

A ZOMÁNCOZOTT KÖZÉPNYOMÁSÚ REAKTOROK GYÁRTÁSÁNAK JELENLEGI HELYZETE

Zheng Guidong
Changzhou Chemical Equipment Co.
Kína



XXI International Enamellers Congress

2008 Május 18-22, Sanghaj, Kína

A zománcozott középnyomású reaktorok gyártásának jelenlegi helyzete

Zheng Guidong

Changzhou Chemical Equipment Co. Ltd, Kína

(Fordította: Barta Emil)

Összegzés

Előadásom főleg a közép-nyomású zománcozott reaktorok tervezésében előforduló speciális követelményeket mutatja be, a szokásos gyakorlatot a gyártási és ellenőrzési folyamatban, és a minőségbiztosítás kulcspontjait és alkalmazását.

Az üvegzománccal (nyomástartó tartályok) kapcsolatos nemzeti szabvány folyamatosan alakult ki 1965-től, az 1979-es kiadáson és az 1992-es kiadáson keresztül, a 2003-as kiadásig. A termékkel kapcsolatban 73 rész-szabvány alakult ki. A végtermék vizsgálati szabványa, melynek címe „Zománcozott Berendezések Műszaki Követelményei” a HG2432 szabvánnyal szintén 1979-től lett kidolgozva, az 1987-es, 1993-as kiadáson keresztül, a 2001-es kiadásig. Ez utóbbi kiadás bevezetés alatt áll. A zománcozott nyomástartó edények funkciójuk szerint osztályokba lettek sorolva: zománcozott keverős autoklávok (osztott és zárt kivitel), zománcozott tároló tartályok (osztott, zárt és fekvő kivitel), zománcozott desztilláló autoklávok (osztott és zárt kivitel). Vannak még zománcozott hőcserélők (lemezes, hüvelyes és csököteges), zománcozott kolonnák és zománcozott szárítók. A zománcozott nyomástartó edények 300-3600 mm átmérőben, 50-80000 liter űrtartalommal készülnek. Névleges nyomás 0,25 MPa, 0,6MPa és 1,0MPa, az üzemi hőmérséklet -20°C – 200°C. A szabvány nem tartalmazza az összes termékspecifikációt, azaz 20000 liter fölötti zománcozott keverős tartályokra a jelenlegi szabvány, 50-40000 lit.-ig az új szabvány kidolgozás alatt van.

A zománcozott középnyomású reaktorok gyártása az 1980-as években kezdődött, mivel a termelési folyamatok ezt igényelték. Jiangsu-ban és Zhejiang-ban, piackutatásaink azt mutatták, hogy a zománcozott autoklávokat főleg mezőgazdasági kémikáliák és finomvegyszerek gyártásában, és a kutatásban használják. Cégünk ez idá-

ig 10000 lit. űrtartalomig képes középnyomású zománczott reaktorokat előállítani, a későbbiekben termékválasztékát egészen 20000 lit. űrtartalomig bővíti. Tervezési nyomás 1,6 MPa és 2,5 MPa. Hőmérséklet tartomány 0 °C-200 °C. Az 1,6 MPa-os típus előnyt élvez, a piaci igényeknek megfelelően. A tervezési nyomás a köpenyben 1,0 Mpa és a hőmérséklet 180 °C.

Cégünk kutatásokat végez a zománczott középnyomású reaktorok a vevői igényeknek megfelelő tervezési technológia megvalósíthatóságában. Az előzetes tervek elkészítését követően, az SW6-98 tervező szoftvert (tervezés és feszültségszámítás a GB150 szabványon alapul) alkalmazzuk, a lemezvastagság meghatározásához, a reaktortestek szerkezeti és méretezési feladataihoz, a köpeny, a hajtómű, a karimák, a tömítések, és a peremeknek méretezéséhez, kiegészítve az empirikus értékekkel ($\delta=8Di/1000 +3$) és zománczott berendezésekkel kapcsolatos tervezési gyakorlattal szerzett információkkal.

A karimák tervezésénél, véges elemek módszere és JB/T4732 „feszültségelemzés és számítás” használatos az ilyen karimák és védőgyűrűk helyi feszültségeinek elemzéséhez.

Az összekötések klamnis megoldásúak, anyaguk 40MnB és 35CrMoA, edzett és hőkezelt.

