

A TECHNOLÓGIAI PARAMÉTEREK HATÁSA A VEGYIPARI KÉSZÜLÉKEK ZOMÁNCBEVONAT TULAJDONSÁGAIRA

Barta Emil, Lampart Vegyipari Gépgyár Rt.

XVI. Nemzetközi Zománckonferencia, Stratford-Upon-Avon, 1992

A zománczott vegyipari készülékek a vegyipari gépgyártás terén speciális helyet foglalnak el. Az acél felületére felvitt zománcreteg olyan tulajdonságokkal ruházza fel a készüléket, melyek más technológiákkal nem, vagy csak igen bonyolultan és drágán valósíthatók meg. A készülékek használati értékét egy viszonylag összetett gyártási folyamat során kialakuló zománcreteg adja. Így a bevonat felhasználó számára legfontosabb paraméterei, úgymint a kémiai ellenálló képesség, hősokkállóság, mechanikai szilárdság, kopásállóság stb. ezen összetett technológiai folyamat során alakulnak ki. A sokösszetevős rendszer optimális beállításával a legjobb tulajdonságok érhetők el. A legkisebb, optimálistól való eltérés a bevonat-tulajdonságok romlásához vezethet. A bevonat tulajdonságai technológiai paramétereiktől, úgymint örlési finomság, égetési idő és hőmérséklet, hűlési körülmények, függenek.

A készülékek bonyolult felépítéséből (csonkok, kettős köpeny, hegesztések, anyaghalmozódások...) adódóan a készülék egyes kitüntetett helyein más és más körülmények hatására alakulnak ki a zománcreteg jellemző tulajdonságok.

Munkánk célja, ezen folyamatok létezésének, valamint az egységes bevonat-tulajdonságok kialakulására gyakorolt hatásának vizsgálata.

Az előadás célja az égetési körülmények kémiai ellenálló képességre és hősokkállóságra gyakorolt hatásának ismertetése.

Az égetési folyamat vizsgálata

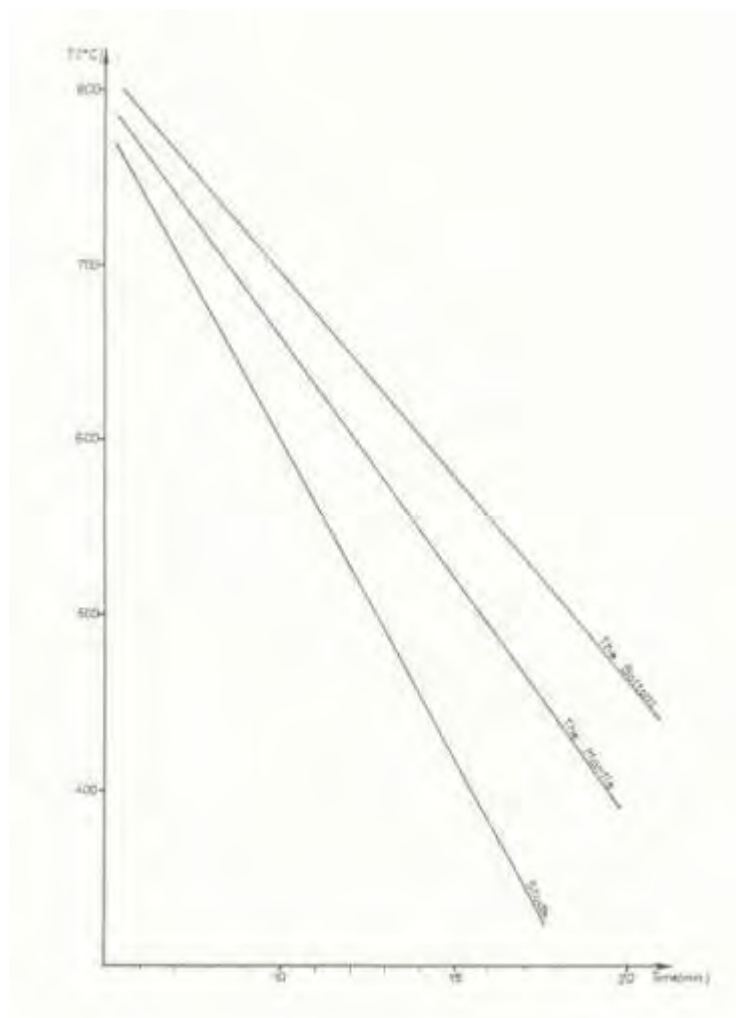
Vizsgáljuk meg egy autokláv égetése során végbemenő folyamatokat. A kiégetett darabról készített termovíziós felvételek jól mutatják a készülék hűlése közben kialakuló hőmérséklet különbségeket.



