

## C. YÜZEY DOLGUSU KAYNAK SÜREÇLERİ

### C.1 KAYNAK ÇUBUKLARIYLA EL OKSİ-ASETİLEN YÜZEY DOLGUSU

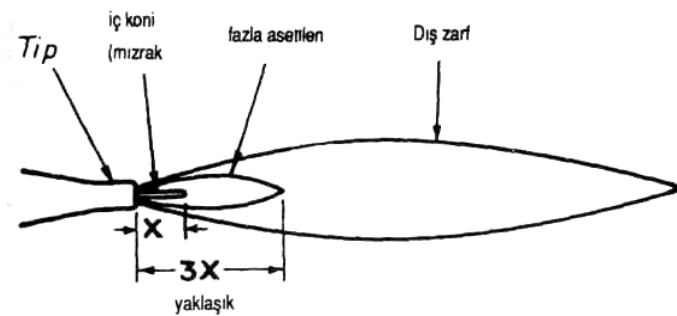
Bu yöntem, düzgün, pürüzsüz, hassas (presiz) ve son derece yüksek kalitede dolgu kaynağı için çok elverişlidir. Dolgu malzemesiyle ana metallerin, çelikler üzerine uygulanmış kobalt esaslı dolgu metalleri gibi birbirinden çok farklı oldukları hallerde ana metal karışmasından bağımsızlık çok önemli olabilir. Bilindiği gibi sözü edilen bu örnekte demir ilâvesi, kaplama niteliklerine olumsuz etki yapar.

El oksî-asetilen dolgu kaynağı, yüksek kalitede kaplama ilde etmek kaynağının yüksek ölçüde becerisine bağlıdır şöyle ki çubukla üfleç alevi, aynı zamanda ayrı ayrı idare edileceklerdir. Kaynakçı işlemleri büyük dikkatle yakından kontrol edecektir. Çok küçük alanlar, oluk ve sair girintiler hassasiyetle doldurulabilir ve çok ince tabakalar düzgün şekilde uygulanabilir. Tungsten karbürü içeren çubuklar, aşınmaya dayanıklı parçacıkların asgari erimesiyle ve kontrollü parçacık dağılımıyla kullanılabilirler. Son derece aşınma mukavemetli ama gevrek kaplamalarla bile, ön ısıtma ve yavaş soğuma, çatlamayı asgariye indirme eğiliminde olurlar.

Bu yöntem buhar valfları, otomotiv ve dizel motor supaplar, odun ve plastik için kesme bıçakları, zincir testere çubukları, saban demirleri ve sair tarım aletlerinin dolgusu için en tatminkâr olanıdır. Parçaların çalışma yerinde kolaylıkla kullanılabilir. Dişli çarkların kırılmış uçları, makine parçalarının uyumsuz yüzeyleri, Amirallik pirici (Admiralty brass) veya Monel gibi demir dışı alaşımlardan yapılmış parçalar, ana metalle bileşim olarak aynı veya farklı bir metalle eski ölçülerine getirilebilir.

Ana metal, yukarıda söylendiği gibi temiz olacaktır şöyle ki kir ve oksî, arzu edilen ısıtma fiiline engel olur. Bir dekapan (flux), çoğu alaşımda nadiren gerekir.

Gerekli ergime davranışını ve beklenen dolgu metali niteliklerini sağlamak için alev ayan, çubuk imalcisinin talimatı gereğince yapılacaktır. Yüzey dolgu metal-hırının çoğu bir redükleyici alevle (şek. 24) uygulanır; bu alev karbon kaybını önler.



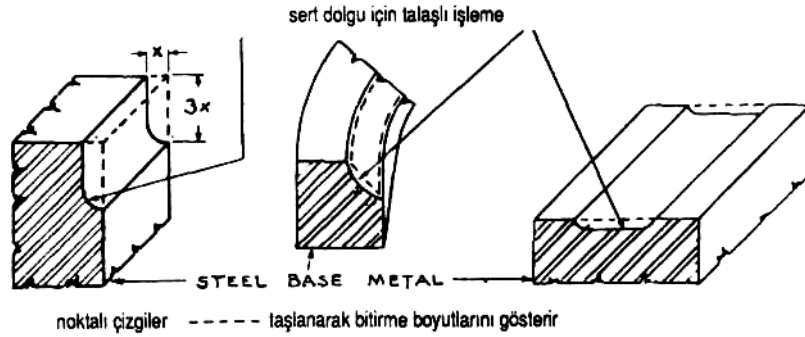
Şek. 24.- Oksî-asetilen kaynağı ile dolguda kullanılan karbürleyici alevin yaklaşık ölçüleri

Redükleyici alev fiilen, terk edilen metale bir miktar karbon da ekleyebilir. Alevin, terk edilen metalin bileşimi üzerindeki etkisi, imal sırasında kaynak çubuğunun bileşiminin tasarımında peşinen hesaba katılır.

Bir tipik uygulamada, bir yüksek kromlu dökme demir ya da bir Cr-Co-W alaşımı gibi bir alçak ergime noktalı yüksek karbonlu dolgu metali, yüksek ergime noktalı alçak veya orta

karbonlu bir çelik üzerine terk ediliyor. 3x asetilen zarfı/mızrak oranlı bir alev (şek. 24) kullanılarak ana metal küçük bir alanda uniform olarak ön ısıtılıyor. Redükleyici alev yüzeyi karburluyor ve ergime noktasını alçaltıyor ve nihayet yüzey üzerine bir film ergitiyor. Bunun işareti bir "terleme" ya da bir parlak görünüm oluyor. Alevin kenarında önceden ısıtılmış olması gereken dolgu çubuğunun ucu, artık alevin sıcak merkezine taşınıp ergitilmiştir. Ergidikçe yüzeyi ıslatıp ısıtılmış ana üzerinde düzgünce yayılmalıdır. Alev, doldurulan alanın kenarına taşındığında, kaynak çubuğunun ucu onun önünde gider, gereği gib çubuk ergitilir (sola kaynak). Sağa kaynak yönteminin kullanıldığında vaki olan ana metalin karışmasını asgariye indirilir. Birçok kaynakçı alev ve çubuğa, yüzeyin ısıtılması ve çubuğun ergimesi arasında bir dengeyi sürdürmek üzere, salıntı verir.

Ana metalin özel hazırlığı, faydalı olabilir. Doldurulacak alanda oluk ve çubukluklar, taşınabilir ya da talaşla kalırılabilir (şek. 25) ve ergimiş metalle doldurulabilir.



Şek. 25.- Dolgu metalini sınırlamak için tipik yuvarlar.

oksi-asetilen aleviyle dolgu, ark kaynağıninkiyle kıyasla, düşük bir kaynak hızına sahip olup geniş alanlar bahis konusu olduğunda düşünülemez.

### ***Tozlu dolgu metalini ile el oksii-asetilen yüzey dolgusu***

Gaz kaynağı sürecinin bu varyantı, bir toz hunusu ve toz sürme kontrolü donatılmış bir oksii-asetilen üfleyicini kullanır. Bu dolgu tozu gaz akımı tarafından emilir ve kendi içinde gazla birlikte üflecini ucundan dışa sevk edilir. Bunun sonucunda, yüzeye sadece mekanik olarak bağlantılı bir püskürtülmüş toz tabakası meydana gelir. Bununla birlikte uygun teknikle, ana metalin "terleme" si ve dolgu alaşımının uygulanmasıyla bir ergime bağlantısı elde edilebilir. Yüzey dolgu alaşımının ana metalle ergimesi tek bir işlemde olur.

Donanım ucu olup hattâ deneyimsiz bir kaynakçı ile mükemmel sonuçlar alınabilir. Bu yöntemin bir avantajı, kolaylıkla çubuk ve tel haline getirilemeyen birçok alaşım, uygun tozlar halinde elde edilebilir. Düzgün, ince, gözeneksiz kaplamalar yapılabilir; bunların kalınlıkları bir pasoda bir incin birkaç binde birinden 1/8 inç' e kadar olur. Metal terk etme temposu, üflecini boyuna bağlıdır. Kalınlık, tozun akış debisi ve üflecini hareketiyle denetlenir.

Kaplamanın mekanik olarak bağlantılı olması isteniyorsa, genellikle yüzeyi pürüzlemek için kum ya da çelik tane püskürtülerek bağlantıya yardımcı olunur. Bu zaman kaplama karakteristik olarak gözenekli olur. Yağlamalı aşınma bahis konusu olduğunda, sınır yağlaması

durumunda gözenekler yağ depolan gibi olurlar. Örneğin çeliğin bir püskürtme çinko ile korozyondan korunması halinde olduğu gibi kaplamanın kendini feda ettiği yerlerde, gözeneklerin bir sakıncası yoktur. Bununla birlikte, abrazyona dayanma bakımından mekanik bağlantılı kaplama tamamen aşağıdır. Bunun dışında kaplama bileşiminin uygun olması halinde, bunun performansı, ayrı bir işlemle yerinde ergitilerek yükseltilebilir.

### ***Yan-otomatik oksii-asetilen yüzey dolgusu***

Bir düzenli ön ısıtma, kaynak işlemi ve son ısıtmanın tertiplenebileceği, parçaların sayı ve simetrisinin elverdiği hallerde, bir yan-otomatik tesisin kurulması ekonomik olabilir. Bunda, özel olarak tasarlanmış üfleçler ve mekanize parça taşıma tertipleri kullanılır. El becerisi burada daha az önemli olmakta, buna karşın, terk edilen metalin kontrolü için iyi bir muhakeme kabiliyeti gereklidir. Motor pistonlarının görmüş olduğumuz dolgusu buna iyi bir örnektir.

