

Zománcozott hőcserélők a hatásosság növelésére az energiaipari és a környezetvédelmi technikában.

Dr. Jürgen Reinemuth, Steffen Sachsenröder; THALATEC GmbH
(Email-Mitteilungen, 2009/6)

(Fordította: Dr Való Magdolna)

Összefoglalás.

A zománcozott hőcserélőket már évek óta igen sikeresen alkalmazzák az erőművekben és a szeméttégető berendezésekben. A zománc nagy korrózióállósága, összekötve a hasonlóan jó hőátadásával, alkalmas szerkezeti anyag erre a célra. A jó felületi tulajdonságok, az égéstermékek nagyon csekély adhéziójára való hajlam a felhasználó számára nagy előnyt nyújt. Emellett a zománcozott hőcserélőket ott kell alkalmazni, ahol a távozó gázok kondenzálódásával és kénvegyületek illetve kénsav képződésével számolni kell. A hőcserélők alkalmazásával az erőművek összhatásfoka jelentősen növekszik.

Eddig ezeket a hőcserélőket zománcozott csövekből állították elő, amelyek egy különlegesen felületkezelte szénacélból álltak. A zománcozás speciális PUESTA eljárással történt, amelyet egyenletes minőségre és a folyamatos működésű termelő berendezés nagy kihozatalára terveztek.

A THALATEC cég az energia társaság vevőjének kívánságára olyan rendszert fejlesztett ki, amelynél a szénacél helyett rozsdamentes acélt alkalmaztak, mivel a rozsdamentes acél kevésbé hajlamos hidrogéndiffúzióra, ezáltal a hőcserélő üzembiztonsága lényegesen növekszik.

Mivel ez az anyagcsoport zománcozásnál egészen másként viselkedik, szükséges volt a zománc és az eljárás módosítása.

Bevezetés.

A mai energiagazdálkodásban a fosszilis tüzelőanyagra és a szeméttégetésre alapuló berendezésekkel működő erőművek nem mondanak le az energia visszanyerésről. Emellett egyre nagyobb a jelentősége az égési hulladék általi **környezeti terhelés csökkentésének**. A tüzelőanyag felhasználásának csökkentése érdekében az azonos energia mennyiség eléréséhez az **energia előállító hatásfokát** növelni kell. Ennek a folyamatnak lényeges része a hőcserélő, az energiát hasznossá tenni, amely különben a füstgázokkal kihasználatlanul az atmoszférába távozna.

Hőcserélők zománcozott csövekből.

Ahhoz, hogy ezt a feladatot minél jobban megoldhassuk, és **maximálhassuk az energia visszanyerést** a hőcserélőket (**1. ábra**) a harmatpont tartományában üzemeltettük, ami a vízgőznek a csövekre történő kondenzációjához és a kondenzátban képződő savak által erős korrózióhoz vezetett.

Mivel a kondenzálódó füstgázban a hamutartalom erősen folyadékhoz tapadt, lényegesen növekszik a hőcserélő csövekre tapadás veszélye. A vastag hamuréteg tetemesen csökkenti a hőátadás teljesítményét. A hamurészecskék és a hőcserélő felülete közötti kötőerő nagysága határozza meg a tisztítás ráfordítását. Az alternatív szerkezeti anyagok, mint a nemesacél és a PTFE stb. lehetővé teszik a nagyobb korrózióállóságú hőcserélő felépítését.

Ezeknek a szerkezeti anyagoknak hátránya a **hiányzó univerzalitás** a különböző korróziós közegekkel szembeni ellenállásban, amely részben csekély hőstabilitást és egyes anyagoknál **tömítetlenséget** eredményez a gázokkal szemben, ami diffúzió

esetén a védőréteg alatti korrózióhoz vezet. Ha az erőműnél és a szemétegető berendezésnél változik a tüzelőanyag összetétele, az ilyen rendszernél ez a hőcserélő teljes kieséséhez vezethet, a megváltozott korróziós feltételek miatt. Ennek következménye, a leállás mellett, az igen nagy járulékos költség, mivel a beruházási ráfordítás a nyersgáz szakasznál az erőmű teljes költségének 25 %-át is kiteheti. Végül ez a beruházási költség zománcozott csövek alkalmazásánál, más szerkezeti anyagokkal való összehasonlításban, kiesik.



1. ábra

***Zománcozott csövek alkalmazása hőcserélőkben
az energiaiparban és a környezetvédelemben***

Eddig csak a **műszaki zománccal** kombinált anyag van abban a helyzetben, hogy univerzális korrózióvédelmet garantáljon savas közeggel szemben, egyidejűleg nagy termikus ellenállást és abszolút gáztömítettséget nyújtson.

