

O - SERAMİKLER VE GRAFİTİN SERTLEHİMLENMESİ

Seramikler

Seramik malzemelerin kendi içlerinde birçok niteliği toplamaları, bunların kendi aralarında ve metallerle birleştirilmesi sorununu ortaya çıkarmıştır. Yine aşağıda göreceğimiz gibi, elektronik endüstrisinde seramik-metal birleştirmelerinin geniş ölçüde kullanılması, şu gerekçelere dayanır: (a) seramik tüpler, cam tüplerden daha yüksek sıcaklıklarda gazdan arındırılabilirler; (b) aynı boyutlarda seramik tüpler cam tüplere göre daha yüksek sıcaklıklara dayanırlar; (c) seramik tüpler cam tüplerden mekanik olarak daha dayanıklı ve ısıl darbelere daha az hassastırlar; (d) seramik komponentler, vakum tüp imali için gerekli sıkı toleranslara taşlanabilirler ve (e) seramik malzemeler, yüksek frekanslarda çok alçak elektriksel kayba uğrarlar.

Birçok korozif ortamda duyarsızlıkları dolayısıyla seramikler, yakıt hücreleri ve kimyasal, nükleer veya termionik* enerjiyi elektriğe çeviren sair tertiplerde conta olarak kullanılırlar. Bunun dışında seramikler frenler, kavramlar ve sair enerji yutan tertiplerde sürtünme malzemesi, nükleer yakıt zerrelere için kaplama, yüksek sıcaklık yapıstırıcılarının bileşeni, radom**... olarak kullanılırlar.

Son yılların refrakter uçlu kesme takımları, vakum tüpleri, bu konudaki bilgilerin genişlemesine yardımcı olmuşlardır.

Seramik malzemeler, doğal olarak mutad ilâve metallerle zor ıslatılırlar. Bu ilâve metallerin çoğu bunların üzerinde bilyalaşır ve az ıslatma vaki olur veya hiç olmaz. Herhangi bir bağlantı görülürse bu, ya mekanik, ya da kimyasal yollu bir bağlantı olur. Bir mekanik bağlantının mukavemeti birbirlerine kilitlenen zerrelere, ya da yüzey gözenek ve boşluklara nüfuziyete atfedilir; kimyasal bağlantı ise kuvvetini ana ve ilâve metaller arasında malzeme transferinden alır.

Seramiklerin sertlehimlenmelerinde karşılaşılan bir başka sorun da, hep olduğu gibi, ana malzeme ile doğruca ilâve metal, ve seramik - metal birleştirilmesinde, iki ana malzeme arasındaki ısıl genleşmeden doğuyor. Buna ek olarak seramikler ısıyı çok fena iletirler; bunun anlamı, bunların denge sıcaklığına varmalarının daha uzun sürdüğüdür. Bütün bu etmenler, birleştirmede çatlamaya götürebilir. Seramiklerin genellikle, metallere göre alçak çekme ve makaslama mukavemetini haiz olmaları itibariyle, çatlak ilerlemesi nispeten daha alçak gerilmelerde vaki olur. Kaldı ki alçak süneklik, gerilmelerin yaydırılma sına da olanak vermemektedir.

* Termionik valf veya tüp, elektronların neşredildiği bir ısıtılmış katot, bu elektronların bazılarını yakalayan bir anot ve genellikle elektronların anoda akışlarını kontrol eden ilâve elektronları içeren vakum tüpü.

** Mikrodalga anteni için koruyucu kaplama

Ana malzemeler

Alümin ve zirkonium, magnezyum, berilium ve thorium oksitleriyle forsterit (Mg_2SiO_4), sertlehimlemeyle birleştirilebilecek seramik malzemelerdendirler.

