elemzéséhez,
- a megfelelő kenőanyag kiválasztásához,
- a szerszámok feszültség- és alakváltozás állapotának elemzéséhez,
- a szerszámdeformációnak a gyártmány méretpontosságára gyakorolt hatásának elemzéséhez, stb.

A program hatékonyan felhasználható a kutatásban és a térfogatalakító technológiák egyetemi, főiskolai szintű oktatása során.

A Budapesti Műszaki Főiskola Bánki Donát Gépészmérnöki Főiskolai karának Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézetében az elmúlt évben vásárolt QForm végeselem programmal kapcsolatos tapasztalatainkat kívánjuk most közreadni.

2. KÉPLÉKENY ALAKÍTÁSI FOLYAMATOK MODELLEZÉSE

2.1. A szimuláció kiinduló adatainak definiálása

A szimulálandó képlékenyalakítási folyamatot **technológiai alpműveletekre** (action1, action2, stb.) kell bontani. Például mechanikus kovácsajtón végzett többüreges kovácsolás szimulációjának egy lehetséges alpműveletsora figyelhető meg a 1. ábrán:

- hűtés levegőn (1)
- hűtés szerszámban (2)
- alakítás előalakító üregben (3)
- hűtés levegőn (4)
- alakítás a készre alakító üregben (5)

Az 1. alpművelet a kemencéből a szerszámba helyezés időtartama alatt létrejövő, míg a 2. alpművelet az előalakító üregbe helyezett előgyártmány hőmérséklet csökkenését szimulálja az alakítás megkezdéséig. A 3. alpművelet az előalakító üregben végzett alakítás szimulációját végzi. A 4-es a kész üregbe helyezett előalakított darab hőmérsékletcsökkenését, az 5-ös a készüregben végzett alakadást szimulálja.

A technológiai alpműveletek egymás után fűzött elemei a **technológiai láncot** alkotják, amely a szimuláció elindítása után automatikusan végrehajtódik (számításra kerül).

Egy projectben több technológiai lánc fogalmazható meg, amelyeket egy - egy **technológiai eset**nek (case1, case2, ...) tekinthetünk, az adott darab gyártásánál szóba jöhető technológiai változatok kipróbálására (szimulációjára).

A technológiai alpműveletek létrehozását, az alpművelethez tartozó adatok megadását alpművelet-érzékeny varázsló segíti (Data Preparation Wizard), az alpművelet kijelölés után az adatmegadást segítő párbeszédablakok alpművelet függően jelennek meg.

Az alakító alpművelet definiálásához és szimulációjához szükséges adatok fő csoportjait a 2. ábra szemlélteti.

2. ábra

2.2. Szimulációs eredmények

A program kínálta lehetőségek közül néhányat az alábbi példán keresztül kívánunk szemléltetni.

Mechanikus kovácssajton végzett, együreges süllyesztékes kovácsolás szimulációjának grafikus eredményei szemléltethetők a 3-as ábra soron.

A 3/a. ábra az alakítás kezdeti szakaszában létrejövő munkadarab geometriát a végelem hálóval és a darab hőmérsékletelosztásával együtt szemlélteti.

3/a. ábra

Az 3/a. ábrán megfigyelhető a szerszám hőelvonó hatásaként a munkadarab felületi rétegének alacsonyabb hőmérséklete.

A 3/b. ábra az alsó szerszámfélben a redukált feszültségeloszlást, valamint a deformált szerszámkontúrt (50x nagyításban) szemlélteti az alakítás befejező pillanatához tartozó szerszámterhelésnél. Az ábrán megfigyelhető, hogy az adatbázisban megadott 1250 MPa szerszámanyag folyáshatárt túlléptük, a szerszámanyagot túlterheltük.

3/b. ábra

Összefoglalás

A korszerű tervező rendszerek lehetővé teszik a tervezett technológia élethű szimulációját. A 2D-s szimulációval modellezhető térfogatalakító technológiák analíziséhez használható QForm végeselem program néhány lehetőségét kívántuk bemutatni, példán keresztül szemléltetni.

A példából látható, alkalmazásával a tervező mérnöknek lehetősége nyílik az alakítási folyamat különböző technológiai paraméterekkel végzett szimulációjára. A kapott eredmények felhasználásával szinte "üzembiztos" technológiai adatok és szerszámgeometria állítható elő, valamint ellenőrizhető a darab határalakváltozás-állapota, illetve a darabban kialakuló szálfutás. Ezzel jelentősen csökkenthető a technológiai kísérletek ideje és költsége (pl.: különböző szerszámgeometriák kialakítása a kísérletekhez).

Az oktatásban a szoftver kiváló lehetőséget biztosít a képlékenyalakítási folyamatok analíziséhez, illetve szemléltetéséhez, a bemenő adatok definiálásához kapcsolódó fogalmak "kézzel foghatóvá tételéhez", ezzel a technológia tervezés lépéseinek elsajátításához, a technológusi szemlélet kifejlesztéséhez, a hibás technológiai adatokkal gyártásba adott gyártmány gyártási következményeinek elemzéséhez.

Dr Horváth László

Budapest Polytechnic, Budapest

H-1081 Budapest, Népszínház u. 8., Hungary

E-mail: horvath@zeus.banki.hu

Horosz Gergő

Budapest Polytechnic, Budapest

H-1081 Budapest, Népszínház u. 8., Hungary

E-mail: ghorosz@freemail.hu