#### ***C.1.1 Uygulama örnekleri***

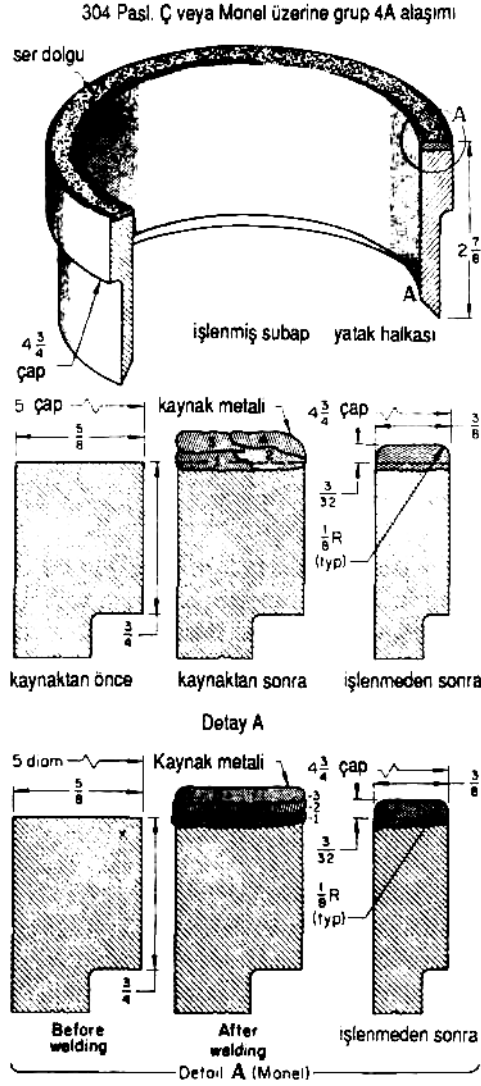
*Örnek 1.* Ana metalin paslanmaz çelikten Monel<sup>1</sup> e dönüşmesi halinde sert dolgu sürecinin değişmesi (şek. 26), Bu örnekte paslanmaz çelik veya Monel' den supap yatak halkasının sert dolgu alanı, kaynak öncesi koşulları, dikiş sıraları ve işlenmiş boyutlar görülür.

Sert dolgu alaşımı, kobalt esaslı grup 4A (28,5 Cr; 4,5 W; 3,0 Ni; 1,10 C) tipi olup ön ısıtma, paslanmaz çelik halkalarda 1 sa, 500 ilâ 550 °C; Monel halkalarda ocakta 1 sa 625 ilâ 675 °C, ve üfleçle ısıtmada 30 dak.' yi geçmeyen 825 ilâ 900 °C. Pasolar arası sıcaklık, Monel için 825 ilâ 900 °C.

304 tipi paslanmaz çelik halkalar üzerine dolgu :

Halkalar, talaşla işlenmiş, asetonla temizlenmiş ve yukarıda söylendiği gibi ön ısıtılmış. Sert dolgudan önce de tel fırçadan geçirilmiş. Bir redükleyici alev kullanılarak ana metal yüzeyinin bir küçük alanı terleme koşuluna ısıtılmış. Varılan sıcaklık, üflecin ucu hafifçe kaldırıldığından terlemenin kaybolmaması sağlanacak kadar yüksek olacaktır. Sert dolgu çubuğunun ucu bundan sonra alevin içine sürülüp ergitilerek terlemiş alan üzerine akıtılmış, ilk tabaka ("kalaylayıcı" tabaka) mümkün olduğu kadar ince ve, ana metalle aşın karışmayı önlemek üzere, asgaride tutulmuş. Her pasonun sonunda üfleç bir helezon hareketiyle kaldırılmış, bunun sonucunda katılaşmanın ana metalden oluşturulan tabakanın yüzeyine doğru ilerlemesini sağlayan bir ısı gradieni hasıl olmuş. Talaşlı işlenmeden sonra minimum 3/32" (-2,5 mm) kalınlık sağlayacak gibi en az iki tabaka sert dolgu uygulanmış; bu iki tabaka dört pasoda çekilmiş. Sert dolgu alaşımının ana metalle karışması az olmuş ve sıvı penetrant testi hiçbir kaynak çatlağı göstermemiştir.

kaynak çatlağı göstermemiştir.



Şek. 26.- Bir supap yatağı halkasının seri dolgusu

Monel halkalar üzerine dolgu : Yukarda 304 paslanmaz çelik için anlatılan sürecin Monel halkalarda kullanılması halinde, kaynak metalini terk etme de güçlüklerle karşılaşmış, sert dolguda gözenekler belirmiş ve ana metal çatlamış. Normal sert dolgu tekniği başarısız olmuş çünkü sert dolgunun yapılacağı yüzeye doğruca alvin (nötr veya redükleyici) yönetilmesi, terk edilen metalin akışını gerçekleştirilmemiş. Bu itibarla sert dolgu, hafifçe redükleyici bir alev kullanılarak, dolgu alaşımından yüzey üzerine bir damla ergitilerek bu banyoyu (yüzey yerine) ısıtarak yapılmış.

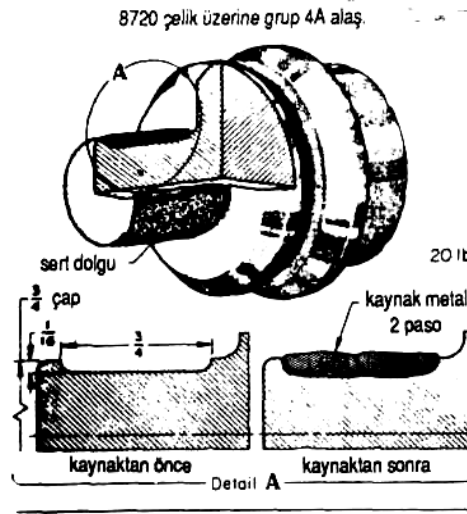
Bunun için banyo, alevin iç sıcak konisi (mızrağı) ile doğruca temas ettirilmiştir. Sert dolgu alaşımı, ergiyip akabileceği kadar hızlı şekilde banyoyu beslemiştir. Üç tek paso uygulanmıştır. Dolgudan sonra halkalar toz asbest altında yavaş soğumaya terkedilmiştir.

Ana metal çatlaması, Monel için mukavemet sınırının üstünde bir sıcaklığa (825 ilâ 900 °C) ön ısıtarak önlenmiştir. Ancak bu ön ısıtmanın 30 dak. ile sınırlandırılması, oda sıcaklığında bir çekme mukavemeti kaybı olmamasını sağlamaz.

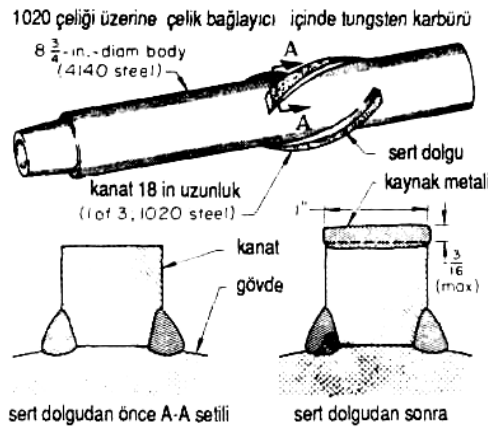
Her iki metal da, penetrant deneyinin 1/64" (0,4 mm) çapı geçen bineer veya yuvarlatılmış

işaretleri kabul edilmemiş.

**Örnek 2.** Petrol arazi donanımlarından dönel kaya matkabı sürtünme piminin dolgusu. 8720 çeliğinden pim, aşağıdaki süreçle bir abrazyon dayanımlı sert alaşım ile kaplanmış. Alaşım, grubu 4A (0.6mm çıplak dökme çubuk); ön ısıtma 2 1/2 dak 325 °C, doğal gaz beki ile. 1/16" (1,6mm) derinlik ve 3/4" (19mm) genişlikte bir oluk, kaynaktan önce, tormalanmış ve bu işleme 250 mikroinç veya daha üstün yüzey düzgünlüğünde olmuş. Kesme sıvı ve pas önleyicileri bir solventle temizlenmiş. Ön ısıtmadan sonra 3xdiş tüy (redükleyici alev) oksitlenmiş alevi ile soldan sağa kaynakla iki sıra halinde, 4A grubu dolgu tabakası çekilmiş. Her dikiş, sıkışmış oksitlerin yüzeyde yüzebilmeleri ve taşlama ile temizlenebilmeleri için, başlangıç noktasının üstüne bindirilmiş. Dolgu işi bittikten sonra pim nihaî boyuta taşlanmış (şek 27).



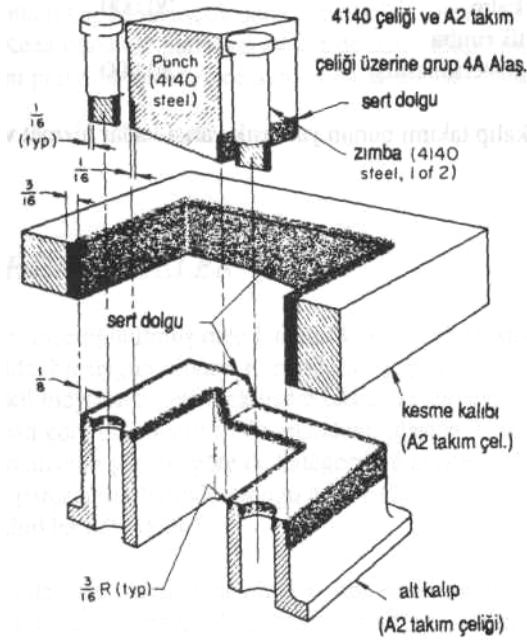
Şek:27 Donel kaya matkap sürtünme piminin dolgusu



Şek. 28.- Kesici kanatları üzerine tungsten karbürü doldurulmuş üç kanatla stabilizatör.

