

A TÁPFEJ HŐVESZTESÉGÉNEK CSÖKKENTÉSE

CSABALIK GYULA

NEHÉZIPARI MŰSZAKI EGYETEM, MISKOLC

[Beérkezett 1966. január 20-án]

A tápfej hőveszteség-csökkentésének egyik módja a tápfej alakjának és méreteinek módosítása, változatlan tápfejtérfogat mellett. Mivel a tápfej oldalirányú hővesztesége a legnagyobb, ezért a tápfej térfogategységére eső tápfejsapka-béléstérfogat, valamint tápfejsapka belső palástfelület csökkentésére kell törekedni. Ez a tápfej kúposságának csökkentésével biztosítható. A változatlan tápfejtérfogat mellett így kiadódó nagyobb felső nyitott felület a tápfej nagyobb felületének fűtését teszi lehetővé egyszerű módszerekkel. A hőveszteség-csökkentéssel egyidejűleg biztosítható nagyobb mérvű fűtés lehetősége igen kedvező tápfejalakot és tápfejtérfogatot eredményez.

A kisméretű acéltuskó tápfejének vizsgálata során nyert eredmények [1] minden kétséget kizáróan dokumentálják, hogy a legnagyobb hőveszteségtétel a tűzállóanyag által magábfoglalt, ill. a tűzállóanyagon át elvezetett hőmennyiség. Ez a hőmennyiség számos tényezőnek a függvénye. Ezek a tényezők két fő csoportra oszthatók. Az elsőbe tartoznak a kokilla geometriai méretei, H/D aránya, az acél öntési módja, az öntési hőmérséklet, az öntési sebesség, az öntött acél minősége, tehát azok a tényezők, melyek az acéltuskótörzs kristályosodási időtartamát határozzák meg, és így közvetett módon befolyásolják a tápfej által elvesztett hő mennyiségét. A másik csoportba a tápfejsapka-béléstégla hőkapacitása és hővezetőképessége, valamint a tápfejsapka geometriai alakja és méretei sorolhatók, amely tényezők a tűzállóanyag által magábfoglalt és elvezetett hőmennyiségek nagyságát közvetlenül befolyásolják. Az első csoportba tartozó tényezők részletesebb vizsgálata túlságosan messzire vezetne, s túllépi ezen tanulmány kereteit, amellet, hogy szerepük csak másodlagos.

Közvetlen hatásuk a második csoportba tartozó tényezőknek van. Ezek közül a felhasznált tűzállótégla hőkapacitásának és hővezetőképességének kívánatos csökkentése — megfelelő tűzállóság biztosítása mellett — tűzállóanyagipari kutatást igényel, így az adott lehetőségek figyelembevételével a béléstégla alakját és méretviszonyait kell megvizsgálni a fent említett hőveszteségtétel csökkentése érdekében.

A tűzállóanyag által időegység alatt elvezetett, illetőleg felvett hőmennyiség (figyelmen kívül hagyva a tápfej hőveszteségét befolyásoló közvetett tényezőket, valamint változatlanak tételezve fel a béléstégla hőkapacitását, hővezetőképességét és falvastagságát) annál kisebb, minél kisebb a táp-

fej térfogategységére eső, a tápfej folyékony fémével érintkező tűzállóanyag felülete, valamint a tápfejsapka tűzállótégla bélésének térfogata. A feladat tehát olyan tápfejsapkák kialakítása, melyek a fenti követelményeket maximálisan elégítik ki. A tápfej térfogategységére eső tápfejsapka-téglabélés belső felületének, valamint a téglabélés térfogatának csökkentése a tápfej alakjának, illetőleg méretviszonyainak a módosításával lehetséges. Evégett meg kellett vizsgálni, hogy milyen összefüggés áll fenn a tápfej nagysága, alakja, méretviszonyai, valamint az említett tényezők között.

Az I. táblázat a tuskótörzs és a tápfej érintkezési síkjában mért tuskó-átmérő és a tápfej kúposágára jellemző $50(D_1 - D_2)/H_1$ érték függvényében mutatja a tápfej térfogategységére eső tűzállótégla-bélés belső palástfelületének, valamint a tűzállótégla térfogatának változását. A táblázat adatai kör-szelvényű tápfejekre vonatkoznak. A II. táblázat ugyanezen összefüggéseket tárja fel nézetszelvényű tápfejekre.

A táblázatokban alkalmazott betűjelek értelme a következő:

- D_1 a tuskó átmérője, a törzs és a tápfej érintkezés síkjában, dm;
- D_2 a tápfej felső átmérője, dm;
- D_3 a tuskótörzs alsó átmérője, dm;
- H a tuskótörzs magassága, dm;
- H_1 a tápfej magassága, dm;
- K_1 a tápfej térfogata, dm^3 ;
- K_2 a tuskótörzs térfogata, dm^3 ;
- $K_1 + K_2$ a tuskó teljes térfogata, dm^3 ;
- $50(D_1 - D_2)/H_1$ a tápfej kúposágának jellemzője;
- P a tápfejsapkabélés belső palástfelülete (a tápfej palástfelülete), dm^2 ;
- F a tápfej nyitott felülete, dm^2 ;
- L a tápfejtégla térfogata, dm^3 ;
- $X = P/K_1$ a tápfej térfogategységére eső tápfejsapkabélés belső palástfelület, dm^2/dm^3 ;
- $Y = L/K_1$ a tápfej térfogategységére eső tápfejsapka-béléstérfogat, dm^3/dm^3 ;
- a_1, a_2, a_3 a négyzetszelvényű tuskó megfelelő oldalélei, dm.