A kovácsolt árúk II. szint szerint elfogadottak. Ha a nyomás nagyobb, mint 2,5 MPa, kettősfejű töcsavart alkalmazunk. A tömítés puffasztott grafitvegyület tömítés szén-szállal erősítve, mely össze van préselve a puffasztott grafit fonattal, és a bordázott fémgyűrűvel.

Az alábbi tulajdonságokkal rendelkezik: szakító szilárdság - 8,5 MPa - 10,0 MPa, Shaw keménység 20-30, nyomófeszültség 70 MPa-110 Mpa, összenyomhatóság 41-50%, visszaalakuló képesség 36-50%. Alacsony hőtágulási tényezővel rendelkezik. Tömítési tényező 1,25, fajlagos nyomóerő 5. Ha szükséges, PTFE vagy más anyagok kerülnek alkalmazásra tömítésként. A tömítések alkalmasak minden savas és lúgos közegben.

A tengelytömítés tervezése fontos technikai probléma a reaktorok tervezésén belül. Termékeinknél két végén kiegyenlített mechanikus tömítést alkalmazunk. Nyomáskiegyenlítő tartályt alkalmazunk. A csúszógyűrű és álló gyűrű anyaga a munka közeg függvénye. Szilícium-karbid minden közeghez alkalmas. A szilícium-karbid kemény,

kopásálló, jó öntenő és nem oxidálódik. Alacsony hőtágulással rendelkezik. Síma felület alakítható ki rajta egészen 0,02 µm felületi érdességgel. Az alábbi mechanikai jellemzőkkel rendelkezik: Shaw keménység 100HD; nyomfeszültséggel szembeni ellenállás 60 MPa; üzemi hőmérséklet 500 °C; megengedhető pv érték 75 MPa*m/s. Ezek megfelelnek a tervezési igényeknek az aktuális alkalmazásban.

A hajtóművön BLD típusú fordulatszám csökkentő működik, 0.55 kW-15 kW elektromotorral a térfogatnak megfelelően.

A keverő lehet keretes, impeller, propeller, ágas, a különböző közegeknek megfelelően. A forgási sebesség általában kisebb, mint 200 rpm. Az egyenesség és a tengelyvibráció és a keverő dinamikus kiegyenlítése meghatározott.

A tervezési eljárás biztosítja, hogy a tervdokumentációk a tervezésért, ellenőrzésért, szabványokért, ellenőrzésért és jóváhagyásért felelős mérnök által vannak aláírva.

A zománcozott középnyomású reaktorok gyártási minőség-ellenőrzése

1. Az alapanyag kiválasztása és minősége

A fémes anyagok, mint Q235-B, Q235-C, Q235-D, 20R, 16MnR és 08HT, hengerműi bizonylattal rendelkeznek. Ezeket az anyagokat ismételtelen ellenőrizzük, minőségi vizsgálatokkal, darabról darabra. Fő anyagként a Q235-C és a 16MnR használatosak, a többi anyag a biztonság, a zománc ridegsége és a gazdaságosság függvényében alkalmazható.

2. A zománc készítése

Cégünk hagyományos, három összetevős alapzománcot használ. A fedőzománc fajtája a folyamatban alkalmazott közegtől függ. Ez sav és lúgálló, síma felületet alkotó. A zománc összetétele az alábbi: SiO₂ > 65%; B₂O₃ > 15%; Na₂O >10%; Al₂O₃, K₂O, CaO, MgO. Savas közegeknek ellenáll kivéve a HF, F-, H₃PO₄ (>30%, 150 °C). Az erős lúgok kivételével (PH>12, T>100) a lúgoknak ellenáll. A fritt sav és lúgállósága az oxidok koncentrációjának beállításával javítható.

A zománc tulajdonságai: sűrűség 2,25-2,5 g/cm³ ; 0,4-06x10⁵ MPa rugalmassági tényező; üzemi hőmérséklet ≤ 200 °C és hővezetőképesség ≥ 0,87 W/(mK)

Savállóság g/m ² nap	Lúgállóság g/m ² nap	Ütésállóság (J)	Hősokkállóság (°C)
≤ 0,40	≤3,0	≥230x10 ⁻³	≥220

1.táblázat
A saválló zománc mechanikai és kémiai paraméterei

3. Az nyers áru készítése

Az acél test úgy van tervezve, hogy az átmenetek a lehető legsimábbak legyenek, mentes legyen a hirtelen vastagságkülönbségektől. Az acéllemez gyártási folyamata a következő: kivágás, formázás (beleértve a fedeleket, csomkokat, kezelőnyílásokat), illesztés, összeállítás, hőkezelés, szemcseszórás, csiszolás (durva és finom javítás).