A THALATEC évek óta állít elő zománcozott csöveket hőcserélők részére **szénacél** bázison.

Ezek számos berendezésben bizonyítottak. A THALATEC által kifejlesztett folyamatos PUESTA zománcozás az acélbázisú hőcserélő csöveknél egyedülálló a világon. A gyártás megkezdése óta több mint 1.000.000 méter zománcozott csövet állított elő fosszilis tüzelőanyaggal működő erőművek és szemétegető berendezések számára az egész világon, és ezek sikeresen üzemelnek.

Továbbfejlesztés: rozsdamentes acél a szénacél helyett

Sérülésnél, hibás körülményeknél, helytelen javításnál vagy hamis berendezés koncepciónál a savas közegnek a zománcozott acélcső belső részébe való behatolása által mégis hidrogénképződéssel járó korrózió fordulhat elő. Ebben az esetben megsérül a külső zománcréteg. (**2. ábra**)

Ezért fejlesztette ki a THALATEC a **zománcozott nemesacél csövet** az erőművek hőcserélőjéhez. Ennél alkalmazták először a világon a PUESTA eljárást teljesen újonnan kifejlesztett speciális, rozsdamentes acélra alkalmas zománc kombinációjával. Ennél nagyon szorosan összedolgozott a speciális zománcot előállító a nagy értékű nemesacél csövet gyártóval.

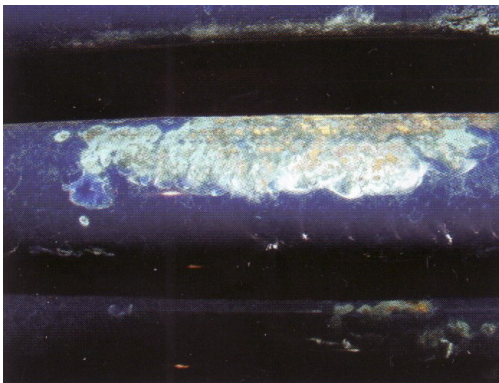
A rozsdamentes acél alapján véve nem érzékeny a hidrogén hibára. A belül nem zománcozott csőnek sokkal nagyobb a korrózióval szembeni ellenállása, mint a szénacélé. Így például el lehet kerülni a lyukkorróziót. Egyedül a halogenidek jelenléte lehet problematikus a zománcozott rozsdamentes acél csöveknél.

Ezek a zománcozott nemesacél hőcserélő csövek teszik lehetővé a hőcserélők értelmezését **egy teljesen új alkalmazási terület számára**, tekintettel a korrózió terhelésre.

A nemesacélnek a korrózióval szembeni nagy ellenállása által a csövekben a hidrogénképződés messzemenően kizárt. Az **üzembiztonság** és a nagy felületű füstgáz hőcserélők felhasználhatósága ezáltal jelentősen megnövekedett.

Egyidejűleg ezeknek a hőcserélő csöveknek **kiváló kényszerfutó tulajdonsága** van, amit semmi más korrózióvédelemi rendszerrel nem lehet elérni. Ha a zománcréteg külső sérülése miatt a korrózióvédelem az üvegen át nem tud hatni, úgy is garantált, hogy a rozsdamentes cső még hosszú ideig üzemel, mivel semmiféle korrózió nem lép fel. A korrózióvédő réteg alá semmi sem fog beszivárogni, ellentétben más korrózióvédő réteggel.

Végül a zománcozott felület csökkenti a hamurészecskék tapadását a hőcserélő csöveire, (**3. ábra**) összehasonlítva a fémfelülettel, így csökken a hamuréteg kialakulása és egyszerűsödik a tisztítás.



2. ábra
Zománcozott cső károsodása:
hidrogén okozta lepattogzás



3. ábra
Szállóhamu részecskék feltapadása
duplex acél csőre.

Innovatív kihívások

A rozsdamentes acél zománcozása gyakran követel műszaki kihívásokat. (**4. ábra**) Különösen a három követelmény területén „termék”, „eljárás”, „gazdaságosság” van ellentétes befolyás. A termékre tekintettel az acél és a zománc közötti kötési mechanizmust kell a leggondosabban vizsgálni, és az anyagokat pontosan egymáshoz illeszteni. Mindez érvényes a fém és a zománc hőtágulási együtthatójára is. Nagy befolyása van a zománcozás minőségére a hegesztési varrat minősége és kivitelezése. Végül a zománc felületi feszültsége befolyásolja a területi és a nedvesítési tulajdonságokat, és ezzel a folyamat biztonságát.