A táblázatban levő X és Y értékek kiszámítása, ill. a kapott eredmények értékelhetősége szükségessé tette a tuskó bizonyos arányainak felvételét. Ezek a következők:

$$H/D = 2,5, \text{ ahol a } D \text{ a tuskótörzs közepes átmérője, } dm;$$

$$D = \frac{D_1 + D_3}{2};$$

$$\frac{50(D_1 - D_3)}{H} = 5,5;$$

$$\frac{K_1 \cdot 100}{K_1 + K_2} = 14;$$

a tűzálló téglafalvastagsága 50 mm;

I. táblázat

Sorszám	D_1	D_2	H	K_1	K_2	$K_1 + K_2$	$\frac{50(D_1 - D_2)}{H_1}$	D_2	H_1	P	F	$P + F$	L	X	Y
1.	3	2,27	6,59	5,90	36,25	42,15	5	2,91	0,86	7,99	6,65	14,64	4,67	1,354	0,791
							10	2,82	0,89	8,14	6,24	14,38	4,75	1,380	0,805
							15	2,73	0,92	8,34	5,85	14,19	4,84	1,413	0,821
							20	2,62	0,95	8,55	5,39	13,94	4,94	1,449	0,837
2.	4	3,03	8,79	13,99	85,92	99,90	5	3,89	1,15	14,21	11,88	26,09	7,99	1,016	0,572
							10	3,76	1,18	14,48	11,10	25,58	8,13	1,035	0,581
							15	3,63	1,22	14,82	10,35	25,17	8,29	1,059	0,593
							20	3,49	1,27	15,20	9,56	24,76	8,45	1,087	0,604
3.	5	3,79	10,99	27,32	167,81	195,13	5	4,86	1,43	22,20	18,54	40,74	12,21	0,813	0,447
							10	4,70	1,48	22,62	17,34	39,96	12,41	0,828	0,454
							15	4,54	1,53	23,15	16,18	39,33	12,65	0,848	0,463
							20	4,37	1,58	23,76	14,99	38,75	12,89	0,870	0,472
4.	6	4,55	13,19	47,21	289,97	337,18	5	5,83	1,72	31,97	26,68	58,65	17,31	0,677	0,367
							10	5,65	1,77	32,57	25,07	57,64	17,60	0,690	0,373
							15	5,45	1,83	33,34	23,31	56,65	17,93	0,706	0,380
							20	5,24	1,90	34,21	21,56	55,77	18,26	0,725	0,387
5.	7	5,31	15,38	74,96	460,47	535,43	5	6,80	2,00	43,51	36,30	79,81	23,30	0,581	0,311
							10	6,59	2,07	44,34	34,09	78,43	23,68	0,592	0,316
							15	6,36	2,14	45,38	31,75	77,13	24,12	0,605	0,322
							20	6,11	2,22	46,56	29,30	75,86	24,57	0,621	0,328
6.	8	6,07	17,58	111,89	687,35	799,23	5	7,77	2,29	56,83	47,39	104,22	30,18	0,508	0,270
							10	7,53	2,36	57,91	44,51	102,42	30,67	0,518	0,274
							15	7,27	2,44	59,27	41,49	100,76	31,23	0,530	0,279
							20	6,99	2,53	60,82	38,36	99,18	31,81	0,547	0,284
7.	9	6,82	19,78	159,32	978,66	1137,98	5	8,74	2,58	71,93	59,57	131,90	37,94	0,452	0,238
							10	8,47	2,66	73,24	56,32	129,56	38,55	0,460	0,242
							15	8,18	2,75	75,02	52,52	127,54	39,25	0,471	0,246
							20	7,86	2,85	76,97	48,50	125,47	39,98	0,483	0,251

