

PLASTİK MALZEMELERİN KAYNAĞI, KAYNAK METODLARI
VE MAKİNALARI

T. C.
YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
Dokümantasyon Merkezi

İ Ç İ N D E K İ L E R

	Sayfa

ÖZET	VI
ABSTRACT	VIII
1. GİRİŞ	1
2. ORGANİK MALZEMELERİN KISACA TANITILMASI	2
2.1. Plastik Malzemeler	2
2.1.1. Plastik Malzemelerin Önemli Bazı Özellikleri	6
2.1.2. Çok Kullanılan Plastiklerin	
Basit Testlerle Tanınması	9
2.1.3. Termoplastik Malzemeler	10
2.1.3.1. Asetal Plastikler	12
2.1.3.2. Akrilik Plastikler	12
2.1.3.3. Selülozik Plastikler	13
2.1.3.4. Karbon Flörürler	13
2.1.3.5. Poliamid Plastikler	14
2.1.3.6. Poliolefin Plastikler	14
2.1.3.7. Stiren Plastikler	15
2.1.3.8. Vinil Plastikler	15
2.1.4. Termoset Plastikler	15
2.2. Kauçuk ve Lastik	16
2.3. Silikonlar	18
2.4. Ağaç Malzemeler	19

3. PLASTİK MALZEMELERİN BİRLEŞTİRİLMESİ	19
3.1. Kaynak Dışı Birleştirmeler	19
3.1.1. Yapıştırıcılarla Yapılan Birleştirmeler..	19
3.1.2. Mekanik Birleştirmeler	20
3.1.3. Solventlerle Yapılan Birleştirmeler	21
3.2. Kaynaklı Birleştirmeler	25
3.2.1. Kaynaklanabilen Plastik Malzemeler	25
3.2.2. Termoplastiklerin Kaynak Kabiliyeti	26
3.2.3. Termoplastiklerin Kaynak Metodlarının Sınıflandırılması	28
4. SICAK GAZ KAYNAĞI	30
4.1. Sıcak Gaz Kaynağının Prensibi	30
4.1.1. Birleştirme Şekilleri ve Kaynak Ağızı Hazırlama	31
4.1.2. Puntalama	35
4.2. Elle Yapılan Sıcak Gaz Kaynağı	35
4.3. Yarı Otomatik Sıcak Gaz Kaynağı	40
4.4. İlave Malzemesiz Sıcak Gaz Kaynağı	43
4.5. Çok Kullanılan Bazı Plastiklerin Sıcak Gaz Kaynağıyla Birleştirilmesi	43
5. SICAK ELEMAN KAYNAĞI	46
5.1. Kaynak Parametreleri	53
5.1.1. Isıtıcı Elemanın Sıcaklığı	53
5.1.2. Isıtma Zamanı	55
5.1.3. Değiştirme Zamanı	55
5.1.4. Birleştirme Basıncı	55
5.1.5. Birleşme veya Soğuma Zamanı	56
5.2. Kaynaklanabilen Malzemeler	57
5.3. Sıcak Elemanlar	58
5.4. Bağlantı Dizaynı	60

6. SÜRTÜNME KAYNAĞI	61
6.1. Sürtünme Kaynağının Uygulamaları	63
6.2. Kaynak Değişkenleri	64
6.3. Kaynak Mukavemeti	65
6.4. Bağlantı Dizaynı	66
6.5. Levhaların Spin Kaynağı ile Birleştirilmesi	66
7. VİBRASYON KAYNAĞI	68
7.1. Vibrasyon Kaynak Makinası	69
7.2. Kaynaklanabilen Malzemeler	71
7.3. Bağlantı Dizaynı	72
7.4. Diğer Kaynak Metodlarıyla Karşılaştırılması	73
7.5. Örnek Uygulamalar	76
8. ULTRASONİK KAYNAK	77
8.1. Bağlantı ve Kaynak Kafası Dizaynı	78
8.2. Ultrasonik Kaynak Makinaları	85
9. PLASTİK MALZEMELERİN KAYNAKLANMASINDA KULLANILAN DİĞER KAYNAK METODLARI	88
9.1. Yüksek Frekans (R.F.) Kaynağı	88
9.2. İndüksiyon Kaynağı	90
9.3. Ekstrüzyon Kaynağı	90
9.4. Nükleer Kaynak	91
9.5. Kızıl Ötesi Işın Kaynağı	91
10. SONUÇLAR	92
KAYNAKLAR	93

ÖZET

Bu çalışmanın konusu; plastik malzemelerin kaynağı, kaynak metodları ve bu malzemelerin birleştirilmesinde kullanılan kaynak makineleridir.