Az **1. ábrán** a palást, a csonkok, a fenék, a köpenytartó gallér, hűlési görbéit láthatjuk. Megfigyelhetjük, hogy ezek a kitüntetett helyek eltérő sebességgel hűlnek, adott időpillanatban hőmérsékletük is különböző.

Hasonló, tükörkép folyamatok játszódnak le az égetés során történő felmelegedésnél. Ez azt jelenti, hogy a készülék egyes helyei más-más hőgörbe szerint hűlnek le. A készülék zártságának köszönhetően zománcreteg oldalon a hőmérséklet a hűlés közben mindenhol azonosnak vehető. Ez az állandóság a fém-oldalról nézve nem érvényes.

Mivel az égetési és hűlési folyamatok a vizsgált paraméterekre hatással vannak, a készüléken belül inhomogenitások léphetnek fel. A cél ezek felderítése és kiküszöbölése az egységes bevonat kialakítása érdekében.



1.ábra:
Hűlési görbék

Az égetési folyamat kémiai ellenálló képességre gyakorolt hatása

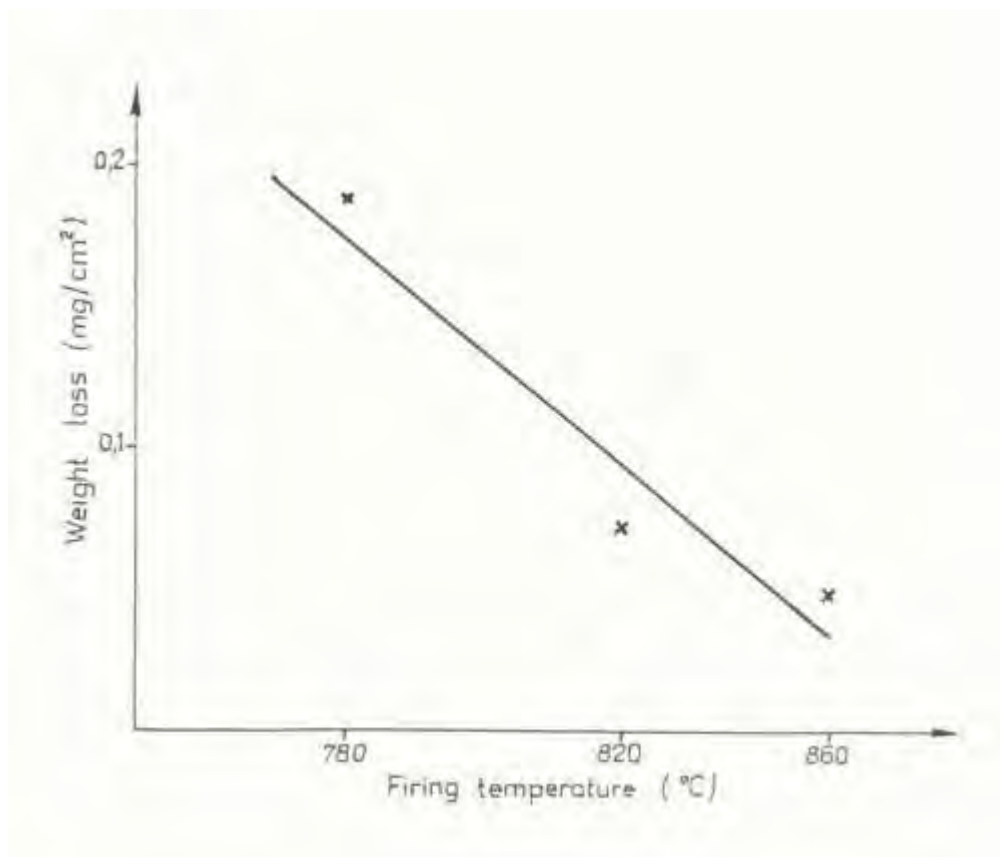
A zománc kémiai ellenálló képessége elsősorban a kémiai összetételétől függ, de adott összetétel esetén az égetés technológiája is hatással van rá.

Vizsgálatainkat különböző, a gyártási folyamat során kialakuló jelenségek szimulálásával előállított próbatesteken végeztük, a DIN 51 157, ISO 2733 szabványoknak megfelelően.