A zománcozási eljárás vonatkozásában fennáll a követelmény, hogy a csövek közel azonos felületi kiképzéssel kerüljenek a berendezésre, ezt leszögezi a PUESTA zománcozási eljárás. Ehhez az eljáráshoz szükséges volt megfelelő „nemesacél zománc”, amelyet két rétegben folyamatosan kellett felvinni és kiégetni. Végül garantálni kellett a folyamat biztonságát: az azonos és reprodukálható minőséget, nagy kiho-

zatal mellett, és egy összességében energiahatékony eljárást, anélkül, hogy a környezetre lényeges kihatással lenne.

Az **5. ábra** mutatja a zománcozott rozsdamentes cső metszetét. Jól felismerhető a két réteg felépítése (alap- és fedőzománc) és a rendkívül finom buborékszerkezet, amit a helyes felviteli eljárás eredményez. A zománcréteg vastagsága 0,4 – 0,6 mm között van.

Termék • Kötési mechanizmus zománc-nemesacél • Hőtágulási viselkedés zománc-nemesacél • A zománc felületi feszültsége • Hegesztési varrat befolyása a zománc kötésére (hosszvarrat, körvarrat) Eljárás • PUESTA: elektrosztatikus porzománcozás 2 rétegben • Folyamatos minősbiztosítás • Helyi zománcozás lehetősége Gazdaságosság • A bevonat minőségének reprodukálhatósága • A zománc alkotói és ezek költsége • Környezetvédelem • Energia hatékonyság	
---	---

4. ábra
A követelmények összefoglalása



5. ábra
Rozsdamentes acélra vitt zománc metszete

Ökológiai szempontok

A műszaki zománc egy ökológiai anyag (**6. ábra**) amelyhez kizárólag olyan anyagokat használnak fel, amelyek teljes mértékben újra felhasználhatók, vagy visszaforgathatók. A zománcozott csövek gyártásának energia felvétele majdnem teljesen elhanyagolható, ha figyelembe vesszük azt a tényezőt, amely az erőmű üzemelésénél és az energiaiparban és a környezetvédelemben, mint energia megtakarítás je-

lentezik. A hőcserélő tulajdonképpeni feladata mellett, ami ugyanis a hő visszanyerés, fontos a felhasználhatóság is, amit a rendszer gazdaságossága és ökológiai értéke mértékadóan meghatároz. Ebből kifolyólag az erőmű üzemelési költsége tovább csökkenthető, amiben a zománcozott hőcserélő hatásfoka, és a csekély szennyeződési hajlama szerepet játszik, az egyszerűbb tisztítás által kevesebb mosóvíz keletkezik.

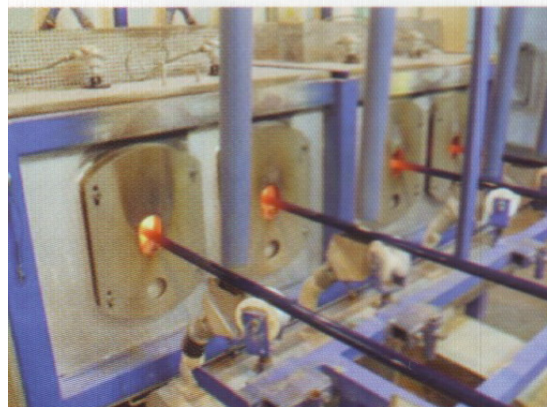
A zománcozott csövek gyártója szempontjából különösen a következő ökológiai tényezőkkel lehet számolni: a csövek gyártásához rozsdamentes anyag esetén a kisebb falvastagság miatt kb. egyharmadára csökken a felhasználás. A PUESTA felvételi eljárásnál nem keletkezik hulladék, a zománcpor teljes mértékben össze van kötve a folyamattal, és nem lép fel veszteség, pl. túlszórás. Mivel az eljárás száraz, azaz víz nélkül dolgozik, nincs vízfelhasználás és nincs szennyvíz. Végül a felvitt zománcport nem kell szárítani, miáltal a rozsdamentes acélból gyártott zománcozott csövek energia szükséglete csekély.

Az erőmű látképe és a környezetvédelmi berendezések

- A berendezés felhasználhatóságának növelése
- Az erőmű hatásfokának növelése
- A környezetvédelmi követelmények betartása
- Megtakarítás a tisztításnál

A THALATEC látványa

- Anyagmegtakarítás (33%) a szénacéllal szemben
- A zománcpuder 100%-os felhasználása: nincs hulladék, nincs szennyvíz
- Semmi kemikália: nincs felületkezelés a csöveknél
- Nincs szárítás, nincs energiaszükséglet



6. ábra
Ökológiai szempontok