Bu tez çalışmasında ilk olarak, plastik malzemelerin de dahil olduğu organik malzemeler hakkında çok kısa bilgiler verilmiş, daha ayrıntılı olarak da, plastik malzemeler üzerinde durulmuştur. Daha sonra, plastik malzemelerin birleştirilmesinde kullanılan metodlarla ilgili özet bilgiler verilmiştir.

Diğer bölümde ise; tezin konusu olan plastik malzemelerin kaynağı, kaynak metodları ve kaynak makinelerine ilişkin ayrıntılı bilgiler verilmiştir. Bu bölümde her bir kaynak metodu ayrı ayrı incelenmiş, uygun bir kaynak elde edebilmek için, çeşitli bağlantı dizaynları, kaynaklanabilen malzemeler ve kullanılan kaynak makineleri hakkında bilgiler verilmiştir.

ABSTRACT

Scope of this work is to examine the welding of plastic materials, welding methods and suitable welding machines used in such operation.

In the thesis, first of all, I did try to give some short knowledge on organic materials. But then details on plastic materials were given. Summary has prepared for the method of joining of plastic materials.

In the other chapter, sufficient details on welding of plastic materials, welding methods and welding machines were given. In this chapter, I also gave details on each welding method, in order to get the suitable welding various joining design, weldable materials and welding machines used, have been examined separately.

1. G İ R İ Ş

Kaynak,malzemenin sınırlandırılmış bölgesini ısı veya basınç veya her ikisini birden kullanarak,ilave kaynak malzemesi katarak veya katmadan birleştirmektir.Kaynak uygulandığı malzemenin cinsine göre;"Metal Kaynağı" ve "Plastik Malzeme Kaynağı"olarak ikiye ayrılır.

Ağırlık ve işçilikten tasarruf,sızdırmazlık,yüksek mukavemet değerleri gibi özelliklere sahip olması kaynağa önem kazandırmaktadır.Kaynak tamirat işlerinde de bazı üstünlüklere sahiptir;kırılan veya aşınan parçaların kaynak ile,kısa zamanda ve ucuz olarak eski haline getirilmesi mümkündür.Kaynakçılıkta,kaynağın uygulanacağı malzemenin cinsi,konstrüksiyon için uygun malzemenin ve kaynak metodunun seçimi çok önemlidir.

Ülkemizde pek yaygın olarak kullanılmayan ve henüz çok yeni sayılabilecek kadar kısa süredir uygulanmaya başlanan plastik malzeme kaynağı konusunda ise,yukarıda söylenilen faktörler daha da önem kazanmaktadır.

Plastik malzemelerin ilk defa üretimi 1868'de Birleşik Devletler'de yapılmıştır.2.Dünya savaşından sonra plastik endüstrisinde büyük gelişmeler olmuş ve plastikler metalik malzemelerin yerine kullanılmaya başlanmıştır.

Günümüzde mühendisliğin her alanından tıba kadar her sahada,plastikler kullanılmaktadır.Plastikler ümit verici konstrüksiyon malzemeleridirler.Metal ve metal olmayan malzemelerin yerine yapı elemanı olarak kullanılırlar.Sürtünmeli yataklar,dişliler,taşıt karoserleri,uçak ve roket parçaları,pompa ve türbinlerin ana elemanları artık plastik malzemeden yapılmaktadır.Korozyona karşı yüksek dirençleri,hafif olmaları,yalıtım özellikleri,düşük maliyetleri,kolay şekil verilebilmesi plastikleri her geçen gün daha cazip kılmaktadır.