Az alábbi eseteket vizsgáltuk:

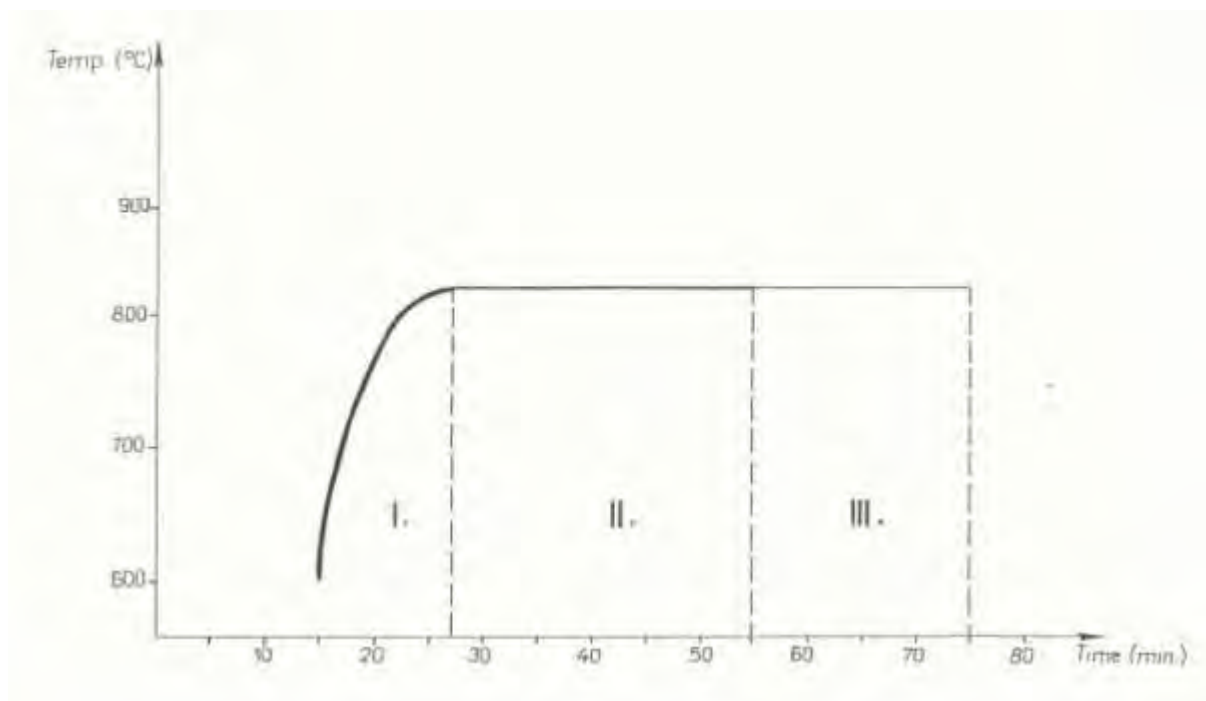
- az égetési hőmérséklet hatása
- a hőntartás idejének hatása
- az égetési görbe jellegének hatása

Jól ismert a kémiai ellenálló képesség égetési hőmérséklettől való függése, mely szerint a kémiai ellenálló képesség az égetési hőmérséklet emelkedésével javul (**2.ábra**).



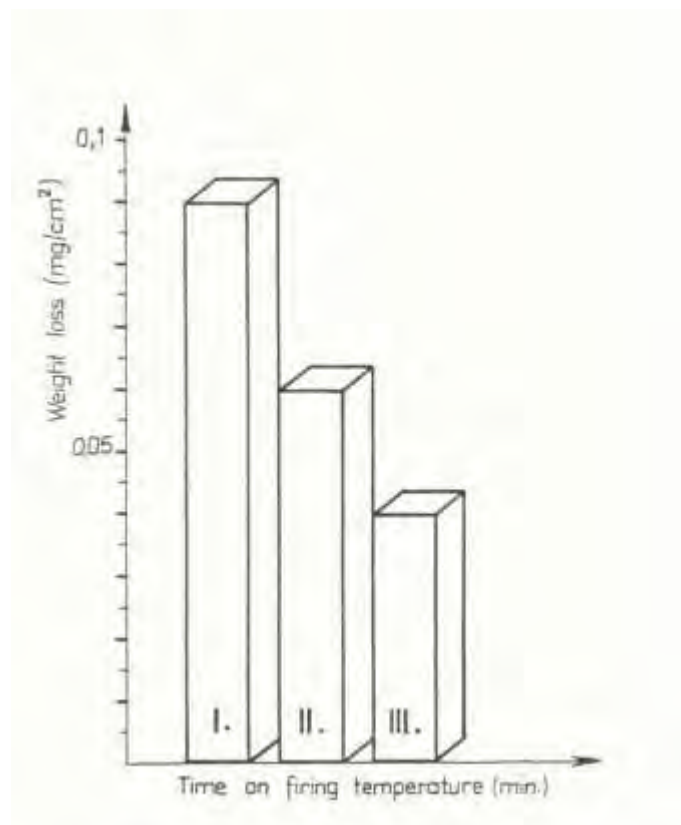
2.ábra:
Az égetési hőmérséklet hatása a kémiai ellenálló képességre

A próbatesteket azonos felfűtési görbe mellett különböző ideig égettük (**3. ábra**).