**örnek 3.** Yine petrol arama donanımından kanatlı tipten stabilizatörde (şek.28), 1020 çeliği kanatların bir 4120 çeliğinden gövdeye kaynak edildikten sonra kanat yüzeyleri 3/16" (~5mm) kalınlığında tungsten karbürü tüp metal (bir çelik tüp içinde tungsten karbürü tanecikleri - %60 granül, %40 çelik tüp bağlayıcı-matrisi) ile sert doldurulmuş. Ön ısıtma, doğal gaz bekleriyle 575 °C. Dekapan kullanılmamış, son ısıtma uygulanmamış. Kanatlar, doldurulmuş halde, herhangi bir taşlama ve sair işleme olmadan kullanılmış.

örnek 4. Sıcak kesme kalıp ve zımba kenarlarının sert dolgusu (şek. 29). Şekilde görülen parçaların (bir A2 takım çeliği kalıp ve 4140 çelik zımba), 4A alaşım grubu ile kenarları doldurulmuş. Parçaları yerde yatay pozisyonda tutmak için bir kaynak inasası ve bakır bloklar kullanılmış.



Şek. 29.- Sıcak kesme (çapak alma) kalıp ve zımbaları

Sert doldurulacak yüzeylere, fraze, taşlama veya delme ile uygun oluk veya girintiler yapılmış. Parçalar daha sonra ocakta sertleştirilip 45 ilâ 50 Re' ye temperlenmiş. Ön ısıtma yapılmamış. Doldurulacak yüzeyler üfleçle terleme sıcaklığına ısıtılmış ve 3x ilâ 4x tüylü alev kullanılarak bir 4A grubu alaşımı uygulanmış.

Dolgu kalınlığı, kesilecek ve delinecek malzemenin kalınlığına göre 1,6 ilâ 5,5mm olmuş. Sert dolgudan sonra yüzeyler sıkı toleranslarla taşlanmış.

Zımbalar, alt üst (dişi erkek) kalıplardan oluşan bir takımın hazırlanması, sert dolgusu ve taşlanması yaklaşık 12 sa sürmüştür.

Kalıplar, dövme ray irtibat parçalarının sıcak kesilmesi ve delinmesinde kullanılmış olup bunların hizmet ömrü (sert doldurulmuş halde) şöyle olmuş :

Kalıp takımı parçaları	ray irtibat parça sayısı
Kesme kalıbı	50.000
Kesme zımba	15.000

Alt (dişi) kalıp	20.000
Oval kesitli zımba (resimde gösterilmemiş)	30.000

Sert doldurulmamış kalıp takımı bunun yaklaşık yansı kadar hizmet vermiş.

## ***C.2 ISIL PÜSKÜRTME İLE YÜZEY DOLGUSU***

Yüzyılımızın başlarında icadını İsviçreli mühendis Dr. M.U. Schoop' a borçlu olduğumuz ısı püskürtme yöntemi başlarda "metalizasyon" adını almış. Bunun nedeni, o dönemlerde sadece metalik malzemelerin bu süreçle püskürtülebilmesiydi. Ama teknoloji ilerledikçe, bu süreçle seramik malzemenin de terk edilmesiydi. Ama teknoloji ilerledikçe, bu süreçle seramik malzemenin de terk edilmesi mümkün hale gelmiş. Bunun sonucu olarak "alev püskürtmesi" teorimi, her iki, metalik ve metalik olmayan malzemeler ve bir alevin yardımıyla plasma kaplamayı tanımlamak için kullanılmış. Ama ortaya plasma yaratıcı tertipler ve elektrik ark birimleri de çıkınca, "alev püskürtmesi", her tip terk edilmiş malzemeyi tanımlamada yetersiz kalmış. Bu itibarla, malzemelerin bir ısı menbaı ile ergimiş ya da yarı ergimiş hale getirilip hızla hareket eden bir gaz akımı tarafından bir yüzey üzerine sevk edilmesiyle gerçekleştirilen bütün kaplamalar çok daha genel olan "alev püskürtmesi" terimi ile tanımlanmış. Keza buna bir patlatma süreci de dahil olup bunda bir tozlar ve yanıcı gazlar karışımı patlatılır ve böylece aynı anda tozlar ısıtılır ve bir yüzey doğru hızla sevk edilir.

## ***GENEL BETİMLEMELER***

Isıl püskürtme, ince öğütölmüş metal, metalik osit veya plastikleri, ergimiş veya yarı ergimiş koşulda, bir uygun altyapı üzerinde bir yapışma kaplama teşkil etmek veya bir yapısal şekil meydana getirmek üzere terk etme sürecidir. Süreç daha sonra, hasıl eden menbaa göre tanımlanır : Yanma alevi, plasma, elektrik arkı veya patlatma; bu, iki temel malzeme şekline göre de kategorilere ayrılır : (1) malzemenin başta ince öğütölmüş parçacıklar halinde olduğu toz ve (2), tel ya da çubuk (metaller, teller; seramirler, çubuklar halindedir).

Toz püskürtmede İnce parçacıklar bir çok yüksek ısı menbaının içinden sevk edilirken ergimiş ya da yarı ergimiş hale gelirler; bir altyapıya çarptıklarında yassılırlar ve ince plaket veya lanel haline gelerek yüzeyin herhangi bir düzensizliğine uyum gösterirler. Yüzey, bu iş için önceden pürüzlendirildiğinde, bu düzensizlikler, terk edilen parçacıklara takılma ("demirleme") yeri olurlar. Bu parçacıklar, bu kez, arkadan gelenlere takılma yeri teşkil ederler ki böylece bir yapışmış dolgu hasıl olur. Bu mekanik bağlantı boyunca parçacıkların bazı nokta nokta ergimesi ve bazı oksit okside bağlantısı vaki olursa da esas bağlantı mekanizması mekaniktir.

Tel veya çubuk püskürtmede, katı malzeme bir yüksek basınçlı hava ile çevrili bir ısı menbaının içine sürölür. Malzemenin yüzeyi alevin ısısı tarafından ergitilince hava akımı tarafından ergitince hava akımı tarafından ince damlacıklar halinde atomize edilir, bunlar

altyapı üzerine sevk edilir. Uygun oksijen-yakıt kombinasyonu kullanıldığında ergime noktası 5000 °F (2760 °F) in altında bulunan az çok tüm metal ve seramikler bu yolla terk edilir.

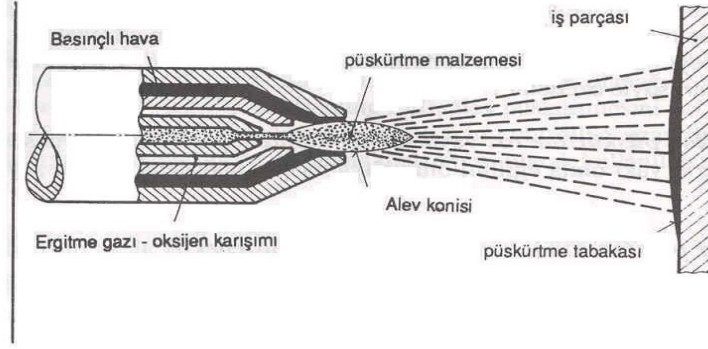
5000 °F m üstünde ergime noktalı malzemeler için ısı menbaı olarak plasmaya başvurmak gerekir. Kendi ergime noktalarına varmadan buharlaşmayan veya ayrışmayan bütün bilinen malzemeler plasma ile püskürtülebilirler. Tungsten karbürü, tantal ve tungsten gibi bazı malzemeler, patlatma ve plasma süreçleriyle terk edilebilirler.

Isıl püskürtme süreciyle terk edilen metaller esas itibariyle ilk kimyasal bileşimlerini muhafaza ederler ama alaşımları, kullanılan sürece göre önemli ölçüde değişebilir. Plasma ve elektrik arkı süreçlerinde önemli alçak ergime noktalı bileşen kaybı vaki olabilir. Terk edilen metalin ve bunları alaşımlarının fiziksel ve mekanik nitelikleri, ilk malzemelerinkinden hayli fark edilebilir. Meydana gelen içyapı, lameller ve homonal olmayan bir içyapıdır; ince oksit okside bağlantı ile mekanik kenetlenme suretiyle olur. Aynı malzemenin çekilmiş (profil ve sac) haldeki çekme mukavemetine göre terk edileninki alçak olur. Her ne kadar basma mukavemeti oldukça yüksek ise de süneklik alçak olup bütün terkedilmiş metaller, ilk malzemedan daha az yoğun olurlar. Püskürtülerek terk edilen malzemeler, sinterlenmiş metallerin kuvvetli tipleriyle bazı benzerlikler arz ederler ve bunlarla birlikte aynı ve farklı metalürjik malzemeler olarak mütalaa edileceklerdir.

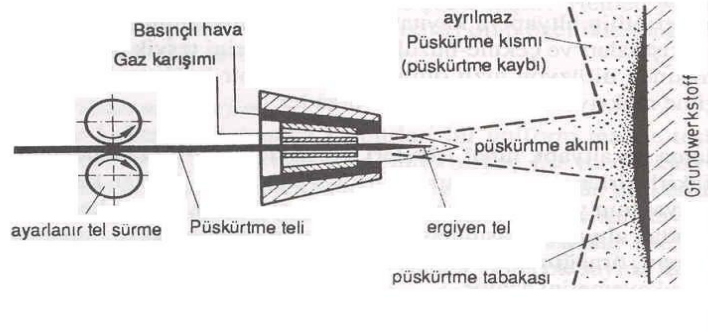
Seramiklerde oksitler, terk edildiklerinde kimyasal özelliklerin muhafaza ederler. Mamafih bazı durumlarda kristal içyapıda bir değişme olabilir: örneğin başlarda alfa olabilen alumin, metastabil gamma olarak terk edilebilir. Karbürler, silisüzler ve borürler gibi reaktif seramikler, havada yanma alevi veya paslanma ile püskürtül-düklerinde ilk kimyasal bileşimlerini korumazlar, zira önemli miktarda sırasıyla karbon dioksit, silisyum karbürü püskürtüldüğünde sadece silisyum dioksidi terkedilmiş olur. Bu malzemelerle plasma püskürtülmesi, ilk bileşimdeki değişmeyi asgariye indirmek için özel çevresel odalar ve özel uygulama tekniklerini, veya her ikisini birden gerektirir. Plastikler de, yukarıdaki süreçlerin biri ya da birkaçı ile terk edilmektedir.

