FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 1997, március 21-23

Lemezalkatrész gyártástervezése végeselemes módszerrel

Fülöp Tibor, Dr. Kiss Antal, Dr. Tisza Miklós

Tartalom

Az új gyártmányok gyors létrehozása a tervezési és gyártási folyamatok növekvő integrációját követeli meg. A CAD/CAM rendszerek megjelenése lehetővé tette a tervezés teljes automatizálását, a gyártószerszám megmunkálásához szükséges NC/CNC program generálását. A termék gyárthatóságáról információt, vagyis technológiai ellenőrzést az utóbbi évtizedekben elterjedt VEM (végeselemes) rendszerek segítségével nyerhetünk. E munka a lemezalkatrészek gyártástervezéséhez, illetve technológiai tervezéséhez a numerikus rendszerek alkalmazásával meghatározható paraméterekről ad rövid áttekintést, egy személygépkocsi alkatrész példáján keresztül.

1. Az alkalmazott VEM rendszer jellemzői

A modern tervezési folyamat egyik jellemzője az egyre teljesebb integráció, vagyis egyre több feladatot lehet a modern mérnöki munkahelyeken - munkaállomások segítségével - elvégezni. Ennek a tervezési folyamatnak fontos eleme a gyártástervezés mellett a gyártásellenőrzés, vagyis a technológiai lépések elvégezhetőségének ellenőrzése. Ehhez egyéb módszerek mellett az elmúlt három évtizedben elterjedt Végeselemes - VEM - rendszerek nyújtanak segítséget. Az elméleti fejlesztések, illetve a számítástechnikai kapacitás utóbbi években bekövetkezett fejlődése lehetővé teszi viszonylag egyszerűen kezelhető, gyors eredményt adó, így a mindennapos tervezés során is jól használható rendszerek kidolgozását. Az egyszerű kezelhetőség igénye eredményezte a célszoftverek kialakulását - pl. AutoForge, Forge3 kovácsolás, DYNA3D, PAM-STAMPTM* mélyhúzás - modellezésére alkalmas programok megjelenését [1, 2].

A Miskolci Egyetem Mechanikai Technológiai Tanszéken az elmúlt években folyó, a képlékenyalakítás technológiai fejlesztését célzó kutató - fejlesztő munka eredményeként került installálásra a PAM-STAMPTM végeselemes rendszer. A jelenlegi kutató munka fő célja ezen

rendszer adaptálása a tanszéken kidolgozott szakértői rendszerbe. Rendelkezésre állnak ipari alkalmazási példák is a PAM-STAMPTM alkalmazhatóságának illusztrálására. Ilyen ipari példát, egy személygépkocsi alkatrész technológiai tervezését mutatjuk be jelen előadásunkban, a program által szolgáltatott információk segítségével.

A PAM-STAMPTM feladatspecifikus program [3, 4], legfőbb felhasználási területe a mélyhúzási technológiai folyamatok numerikus ellenőrzése. A mélyhúzás, melynek során vékony lemezt húzunk be bélyeg segítségével egy matricába, mechanikai leírása rendkívül bonyolult. Mivel ez növelve a gyártástervezésre fordítandó időt, jelentősen nehezíti a technológiai tervezését, így a gyakorlati alkalmazhatóságot is rontja, a jelentős autógyárak óriási összegeket költenek a tervezést támogató numerikus szoftverek kifejlesztésére. Jelenleg az ipari gyakorlatban elterjedt rendszerek közül egyedül a térfogati - 3D-s - integrálást végző programok alkalmasak egyes mélyhúzásra jellemző folyamatok - pl. ráncosodás - előrejelzésére. Ilyen rendszer a PAM-STAMPTM is, mely a lemezszerű alkatrészeknél elterjedt explicit megoldási módszerre épül. A program alkalmas bonyolult alakú alkatrészek esetén a mélyhúzhatóság vizsgálatára. Számíthatjuk a tervezett ráncgátló erő hatásait, ellenőrizhetjük a húzóbordák geometriai méreteit, alakját. A tervezés során számos anyagmodellt használhatunk fel, illetve használhatjuk a gyakorlatban elterjedt legfontosabb anyagjellemzőket, anizotrópia tényezőt, alakíthatósági határdiagramot.