3.ábra:
A kémiai ellenállóképességi próbatestek égetési görbéi

Az eredmények szerint a kémiai ellenálló képesség a hőntartási idő növekedésével javul (**4.ábra**).



4.ábra:
A kémiai ellenálló képesség hőtartási időtől való függése

A különböző jellegű égetési görbe szerint égetett próbatetek kémiai ellenálló képesség adatai az előzőhöz hasonló eredményt adják.

A készüléken kialakítandó, egységes tulajdonságokkal rendelkező bevonat érdekében biztosítani kell a megfelelő hőtartási időt és a hőtartási idő alatt azonos hőmérsékletet a készülék minden pontján.

Ez megvalósítható a szobahőmérsékletű kemencébe betett készülék kemencével, megfelelő program alapján történő felfűtésével.

Az égetési folyamat hősokkállóságra gyakorolt hatásának vizsgálata

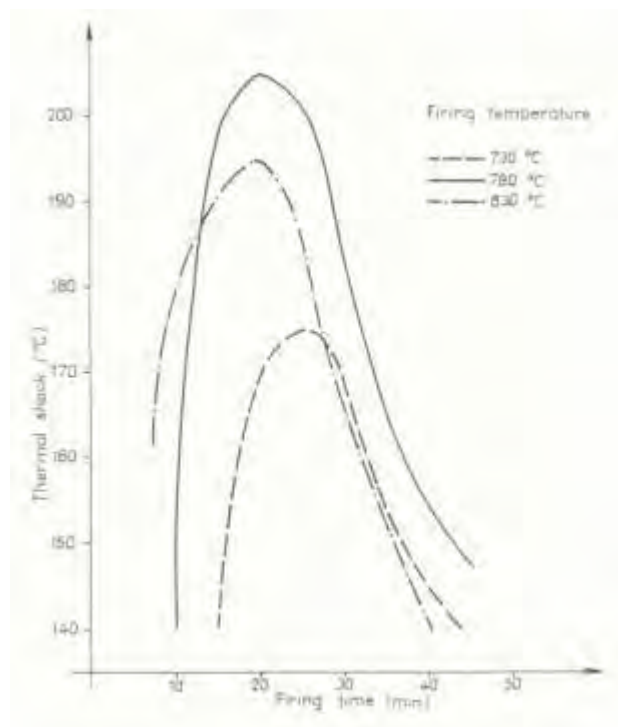
Zománczott berendezéseinket használat közben állandóan hőhatások érik. Az elszenvedett termomechanikus hatások jellege és mértéke alapvetően befolyásolják vegyipari készülékeink élettartamát.

A zománc hőmérsékletváltozásokkal szembeni ellenálló képessége egy sor olyan tényező függvénye, melyeket alapvetően a zománc kémiai összetétele határoz meg (hőtágulási tényező, szakítószilárdság, rugalmasság, hővezetési tényező). A zománcfritt gyártása során fellépő kisebb kémiai összetételbeli eltérések hatása alig érvényesül. Ez azzal magyarázható, hogy egy többkomponensű rendszer alkotói által okozott eredő változásról beszélhetünk, melynek mértéke igen csekély. Továbbá, a hősokkállóságot egy ennél jóval erősebb tényező befolyásolja.

Az égetéstechnológiai paraméterek hatásának felmérése céljából a zománczott próbatesteket a valóságos égetési folyamatban fellépő jelenségek szimulálásával készítettük. A méréseket a DIN 51 167 szabvány ajánlása szerint végeztük.

A zománczott próbatesteket különböző hőmérsékleteken, különböző időtartamok mellett égettük.

Az eredmények azt mutatták, hogy a hősokkállóság úgy az égetési idő, mint az égetési hőmérséklet függvényében maximumon halad keresztül (**5.ábra**).