II. táblázat

Sorszám	a_1	a_2	H	K_1	K_2	$K_1 + K_2$	$\frac{50(a_1 - a_2)}{H_1}$	a_2	H_1	P	F	$P + F$	L	X	Y
1.	3	2,27	6,59	7,51	46,15	53,66	5	2,91	0,86	10,13	8,47	18,60	5,94	1,354	0,790
							10	2,82	0,89	10,36	7,95	18,31	6,04	1,380	0,805
							15	2,73	0,92	10,60	7,45	18,05	6,16	1,412	0,821
							20	2,62	0,95	10,88	6,86	17,74	6,29	1,449	0,837
2.	4	3,03	8,79	17,81	109,39	127,20	5	3,89	1,15	18,08	15,13	33,21	10,18	1,015	0,572
							10	3,76	1,18	18,40	14,14	32,54	10,35	1,035	0,581
							15	3,63	1,22	18,84	13,18	32,02	10,55	1,059	0,593
							20	3,49	1,27	19,32	12,18	31,50	10,76	1,087	0,604
3.	5	3,79	10,99	34,78	213,66	248,44	5	4,86	1,43	28,24	23,62	51,86	15,55	0,812	0,447
							10	4,70	1,48	28,80	22,09	50,89	15,80	0,828	0,454
							15	4,54	1,53	29,44	20,61	50,05	16,10	0,847	0,463
							20	4,37	1,58	30,24	19,10	49,34	16,41	0,869	0,472
4.	6	4,55	13,17	60,10	369,21	429,31	5	5,83	1,72	40,68	33,99	74,67	22,04	0,677	0,367
							10	5,65	1,77	41,44	31,92	73,36	22,41	0,690	0,373
							15	5,45	1,83	42,44	29,70	72,13	22,82	0,706	0,380
							20	5,24	1,90	43,52	27,46	70,98	23,25	0,724	0,387
5.	7	5,31	15,38	95,44	586,28	681,73	5	6,80	2,00	55,36	46,24	101,60	29,67	0,580	0,311
							10	6,59	2,07	56,44	43,43	99,87	30,15	0,591	0,316
							15	6,36	2,14	57,76	40,45	98,21	30,71	0,605	0,322
							20	6,11	2,22	59,28	37,33	96,61	31,28	0,621	0,328
6.	8	6,07	17,58	142,47	875,15	1017,62	5	7,77	2,29	72,32	60,37	132,69	38,42	0,507	0,270
							10	7,53	2,36	73,72	56,70	130,42	39,04	0,517	0,274
							15	7,27	2,44	75,44	52,85	128,79	39,76	0,529	0,279
							20	6,99	2,53	77,40	48,86	126,26	40,50	0,543	0,284
7.	9	6,82	19,78	202,85	1246,07	1448,92	5	8,74	2,58	91,56	76,39	167,95	48,31	0,451	0,238
							10	8,47	2,66	93,24	71,74	164,98	49,08	0,460	0,242
							15	8,18	2,75	95,48	66,91	162,39	49,98	0,470	0,246
							20	7,86	2,85	98,00	61,78	159,78	50,90	0,483	0,251

$H/a = 2,5$, ahol a a négyzetszelvényű tuskótörzs közepes oldaléle, dm :

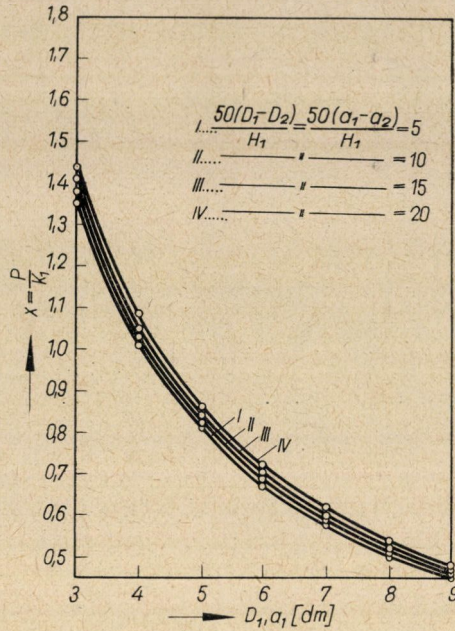
$$a = \frac{a_1 + a_3}{2};$$

$$\frac{50(a_1 - a_3)}{H} = 5,5.$$

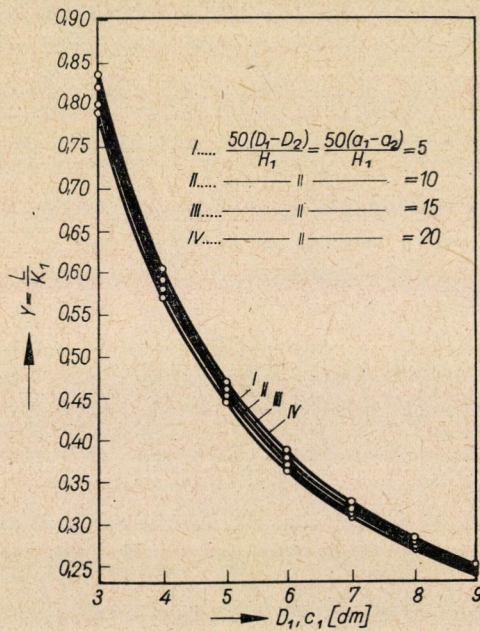
Ezen összefüggések felhasználásával a felvett D_1 , ill. a_1 , valamint a tápfejek kúposságára jellemző $50(D_1 - D_2)/H_1$, ill. $50(a_1 - a_2)/H_1$ értékek függvényében a tuskók további méretei (D_2 , D_3 , a_2 , a_3 , H , H_1), térfogataik (K_1 , K_2) a tápfej tűzállótégla-bélésének belső palástfelülete (P), és a téglabélés térfogata (L) kiszámítható. A K_1 , P és L értékek ismeretében pedig az X és Y értékek megállapíthatók. Az I. és II. táblázatban a felvett D_1 , ill. a_1 értéke $3-9 dm$, a tápfej kúposságára jellemző $50(D_1 - D_2)/H_1$, ill. $50(a_1 - a_2)/H_1$ értéke $5-20$ között változik.