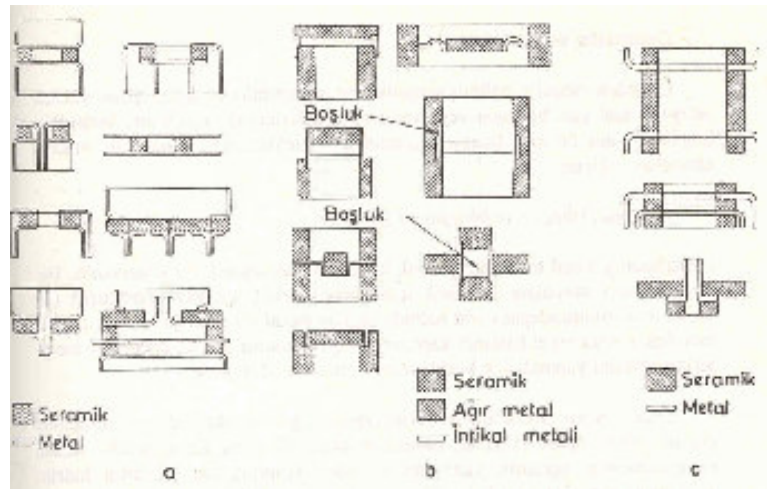
İlave metaller

Islatmayı kolaylaştırmak için seramiğin Önceden metalize edildiği sertlen imleme süreçlerinde BCu-1, BAg-8, BAu-8 gibi ilâve metaller kullanılabilir. Metalize edilmemiş seramiği sertlehimlemek için, kullanılan ticarî ilâve metal ise Ag-Cu kaplı veya Ni kaplı titanium teldir, Uzay ve nükleer endüstrilerin taleplerini karşılamak üzere, yüksek sıcaklıklarla yüksek ölçüde korozif ortamlarda gerekli nitelikleri sağlayacak bir ticarî ürün Ti-Zr-Be olup Ti-V-Zr, Zr-V-Cb, Ti-V-Be üzerinde çalışılmaktadır.

Gerçekten Ti ve Zr buharı kaplamalarının, alümin alt tabaka (ana malzeme) üzerinde ıslatmayı teşvik bakımından en etkin aracı oldukları saptanmıştır; bu arada Cr ve Ca kaplamalarının da yine ıslatmayı teşvik ettikleri, ama bunun daha aşağı derecede olduğu görülmüştür.

Ek VII'de izah edilmiş olduğu gibi, ıslatılması güç olan malzeme üzerine bir metalik buhar kaplamasının elektron huzme buharlaştırmasıyla tatbiki, sertlehimlemede ıslatma, yayılma ve kapiler akışı artırmaktadır.

Kaba taneli alümin üzerine Ti buharı kaplaması bir sınır kaplama kalınlığı (3 ile 4 μ arasında) arz eder; bu kalınlığın üstünde, kaplama düzgün ve dolayısıyla 704 ve 760°C gibi alçak sıcaklıklarda ıslatma ve tam kapiler akışı teşvik eden bir yüzeyi haiz olur. Daha ince Ti kaplamaları çokça yüzey pürüzlülüğü arz edip ancak 93°C kadar daha yüksek sıcaklıklarda



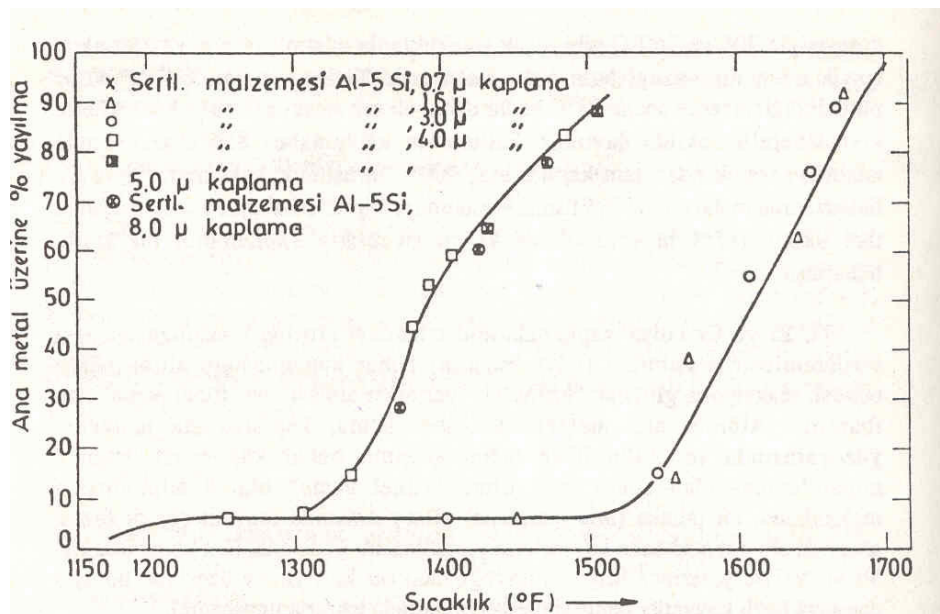
Şekil 225. Seramik metal birleştirme şekilleri. a, alümin ve bindirme conta birleştirmeleri; b. Kalın metal kısımlara intikal için birleştirme tasarımları; c. İşlenmiş seramikle sünek metal conta desteği

yukarıdakilerle kıyaslanabilir şekilde davranır. Zirkonium kaplamaları 856°C'ın üstünde ıslatmayı teşvik eder, tam kapiler akış 900°C'ın üstünde vaki olur. Cr ve Ca buharı kaplamaları 870°C'ın üstünde ıslatmayı teşvik eder ama yüzey üzerinde tam akma 985°C'ta vaki olmaz ki bu sıcaklıkta kaplamanın bir kısmı buharlaşır.