1. ábra

A PAM-STAMPTM helye a tervezési folyamatban

2. ábra

A szerszámok diszkrétizált rajza

A pontos eredményhez a modellezés kezdetén megfelelő pontossággal meg kell adni a megoldáshoz szükséges geometriai és mechanikai peremfeltételeket. A PAM-STAMPTM esetében a peremfeltételeket dialógusablakokban, a mérnöki tervezési technikának megfelelően, technológiai paraméterek beírásával adhatjuk meg. A geometriai jellemzők a tervezés során kerülnek meghatározásra, és általában a CAD modell tartalmazza ezeket az információkat. Maga a modell nem közvetlenül, hanem a VEM módszer alapelveinek megfelelően diszkrétizált - hálózott - formában kerül felhasználásra. A diszkrétizálást mind a CAD rendszeren belül, mind a PAM-STAMPTM hálózójában el lehet végezni. A két lehetőségre példát a későbbiekben mutatunk. A technológiai

paraméterek megadását a rendszer pre-processzorával végezhetjük. Az eredményeket a PAM-STAMPTM post-processzorával, illetve számos CAD rendszeren belül kiértékelhetjük, ez utóbbi lehetővé teszi a tervezett szerszámok szükség szerinti azonnali módosítását, áttervezését. Az ismételt futtatások lehetővé teszik az interaktív szerszám-, illetve teríték-optimalizálást. A teljes tervezési folyamat vázlata az **1. ábrán** látható.

2. Alkalmazási példa

Jelen előadás keretében egy gépkocsi tartóelem tervezésén keresztül mutatjuk be a rendszer használatát. Az alkatrészt a CAD rajz elkészítésekor némileg leegyszerűsítettük, ami lehetővé tette egyes paraméterek egyszerűsített vizsgálatát. Az alkatrész, illetve a szerszámok végelelemes hálói a **2. ábrán** láthatóak. Ugyancsak ez az ábra mutatja a mélyhúzás kezdeti stádiumát.

A program futtatása után a rendszer poszt-processzora lehetőséget teremt az eredmények gyors kiértékelésére. Lehetőségünk van görbék rajzolására, illetve különböző feszültség és alakváltozási értékek eloszlásának meghatározására. A **3. ábrán** a modellezés szempontjából fontos paraméter, a rendszer teljes kinetikai energiájának időbeni változása látható. Mivel a PAM-STAMPTM dinamikus folyamatok modellezésére kidolgozott, explicit megoldó módszert alkalmaz, ezért könnyen előfordulhatnak dinamikus instabilitások, lengések. A **3. ábrán** található görbe megfelelően "sima" voltának feltétele, hogy a peremfeltételeket jól adjuk meg.

A gyors futás lehetővé teszi, hogy a rendszer segítségével vizsgáljuk az egyes alakítási paraméterek hatását az alakváltozásra. A **4. ábra** két eltérő ráncgátló erő (10 MPa és 5 MPa) alkalmazásával végzett futtatás eredményét ábrázolja, a ráncgátló alatti nyomás időbeni változásának felrajzolásával. Látható, hogy a csökkenő ráncgátlónyomás a lemez peremén is - ahol a vastagodás már számottevő - csökkenő normál irányú nyomást eredményez. A görbék elején tapasztalható gyors változás a ráncgátlónyomás stabilizálódásának idejét jelzi. A tényleges alakítás ez után indult meg. Az **5. ábrán** látható az alakváltozási folyamat két fázisa. Az egyik rajzon feltüntettük a lemez vastagsági értékeinek eloszlását is. Ez jól mutatja a később kialakuló ráncok helyét, illetve azokat a keresztmetszeteket, ahol később a repedés kialakulásának nagy lesz a valószínűsége. A futtatást megismételve eltérő terítékgeometriák alkalmazásával, illetve különböző lemezanyagok figyelembevételével meghatározható lett az a szerszám - teríték geometria, illetve anyagfajta, amelyik lehetővé teszi az alkatrész biztonságos gyártását, illetve megfelelő tartalékot hagy a szerszámelemek kopásához is.

3. ábra

A teljes kinetikai energia változása az alakítás során

4. ábra

A ráncgátló alatti nyomás változása az alakítás során

5.a ábra

Az alakváltozások eloszlása az alakítás egy közbenső fázisában

5.b ábra

A teríték alakja az alakváltozás egy másik fázisában

3. Irodalom

- [1] PÁCZELT I., Bevezetés a véges elemes modellezésbe, Miskolc, 1994
- [2] Massoni, E: *Mise en forme des tôles*, Séminaire de plasticité 13.fej. , Sophia Antipolis, France, 1994
- [3] PAM-STAMP *Reference Manual*, Version 1996 (Level 4.0), PAM-SYSTEM International, ESI, France, 1996
- [4] PAM-GENERIS *Users Manual*, Version 1995.1, PAM-SYSTEM International, ESI, France, 1996

Fülöp Tibor, okl. gépészmérnök, DEA, Miskolci Egyetem, Mechanikai Technológiai Tanszék, H3515, Miskolc - Egyetemváros, Miskolc, Magyarország
Tel/Fax: (36-46)-363-929, E-Mail: metft@gold.uni-miskolc.hu, <http://irix.met.uni-miskolc.hu/~fulop/>