A táblázatok adatait megvizsgálva kitűnik, hogy a D_1 , ill. a_1 értékek növekedésével az X és Y érték csökken. Másrésztől kitűnik az is, hogy az azonos térfogatú tápfejek X , Y értéke a tápfej kúposságára jellemző $50(D_1 - D_2)/H_1$, ill. $50(a_1 - a_2)/H_1$ érték növekedésével nő, vagyis a tápfej kúposságának növelése az X , Y értékek növekedését okozza. Ugyanakkor az is megállapítható, hogy a kúposság változtatása nagyobb hatással van a kisebb átmérőjű, ill. oldalélű tápfejekre, mert míg pl. az 1. sorszámú tápfejek X és Y értékei $X = 1,354-1,449$, $Y = 0,790-0,837$ között; a 7. sorszámúaké $X = 0,451-0,483$, $Y = 0,238-0,250$ között változnak. Vagyis a kis tápfejeknél az X értékének változása $0,095$, az Y -é pedig $0,047$, a nagy tápfejeknél viszont X értékének változása $0,032$, Y -é pedig $0,012$. A két táblázatban X és Y értékeit összehasonlítva végül az is megállapítható, hogy az azonos kúposságú, és az átmérővel azonos oldalélű kör- és négyzetszelvényű tuskók tápfejeire jellemző X és Y értékek azonosak, feltételezve, hogy a tápfejeknek az ösztuskótérfogathoz viszonyított térfogatszázaléka azonos. Mivel a kör-szelvényű tuskó átmérőjével azonos oldalhosszúságú négyzetszelvényű tuskó tápfejének térfogata nagyobb, fentiekből következik, hogy az azonos térfogatú négyzetszelvényű tápfejekre jellemző X és Y értékek nagyobbak, tehát kedvezőtlenebbek.

Az I. és II. táblázat X és Y értékeinek változását a D_1 , ill. az a_1 , valamint tápfej kúpossága függvényében az 1. és 2. ábra szemlélteti. Amint ebből is kitűnik, az X és Y érték változására legnagyobb hatással a D_1 , ill. a_1 értékének változása van. Az $50(D_1 - D_2)/H_1$, ill. $50(a_1 - a_2)/H_1$ értékének csökkenésével az X , Y értékek szintén csökkennek. A görbék azonban egymással nem párhuzamosak, hanem a D_1 és az a_1 növekedésének irányában konvergálnak,



1. ábra. A tápfej X értékének változása a D_1 , ill. a_1 függvényében különböző kúposág esetében



2. ábra. A tápfej Y értékének változása a D_1 , ill. a_1 függvényében különböző kúposág esetében

ami azt jelenti, hogy a tuskónagyság növekedésével a tápfej kúposságának az X , Y értékekre való hatása egyre inkább csökken, s igen nagy ($D_1 = a_1 > 10$ dm) tuskónál gyakorlatilag elenyészik.

A 3. és 4. ábra az X , Y értékek változását — ugyancsak az I. és II. táblázat alapján — a tápfej térfogatának függvényében tünteti fel. Ez az ábrázolásmód rámutat a körszelvényű tápfejek kedvező tulajdonságaira és kitűnik, hogy az azonos térfogatú és kúposságú körszelvényű tápfej X , Y értékei minden esetben kisebbek. Rámutat továbbá arra is, hogy $50(D_1 - D_2)/H_1 = 20$ és $50(a_1 - a_2)/H_1 = 5$ érték mellett az azonos térfogatú kör-, ill. négyzetszelvényű tápfejek X és Y értékei közel azonosakká válnak. Összefoglalva megállapítható, hogy azonos tuskóméretviszonyok és tápfejsapka-béléstéglavastagság mellett a tápfej térfogategységére eső tápfejsapkabélés belső palástfelülete (X), valamint térfogata (Y) csökken,

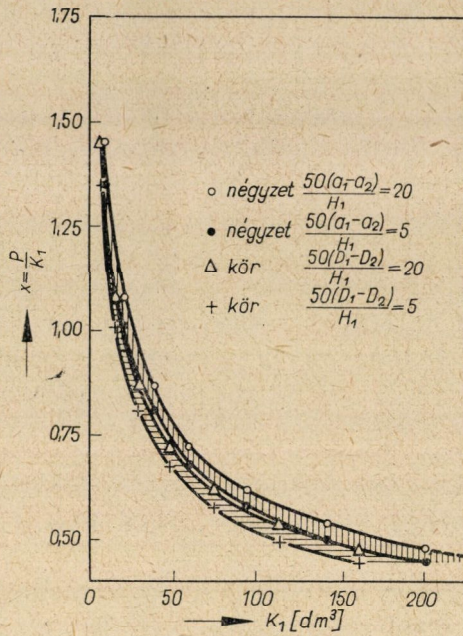
ha nő a tápfej átmérője (nő a tuskónagyság);

ha csökken a tápfejsapka kónicitása; és

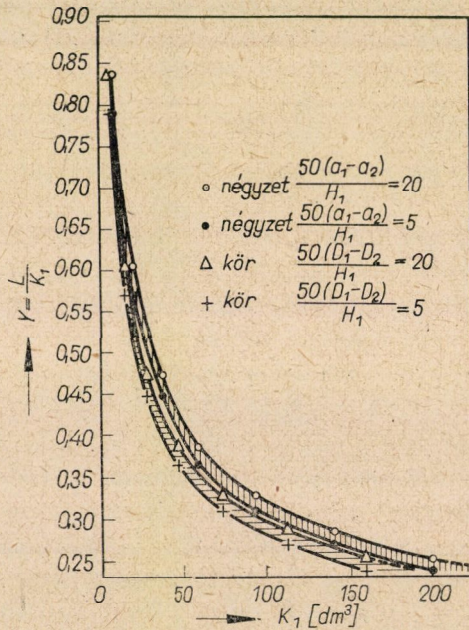
ha négyzetszelvényű tápfejsapka helyett körszelvényű tápfejsapkát alkalmaznak.