5.ábra:

A hősokkállóság égetési időtől és égetési hőmérséklettől való függése

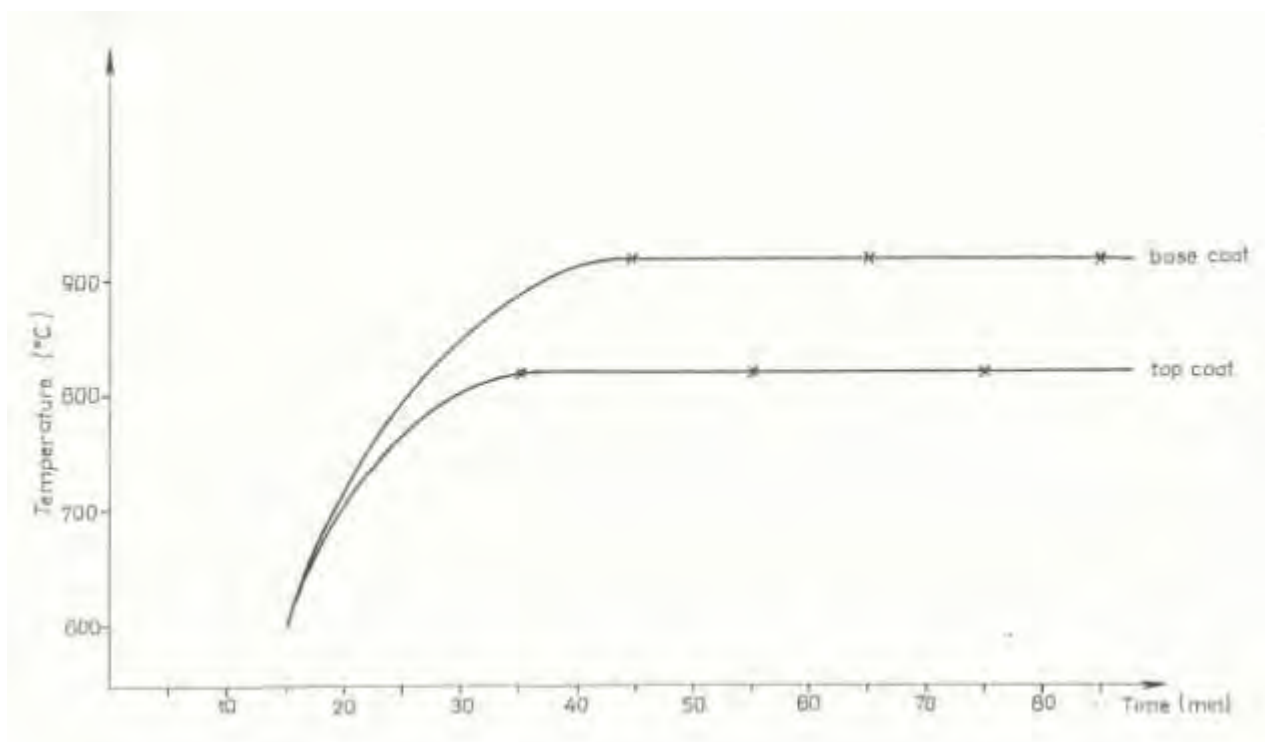
A vizsgálati eredményeket a vegyipari készülékek égetésére alkalmazva azt mondhatjuk, hogy különösképpen az alacsony hőmérsékleten végzett égetés, valamint a túlságosan hosszú ideig folytatott égetés a hőlökésállóságra káros hatást gyakorol.

Az optimális égetési idő és égetési hőmérséklet megválasztása elengedhetetlen feltétele a tulajdonságaiban egységes bevonat kialakításának.