Isıl püskürtmenin en geniş kullanım alanı, makine parçalan alanıdır. Aşınmış veya hatalı işlenmiş parçalar, bahis konusu olan özel hizmete göre seçilmiş metal püskürtülerek eski ya da gerekli ölçülerine getirilebilir. Daha yeni zamanlarda, uçak motoru parçalarında plasma püskürtme kaplamasının kullanımı büyük gelişme kaydetmiş olup alan sürekli olarak genişlemektedir. Ergitilmiş metalize kaplama, aşınmanın sorun olduğu her yerde geniş uygulama alanı bulmuş olup son yıllarda seramik kaplamalar için de yeni kullanım şekilleri meydana getirilmiştir.





Şek. 30.- Alev püskürtmenin şeması (toz)



Şek. 31.- Alev püskürtmenin şeması (tel)

### C.2.1 Isıl püskürtmenin sorunları

Yağın kaplamaların meydana getirilmelin için günümüz tekniklerinin hepsi bazı sakıncalar arz etmektedir. Özellikle kaplamanın esasta bulunan gözenekliği, hizmet sırasında yüzeyin özellik kaybına götürmektedir. Başlıca süreçler ve bunların avantajı ve sakıncaları şöyle özetlenir:

*Oksi-asetilen püskürtme toz veya tek ile kaplamalar.* Orta ve yüksek gözeneklik düzeylerin vaki olma eğilimi olup altyapıya (iş parçasına) görelî zayıf yapışma hasil olur.

*Yüksek hız plasma tabancası uygulaması.* Gözeneklik alçak düzeyde tutulabilirse de bireysel gözeneklik alanları vaki olur. Kaplamanın altyapıya yapışması, ok-si-asetilenle püskürtülmüş olaninkinden hayli iyidir.

*Oksi-asetilen patlatma.* Püskürtme tekniklerine göre daha yüksek bağlantı mukavemetleri veririse de süreç görelî olarak pahalıdır.

*Ergitilmiş kaplamalar.* Bunda ok-si-asetilen veya plasma teknikleriyle uygulanmış bir kaplama, ergitilip altyapıya kaynatılır. Mamafih ergitme sırasında bir sıvı faza dönüş, gaz sıkışmaları ve çekme-büzülme gözeneklerini teşvik eder. Kaplama/altyapı yüzey arasında difüzyon hızlı olup böylece iyi bir bağlantı hasil olur. Bununla birlikte ergime reaksiyonu birkaç sakınca arz eder.

Önce, kaplama ile altyapı, nihaî işlevleri itibariyle önemli olan elementlerden yana çoğu kez fakirleşirler, yani altyapıdaki kuvvetlendirici Öğeler kaplamaya taşınır, böylece de altyapının yüzey arasındaki mukavemeti azalır. Buna karşın, örneğin kromun kaplamadan altyapıya taşınması, kaplamanın oksitlenmeye mukavemetini azaltır. Buna karşın, örneğin kromun kaplamadan altyapıya taşınması, kaplamanın oksitlenmeye mukavemetini azaltır.

Bunlardan başka, kaplamanın bir sıvı filme dönüşmesi, bunun içinde herhangi ikinci faz parçacıklarının örneğin tungsten karbürünün , hızla erimesini teşvik eder. Bu tür parçacıklar kaplamanın aşınma mukavemetini yükseltmek için ilâve edilir ve böylece de bu özellik klasik ergitme ile kayba uğrar. Geri kalan ikinci faz parçacıkları yerçekimi ya da flotasyon etkileriyle hareket etme eğiliminde olurlar ve dolayısıyla matris içinde sert parçacıkların uniform dağılımı bozulmuş olur.

Ve nihayet, kaplamanın yeniden ergitilmesi, altyapının niteliklerini, yani tane boyutunu, önemli ölçüde etkileyebilir. Buna ek olarak, yerleşmiş bir sıvı filminin yaratılması, soğuma sırasında yüksek yüzey gerilmelerini teşvik eder ve çapraşık şekilli parçalarda, eşit olmayan kalınlıkla kaplama hasıl olma tehlikesi belirir şöyle ki yerçekimi ve yüzey gerilme etkileri bunun teşvik eder; ayrıca parçanın distorsiyona uğraması da muhtemeldir.

Bazı patentli yeni teknikler, gözeneksiz ve parçacık sınırsız, lameller içyapılı ve iş-parçasına metalürjik olarak bağlantılı kaplamalar elde etmek olanağım sağlamaktadırlar. Bunlardan HI-PAC (Plasma Coating Ltd), alev püskürtmesini ısıl işleme birleştiriyor. Yüksek hız alev püskürtme teçhizatı için kontroller, uzay tipi kriterlere göre olacaktır; ısıl işlemin tipi de, kaplama malzemesi olarak kullanılan alaşım bağlı olur.

#### *Isıl püskürtmede tungsten karbürlerinin metalürjisi hakkında*

Karbürlerin, ve bu arada tungsten karbürlerinin, aşınmayla mücadeledeki yerinin önemi itibariyle bu sonuncuların ısıl püskürtülmesinde yüksek hız alev püskürtme-siyle plasma püskürtmesi özellikle uygun birer süreç olmaktadır. Parçacıkların yüksek çarpma hızı ana metalle olduğu kadar tabakanın kendi içinde mükemmel bir bağlantı sağlamaktadır.

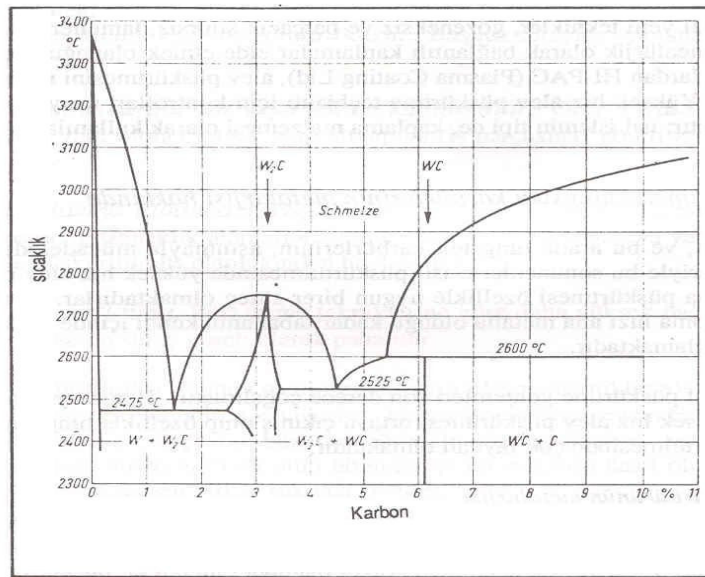
Bu arada ısıl püskürtme yöntemleri son derece çoğalmıştır. Hemen yakın zamanlarda yeni yüksek hız alev püskürtmesi ortaya çıkmış olup özellikle tungsten karbürlerinin püskürtülmesinde çok faydalı olmaktadır.

#### ***Tungsten karbürünün metalürjisi***

Isıl püskürtmede kullanılan tungsten karbürleri bir uniform madde teşkil etmeyip farklı tungsten karbürleri ve karbon içeriğinde birkaç faz modifikasyonu vardır. Tungsten karbürleri az çok her zaman kobalt bağlayıcı metali ile püskürtülürler; bunda kobalt konsantrasyonu normal olarak %13 olmakla birlikte satışta %6 ilâ 20 Co içeren karbür tozları da bulunmaktadır.

Aşağıdaki mülâhazalar özellikle tungsten monokarbürü (WC) + %13 Co tozuna aittir. Bunda yine çok sayıda farklı malzemeler olup bunlar şu koşullara bağlıdır: imal usulü (tungsten karbürü ve kobalt karışımları, kompozitler ve alaşımlar, kobalt kaplı taneler vb.), tane boyutu (ince, orta, kaba toz, farklı tane dağılımı), tungsten karbürünün tane boyutu (bireysel tungsten karbürü tanesi, aglomere ince tungsten karbürü taneleri), ve dış görünümü (küresel, sivri köşeli, iğneler halinde). Bu denli çok sayıda etken karşısında tungsten karbürünün ısıl püskürtmesinin bütün yanlarını tartışmak mümkün olmamaktadır. Mamafih yer alan süreçleri anlamak için bu maddenin metalürjisini tetkik etmek uygun olur.

1960' lara kadar Sykes' in tungsten ve karbon faz diyagramı (şek. 32) geçerli sayılıyordu; burada %6,13 C ile WC ve %3,16 C ile  $W_2C$  görülür; bunların her ikisi de altı köşeli bir dokuya sahiptir. 2600 °C in üstünde WC peritektik olarak grafikte erimiş karbon içeren bir sıvı faza ayrıştır. Tungsten-karbon sıvısının katılaşmasında, WC ve  $W_2C$  den ibaret bir içyapı-doku



oluşur. (\*)Bkz. Karbonlu ve alaşımlı çeliklerin kaynağı, OERLIKON Yay., 1987, s. 15

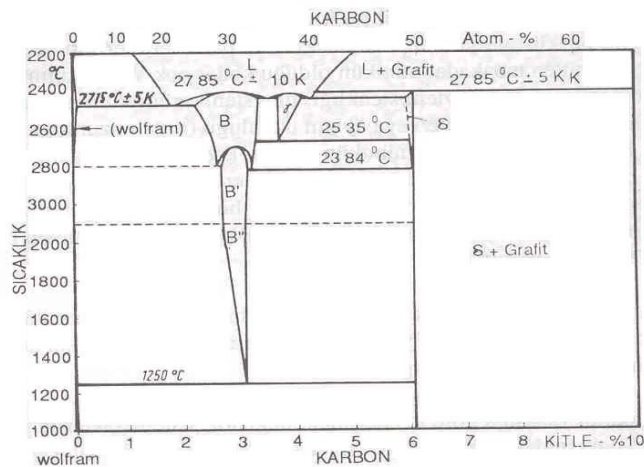
Şek. 32.- Tungsten-karbon faz diyagramı (sykes)

Kobaltın varlığında  $W_2Co_2C$ ,  $W_3Co_3C$  ve  $W_4Co_4C$  gibi kompleks karbürler de oluşur. Ancak bunlar daha yumuşak ve daha az korozyona dayanıklı olduklarından, sinterleme teknolojisinde ve keza ısıl püskürtmede arzu edilmezler.

