

NAGYTELJESÍTMÉNYŰ HENGERÍTŐGÉP STATIKUS MEREVSÉGVIZSGÁLATA

STATIC-STIFFNESS ANALYSIS OF A ROLLING-BENDING MACHINE WITH HIGH-POWER

Dr. Szilágyi Attila*, Kiss Dániel**, Nyerges Dávid***

ABSTRACT

This article is a brief summary of an R&D project work, that includes the improvement of a rolling-bending machine with high power. The emphasis was laid on achieving an increased static stiffness of the equipment. In the followings the numerical calculations and the simulations are presented.

1. BEVEZETÉS

Az energetikai ipar nagyméretű berendezéseinek hengerpalást-szerű elemeit általában acéllemezekből, hengerítő berendezésekkel alakítják ki. Egy-egy ilyen lemezelem átmérője és hossza egyaránt elérheti a 4-5000 mm-t, míg a lemez vastagsága nem ritkán a 100 mm-t is meghaladja. Ezek hengerítése során a hengerítő berendezés állványzatát többszáz tonnás erő feszíti. Különösen nagy az igénybevétel kúpos hengerítéskor. Ezért a hengerítő berendezés élettartamának szempontjából lényeges jellemző az állványzat statikus merevsége. A több évtizedes használatot követően előfordul, hogy a berendezés állványzata – az esetenként fellépő extrém terhelések következtében – oly mértékű maradó alakváltozást szenved, aminek következtében a hengerítés előírt pontossággal már nem végezhető el. Ekkor esedékessé válhat a berendezés selejtezése, és egy új, korszerűbb, merevebb berendezés beszerzése és üzembe állítása, vagy a meglévő berendezés javítása, statikus merevségének növelése. Tekintve a jelenlegi gazdasági helyzetet, valamint azt, hogy az első lehetőség igen költséges és időigényes, célszerű megvizsgálni egy ilyen berendezés esetében, hogy a szokásos évi karbantartási munkálatok sorába miként – milyen idő és költségvonzat mellett – illeszthető be a berendezés állványzatának teljes felújítása, melynek következtében a berendezés statikus merevsége is jelentős mértékben növelhető. A Miskolci

* PhD, egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Szerszámgépek Tanszéke

** PhD-hallgató, Miskolci Egyetem, Szerszámgépek Tanszéke

*** Egyetemi hallgató, Miskolci Egyetem

Egyetem Szerszámgépek Tanszéke 2012 nyarán egy K+F munka keretében végezte el egy ilyen nagy teljesítményű hengerítő gép statikus merevségének vizsgálatát, és tett javaslatot az állványszerkezet merevségének növelésére. A vizsgálatokat a numerikus mechanika eszközeivel, több CAD szoftver párhuzamos alkalmazásával végeztük [2].

2. A HENGERÍTŐ BERENDEZÉS

A vizsgált berendezést az 1. ábra mutatja. A hengerítést két hajtott (alul), és egy szabadon futó henger végzi. A hajtott hengerek függőleges pozíciója a csapágyházaik emelőorsóval történő mozgatásával, az állványon elhelyezkedő vezetékek mentén valósul meg.



1. ábra. A nagyteljesítményű hengerítő berendezés hengerítés közben

A vizsgálatba vont egység a mellső állványzat. Ennek nyíllal jelölt tornya szenvedett maradandó alakváltozást a több évtizedes használat során. A megbízó cég képviselői szerint a torony felső pontjának kihajlása a 4 mm-t is meghaladja, melynek következtében a hajtott hengerek függőleges pozícióját megadó útmérő egység működése pontatlanná vált, továbbá a hajtott henger függőleges irányba elmozduló csapágyháza, és a torony vezetéke közé behelyezett öntöttvas törőlap gyakran tönkrement. A mellső állvány jelentős része a

talajszint alatt, egy betonteknőben helyezkedik el (2. ábra).



2. ábra. A mellső állvány talajszint alatti része

Az alábbi ábrák az egyes hajtott hengerek mozgató orsóját (3. ábra), a csapágyházát (4. ábra), valamint a csapágyház és az állvány vezetékei közé helyezett törőlapot (5. ábra) mutatják.



3. ábra. A hajtott hengerek függőleges helyzetét biztosító mozgató orsó



4. ábra. A hajtott henger csapágyháza



5. ábra. A csapágyház és az állvány vezetéke közé helyezett törőlap

A modellezés elvégzéséhez a megbízó rendelkezésünkre bocsájtotta az egyes géprészek műszaki rajzdokumentációját.