A következőkben meg kell vizsgálni, hogy a tápfej oldalirányú hővesztéscsökkentésének lehetőségei milyen gyakorlati megvalósítást tesznek valószínűvé, s eközben előreláthatólag hogyan módosulnak a tápfej egyébirányú hővesztései, valamint a tápfej összes hővesztése. Más szóval, az oldalirányú hővesztéscsökkenéssel egyidejűleg nem növekszik-e meg a hővesztés a többi irányban esetleg olyan mértékben, melynek eredményeképpen a tápfej összes hővesztése nem változik, sőt esetleg nő.

A tápfej átmérőjének növelése, — fenti feltételek mellett — a tuskó teljes térfogatának a növelését jelenti. A tuskósúly növelésével az X és Y értékei igen kedvezővé válnak. Ez azonban korántsem jelenti azt, hogy a tápfej hővesztése is ilyen mértékben csökken. Ennek oka, hogy a tápfej hővesztése függ a tuskótörzs dermedési idejétől is. Minél hosszabb a dermedési idő, annál több hő fog eltávozni a tápfejből a relatíve kisebb tűzállóanyag-felületen át, ill. magába a tűzállóanyagba. Ha a tuskó dermedési ideje az átmérő függvényében oly mértékben nő, aminő mértékben az X , Y érték csökken, akkor hővesztéscsökkenésről nem lehet beszélni. Jóllehet szerzőnek nem állt módjában nagy tuskókon vizsgálni a tápfej hővesztését, s összehasonlító adatot nyerni arra vonatkozóan, hogy mi a különbség a kis és nagy tuskók tápfej-térfogat-egységére eső hővesztésben, de valószínű, hogy a nagy tuskók tápfejeinek a térfogategységére eső oldalirányú hővesztései növekszenek. Ez abból fakad, hogy a tuskó kristályosodási sebessége a tuskóátmérővel négyzetes összefüggésben van, míg az X és Y érték változása az átmérő függvényében megközelítőleg lineáris. A nagyobb tuskó kristályosodásához szükséges idő tehát nagyobb ütemben nő, mint amilyen mértékben az X és Y érték csökken. Valószínűleg hasonló összefüggés áll fenn a dermedési idő növekedése és a



3. ábra. A tápfej X értékének változása a tápfejtérfogat függvényében különböző kúposág esetében



4. ábra. A tápfej Y értékének változása a tápfejtérfogat függvényében különböző kúposág esetében

tápfaj térfogategységére eső egyéb felületek (tuskótörzs-tápfaj érintkezési sík, tápfaj felső nyitott felülete) csökkenése között is.

Az 1. és 2. ábra azt mutatja, hogy a tuskó átmérőjének (a tuskó nagyságának) növelésével az X és Y értéke egyre kevésbé csökken. Másrésztől ismeretes, hogy a tuskó dermedési sebessége nagy keresztmetszetű tuskóknál egyre kisebb lesz, mert egyrészt az átmelegedett kokilla, más részt a már megdermedt tuskórész hőtárolóként viselkedik, s gátolja a hő sugárirányú intenzív elvezetését.

Ezeket a megfontolásokat figyelembevéve, teljes bizonyossággal kijelenthető, hogy bizonyos tuskónagyság felett, a tápfajra jellemző X és Y érték csökkenése ellenére sem csökken a tápfajnak a tuskótörzs kristályosodásának befejezéséig elszenvedett hővesztesége, sőt meghatározott tuskósúlyon túl a tápfaj hővesztesége növekszik. Ez a határérték számos tényező függvénye, s a tápfajsapka jellemzői mellett döntő módon azok a tényezők befolyásolják, amelyek az acéltuskó kristályosodására vannak hatással. Így minél nagyobb a kokilla falvastagsága, kúpossága, minél kisebb a kokilla anyagának, valamint a kokillába öntött acél hővezetőképessége, a kokilla H/D aránya, annál kisebb tuskósúly mellett következik be az említett határérték.

Az eddig leírtak olyan típusú tuskókra vonatkoznak, amelyeknél a tuskótörzs felső alapja és a tápfaj alsó alapja azonos felületű. Ha a tápfaj alsó alapja kisebb, akkor mód nyílik — a tuskótörzs felső alaplappja felületének értékéig való — növelésére, miáltal az X és Y érték jelentősen csökken, anélkül, hogy egyidejűleg megnövekednék a tuskótörzs dermedési ideje. Másrésztől a tápfaj térfogategységére eső tuskótörzs és tápfaj érintkezési felület, valamint a tápfaj felső nyitott felülete megnő.

A tápfaj kúposságának csökkentése — a tuskótörzs méreteinek és a tápfaj térfogatának változtatása nélkül — a gyakorlatban kisebb magasságú, nagyobb felső nyitott felületű tápfajeket eredményez, a tuskótörzs és a tápfaj érintkezési sík felületének változása nélkül. Mivel a tuskótörzs kristályosodási időtartamát a tápfaj ilyen módosítása nem befolyásolja, csupán azt kell megvizsgálni, hogy a tápfajra jellemző X , Y értékek csökkenése következtében beálló oldalirányú hőveszteségcsökkenéssel szemben milyen mérvű hőveszteségnövekedés lép fel a tápfaj nyitott felületén.