1952' de alev darbe püskürtmesi (patlatma püskürtmesi) keşfedilip WC+Co ve WC/ $W_2C$ +Co sert metal tozları püskürtüldüğünde, ve WC ve  $W_2C$  ye, ne de tungsten veya kobalta izafe edilemeyecek çizgiler x-ışını fotoğraflarda belirmiş. Bu yeni karbür, tabakanın

çoğunluğunu, WC+Co veya WC/W<sub>2</sub>C+Co nun eklenmiş olmasından bağımsız, olarak oluşturmuş. Bu karbür, farklı tipte bir kafese, merkezi yüzeyli kübik kafese sahip olup bunda kübün kenar a=4,23 Å° dır. Bu itibarla Sykes faz diyagramı yüksek sıcaklık bölgesinde tutarsız olmaktadır.

Halen en yeni ve muhtemel faz diyagramı (şek. 33) T.B. Massalski' ninki (Binary alloy phase diagrams, ASM Cleveland 1986) olup bunda kübik yüksek sıcaklık monokarbör,  $\gamma$  fazıdır. Her iki diyagramdan, altı köşeli WC nin homojenlik bölgesinin çok küçük olduğu görülür.



Şek. 33.- W-C faz diyagramı

Kübik  $\gamma$  karbürü sadece 2535 oC' in üstünde stabil olup bu sıcaklığın altında bu faz, püskürtme sırasında hızlı soğuma tarafından "içerde dondurulur". Püskürtülmüş tabakaları yeterli atomik hareketlilik sağlayacak sıcaklığa (W-C sisteminde yaklaşık 1200 °C tan fazla) ısıtılmaları halinde bu  $\gamma$  faza dönüşür ve yavaş veya ılımlı hılı soğumada (yağa daldırma) ince WC ve W<sub>2</sub>C iğneleri karışımı elde edilir. Keza çok yüksek gaz sıcaklıklarında plasma püskürtmesinde WC nin ayrışması da vaki olur; keyfiyet özellikle yüksek entalpi (\*) li plasmaların, örneğin argon+hidrojen ve/veya yüksek akım şiddetleri x voltajların kullanılmaları halinde fark edilir. Aynı şey, "namlı tüpü" ile püskürtme mesafesi toplamı içinden uzun geçme süreleri için, yani plasma hızının düşük olması ve/veya tozun katoda yakın yerde ilâve edilmesi durumunda da geçerlidir. Patlatmayı, asetilen-oksijen karışımına azot ekleyerek zayıf

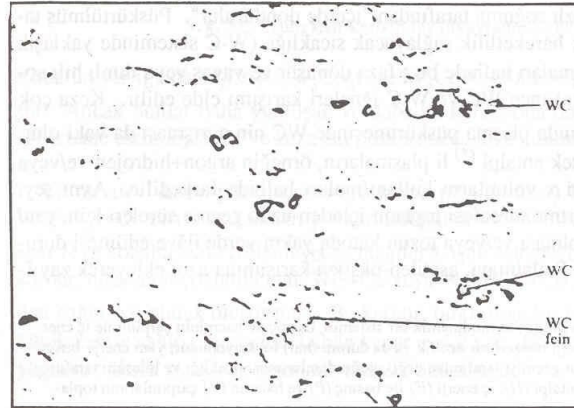
(\*) Entalpi, "yığı" olarak da bilinir, termodinamik bir sistemin, basınç ve hacminin çarpımı ile iç enerjisinin toplamı. Entalpi, enerji benzeri bir özellik ya da durum (hal) fonksiyonudur, yani enerji birimlerini alır ve değeri, sistemin geçmişi tarafından değil, doğrudan basıncı, sıcaklığı ve bileşimi tarafından belirlenir. Buna göre entalpi (H), iç enerji (E) ile basınç (P) ve hacmin (V) çarpımlarının toplamına eşittir, H=E+PV.

latinca WC in ayrışmasının da azalması, metalürjik açıdan ilginç olmaktadır. Örneğin, standart tabakada sadece %3 ilâ 5 bulunmasına karşın %30 N<sub>2</sub> ilaveli plasmalarla püskürtülen

tabakaların içyapılarında %25 ilâ 30 WC görülür. Sek. 34 ilâ 38, çeşitli gazlarla elde edilen içyapıları gösterir. Gri fazda azalma, WC ayrışmasının artışı delâlet eder.

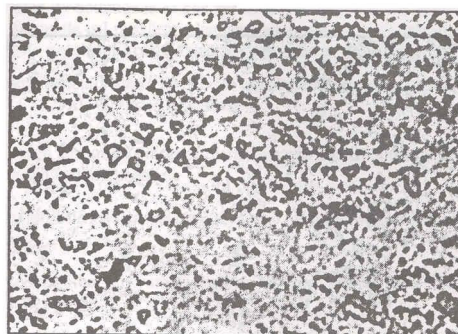
Tungsten karbürü-kobalt tozlarının ısıl püskürtülmesiyle ilgili metalürjik süreçlerin bilinmesi, uygun püskürtme yöntemi ve püskürtme parametrelerinin seçimine yardımcı olur. Püskürtülen tabakada mümkün olduğu kadar çok WC fazının bulunması isteniyorsa, süreç sıcaklığı ve eylem sıcaklığı, tungsten karbürünün ayrışma sıcaklığının çok üstünde olmayacaktır ve/veya eylem uzunluğu (namli uzunluğu + püskürtme mesafesi) içinden geçme süresi mümkün olduğu kadar kısa olacaktır şu şartla ki parçacık tane boyutu ile temel püskürtme parametreleri birbirlerine uygun olacaklardır. Yüksek boyutu ile temel püskürtme parametreleri birbirlerine uygun olacaklardır. Yüksek hız alev püskürtme yöntemleri WC+Co tabakaları ve muhtemelen başka sert metaller için fevkalâde uygundur.

Plasma püskürtmesinde, yüksek gaz debilerinde, az hidrojen veya azot ilâve gazıyla çalışmak ve tozu plasmaya en sıcak yerinde değil, "aşağıya doğru", yani anod açıklığından belli bir mesafede katmak uygun olmaktadır.



Şek.34.- Alev patlatma püskürtmesiyle meydana getirilmiş tungsten karbürü-kobalt tabakası kesitli (asetilen-oksijen; toz WC/W<sub>2</sub>C+%12Co); dağlanmamış. 500x

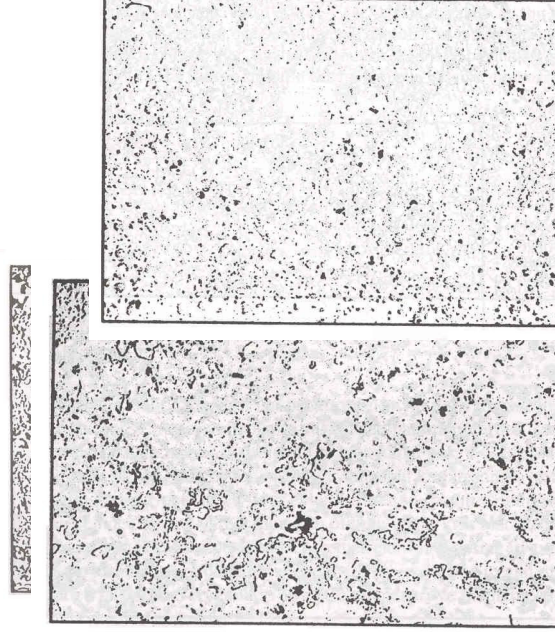
Enerjinin korunumu yasasına göre iç enerjideki değişim, sisteme aktarılan ısı ile sistemin yaptığı iş arasındaki farka eşittir. Eğer yapılan iş yalnızca sabit basınçta hacim değişikliği ise, entalpi değişimi tümüyle aktarılan ısıya eşit olur. Öbür enerji fonksiyonlarında olduğu gibi, entalpi için mutlak değerlerin bulunması gerekli ya da zorunlu değildir. Her madde için sıfır entalpi durumu, başvuru durumu olarak düşünülebilir.



