X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

HENGERELT SZÉLESSZALAG ALAKHŰSÉGÉNEK BIZTOSÍTÁSA

Tóth János

A cikk az acélszalag alakhűségének vizsgálatával foglalkozik. Ennek keretében matematikai algoritmust és interaktív számítógépi programot dolgoztam ki, amelynek segítségével modellezhetők és optimalizálhatók a hengerelt szalag alakparaméterei.

This article is about the examination of steel strip correct shape. In this framework I worked out a mathematical algorithm and an interactive computer programme which helped me to make model and optimize the rolled strip of shape parameters.

1. Hőmérsékleti viszonyok elemzése

A melegedési viszonyok elemzéséhez elsősorban a hengerrésből kifutó anyag hőmérsékletét kell meghatározni, másodsorban pedig a hengertestek hőmérsékleti/hőtágulási viszonyait kell ismerni. A hengerelt szalag hőmérsékletének alakulása az alakíthatósági tulajdonságok és a mechanikai tulajdonságok szempontjából lényeges, míg a szerszámok (azaz a hengerek) hőállapota a szalag alakját – annak szélesség menti alakulását, vagyis a lencséséget – határozza meg.

A számításaim során használt összefüggések és állandók acél szélesszalag-meleghengerlési körülményekre vonatkoznak, vagyis arra az esetre, amikor a hengerrésből kifutó szalag hossza igen nagy, szinte nincs is közidő. Ebben az esetben a hengerek is, és az alkalmazott hűtő-kenőfolyadék is lényegesen felmelegszik, vagyis a keletkező hőmennyiségek három hely között oszlanak meg. Ezek:

- a hengerrésből kifutó hengerelt anyag,
- a munka- és támhengerek, valamint
- a környezet, elsősorban a hűtővíz.

A hengerelt szalag hőmérsékletének a változásai az alábbi szakaszokra oszthatók:

- melegedés a henger-résben,
- hűlés két-két állvány között.

1.1. A hengerelt szalag hőmérséklete

Folytatólagos hengerlés közben a szalag hőmérséklete kétféleképpen változik: a henger-résekben melegszik, míg a két-két állvány között szabadon futó szalaghossz hűl. Ezt a változást szemlélteti az 1. ábra. Egy technológia paramétereinek tervezésekor ezt a változást tudnunk kell.

1. ábra. A hengerelt szalag hőmérsékletváltozása

2. ábra Hőmérséklet-eloszlás a hengertestben

1.2. A hengertest hőmérséklete

A hőáramsűrűségek ismeretében mód nyílik arra is, hogy a hengertestek hőmérsékletét meghatározzuk. A henger hőmérsékletét a hengertestbe beáramló hőmennyiség, valamint a hűtéssel elvont hőmennyiség egyensúlyából lehet meghatározni. A hengertestben várható hőmérséklet-eloszlást a 2. ábra mutatja be.

A kezdeti feltételek:

- a D_{mh} átmérőjű munkahenger felületegységén keresztül átáramló hőmennyiség ismert,
- a henger felületének kezdeti hőmérséklete szintén ismert, és megegyezik a ráfolyó hűtővíz hőmérsékletével,
- a henger anyagának hővezetési tényezője ismert,
- a henger felülete és a ráfolyó hűtővíz közötti hőátadási tényező ismert.

3. ábra. Tengelyirányú hőmérsékletmegoszlás a hengertestekben

4. ábra. A henger-rés kialakulása

A hengerpalást közepe és a hengerelt szalag szélével érintkező helyen elhelyezkedő keresztmetszetek között hőmérséklet-különbség mutatkozik, mert a szalagszéleken túlnyúló hengertest-részek illetve a henger csapok fokozott hűtőhatása miatt axiális hőáramlás is kialakul a hengertestben (3. ábra).

2. Hengerelt termék alakja

A hengerrésből kifutó szalag „átlagos” vastagsága a beállított terheletlen hengerrés (s_0 , [mm]) nagyságától, a hengerállvány eredő rugóállandójától (C , [mm/kN]), valamint az aktuális hengerlési erőtől (F , [kN]) függ:

$$h_{ki} = s_0 + C \cdot F \quad [mm] \quad (2.1)$$

Ennek a szalaghossz mentén állandónak kell lennie (szűk szórásmezőbe kell esnie). Ezt a feltételt vagy folyamatosan működő vastagság-szabályozó automatikával lehet biztosítani, vagy a fellépő hengerlési erő lehető legszorosabb állandóságáról kell gondoskodni. Ennek alapvető feltétele a magasságsökkenés állandósága mellett a hőmérséklet állandóságának a biztosítása. A hossz-menti méretpontosság mellett igen fontos tulajdonsága a hengerelt terméknek a szélesség menti méret-különbség, az úgynevezett lencsésesség. A lencsésesség kialakulásában a henger-rendszer (munka- és támhengerek) alakváltozása játszik szerepet, mégpedig két, egymással ellentétes hatással:

- a hengerlési erő hatására a (közel) kéttámaszú tartónak tekinthető hengerek kihajlanak, vagyis a hengerrés közepe megnövekszik, a szalag lencsésége pozitív irányban változik (a szalagközép vastagsága nagyobb, mint a szalagszélé),
- a hengertest melegeedésének hatására a henger-rés csökken (értelemszerűen csak akkor, ha közben nem történik hengerrés-állítás), mégpedig úgy, hogy a hengerátmérők növekedése a középső keresztmetszetükben a legnagyobb (a tengelyirányú hőáramlás miatt), ezért a hengerelt szalag lencsésége ennek a hatásnak a következtében negatív irányban változik (a szalagközép vastagsága kisebb, mint a szalagszélé).

A fenti két hatást befolyásolja a hengerekre ráköszörült alapdomborítás, amelyik lehet vagy negatív, vagy pozitív, esetleg zérus. Ennek nagyságát – állandónak tartott hődomborodás és rugalmas kihajlás mellett – úgy lehet (kell) megválasztani, hogy a szalag kívánt lencsésességét biztonságosan el lehessen érni.

2.2. A hengerek hőközta alakváltozása

A hengerrés hőközta alakváltozása (a hődomborítás) a munka- és a támhengerek hőtágulásának eredőjeként alakul ki. A hengertestben a hőmérséklet-eloszlás nem egyenletes (2. és 3. ábrák). A hőtágulás az egyes henger-keresztmetszetek átlagos hőmérsékletétől függ, ami a palást- és a maghőmérséklettel van összefüggésben. A hőmérsékletek a hengertestbe beáramló és abból hűtéssel elvitt hőáramok eredőjének segítségével számíthatók ki.

3. A hengerelt szalag lencsésége

A munka- és támhenger a hengerrés kialakításában különböző szerepet játszik (4. ábra): A munkahenger teljes átmérője részt vesz az alak-képzésben, azonban a támhengernek csak a szalag felé eső sugara számít ebbe bele.

Adott alaplomborítású hengerekkel, kívánt lencséségű szalagot csak egymással összetartozó sebességgel és magasságcsökkenéssel lehet hengerelni. A magasságcsökkenés növelésével ugyanis elsősorban a hengerlési erő növekszik, ami a hengerek rugalmas behajlását és a hengerrés közepét növeli. A hengerlési sebesség növelésével pedig elsősorban felmelegszenek a hengerek, ami a hengerek hőtágulását növeli, illetve a hengerrés közepét szűkíti. A meleghengerlést rendszerint követő hideghengerléskor a sík szalagkifekvésének a feltétele (a belső feszültség-mentesség) csak akkor tartható be, ha az alapanyag meglévő lencsésége az alakváltozás arányában csökken. Egy konkrét hengerlési technológia számításakor tehát ismerni kell az alapanyag, azaz a melegen hengerelt szélesszalag lencséségét. Célszerű tehát, ha a melegen hengerelt szalag lencsésége minimális.

4. Számítás eredménye

Most bemutatok egy konkrét példát, hogy az általam készített számítógépes programmal kiszámított érték mennyire közelíti meg adott anyagnál mért üzemi adatokat.

Anyagminőség: ASTM A 36,

Szélesség: 1230 mm,

Vastagság: 2,03 mm,

Lencséség (számított): 36,05 mm,

Lencséség (mért): 35,88 mm,

Eltérés: kb. 0,47 %

Ez az eredmény is azt mutatja, hogy jól szimulálhatóak a számítógépes programmal az üzemi körülmények.

Irodalom

- [1] Voith M.: Alumíniumötvözetek képlékenyalakítása. Tankönyvkiadó, Budapest, 1980.
- [2] A DV Meleghengersonán gyártott szélesszalag vastagságtéréseinek meghatározása. Kutatási jelentés. NME Kohógéptani és Képlékenyalakítástani Tanszék, Miskolc, 1988.
- [3] Mihajev, M. A.: A hőátadás gyakorlati számításának alapjai. Tankönyvkiadó, Budapest. 1990.

TÓTH JÁNOS III. éves doktorandusz hallgató

Miskolci Egyetem, Fémtani és Képlékenyalakítástani Tanszék; 3515 Miskolc-Egyetemváros; utoth@freemail.hu