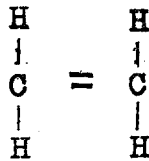
Termoset plastikler,bilinen yöntemlerle kaynaklanamazlar.Termoplastikler ise çeşitli kaynak metodlarıyla kaynaklanabilirler.

2. ORGANİK MALZEMELERİN KISACA TANITILMASI

Karbonun başta hidrojen olmak üzere oksijen, azot, kükürt, silisyum ve halojenlerle çeşitli oranlarda oluşturduğu bileşiklerdir. Molekül sel yapıya sahiptirler. Mukavemetlerinin daha fazla olmasından dolayı makromolekül sel organik malzemeler mühendislik açısından daha da önemlidirler. Tabiat ta var olan bu malzemeler yapay olarak da elde edilebilirler. Başlıcaları kömür, ham petrol, su, hava ve kireç olan başlangıç maddelerinden; asetilen, katran, su gazı, amonyak gibi ara ürünleri ve bunlardan da organik malzemeler üretilir. Molekül ağırlıkları $10^4 - 10^5$ mertebesinde olmasına rağmen bu makro moleküller ancak elektron mikroskopuyla seçilebilirler.

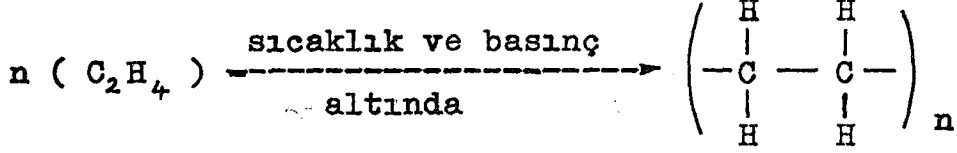
2.1. PLASTİK MALZEMELER

Sentetik reçine veya polimer olarak da adlandırılan plastik malzemeler, karbon atomlarının meydana getirdiği makro moleküllerin zincirler şeklinde birleşmeleriyle meydana gelmiştir. Karbon atomunun 4 valansı olması nedeniyle bu atom 4 başka atomla birleşerek bir molokül meydana getirebilir. Bu 4 atomun karbondan başka atom olması halinde doymuş karbonlar elde edilir ki, bunun en basiti $C H_4$ formülü ile gösterilen metandır. Karbon atomunu çevreleyen atomlar arasında karbon atomu da bulunuyorsa ; bu defa doymamış hidrokarbonlar elde edilir. Karbon atomları arasında çift veya daha fazla sayıda bağ bulunan cisimler doymamış hidrokarbonlardır. Örneğin :



açık formülü ile verilen etilen, yukarıda açıklanan duruma göre doymamış bir hidrokarbondur. Böyle doymamış olan hidrokarbon molekülleri bir süre belirli basınç ve sıcaklık altında tutulursa; karbon atomlarını birbirine bağlayan bağlardan biri kopar ve serbest kalan bağlar hidrokarbon moleküllerinin birbirleri ile birleşmelerini

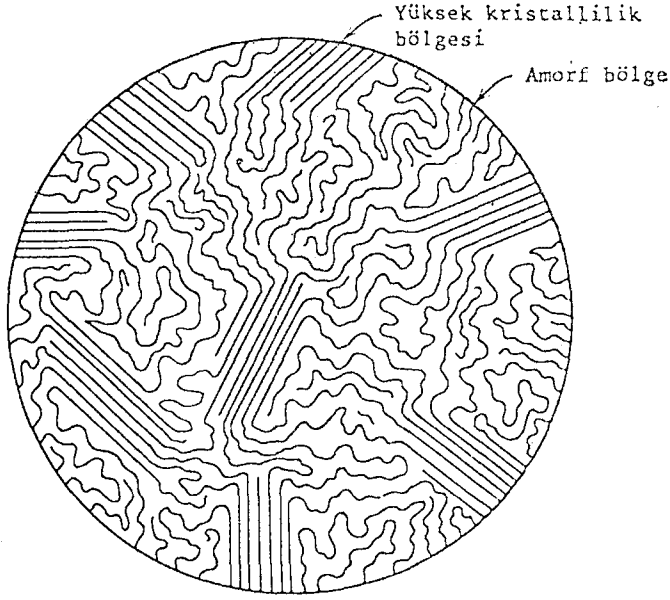
sağlar ve bu suretle zincir şeklinde makromoleküller elde edilir. Etilen'in yukarıdaki işlemlere maruz kalması sonunda aşağıda gösterilen,