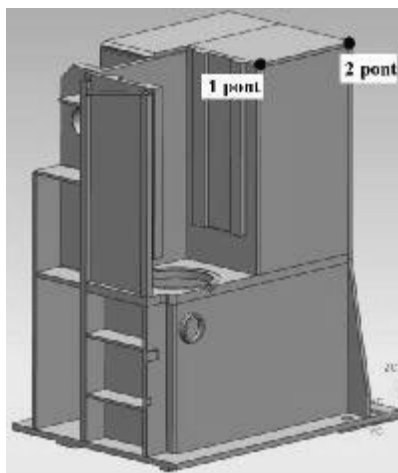
3. MODELLALKOTÁS

A vonatkozó szakirodalom feldolgozását követően, egyszerűsítő feltevésekkel élve, megalkottuk a hengerítési művelet ideálisan képlékeny modelljét, és feltételeztük, hogy a – *hengerítést megelőző* – betöréseket követően a lemez körhenger felületnek megfelelően deformálódik.

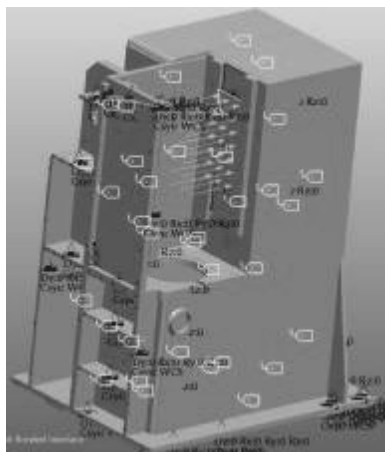
Leegyszerűsítve a hengerítés folyamatát, előzetes számításokat végeztünk a művelet során, a vázszerkezetet érő terhelések nagyságrendjének becslésére. A hengerítés ideálisan képlékeny anyagmodelljéből kiindulva, felhasználva a berendezés idevonatkozó rajzdokumentációját, statikai jellegű számítások segítségével – *a lemez és a hengerek közötti nyugvó súrlódást is feltételezve* ($\mu_0 = 0,15$) – meghatároztuk a vázszerkezetet vízszintes irány mentén hajlító erőt. Ezekből a becsült értékekből kiindulva elvégeztük az eredeti vázszerkezet szilárdságtani ellenőrzését, és a kapott deformációs képet összevetettük a valóságos deformált alakkal. A geometriai modell megalkotása során a lemezfelületek találkozásának élei mentén – *ahol lehetett* – hegesztési varratot is figyelembe vettünk. Az anyagtulajdonságok definiálása során mindenhol ideálisan képlékenynek tételeztük fel a vázszerkezet alapanyagát, vagyis a szerkezet azon pontjában, ahol a feszültség eléri a folyáshatár nagyságát, ott a feszültségérték a terhelés növekedésével sem növekszik tovább. Feltételeztük továbbá, hogy a geometriai modell mellett a megfogási és a terhelési peremfeltételek is tükör szimmetrikusak, így ebben az esetben elég csak a modellezni kívánt gépegység felét figyelembe venni, és így – *a kevesebb számú végeelem miatt* – jelentősen – *közel felére* – csökkenthető a számítási idő.

4. AZ ÁLLVÁNY MEREVSÉGVIZSGÁLATA

Elsőként a 2. ábra által bemutatott állvány merevségvizsgálatát végeztük el. Ennek során meghatároztuk, hogy adott terhelés mellett a vázszerkezet adott pontjai mekkora elmozdulást szenvednek, valamint meghatároztuk azt a terhelő erőt, amelynél a szerkezet valamely zónája már képlékeny állapotba kerül. Az alábbi ábrák a geometriai (6. ábra) és a szilárdságtani (7. ábra) modelleket mutatják. A geometriai modell ábráján a referencia pontok helyzetét is feltüntetjük. E pontok elmozdulásának nagysága bír számunkra jelzés értékkel a konstrukció merevségét illetően.



6. ábra. Az állvány geometriai modellje



7. ábra. A szilárdságtani modell

Ezekben a pontokban meghatározott elmozdulásokat tekintjük referencia értékeknek. A merevített megoldásváltozatok esetén is kiszámítjuk ezeket az értékeket, majd százalékos eltérés segítségével ítéljük meg, hogy az egyes megoldásváltozatok mennyivel mere-

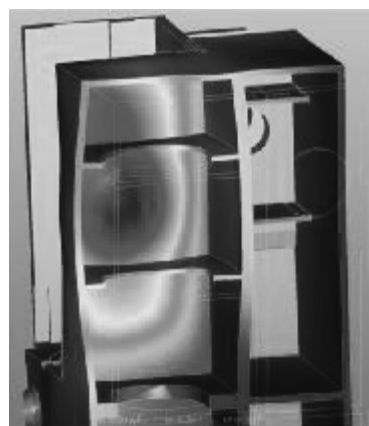
vebbek, esetleg kevésbé merevek, mint az eredeti konstrukció.

A 8. ábra a vázszerkezet elmozdulás mezőjét jeleníti meg.