Ti, Zr ve Cr buhar kaplamalarının ıslatmayı artırma mekanizması, sıvı sertlehimleme alaşımının (ilâve metalin) buhar kaplamasının altına nüfuz etmesi, reaksiyona girmesi, "kırması", "yerinden atması" ve "tünel açma" dan ibarettir. Alümin ana malzemede tünel açma, kaplama/ana malzeme yüze yaraş in da ve bütün ilâve metal akışının buhar kaplaması üstünde tamamlanmasından sonra vaki olur. "Tünel açma" olarak adlandırılan mekanizma, alt tabaka (ana malzeme) yüzey arasında mevcut çeşitli fazlar arasında olumlu sevk edici kuvvetlerin yaratılmasını ifade eder (Bu konularda EK VI ve VH'de yeterince bilgi bulunduğundan bir katı yüzey üzerinde bir sıvı damlaya bağlı kuvvetler dengesi prensibini burada tekrarlamayacağız).

Şek 224'de değişik kalınlıklarda kaplamanın, sıcaklığa bağlı olarak yayılma derecelerini gösterir. Zr ile de buna benzer sonuç alınmıştır.

Kaplamanın "kırılması", alaşımın nüfuz etmesi, tünel açması, ve alaşım (ilâve metalle) kaplamanın reaksiyona girmesiyle vaki olur. Bir Ti buharı kaplamayla, alüminyum ilâve metaliyle Ti ve Al metaller arası birleşimler oluşabilir; Ti kristal şebekesi şekil değiştirdiğinden bu, elle tutulur hacim değişmesine götürür. Kaplamada titanium atomu başına hacim değişmesi, bir $TiAl_3$ için 4,5 katı kadar büyük olabilir. Büyük bir hacim değişmesinde kaplama şişerken ve alaşım kaplama altında akıp "tünel açarken" gerçekten "kırılabilir". Alaşımın da, ıslatma ve yayılmanın teşvikinde mümkün bir önemli faktör olabilir.



Şek. 224.- Al-5Si ilâve metaliyle değişik sıcaklıklarda sertlehimlenmiş Al_2O_3 alt tabaka üzerinde değişik kalınlıkta Ti kaplamalarının etkisi

Birleştirmenin tasarımı

Seramikler doğal olarak gevrek malzemeler olup çekmeden çok basmaya dayanıklıdır. Metallerin tümüyle kıyaslandıklarında, bunların genleşme katsayıları küçüktür; bu nedenle çeşitli genleşme katsayılarına uyacak birçok birleştirme tipi geliştirilmiştir. Bu ısıl genleşme sorununa seramik-metal sertlehimlenmesinde sık başvurulan bir çözüm, alçak genleşme katsayısına sahip ara metal kullanmaktır, örneğin Mo ve Ti, bu amaçla seramiğe birleştirilir. Bu aracı metal, gerilmeleri seramik malzemeye intikal ettirmek yerine ısıl genleşme gerilmelerini, kendisi akarak (akma sınırına gelerek) masseder (yutar). Birçok tipik birleştirme tasarımı şek. 225'de gösterilmiştir.

Şek. 225.- Seramik metal birleştirme şekilleri, a, alın ve bindirme conta birleştirmeleri; b, kılın tüm metal kısımlara intikal için birleştirme tasarımları; c, işlenmemiş seramikle sünek metal conta desteği.

Süreçler ve donanım

Seramiklerin sertlehimlenmesi genellikle yüksek safiyette asal gaz atmosferi ocaklarında ya da vakum ocaklarında olur. Yüksek frekans endüksiyon ısıtması seramikleri metallere birleştirmede kullanılabilir. Seramiklerin kendileriyle endüksiyon sertlehimlenmesinde, endüktörle iş parçası arasına bir grafit veya metal tüp (susceptor) konulması gerekir. Bu tüp sonradan ısı menbaı olur.