4. Bevonat felszórása

A zománctelvitel kézi és automatikus módszerrel történik. Az alapzománc felvitele hidegszórással, míg a fedőréteg felhordása melegszerással történik.

5. Zománcégetés

A zománcozott darabok égetése vízszintes és álló, automata hőmérsékletszabályzással rendelkező elektromos fűtésű kemencében történik. Az égetési hőmérséklet 900-960 °C alapzománcok esetében, és 880-940 °C fedőzománcok esetében. A rétegszám 5-6, az egyes rétegek vastagsága 0,18-0,22 mm. Az égetést követően a zománctelület fényes, összefüggő. Az égetési folyamat az égetési idővel és az égetési hőmérséklettel írható le. A **2-3. táblázat** méret-specifikusan megadja az egyes termékek égetési hőmérsékletét és égetési idejét alap és fedőzomántra.

Specifikáció	Hőmérséklet (°C)	Idő (perc)
500 lit.-ig	900-925	21-25
1000-2000 lit.	920-940	26-35
3000 lit	930-940	35-38
5000-6300 lit	930-950	37-42
8000 lit	940-960	43-48
10000 lit	940-960	45-48

2.táblázat
Az alapzománc égetési hőmérséklete és égetési ideje

Specifikáció	Hőmérséklet (°C)	Idő (perc)
500 lit.-ig	880-920	17-24
1000-2000 lit.	900-935	25-30
3000 lit	910-935	26-32
5000-6300 lit	910-940	32-35
8000 lit	920-950	37-40
10000 lit	925-950	41-44

3.táblázat
A fedőzománc égetési hőmérséklete és égetési ideje

Égetésnél a reaktorfedél égetési hőmérséklete és ideje kicsit kisebb lehet, mint a reaktor testé. Második menetben zománcozott darabok égetési hőmérséklete és ideje a fenti táblázat alapján választható.

6. A berendezések fémes részei

A köpeny, a fedél, fúrt karimák, bűvónyílás karimák, A és B típusú csonkok, rátolható csőkarimák, a HSB104-2006 szabvány szerint készülnek.

7. Összeépítés

A köpeny és a fúrt karimák, a köpeny és a fedél, az alsó és felső gyűrűk és a belső köpeny, a fedél és a fúrt karimák, csonkok, bűvónyílás karimák összeillesztése a QR203 szerelési leírás szerint történik.

8. Végső szerelés

A QR203 szabvány szerint.

9. Kooperációs darabok

1, A fúrt karimák és a bűvónyílás karimák anyaga 20 mm-es 16Mn lemez, (S<0,02%, P<0,03%, C<0,19%). A kovácsolt darabok a JB/T4726-2002 szerint készülnek, II. szintű elfogadással.

2, Keverők: A keretes keverők a tengely elhajlása kisebb, mint 0,1 mm/m. A tengelytömítés, a persely és a tengely nyak a tengelyre koncentrikusan ül fel 0,05 mm

tűréssel. A sugárirányú vibráció amplitúdója 0,15 mm alatti mechanikus tömítésnél, és $0,005 Ln^{-1/3}$, (L: a tengelyhossz a persely alatt, n: fordulatszám) vagy ez alatti a tengelyvégen, Q/320400HB003 „Zománczott autoklávok műszaki feltételei” szabvány szerint.

3, Hőmérő védőcsövek a HSB104-2006 szabvány szerint, kardosság kisebb, mint $0,15\%L$, ahol L a védőcső hossza.

4, Tengelyszárny szimmetriája $0,15\%B$, a Q/320400HB003 szerint, ahol B a tengelyszárny szélessége.

5, A gyártást követően a berendezéseket fel kell fűteni, hacsak a vevő másként nem kéri.

6, Klamnik minőségi szabványai: HSB104-2006

Felső kovácsolt klamni: ZG45

Alsó kovácsolt klamni: 40Cr

Felső klamni: 35CrMoA

Alsó klamni: 30CrMo

Roncsolásos terhelés nem lehet kisebb, mint 160000N, 15% nyúlással 87,5 mm-en. Mechanikai szilárdság 8.8-11, Brinell keménység 234-285.