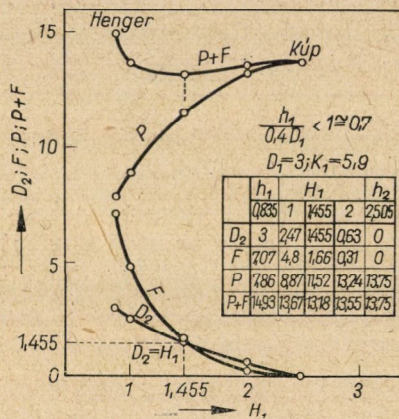
Ennek a kérdésnek a tisztázásakor mindenképp meg kell vizsgálni a tápfaj felületének változását a kúposság (ill. állandó a_1 , D_1 és K_1 mellett a H_1 magasság) függvényében. Minthogy a tápfaj alakja — mely általában csonkakúp, vagy csonkagúla — elvileg a hengertől, ill. a hasábtól a kúpig, ill. gúlaig változhatik, a tápfaj felületelemeinek és összfelületének változása is ezen határok között kerül vizsgálatra.

Amint azt az I. és II. táblázat értékei is mutatják, a tápfaj összfelülete ($P + F$) a kúposságra jellemző $50(D_1 - D_2)/H_1$, ill. $50(a_1 - a_2)/H_1$ érték csökkenésével nő.

Más tápfejek vizsgálata viszont azt tanúsítja, hogy a kúposág csökkentésével egyidejűleg az összfelület csökkenhet. Ez felvetette annak a lehetőségét, hogy bizonyos arányok mellett a henger összfelülete nagyobb, egyenlő vagy kisebb, mint a vele azonos térfogatú és átmérőjű kúp összfelülete. A henger magasságát h_1 -gyel, a kúp magasságát h_2 -vel jelölve a térfogategyenlőség és a feltételezett felületegyenlőség alapján felírható:

$$\frac{D_1^2 \pi}{4} h_1 = \frac{D_1^2 \pi}{4} \cdot \frac{h_2}{3},$$

$$\frac{D_1^2 \pi}{4} + D_1 \pi h_1 = \frac{D_1}{2} \pi \sqrt{h_2^2 + \left(\frac{D_1}{2}\right)^2}.$$



5. ábra. A tápfej felületelemeinek változása a kúposág (magasság) függvényében, ha $h_1/0,4 D_1 < 1$

Ebből

$$h_1 = 0,4 D_1,$$

vagyis $h_1 = 0,4 D_1$ mellett a hengerrel azonos alaplapú és térfogatú kúp felülete megegyezik a henger felületével. Ha

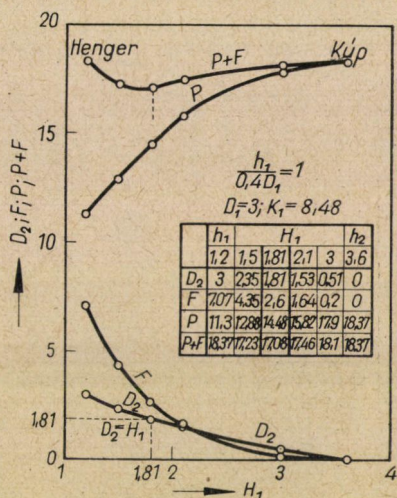
$$h_1 > 0,4 D_1,$$

akkor a kúp felülete nagyobb mint a hengeré, ha viszont

$$h_1 < 0,4 D_1,$$

akkor a kúp felülete kisebb mint a hengeré.

A korábbi feltevés tehát helyes volt, viszont a tápfej összfelülete a kúposág csökkentésével egyidejűleg csökkenhet, de növekedhet is függetlenül attól, hogy az egyenlő térfogatú és alaplapú henger és kúp felszíne között milyen összefüggés áll fenn, ugyanis a felszín a kúposág (magasság) függvényében nem lineáris, hanem minimumos görbe szerint változik, amit $h_1 \geq 0,4 D_1$ mellett az 5., 6. és 7. ábra szemléltet. Az ábrákból kitűnik, hogy a minimális összfelület $H_1 = D_2$ mellett érhető el minden esetben. Ez azt jelenti, hogy a kúppal majdnem megegyező csonkakúp alakú tápfej kúposágát (magasságát)



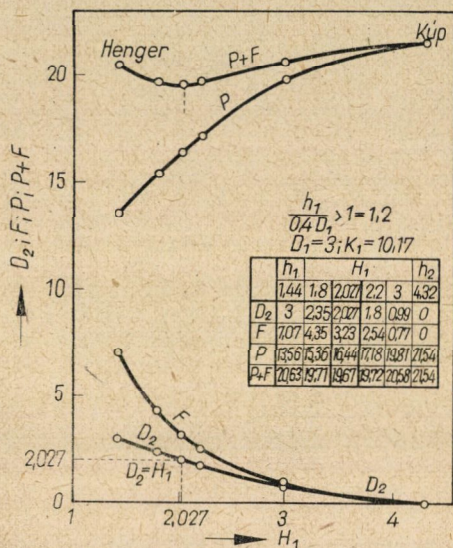
6. ábra. A tápfej felületelemeinek változása a kúposág (magasság) függvényében, ha $h_1/0,4 D_1 = 1$