8. ábra. Az eredeti állvány elmozdulás mezője

A 9. ábra CT-technika segítségével ábrázolja az eredetileg takart merevítő elemek alakváltozását. Ennek elemzése révén nyílik lehetőség a további merevítő elemek alkalmas elhelyezésére, melynek következtében a berendezés állványának merevségnövekedése várható.

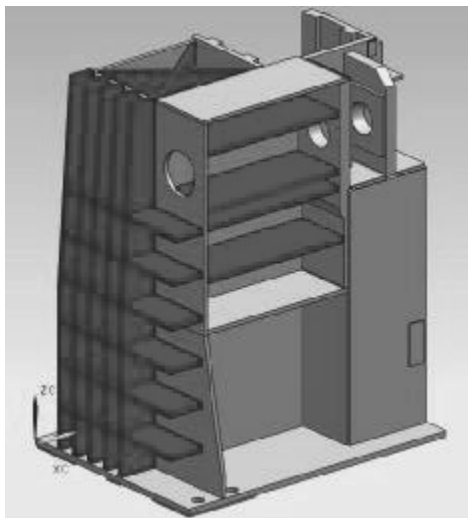


9. ábra. A belső merevítő elemek deformációja

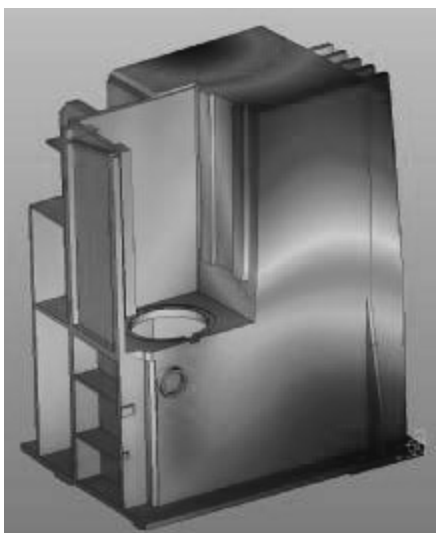
Az egyes változatok szilárdságtani viszonyait a 7. ábra által bemutatott mechanikai modell segítségével vizsgáltuk, és a 6. ábra által feltüntetett pontbeli elmozdulás értékeket vettük figyelembe a változatok rangsorolása során. Összesen 28 változatot vizsgáltunk meg.

A megvalósuló állvány geometriai modelljét és szilárdságtani viszonyait az alábbi ábrák (10. ábra, 11. ábra) jelenítik meg. Az ábrán sötétebb színnel emeljük

ki a statikus merevség növekedést eredményező, pótlólagosan beépítésre kerülő merevítő elemeket.



10. ábra. A merevített állvány



11. ábra. A merevített állvány elmozdulás mezője

Az előző ábrán megfigyelhető, hogy a beépített merevítő elemek számának és elhelyezkedésének következtében – a 8. ábra modelljével összevetve – a törőelem által eredetileg létrehozott horpadás, amely egyébként a törőelem későbbi, gyakori tönkremenetelét is okozta, egyáltalán nem jelentkezik. A következő ábra a konstrukció rejtett merevítő elemeinek a deformációját mutatja (12. ábra). Azonos lépték mellett összevetve a merevített és az eredeti konstrukció belső elemeinek alakváltozását (9. ábra, 12. ábra), megfigyelhető a statikus merevség jelentős növekedése.



12. ábra. A belső merevítő elemek alakváltozása

Összefoglalva mondhatjuk, hogy az alkalmazott merevítés az új vázszerkezet merevségét az eredeti konstrukcióéhoz képest több mint 20 %-kal növeli meg. Ennek az érintkező törőlapok élettartama, valamint a hengerítés pontosságának szempontjából van jelentősége. Megjegyezzük továbbá, hogy a merevített állvány maradó alakváltozásra vonatkozó teherbírása – az eredeti konstrukcióhoz képest – több mint négyszeresére nőtt.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Cikkünkben röviden bemutatottuk egy nagyteljesítményű hengerítő berendezés statikus-merevség vizsgálatát. A vizsgálati eredmények alapján a Miskolci Egyetem Szerszámgépek Tanszéke javaslatot tett a megbízó telephelyén működő hengerítő berendezés állványzatának – karbantartási folyamat során történő – felújítására, melynek következtében annak statikus merevsége jelentős mértékben nőtt, és így a cég profiljába illeszkedő, folyamatosan felmerülő, nagy hengerítési teljesítményt igénylő, vastag lemezek hengerítése is gond nélkül elvégezhető.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A bemutatott kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

IRODALOM

- [1] GELEJI, S.: Fémek képlékeny alakításának elmélete. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1967.
- [2] PARAMETRIC TECHNOLOGY CORPORATION: Pro/MECHANICA, Model Reference for Structure and Thermal.