7, Más gyártási minőség-ellenőrzés

Az ellenőrző vizsgálatok lapjait az időközi ellenőrzések alapján készítjük, a terveknek, gyártási dokumentumoknak és a hegesztési eljárásoknak megfelelően.

Az alábbi szabványokat alkalmazzuk:

a, Szénacél- és alacsonyötvöztetésű acéllemezek a GB/T699, GB/T700 és GB/T222 szerint

b, Acélcsövek a GB/T8163 szerint

c, Mintavétel fémek kémiai elemzéséhez a GB/T222 szerint, és elemzés a GB/T223 szerint

d, Mintavétel szakítóvizsgálathoz GB/T2975 szerint, elemzés GT/B228 szerint

e, Mintavétel hajlítóvizsgálathoz GB/T2975 szerint, elemzés GB/T232 szerint

f, Roncsolásmentes vizsgálatok: Ultrahangvizsgálat a belső köpeny anyagánál JB/T4730.3 és II. szintű megfelelés szerint. A belső köpeny hossz és kerületi varratai 100%-ban röntgenezve, JB/T4730.2 szerint. A gőzköpeny hegesztései 20%-ban röntgenezve, JB/T4730.2 szerint. A fedél csonkok 250 mm átmérőig tekercselt acéllemezből készülnek, mágneses részecske vizsgálatnak vannak alávetve a GB/T4730 szerint és I. szintű megfeleléssel. Rendelkeznek.

g, Kovácsolt árúk vizsgálatai: kovácsolt klamnik JB/T4385 szerint, II. szintű kovácsolt minőség, a II. szintű kovácsolt minőség keménységi tesztjével azonos mértékű mágneses részecske vizsgálatnak alávetve JB3965 szerint, III. szintű megfeleléssel.

Más kovácsolt darabok vizsgálata a JB4726 szerint.

h, Az üvegből készült darabok HG/T2637 szerint „üvegből készült darabok geometrikus vizsgálata”

i, Fedelek, JB/T4726 szerint

j, Duzzasztott grafit tömítések, HSB104-2006 szerint. Hullámosság, sugárirányú hornyok nem megengedett a tömítő felületen. Tömítések nem használhatók újra.

k, Kettős mechanikus tömbszelence: vizsgálati jegyzőkönyvek, megfelelési bizonylatok, és minőségi bizonylatok, Víznyomáspróbanak, és légtömörségi vizsgálatnak a reaktorral egyidejűleg alávetve.

I, Nyomáspróba: A belső köpeny 2,15 MPa-on zománcozást megelőzően, és 1,6 MPa-on zománcozás után. Víznyomáspróba 2,15 MPa-on a légtömörségi vizsgálatot követően. Szivárgás, vizuális deformáció, abnormális hanghatás nem megengedett a vizsgálat alatt. Legalább 30 perces terhelés szükséges a légtömörségi vizsgálatnál.

m, Más minőségvizsgálati eljárások

Országunkban a nyomástartó edények gyártása engedélyköteles. A gyártási engedélyek megszerzésének határideje hamarosan lejár. A zománcozott termékek gyártási engedélyének megléte után, a gyártónak kellene engedélyeztetni a tervezést és a gyártást a megfelelő nyomástartó edénykategória szerint. A zománcozott középnyomású reaktorok a „Nyomástartó edények biztonságtechnikai és technológiai felügyelete” irányelvei szerint a III. osztály besorolást kapják. Így előállításukhoz az A1 és A2 tervezési és gyártási engedély szükséges. A mai napig három cég rendelkezik a zománcozott középnyomású reaktorok gyártási engedélyével.

A teljes minőség orientált irányítás a vállalatvezetés lényege. A tervezés minősége a végtermék minőségének előfeltétele. Cégünk 13 tervezéskezelési szabályt állított fel. Ezek a tervezők minősítése, tervezői munka felülvizsgálata és minősítése, a tervezők felelőssége, tervezési eljárások, tervezési feltételek összeállítása és felülvizsgálata, tervdokumentációk értékelése, tervdokumentációk újrahasználása, a tervezési feltétel diagram meghatározása, tervjóvá hagyási pecsét használata és kezelése. A „Bojler és nyomástartó edények gyártási felügyelete” irányelvei szerint cégünk felállította széleskörű minőségirányítási rendszerét, a zománcozott középnyomású reaktorok tekintetében. A rendszer tartalmazza a vezető felelőségi körét, a minőségbiztosítási rendszert, a dokumentumok ellenőrzését, az üzleti kapcsolatok ellenőrzését, a tervezés ellenőrzését, a beszerzés ellenőrzését, a gyártás ellenőrzését, a hőkezelések ellenőrzését, roncsolásmentes vizsgálatok ellenőrzését, fizikai-kémiai vizsgálatok ellenőrzését, nyomáspróba ellenőrzését, idegenáru ellenőrzését, mérőkészülékek ellenőrzését, nem megfelelő áru ellenőrzését, minőség javítást, oktatást, a „bojler és nyomástartó edények gyártási engedélyének” megszerzését. Az ISO 19001 minőségi