reaksiyonu sonunda polietilen denilen plastik malzeme üretilmiş olur. Bir organik malzemenin yukarıdaki şekilde plastik malzemeye dönüşmesine "polimerizasyon" denilir. Bir polimerde pek çok defa tekrarlanan birime veya atom topluluğuna "mer" adı verilmektedir. Şu halde merlerin zincir şeklinde birbirleriyle birleşmesi yüksek polimerleri meydana getirmektedir.

Polimer yapısının en önemli karakteristiklerinin başında, molekül ağırlığı veya zincir uzunluğu gelmektedir. Diğer bir karakteristik de, polimerizasyon derecesidir, DP ile gösterilir. Bu da molekül ağırlığının mer ağırlığına bölünmesiyle elde edilir. Plastik olarak bilinen malzemelerde polimerizasyon derecesi 75 - 750 arasında değerler almaktadır.

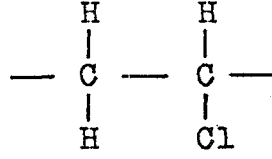
Polimerler düşündüğümüz anlamda kristal yapıya sahip değildir. Bununla beraber polimer molekülleri mükemmel denebilecek şekilde bir doğru üzerinde dizilebilirler. Bu doğruların paralel olması bakımından bunların kristal bir yapıya sahip olduklarını belirtmek mümkündür. Paralellığın bozulması ile polimerde düzenin bozuk olduğu bölgeler veya amorf yapı elde edilir. Böylelikle polimerlerin amorf yapı içine gömülü ve birbirinden ayrı kristal yapıların bir araya gelmesiyle meydana geldiğini kabul etmek mümkündür. Şekil 2.1'de polimer kristallerinin çubuk demetleri şeklinde modeli görülmektedir. Bazı tedbirler alınarak sadece kristal yapıları polimerler elde edilebilir. Böyle polimerler daha yoğundur ve molekülleri arasındaki bağlar daha kuvvetlidir. Bunun neticesinde ergime derecesi yükselir, mukavemetleri artar.



Şekil 2.1 Polimer kristallerinin çubuk demetleri şeklinde modeli (4)

Birbirinden farklı iki mer'in birleşmesi sonunda meydana gelen polimerlere "kopolimer" denilmektedir. Bunlara plastik malzemelerin alaşımı da diyebiliriz. Kopolimerlerin özellikleri bu cisimleri meydana getiren merlerin ayrı ayrı meydana getirdikleri polimerlerin özelliklerinden çok farklıdır. Bu şekilde kopolimerler teşkil edilerek üstün özelliklere sahip plastik malzemelerin elde edilmesi mümkündür.

Polimerlerde yer alan atomların bazılarının yerine boyutu daha büyük olan atom veya molekül yerleştirmek suretiyle bu cisimlerin zincir şekillerinde değişiklikler yapılabilir. Bu değişiklik sonunda; moleküller arasında hareket sınırlandırılmakta, molekül içinde meydana gelen polarizasyon Van der Waals kuvvetlerinin değerini artırmakta ve bütün bunlar polimerin mukavemetinin gayet belirli derecede artmasına sebep olmaktadır. En basit polimer olan polietilenin mer'inde bir hidrojen atomunun yerinde klor atomunun yer alması sonunda ;



formülü ile bilinen polivinil klörür (PVC) elde edilir. Yine polietilen mer'inin bir hidrojen atomu, yerini benzen molekülü ile değiştirirse; polistiren denilen polimer meydana getirilmiş olur. Bilindiği gibi klor atomu hidrojen atomundan büyük, benzen molekülü de klor atomundan çok daha büyüktür. Bu durumun bir neticesi olarak polietilenin mukavemeti (1.0) olarak alınırsa; PVC' ninki (6), polistireninkisi ise (14) civarında olur.