csökkentve, az összfelület kezdetben csökken, majd a minimális érték elérése után megnövekszik a henger felületének értékéig. A $P + F$ érték csökkenése a maximumtól a minimumig a $h_1 > 0,4 D_1$ esetben a legnagyobb és a $h_1 < 0,4 D_1$ esetben a legkisebb. A henger és a minimális összfelületű csonkakúp felülete közti különbség a $h_1 > 0,4 D_1$ esetben a legnagyobb és a $h_1 < 0,4 D_1$ esetben a legkisebb. Fentiekből következik, hogy a tápfej összfelületének csökkenése csak akkor várható csökkenő kúposág (magasság) mellett, ha a módosítandó tápfejnél $H_1 > D_2$ és a csökkenés annál nagyobb mérvű lesz, minél nagyobb a $h_1/0,4 D_1$ értéke az egységénél.

Végül meg kell jegyezni, hogy a $P + F$ görbe minimuma megszűnik $h_1/0,4 D_1 \geq 2,5$ értéknél, amikor is a henger a legkisebb összfelületűvé válik. Ezt az arányt azonban még a gyakorlatban alkalmazott legrosszabb szerkesztésű tápfejek is csak ritkán közelítik meg. A gyakorlatban tehát a kúposág csökkentésével az esetek jelentős részében a tápfej összfelületének növeke-

dése jár együtt. A tápfej felületének növekedése általában kedvezőtlen jelenség, mert a nagyobb felületen nagyobb hőveszteség léphet fel.

A tápfej hőveszteségváltozásának megközelítően helyes értékelését lehetővé teszik azok a kísérleti eredmények, melyek a tápfej egyes irányokban bekövetkező hőveszteségére derítettek fényt [1]. A kísérleti eredmények szerint a vizsgált tápfej 2,54 dm²-es nyitott felületén az összes hőveszteség 4%-a, míg a 13,32 dm²-es oldalfal irányában 85,6%-a távozott el. A felületegységre eső hőveszteségek értéke, ha a kétirányú hőveszteség értékét 100%-nak vesszük:



7. ábra. A tápfej felületelemeinek változása a kúposág (magasság) függvényében, ha $h_1/0,4 D_1 > 1$

nyitott felületnél

$$\frac{4 \cdot 100}{(85,6 + 4) \cdot 2,54} = 1,75 \text{ \%/dm}^2;$$

oldalfalnál

$$\frac{85,6 \cdot 100}{(85,6 + 4) 13,32} = 7,17 \text{ \%/dm}^2.$$

Ezek az értékek azt mutatják, hogy az oldalfal felületegységén több mint négyszer annyi hőmennyiség távozik, mint a tápfej nyitott felületének felületegységén. Ez viszont azt jelenti, hogy a tápfej hővesztesége minden olyan esetben csökken, amikor a kúposág csökkentése következtében az oldalfal felületének csökkenése nem okozza a tápfej nyitott felületének négyszer akkora növekedését. Megvizsgálva az 5., 6. és 7. ábrát, kitűnik, hogy a kúposág (magasság) csökkentésével a tápfej nyitott felülete (F) nő, ugyanakkor a táp-

fej palástfelülete még növekvő $P + F$ érték mellett is csökken. Ez utóbbi ugyan arra utal, hogy F értékének növekedése nagyobb mérvű, mint P értékének csökkenése a $H_1 = D_2$ -nél kisebb H_1 érték csökkentése mellett. Ugyanakkor az is látható, hogy az F érték növekedése sehol sem éri el a P érték csökkenésének négyszeresét a $h_1/0,4$ $D_1 = 0,7 \div 1,2$ határok között, ahová a jól méretezett tápfejek döntő többsége esik. Az 5., 6. és 7. ábrák szerint kb. $h_1/0,4$ $D_1 = 0,5$ körüli érték mellett éri el az F érték növekedése a P érték csökkenésének négyszeresét.

Összefoglalva az eddigieket, megállapítható, hogy a tápfej kúposágának csökkentése a h_1 és D_1 viszonyától, valamint a $H_1 = D_2$ értékétől függően a tápfej összfelületének csökkentését vagy növekedését eredményezi. Ha a tápfej összfelülete csökken, ezáltal értelemszerűen csökken a hőveszteség, de a hőveszteségcsökkenés a tápfej felületének növekedése mellett is bekövetkezhetik mindaddig, amíg az oldalfelületcsökkenés nem okoz négyszer akkora nyitott felületnövekedést.

A tápfej hőveszteségcsökkenése a kúposág csökkentésével annál nagyobb, minél nagyobb a tápfejre jellemző tört értéke.

$$\frac{4K_1/D_1^2 \pi}{0,4 D_1}$$

A következőkben megvizsgálandó, hogy melyek azok a tényezők, melyek a fenti arányt befolyásolják, és milyen irányban fejtik ki hatásukat. Megállapítható, hogy minél nagyobb a K_1 és minél kisebb a hozzátartozó D_1 , a tört értéke annál nagyobb lesz az egységénél.

K_1 értékének az abszolút értékének növelése nem kívánatos, azonban abszolút értékének növelése, a térfogatszázalék, sőt a D_1 érték változtatása nélkül is lehetséges, de csak a tuskótörzs méretviszonyainak megváltoztatásával.