rendszerünk szerves része. Ugyanakkor Q/320400HB003 „Zománcozott tartályok műszaki feltételei” gyári szabvány és az ezzel kapcsolatos HSB104-2006 szabvány alkalmazva van a tervezésben, gyártásban és minőségellenőrzésben. A minőségirányítás kiterjed a tervezésre, a gyártásra és az ellenőrzésre. Az egész gyártási folyamat ellenőrzött, és nyomon követhető a minőség érdekében. A nem megfelelő termékek szigorúan el vannak különítve.

A minőségi rendszerben az alábbi szabványokat alkalmazzuk:

1. Nyomástartó edények és csövek tervezésének minősítése
2. Bojlerek és nyomástartó edények gyártási feltételei
3. Nyomástartó edények szabályzata, „nyomástartó edények biztonsági előírásai”(1999)
4. Q/320400HB003-2003 – „Zománcozott nyomástartó edények műszaki követelményei”
5. HG2432-2001 – „Zománcozott berendezések műszaki követelményei”
6. GB150-98 – „Nyomástartó acéltartályok”
7. GB/T222-2006 – „Acéltermékek kémiai összetételének megengedett eltérése”
8. GB/T223-2006 – „Acél, ötvözött acél kémiai vizsgálata”
9. GB/T228-2002 – „Fémes anyagok szakítópróbája szobahőmérsékleten”
10. GB/T229-1994 – „Charpy-V ütésteszt fémekre”
11. GB/T232-1999 – „Fémes anyagok hajlítóvizsgálata”
12. GB/T699-1999 – „Kiváló minőségű szerkezeti szénacél”
13. GB/T700-2006 – „Szerkezeti szénacél”
14. GB/T2975-1998 – „Acél és acéltermékek mintavételezése mechanikai teszthez”
15. GB/T5117-1995 – „Elektródák szénacélhoz”
16. GB/T5118-1995 – „Elektródák ötvözött acélokhoz”
17. GB/T5293-1999 – „Szénacél drót és fedőpor fedőporos ívhegesztéshez”
18. GB20613-2000 – „Ászokcsavar”
19. GB20613-2000 – „Hatlapú anya”
20. GB/T14957-1994 – „Acéldrót ívhegesztéshez”

21. JB/T4708-2000 – „Nyomástartó acéltartályok hegesztési eljárásának minősítése”
22. JB/T4709-2000 – „Nyomástartó acéltartályok hegesztési eljárásának leírása”
23. JB/T4725-1992 – „
24. JB4726-2000 – „Kovácsolt szénacél és szerkezeti acél nyomástartó edényekhez”
25. JB/T4730-2005 – „Nyomástartó edények roncsolásmentes vizsgálata”
26. JB/T4732-2005 – „Feszültség számítás és elemzés”
27. JB4744-2000 – „Nyomástartó edények acéllemezeinek szilárdsági vizsgálata”
28. JB/T4746-2002 – „Standard fedél”
29. HSB104-2006 – „Beszállított termékek szabványa”
30. Más szabványok

Jelenleg a zománcozott középnyomású reaktorokat széles körben alkalmazzák a gyógyszeriparban, a vegyiparban, a könnyűiparban, az élelmiszeriparban, a festék-
iparban, tudományos kutatásban. Zománcozott reaktorokat használnak az alábbi
cégeknél: Nanjing Huaan Drug Company, Liaoning Huaduan Drug Company,
Jiangsu Dennguan Pesticide Company, Zhenjiang Agrochemical Company, Zhejiang
Xinganjiang Sanmu, Jingtian Biochemical Institute. A gazdaság növekedésével és új
anyagok felbukkanásával egyre több zománcozott reaktor szükséges.