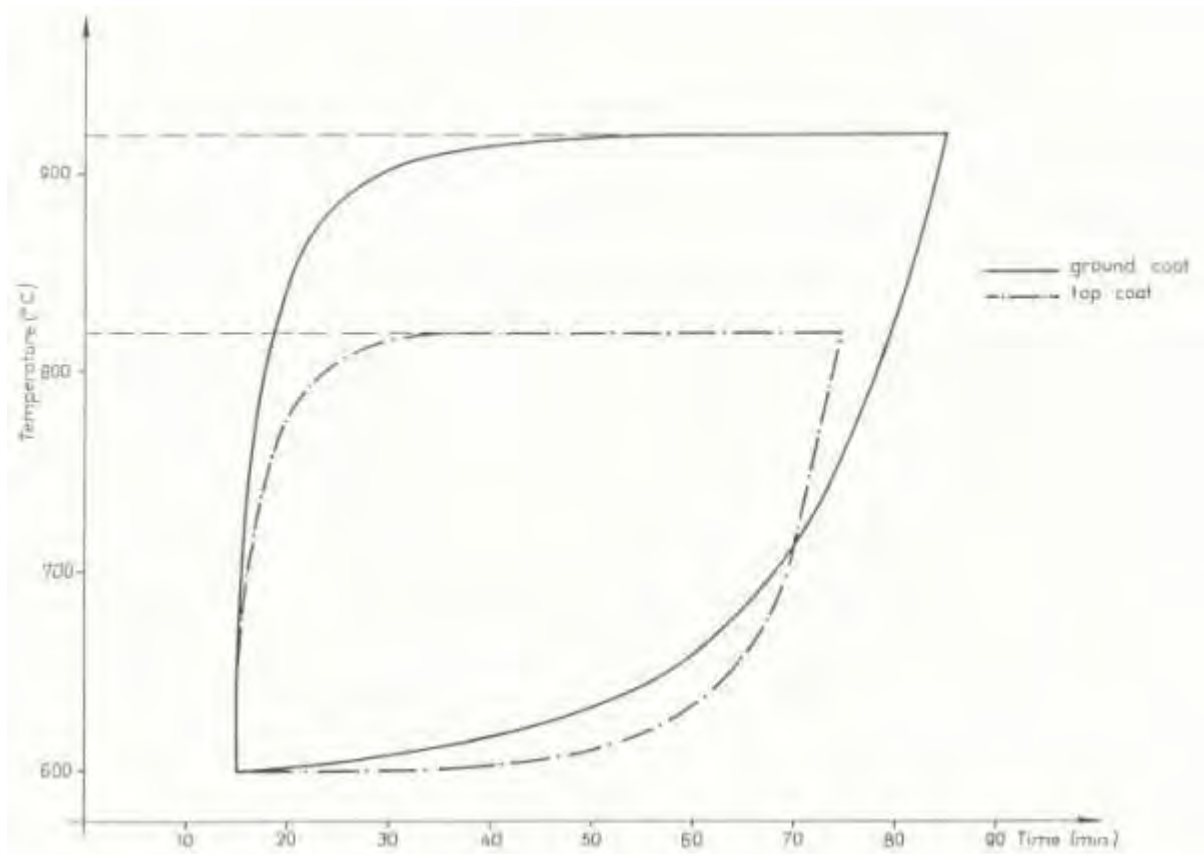
Mint már korábban említettük, a készülék egyes helyei más-más jellegű hőgörbének megfelelő égetési ciklussal rendelkeznek. A próbatesteket a **6.-7.ábrának** megfelelő égetési görbék szerint égettük. Ezzel szimuláltuk a hőtartási idő nagyságának, illetve a felfűtés ütemének hatását.

Az eredmények azt mutatták, hogy az adott határokon belül a hőlökésállóságra gyakorolt hatás nem jelentkezik. Így a készülékeken a homogenitás hőlökésállóság szempontjából biztosított.

A zománczott tárgyak hőlökésállósága döntő módon függ attól, hogy a zománcbevonatban milyen jellegű feszültségek uralkodnak. A feszültségek kialakulását a zománc és az acél különböző hőtágulási együtthatóira lehet visszavezetni.



6.ábra:
Hőszokkállósági próbatestek égetési görbéi



7.ábra:
Hőszokkállósági próbatestek égetési görbéi

A zománczott test lehülése úgy a fém, mint a zománc felszíne felől, kívülről halad befelé. Ebből következőleg a lehülés folyamata alatt a zománczott tárgy anyagában a hőmérséklet térben és időben különböző módon közeledik a végállapot felé. A lehülés során legkorábban a zománcbevonat egy felszíni rétege szilárdul meg.