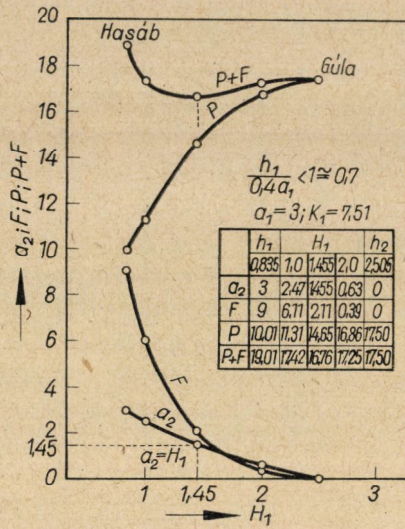
Nevezetesen K_1 abszolút értéke növelhető:

a) A tuskó H/D arányának növelésével változatlan tuskókúposág mellett;

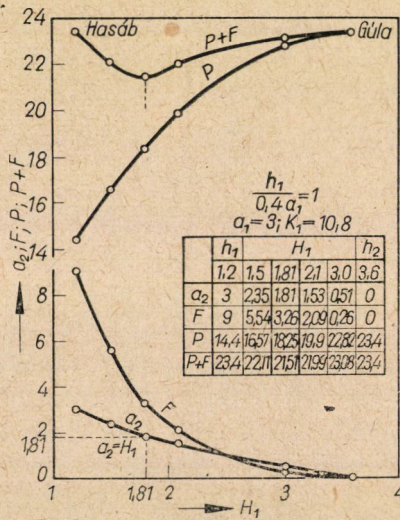
b) a tuskótörzs kúposágának csökkentésével a H/D arány kismérvű csökkenésével egyidejűleg.

Mindezekből következik, hogy mindazon acéltuskóknál, amelyeknél ennek a feltételnek más tényező (kovácsolás, hengerlés, tengelymenti laza szövet létrejötte) határt nem szab, maximális H/D arányra és minimális tuskótörzskúposágra kell törekedni a tápfej hőveszteségcsökkentése érdekében.

A tápfejsapka kúposágával kapcsolatos eddigi megállapítások négyzet-szelvényű tuskók négyzetszelvényű tápfejeire is vonatkoznak, ahol a D értékek helyébe a megfelelő értékei helyettesítendőek. A négyzetszelvényű tápfejek a_2 , F , P , $P + F$ értékeinek változását a H_1 függvényében, a $h_1 \geq 0,4$ a_1 értékek mellett a 8., 9. és 10. ábra mutatja.



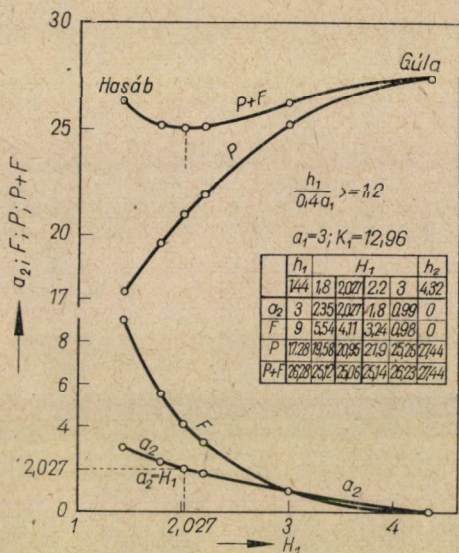
8. ábra. A tápfej felületelemeinek változása a kúposság (magasság) függvényében, ha $h_1/0,4 a_1 < 1$



9. ábra. A tápfej felületelemeinek változása a kúposság (magasság) függvényében, ha $h_1/0,4 a_1 = 1$

Megjegyzendő, hogy azonos térfogatú és keresztmetszetű, valamint azonos kúposágú négyszögszelvényű tápfejek palástfelülete nagyobb, mint a körszelvényűeké, így az egységnyi tápfejtérfogatra jutó palástfelület (X) és tűzállótéglátérfogat (Y) is nagyobb.

Végül megállapítható, hogy a tápfej hőveszteségének csökkentése érdekében a tuskók (kokillák) tervezésénél a következő szempontok betartása kívánatos:



10. ábra. A tápfej felületelemeinek változása a kúposág (magasság) függvényében, ha $h_1/0,4 a_1 > 1$

- a) kis tuskók gyártásának mellőzése;
- b) kis kónicitású tápfejek alkalmazása;
- c) olyan tuskó- és tápfej méretviszonyok kialakítása, amelyeknél a

$$\frac{4K_1/D_1^2 \pi}{0,4 D_1}, \quad \text{ill. a} \quad \frac{4K_1/a_1^2}{0,4 a_1}$$

értéke minél nagyobb, minimális — %-ban kifejezett — K_1 érték mellett;

d) a tuskók H/D arányának növelése, ameddig annak a továbbfeldolgozása, ill. a tengelymenti laza szövet megjelenése határt nem szab;

e) a tuskótörzs kúposágának minimális értéken való megállapítása;

f) a négyszögszelvényű tápfejsapkák helyett kör- vagy sokszögszelvényű tápfejsapkák alkalmazása.

IRODALOM

1. CSABALIK GYULA: Az acéltuskó-tápfej termikus vizsgálata. Műszaki doktori értekezés, 1964.