Ön temizleme ve yüzey hazırlanması

Birçok seramikte görülen doğal gözeneklik, sertlehimlemeden önce çok kesin bir temizlemeyi zorunlu kılar. Bu seramik 800 ilâ 1000°C'ta havada yakılmak suretiyle gazlardan arındırılır. Uygun alkalın temizleyici eriyikler kullanılabilir; bundan sonra sulandırılmış nitrik asite daldırma ve daha sonra bir nötralize edici eriyik içinde çalkalama işlemleri gelir. Bir iletken kaplama bırakması nedeniyle temizleyici madde olarak triklorethilenden kaçınılacaktır. Keza, taşlama işlemleri sırasında seramikler içine saplanan zerrelerin çıkarılmasına özen gösterilecektir.

Dekapanlar ve atmosferler

Önceden metalize edilmiş seramiklerin sertlehimlenmesinde işlem, yüksek safiyette asal gaz, hidrojen veya vakum atmosferlerinde yürütülür. Seramiğin doğruca, yani ön metalizasyon olmadan sertlehimlenmesi halinde, vakum atmosferi yeğlenir.

Toplama, süreçler ve birleştirme teknikleri

Sinterlenmiş metal tozu tekniği, çok kullanılan sertlehimleme yöntemidir. Bir birleştirmeyi meydana getirmek için süreç, birkaç aşamayı gerektirir: fi) Seramik üzerinde süspansiyon halinde tutulan metal tozunun yakılması, (2) bir ince bakır veya nikel filminin kaplanma veya konması ve (3), seramik - metal birleştirmesini yapmak için klasik yöntemlerle sertlehimleme.

Titanium ve zirkoniumun seramiklere eğilimi, aktif alaşım sürecinin esasını oluşturur. Yüksek derecede aktif Ti veya Zr seramik- metal yüzey arasında, seramik yüzeyine önceden konmuş toz pastanın hidrür ayrışmasından elde edilebilir. Ti veya Zr' un seramikle veya yüzey arasına konmuş ek metallerle reaksiyonu, yakın bir bağlantı oluşturur. Bazı durumlarda, Ti ya da Zr basitçe seramik yüzey üstüne sürülür ve bir uygun ilâve metal ve birleştirilecek ana metalle temas haline getirilir. Bu sürecin daha başkalarına göre avantajı tek bir ısıtma işleminin gerekmesindedir.

Reaktif ve refrakter metallerin seramiklere eğilimi keza doğrudan sertlehimleme yaklaşımının esasını oluşturur. Bu durumda, aktif metaller ilâve metale bir veya daha fazla bileşen olarak ithal edilir, ilâve metal da, klasik sertlehimlemede olduğu gibi, birleştirme yerine konur. Elektron huzme ısıtmasıyla Ti, Zr ve sair metallerin seramik taban üzerine buhar kaplamasının ıslatma etkisi daha Önce irdelenmişti.

Tipik uygulamalar

Seramik - metal contalarının en geniş uygulaması, elektron tüp endüstrisinde görülür. Birçok başka uygulama seramik-metal veya seramik-seramik contalarının Önemli kullanıcısidir. Aradan geçen elektrik telleri, ana hücreden seramik yalıtkanlarla ayrılabilir. Nükleer endüstride de birçok uygulama vardır. Vakum şalteri ve yüksek sıcaklık irtibat elementleri, sair uygulamalar arasındadır.

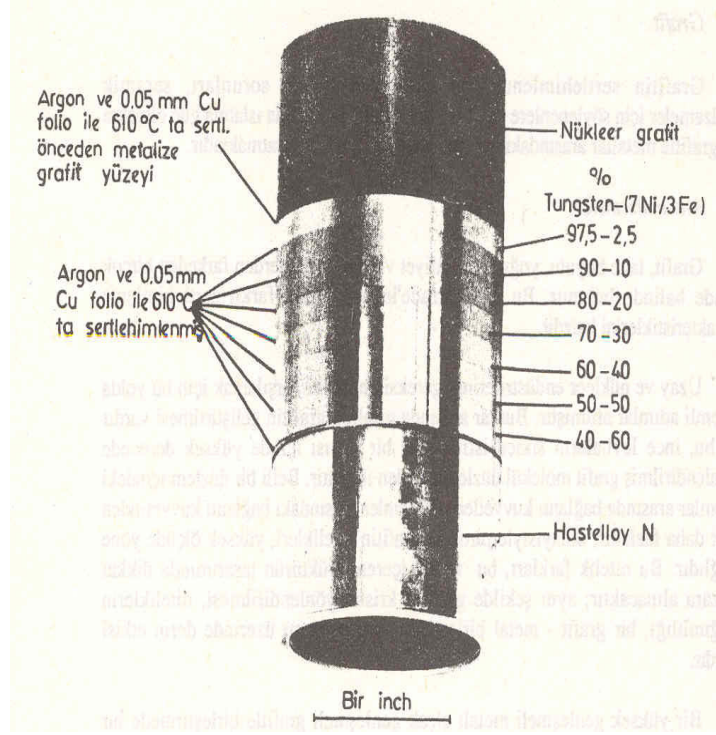
Grafit

Grafitin sertlehimlenmesine bağlı birleştirme sorunları, seramik malzemeler için söylenenlere çok benzemektedir. Burada da ıslatma güç olmakta ve grafitle metaller arasındaki ısıl genleşme farkı sorun yaratmaktadır.