Şek.35.- Aynı şey, %30 N<sub>2</sub> ilaveli. 500x

Şek.36. – Plasma püskürtmeli (argon) tungsten karbürü-kobalt tabakası, toz %87 WC+ %13 Co. 500x

Şek.37.- Aynı şey, argon- hidrojen plasmasıyla. 500x

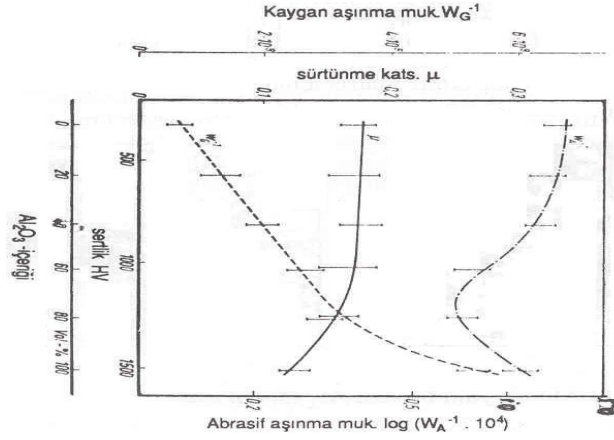


Şek.38.- Yüksek hız alev püskürtmeli tungsten karbürü-kobalt tabakası. 500x

Şimdi, kitabın ilk bölümünde az çok ayrıntılarıyla irdelediğimiz aşınma teorilerinin ışığında aşınma ile ısı püskürtme kaplamaları arasındaki ilişkilere göz atalım. Isıl püskürtme ile uygulanmış çeşitli tabakalar arasından şunları ele alacağız :

- iki komponentli tabaka ile değişen oranda sert malzeme model sistemi olarak (Al Bz 8) /Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> birleşik tabakaları,
- Standard kaplamalara bir örnek olarak yukarda irdelediğimiz molibden ve tungsten karbür ü/kobalt,
- Sert dolgu ile kıyaslamada kendi yayılan nikel-krom-bor-silisyum kaplamaları,
- Nikel-krom-bor-silisyum kaplamaları üzerinde sert malzeme ilâvelerinin etkisi.

Bunların hepsinde ana malzeme, 63 HRC' ye sertleştirilmiş, kuru kayan ve yağlayıcıdan faydalanmayan 100 Cr 6 ile abrazyon için 220 mesh silisyum karbürü zımpara kâğıdından ibarettir.



Şek.39.- Alev püskürtmeli alüminyum bronzu/ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> karışımının sürtünme değeri

### **Bronz/203 kaplamaları**

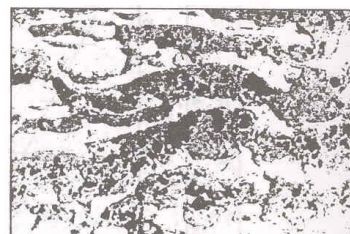
Bunda ana amaç, bir sünek matris içine sert parçacıkları yataklamaktır. Bu keyfiyet hareket noktası olarak ele alınıp alev püskürtmesiyle mekanik olarak karıştırılmış sünek bronz (Al Bz 8) ve sert alüminyum oksidi (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile slabilizatör olarak %3 TiO<sub>2</sub>) tozları uygulanmıştır.

Bireysel bileşenlerin hacim olarak oranları iki sınır hal arasında %20' lik kademelerle değiştirilmiştir. Kuru kayma ve abrazyonda elde edilen sonuçlar şek. 39<sup>1</sup> da gösterilmiştir.

*Saf bronz ile saf alüminyum arasındaki ilişki başlarda gördüğümüz kaidelere uymaktadır :* Saf kaymada, sürtünme katsayısı düşüyor ve kayma aşınması artıyor. Abrazyonda, iş değişiyor. Daha Önce de vurgulanmış olduğu gibi, aşınma mukavemeti ile sertlik arasında orantılılık bulunmuyor ve hatta saf oksit, saf brondan hafifçe fena oluyor, şöyle ki mikro oluk açma ve mikro kesme ile sünek davranışın saf mik-ro kırılmanın gevrek mekanizmasına dönüşmesi aşınma katsayısında bir güçlü artış tarafından sertliğin etkisini fazlasıyla dengeler.

Karışık tabakalarda bunların, birleşik sistemlerin tipik karışma kaidelerinin hiçbirine uymadıklarını kaydetmek ilginç oluyor. Her iki gerilme tipinde, hacim olarak oksidin %60 ile 80 arasında, nicel aşınma karakteristikleri bakımından kayda değer bir değişme vaki oluyor. Bu içyapıda bir değişmeye atfedilebilir. Hacim olarak %60 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>' e kadar, sert malzemeler bronz matris içinde yataklanır, oysa ki daha yüksek içeriklerde alüminyum oksidi matris işlevini üstlenir (şek. 40).

AŞINMA SOR



Yayımlı, 1993

15

(Sek.40).Alüminyum bronzu  $Al_2O_3$  dokusu matriste %60 (solda) ve %80 (sağda)  $Al_2O_3$  payı (beyaz; bronz; gri : $Al_2O_3$ ).  
260x, basım2/3

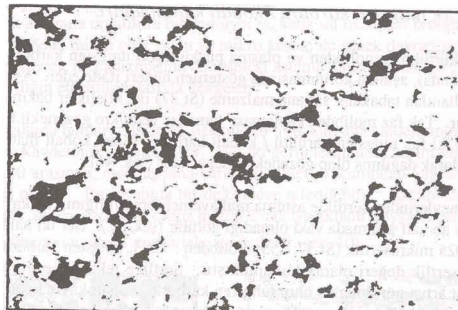
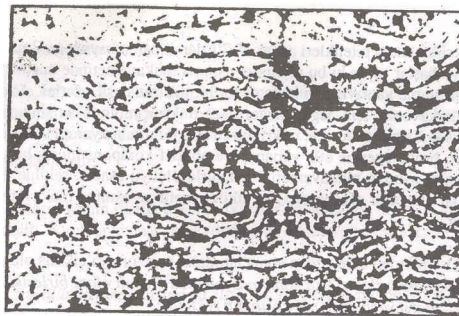
Bu yolla oksidin üstün nitelikleri ancak % 70' den itibaren kayma gerilmesi altında etkin olmaya başlar şöyle ki bu nitelikler aşınma mukavemetinde önemli bir yükselme ve sürtünme katsayısında kayda değer bir azalma hasıl ederler. Abrazyonda aşınmaya mukavemet için asgari değer keza mikro iç yapının bir sonucudur. Bir bronz matris kullanıldığı sürece, mikro kırılmalar tarafından yaratılan oksit aşınma parçacıkları, bronz üzerine etki yapan ilâve abrazif komponentlerin bulunmasını sağlar. Bunlar aşınma mukavemetini her türlü ölçüyü aşacak şekilde azaltırlar. Oksit matrisi oluşturur oluşturmaz, bu etkiler azalır ve aşınma mukavemeti yeniden yükselir.

Bu model sisteminden elde edilen sonuçlar, daha önce ortaya çıkmış olanları doğrular : sert ve yumuşak fazların kombinasyonunda önemli olan, birleşğin topluca sertliği değil, her şeyden önce mikroyapının şeklidir.

### ***C.2.2 Molibden ve tungsten karbürü / kobalt kaplamaları***

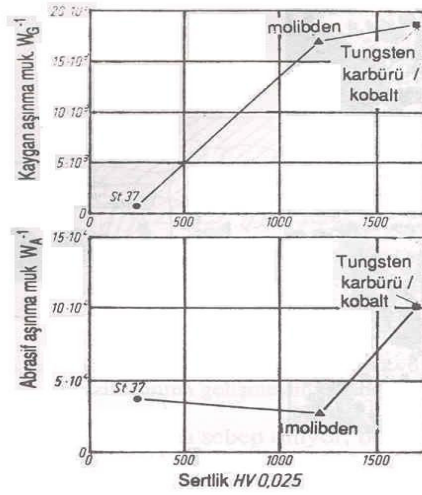
Alevle püskürtülmüş molibden ve plasma püskürtmeli tungsten karbürü / kobalt (88/12 oranında), aşınma korunmasında gösterilen hüneri ifade eder. Aşağıda, denemede kullanılan tabakalar saf ana malzeme (St 37) ile, nitelikler bakımından kıyaslanıradır. Tek faz molibden kaplaması lameller ve mikro gözenekli bir içyapı arz ederken iki faz tungsten karbürü / kobalt karbürü, sünek kobalt matris içinde homogen olarak dağılmış olup gözenekler daha azdır (şek. 41).

Aşınma deneylerinden sertlikle aşınma mukavemeti orantılılığının ne kayma aşınması, ne de abrazif aşınmada vaki olmadığı görülür (şek. 42). Her iki halde ortalama HV 1,025 mikrosertlik (St 37: 255; molibden : 1203; tungsten karbürü : 1707), tabakanın sertlik değeri olarak kullanılmıştır. Sertliğe tekabül eden aşınmaya mukavemet artışı görülmemiş olup tungsten karbürü / kobalt kayma gerilmesi altında ancak biraz daha iyidir ve abrazyon durumunda,





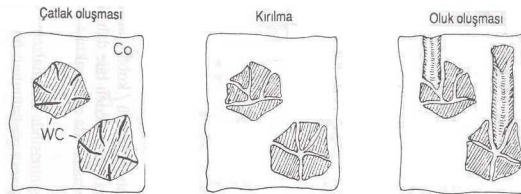
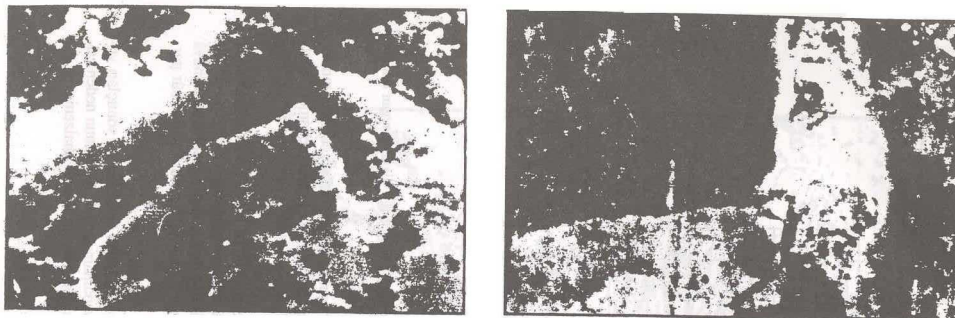
Şek.41.- Alev püskürtmeli molibden (üstte, 340 x) ve plasma püskürtmeli tungsten karbürü / kobalt (88/2, allta, 850x) ın mikro iç yapıları



Şek.42.- Ana malzeme ve püskürtme tabakalarının sertliklerine bağlı olarak kaygan aşınma ve abrasif aşınma mukavemetleri

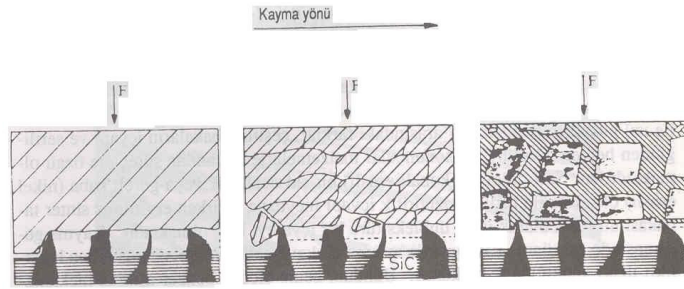
sadece tungsten karbürü / kobalt tabakası bir aşınma korunması arz ederken molibden hatta ana malzemeden bile daha kötüdür. Burada yine bunun nedenleri, aşınma mekanizmalarında aranacaktır:

a) Kayma aşınmasında ana malzeme ve herşeyin üstünde bir molibden tabakasında öncelikle aşınma görünümünü niteleyen, yapışma ve plastik şekil değiştirme olmaktadır. Plasma kaplamalarındaki göreceli zayıf sonuçlar bir özel mekanizmaya atfedilebilir (şek. 43). Kayma süreci, karbürlerin tahribine götürürken kabür parçaları nihayet kırılır ve matriste oluklar açar.