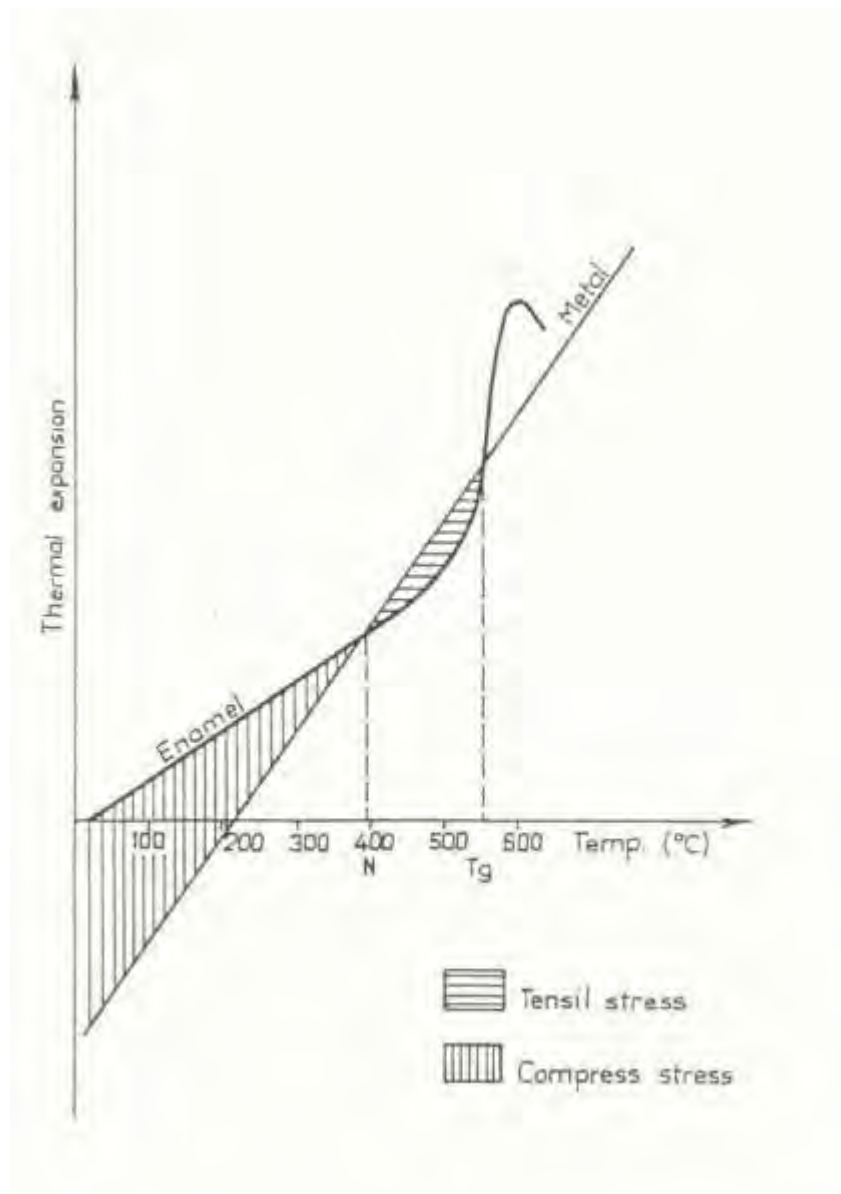
Ekkor a réteg belsejében a zománc még folyékony állapotban van. Ebből következik, hogy ennek a felszíni rétegnek a kontrakcióját ekkor még semmi sem gátolja. Később a belső részek erre a felszíni rétegre mintegy

„ráfagynak”. Ezzel összehúzódását a korábban megszilárdult részek bizonyos mértékig visszatartják.

A nagyságrendileg jobb hővezető fém felől kiindulva a viszonyok hasonlóan alakulnak. A két oldal felől egyre vastagodó szilárd rész találkozása valahol a zománc belsejében következik be. Csak ettől a pillanattól terjed ki a fém összenyomó hatása a bevonat teljes keresztmetszetére.

Logikusan következik a vázoltakból, hogy a bevonatban a feszültségi állapot nem homogén, a lehülési fázisoknak megfelelő rétegsorok között nyírófeszültségek működnek.

Szobahőmérsékleten a zománc nyomófeszültség alatt áll (**8.ábra**).



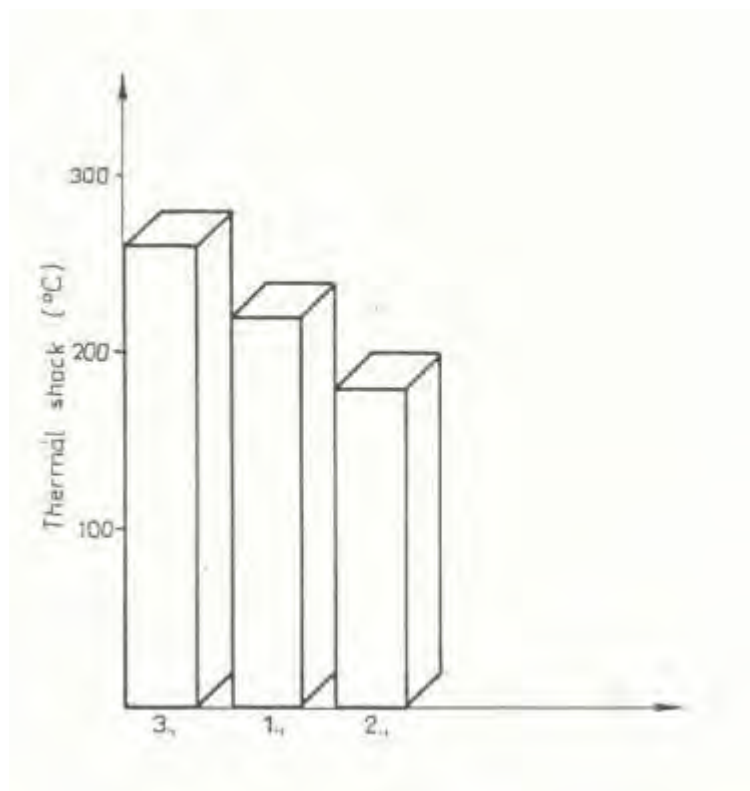
8.ábra:
A zománc és a fém hőtágulási görbéi