Ana malzemeler

Grafit, tane boyutu, yoğunluk, safiyet ve sair niteliklerden fark eden birçok grade halinde bulunur. Bu farklı grade'ler genellikle farklı sertlehimleme karakteristiklerini haizdir.

Uzay ve nükleer endüstrilerinin gereksinmelerini karşılamak için bu yolda önemli adımlar atılmıştır. Bunlar arasında pirolitik grafitin geliştirilmesi vardır ki bu, ince levhaların sıkıca istiflenmiş bir yapısı içinde yüksek derecede yönlendirilmiş grafit molekül düzlemlerinden ibarettir. Belli bir düzlem içindeki atomlar arasında bağlantı kuvvetleri, düzlemler arasındaki bağlantı kuvvetinden çok daha fazladır; dolayısıyla pirolitik grafitin nitelikleri, yüksek ölçüde yöne bağlıdır. Bu nitelik farkları, bu ürünü içeren strüktürün tasarımında dikkat nazara alınacaktır; aynı şekilde grafitin kristal yönlendirilmesi, niteliklerin bağımlılığı, bir grafit - metal birleştirmesinin tasarımı üzerinde derin etkisi vardır.

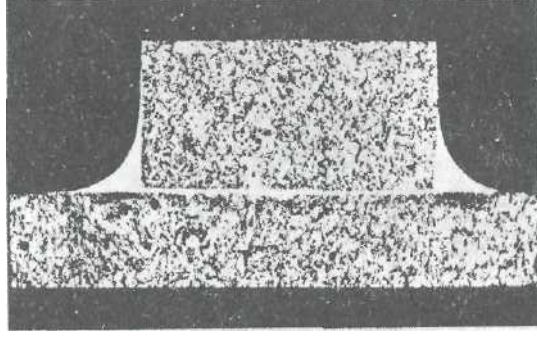
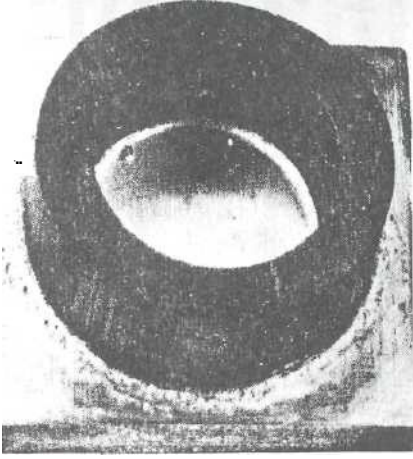


Şekil 226. Yedi halkalı intikal birleştirme

Bir yüksek genleşmeli metali alçak genleşmeli grafitle birleştirmede bir aracı intikal parçası faydalı bir öge olmaktadır. Şek 226, yeni bir birleştirme tasarımı gösterir.

İlave metalller

Metaller, ergidiklerinde grafiti ıslatma niteliğini haiz karbürler oluşturmaya kuvvetle eğilimlidirler. Grafiti sertlehimlemek için sık kullanılan bir ilâve metal, Ag-Cu'la kaplı titanium teldir. Grafit yine molibden disilisiür, titanium ve zirkonium tarafından kolayca ıslatılır. Son yıllarda uzay ve nükleer endüstrilerinin talepleri birçok başka ilâve metalin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Genellikle bunlar önemli oranda karbür oluşturu element içerirler. Bunların arasında 48Ti-48Zr-4Be; 49Ti-49Cu~2Be; 35Au-35Ni-30Mo; nikel kaplı Ti; Ti-Cr; 60Au-10Ni-30Ta; 54Ti-2IV-25Cr; 43Ti-42Zr-15Ge; ve 47Ti-48Zr-5Nb sayılır. Şek. 227, Ti-Zr-Be ilâve metaliyle bir birleştirmeyi gösterir.



Şek. 221.- Ti-Zr-Bc ilâve metaliyle sertlehimlenmiş bir grafit birleştirmesi. *b'de*, *a'dan* bir kesitin makro-fotoğrafı görülür.