Şek.43.- Plasma püskürtmeli tungsten karbürü/ kobalt ile kaygan aşınma mekanizması

b)Abrazyonda, tungsten karbürü / kobalt, kendisinden beklenen iyi sonuçları verirken alevle püskürtülmüş molibden, bunu yapamamış. Şek. 44, bunun nedenlerini gösteriyor. İlk önce bir yüksek sertlik derecesi, yüzeye abrazif malzeme tarafından nüfuzun daha az olmasına sebep oluyor; böylece de, oluk açma ile aşınma azalıyor. Gözeneklilik ve gevrekliğin karşılıklı etkileşimi sonucunda, molibden tabakasında gözlerin kenarlarında fişkirmalar vaki olur ve bu, tekabül eden bir aşınma mukavemeti azalmasına götürür.



Şek. 44.- St 37 (solda), molibden (alev püskürtmeli, ortada) ve tungsten karbürü/ kobalt tabakaları (sağda) üzerinde abrazif aşınma gelişmesinin şematik gösterilişi.

Bu iki klasik kaplamanın kıyaslanmasından çıkarılacak sonuç, tabakanın serdiğinden hasil olan bir temel aşınma mukavemetinin mevcut olmadığıdır. Davranışı saptayan, aşınma tipi ile mikro içyapının karşılıklı etkileşimidir.

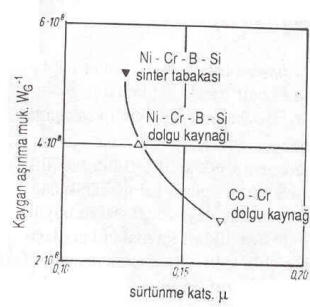
**C.2.3 Alevle püskürtülmüş ve sıkıştırılmış nikel-krom-silisyum tabakaları.** Sinter kaplamalar olarak da bilinen sıkıştırılmış nikel veya kobalt esaslı kaplamalar grubu, püskürtme kaplamalar arasında özel bir yer tutar. Bir sakınca, sıcaklığın (alaşıma göre 950 ilâ 1200 °C arasında) sıkıştırma sırasında ana malzeme üzerindeki önemli sıkıştırma sırasında ana malzeme üzerindeki önemli etkisidir. Buna karşılık avantajları, istisnaî Ölçüde iyi yapışmadır ki burada sadece geniş bir mekanik bağlantı değil, ayrıca bir difüzyon süreci de vaki olur ve daima gözeneksiz ve büyük mukavemette bir tabaka içyapısı elde edilir. İmal sıcaklıkları kaynakta karşılaşılanlarla aynı olduğundan, sert dolgu ile mukayese akla gelir. Bu sonuncusuna göre avantajlar, çok az yeniden İşleme ve tabakanın uniform içyapısı olup kaynakta görülen ısıdan etkilenmiş bölgelerden kaçınılabilir.

### **Sert dolgu ile kıyaslanmış sıkıştırılmış nikel-krom-bor-silisyum tabakaları**

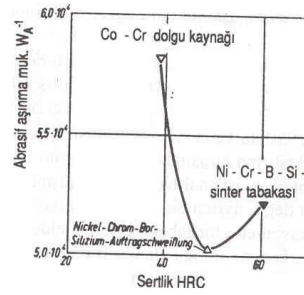
Bir nikel-krom-bor-silisyum sinter tabakasıyla bir kobalt-krom ve nikel-krom-bor-silisyum esaslı oksii-asetilenle sert dolgu arasında kıyaslama yapılmış. Sert dolgu ile ısı püskürtme tabakaları arasındaki farklar, çeşitli tabakaların içyapı ve sertliğinden hemen görülür; bu sonuncular malzemelerle kullanılan süreçlere özgü olmaktadır. Sert dolguda (kobalt esaslı) bir saf dendritik veya görelî kaba (nikel esaslı) çökelme ile birlikte dendritik içyapı meydana gelirken ergitilmiş sinter tabakası uniform olarak ince, dubleks türü bir içyapıyı haiz olmaktadır.

Kayma gerilmesinde, sürtünme katsayısı ile aşınma mukavemeti, sek. 45' de gösterilen karşılıklı ilişki kanununa uymaktadır. Bundan, geniş ölçüde benzer aşınma mekanizmalarının etkin olduğu istidlal edilir. Yüksek sertlik derecesi sayesinde sinter tabakası en iyi davranışı sergiliyor.

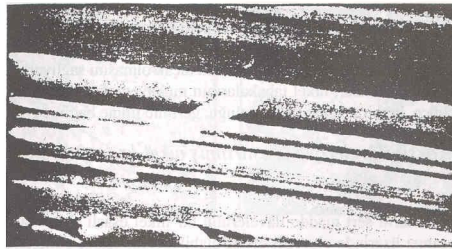
Abrazyonda koşullar değişiyor (şek. 46), burada dahi yumuşak olan tabaka, aşınmaya en iyi mukavemeti arz ediyor.



Şek.45.- Sinter tabakasıyla dolgu kaynağının kayma aşınması



Şek.46.- Sertliğe bağlı olarak sinter tabakasıyla dolgu kaynağının abrasif aşınma mukavemetleri



Şek.47.- Nikel-krom ve kobalt-krom tabakalarının abrazyonda mikroskobik aşınma şekilleri; üstte, Co-Cr ve ortada Ni-Cr-B-Si dolgu kaynakları; altta, sinter tabakası, x5200; 0,7 küçülmüş

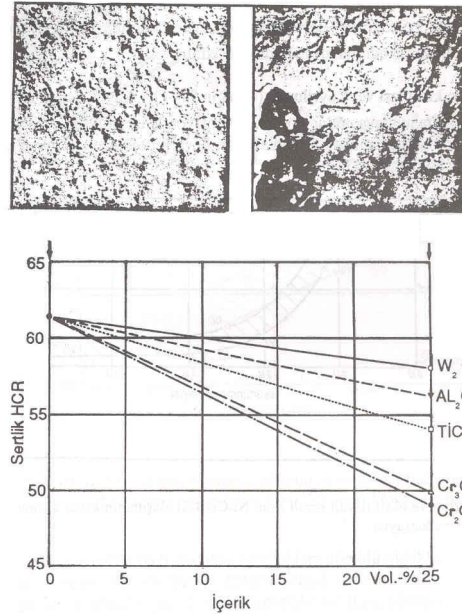
Şek. 47' de görüldüğü gibi, bireysel aşınma mekanizmaları nicel görünümü simgelemektedir. Yüksek bir süneklik derecesi ve bunun sonucunda hasıl olan mikro oluk açma ve mikro kesme olayları, aşınmanın alçak olmasını sağlıyor; oysa ki büyük miktarlarda kırılmalar, nikel

tabakalarının mukavemetini azaltıyor. Öbür tabakalara gelince, herbir tabakanın uygunluğu, gerilme tipine bağlı oluyor.

#### C.2.4 Karbür ve oksit ilaveleriyle sıkıştırılmış nikel-krom-bor-silisyum tabakaları

Çeşitli araştırmacıların sert madde ilâvelerinin bir nikel esaslı sinter tabakalarının aşınma davranışı üzerinde elverişli etkisi olabileceğine işaret etmeleri, konunun sistematik olarak araştırılmasına bir başlangıç olmuştur. Nikel-krom-bor-silisyum sinter alaşımlarının hacmen %25 oranında WC, Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>, TiC, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile karışımının, en uygun bileşimi verdiği saptanmıştır.

Tabakalar, mekanik olarak karıştırılmış tozların alev püskürtemesi ve daha sonra bunların bir oksii-asetilen üfleyiciyle ergitilmesi suretiyle meydana getirilmişler. İlâvelerin büyük sertliğine rağmen karışım tabakalarının mikrosertliği, saf matrisinkinden az olup bu, tabakaların kabalaşmasına bağlanmaktadır (şek. 48).