Ha abból indulunk ki, hogy a fém tágulási viselkedése állandó, a zománcvastagságok és rugalmassági tényezők állandók, akkor a nyomófeszültség és vele a hőszokkállóság a zománc dermedési hőmérsékletének a függvénye. Ez akkor érvényes, ha a zománc és a fém együtt hűl. Ez az ideális állapot azonban a gyakorlatban ritkán következik be. Határozott sebességkülönbségek lépnek fel az acél és zománc hőmérséklet alakulásában.

Nézzük meg, milyen hatást fejt ki ez a hőszokkállóságra. A jelenség szimulálása érdekében próbatesteket készítettünk, melyeket az égetési hőmérsékletről különböző sebességgel hűtöttünk le.

- (1) A próbatesteket levegőn, maguktól hagytuk lehűlni kb. 50 °C/perc sebességgel.
- (2) Kemencében, vezérelten hűtöttük kb. 1 °C/perc sebességgel.
- (3) Gyorsítottuk a zománc hűlését, míg a fém hűlését késleltettük.

Az eredményekből kitűnik, hogy a vezérelten hűtött darabok hőszokkállósága gyengült, míg a gyorsítva hűtött daraboké növekedett (**9.ábra**). Tehát minél magasabb fémhőmérsékleten következett be a zománc megszilárdulása, annál nagyobb volt a hőszokkállóság. A nagy hőszokkállóság nagy nyomófeszültségek kialakulásának eredménye.



9.ábra:
A hősokkállóság hűlési körülményektől való függése

A feszültségi állapot inhomogenitását a konstrukcióból eredő lehülési sebességkülönbségek tovább növelik. A zománc és fém felől jelentkező különböző intenzitású hűlési effektusok a feszültségi állapotot alapvetően megváltoztatják.

Néhány megállapítás még a nyomófeszültségekről:

- A gyártásnál a zománcrétegbe vitt nyomófeszültség annál nagyobb, minél alacsonyabb a készülék hőmérséklete.
- Magas üzemi hőmérsékleten a zománcban levő nyomófeszültség csökken és a húzófeszültségek kialakulására való hajlam megnövekszik.
- A nyomófeszültségeknek egy bizonyos nagyságot túllépni nem szabad, különben konvex sugaraknál lepattogzással lehet számolni.
- A készülék használata során, a zománcoldalon történő hirtelen lehűtés, vagy a fém oldalon történő hirtelen felmelegítés a nyomófeszültségek csökkenéséhez, míg a zománcoldalon történő hirtelen melegítés, vagy a fém oldalon történő hirtelen hűtés a nyomófeszültség növekedéséhez vezet.

A nyomófeszültségek inhomogenitása következtében veszélyeztetett területek a csonkok külső és belső rádiusza, kívülről zománcozott alkatrészek. Ezekben a helyeken a (3) folyamat játszódik le.

Megfelelően választott hűtési technológiával a konstrukcióból fakadó inhomogenitások minimális szintre csökkenthetők, így a készülék megbízhatósága hőlökésekkel szembeni ellenálló képesség tekintetében növelhető. Ez megvalósítható a kiegészített darab hűtőkamrában történő szabályozott hűtésével.

Összegzés

Megállapíthatjuk, hogy míg a kémiai ellenálló képesség főleg az égetési folyamat függvénye, addig a hőlökésállóság döntő módon a hűlési folyamatoktól függ.

Optimálisan választva az égetési időt és hőmérsékletet, a két tulajdonság legjobb értékét érhetjük el. Megfelelő hűtési technológiát alkalmazva, az így elért hőlökésállóság a készülékre nézve egységesen megőrizhető.

Megállapítható, hogy a gyártás során kialakuló spontán folyamatok a bevonatra jellemző tulajdonságokat jelentős mértékben, mintegy 20%-ban, megváltoztathatják. Ezért az ezekre való odafigyelés, még akkor is, ha ez a termelékenység rovására megy is, megéri, a minőség javulásának érdekében.