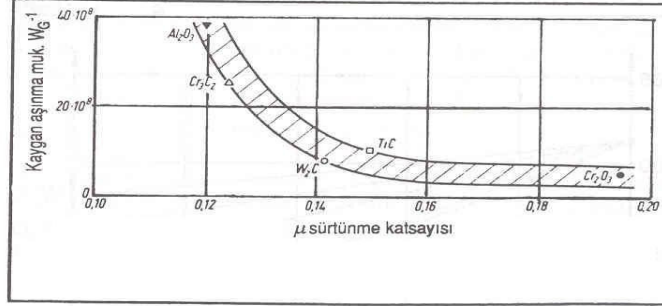


Şek.48.- Sert malzeme ilaveli nikel- krom sinter tabakalarının sertliği ve iç yapısı (800x, 0,7 büyültme)

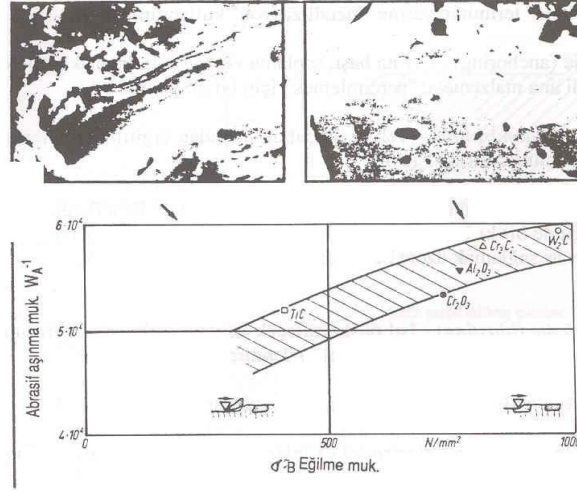
Ayrıca, termik olarak daha az stabil W<sub>2</sub>C ve Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub> ile matris içine metal bileşenlerin difüzyonu vaki olur ve TiC ile de karbürlerin dış alanında titanium içeriğinin eksilmesi görülür; bu arada oksitler hiçbir değişme arz etmezler. Bu, özellikle parçacıklarla matris arasındaki bağlantıyı ve tabakalarının iç mukavemetini etkiler.

Aşınma davranışı üzerinde sert malzemeler ilâvesinin etkileri yine aşınma gerilmesinin tabiatına büyük ölçüde bağlıdır. Kuru kaymada, aşınma mukavemetinde büyük boyutlu iyileşmeler mümkün olup saf matris dışında, bütün sonuçlar, çeşitli mekanizmaların dahiline rağmen, az çok şek. 49' da görülen karşılıklı ilişkiye uymaktadırlar. En iyi sonuçlar, ilave edilen sert malzemelerin, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile olduğu gibi yapışkan olarak aşındırmaları halinde elde edilir.

Parçacıkların kırılması veya ayrılması (örneğin  $Cr_2O_3$ ), kayda değer ölçüde daha düşük bir aşınma mukavemetine götürür. Abrazyonda ise, nitelikler özellikle parçacıkların matrise bağlantılarıyla saptanırlar; keyfiyet tabakanın eğilme mukavemetiyle ifade edilir (şek.50).



Şek.49.- Karbür ve oksit ilaveli kendi akan Ni-Cr-B-Si alaşımının kayar aşınma mukavemeti ve sürtünme katsayısı



Şek. 50.- Ni-Cr-B-Si esaslı üzerine bağlantı tabakasının iç mukavemetine bağlı olarak abra-zif aşınma mukavemeti ve tipik aşınma olgusu (sol, 250x; sağ, 1250x; her ikisi 0,5 büyültme)

Difüzyon yoluyla iyi bir bağlantı, ilâveler oluklara gömülü olduklarından, bir yüksek aşınma mukavemeti derecesine götürür; zayıf bağlantı ile ise, kırılmalar ve kısmî veya tam ayrılmalar yer alabilir. Sert malzeme ilâve ederek sinter tabakaların aşınma mukavemetinde iyileşme elde etmek için, çeşitli gerilme türlerinin tamamen farklı ilâveleri gerektirdiği akılda tutulacaktır şöyle ki buna dahil olan mekanizmalar bahis konusudur.

### C.2.5 Isıl püskürtme terim ve tanımlamaları

İtalik yazıyla belirtilen terim ve tanımlamalar, AWS' in, "Metalizing terms and their definitions, C 2-9 - 62" de yayımlanmış, "Committee on metallising-Flame spraying "tarafından hazırlanmış çalışmasından seçilmiştir. Birçok tanımlamada "ısıp püskürtme" teriminin yerine "metal lizasyon" kullanılmıştır.

*Kenetlenme (anchoring)* - Cıvata başı, saplama vb. vasıtalarla püskürtülerek terk edilen metali ana malzemeye "perçimlemek" için bir ek yöntem.

*Atomizasyon (atomization)* - Tel ya da çubuk ucundan ergitilmiş malzemeyi ince parçacıklar haline getirme işlemi.

*Dikiş (tane-boncuk) kaynağı (Bead Welding)* - Püskürtme ile terk edilmiş malzeme ve gerektiğinde bir kırılmaç kuyruğu için, mekanik bağlantı amacıyla, bir koruyucu sınır duvarı sağlamak üzere bir ya da daha çok ip dikiş çekmek.

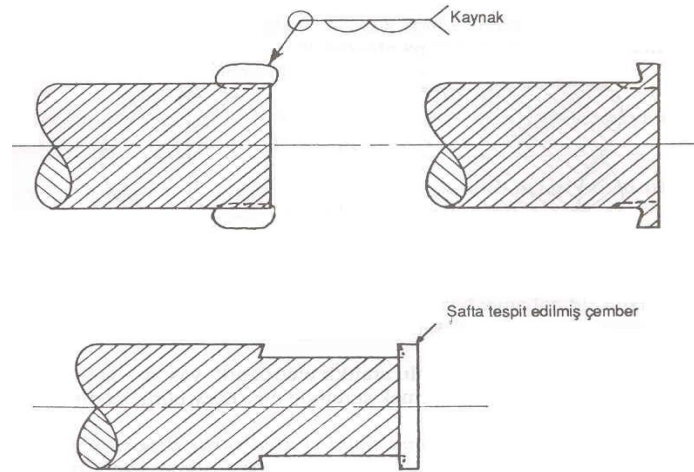
*Kuvvetli üfleme (blasting)* - Isıl püskürtülecek yüzeye zorlu şekilde fırlatılmış bir keskin köşeli abrazif akımıyla yüzey pürüzlendirme yöntemi.

*Bağlantı* - Ana malzeme ile kaplama arasında yapışma

*Bağlantı elektrodu (Band electrode)* - *Elektrik bağlantı (electric bonding)* da yüzey pürüzlendirilmesinde kullanılan bir metalik elektrot.

*Kaplama (coating)* - Ana malzemeye uygulanmış ofan püskürtmeyle terk edilmiş herhangi ilâve malzeme.

*Yaka oluşturulması (collaring)* - Püskürtme ile terk edilen malzemeye ve mekanik bağlantı için gerektiğinde bir kırılmaç kuyruğuna bir koruyucu sınırlama duvarı sağlamak amacıyla bir şaft ya da benzeri parçaya bir yaka yapmak (şek. 54).

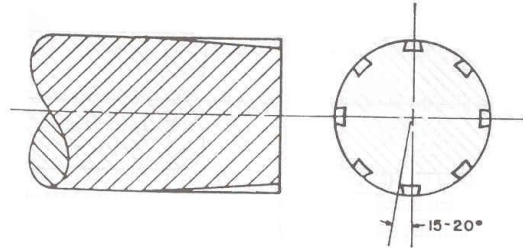


Şek.51.- Yaka oluşturulması

*Terk etme randımanı – verimi (deposition efficiency)* – Püskürtme ile terk edilen malzeme ağırlığının püskürtülen metal ağırlığına oranı

*Terk etme temposu* – Belli bir zaman birimi içinde terk edilen metal ağırlığı

*Kırlangıç kuyruğu oluşturulması (dovetailing)* – Püskürtülen metali “kilitlemek” için köşeli olukları içeren bir yüzey pürüzlendirilmesi yöntemi (şek. 52)

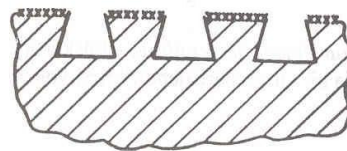


Şek. 52.- Kırlangıç kuyruğu açılması

*Elektrik bağlantı* - Bir alçak voltajlı, aralıklı elektrik arkı vasıtasıyla ana metal üzerine bir düzensiz malzemesi terk etmek suretiyle bir yüzey pürüzlendirme yöntemi.

*Ergitilmiş püskürtme ile terkedilmiş metal (Fused spray deposit veya fused metallised coating)* - Kendisiyle ve ana metalle kaynaştırılmak üzere püskürtme ile terkedilmiş metalin sonradan ısıtılmış hali.

*Oluk ve dönel pürüzlendirme (groove and rotary roughening)* - Olukların açıldığı ve tepelerinin pürüzlendirildiği ve üstlerine püskürtüldüğü bir yüzey pürüzlendirme yöntemi (şek. 53).



Şek.53.- Oluk ve dönel pürüzlendirme

*Molibden püskürtme bağlantısı (molybdenum spray bonding)* - Ana malzeme ile kaynaşan bir ön molibden püskürtülmesi suretiyle bir yüzey pürüzlendirme yöntemi (eskiden "metalik püskürtme bağlantısı" olarak biliniyordu).

*Pürüzlü diş çekme (Rough threading)* - Daha sonra herhangi bir pürüzlendirme veya tırtıllamaya gerek göstermeyecek şekilde kenarları ve tepesi pürüzlü diş çekme suretiyle bir yüzey pürüzlendirme yöntemi.

*Kapama kaplaması (seal coat)* - Püskürtme ile terkedilmiş malzemeyi kapamak (tespit etmek) için uygulanan malzeme.

*Diş çekme ve tırtıllama.*- Helezonî dişler çekilip dişlerin uçları bir tırtıl aletiyle tırtılandırılma suretiyle bir yüzey pürüzlendirme yöntemi.

*Oyuklar yapmak (undercutting)* - Yüzeyi pürüzlendirmeye hazırlamak, istenilen kaplama kalınlığına imkân hazırlamak veya püskürtme ile terk edilen metalin ana malzemeye kenetlenmesini iyileştirmek üzere ana malzemeden bir miktarının kaldırılmasından ibaret bîr yüzey hazırlığı aşaması.