Plastiklerin mukavemetini etkileyen faktörleri şu şekilde sıralamak mümkündür :

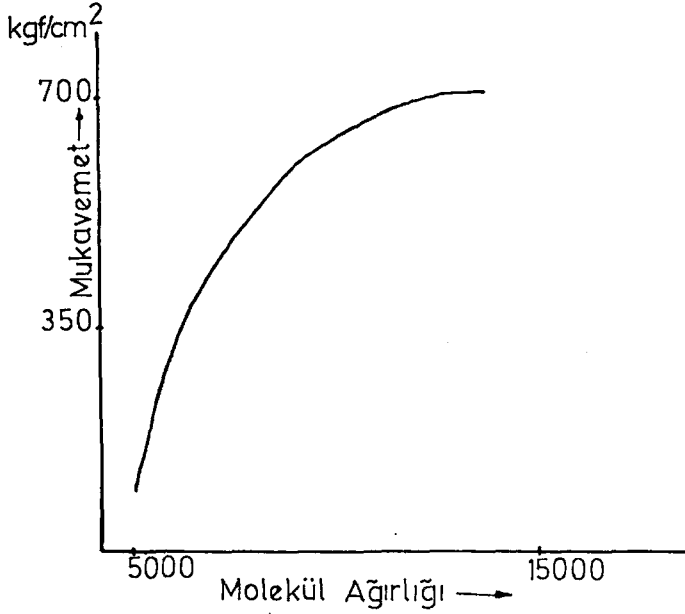
1. Mukavemete etki eden en önemli faktör, molekül büyüklüğüdür. Şekil 2.2'de görüldüğü gibi molekül ağırlığı arttıkça mukavemet artmaktadır. Ancak, molekül ağırlığının artmasına tekabül eden mukavemet artışı; molekül ağırlığı arttıkça azalmakta ve ortalama molekül ağırlığı 15000'e ulaştınca pratik bakımdan durmaktadır. Bu konuda en iyi ilişkinin mukavemet ile polimerin ortalama sayısal molekül ağırlığı arasında kurulabileceği söylenebilir.

2. Polimerlerde kristal bölgenin fazla miktarda bulunması, mukavemetin artmasına neden olmaktadır.

3. İki değişik mer kullanılarak kopolimerlerin elde edilmesi ile plastiklerin mukavemetlerini artırabiliriz.

4. Polimerleri meydana getiren zincirlerde yer alan atomlar yerine daha büyük atom veya moleküllerin yerleştirilmesi de, mukavemeti belirli derecede artırmaktadır.

5. Polimer zincirleri arasında bağlar kurmak veya termoset plastikleri elde etmek suretiyle yüksek mukavemetli plastik malzemelerin elde edilmesi mümkündür.



Şekil 2.2 Polimerlerde molekül ağırlığı ile mukavemet arasındaki ilişki (18)

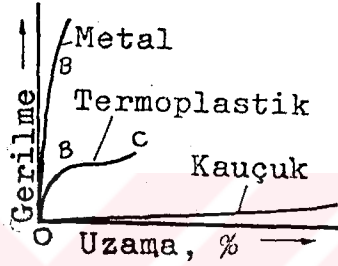
2.1.1. PLASTİK MALZEMELERİN ÖNEMLİ BAZI ÖZELLİKLERİ

Plastikler kullanılan dolgu maddesi ve reçineye bağlı olarak; rijit ve mukavim veya yüksek elastikiyete sahip filimler olarak karşımıza çıkmaktadırlar. Çekme mukavemetinin özgül ağırlığa oranına göre rijit viniller ve polietilen, dökme demir ve bronzla karşılaştırılabilir. Buna göre önemli yükleri karşılamakta bir yapı malzemesi gibi kullanılabilir.

Böylece plastiklerin kullanılmasıyla yapının ağırlığı hafiflerken, mekanik özellikler muhafaza edilmiş olur. Aynı zamanda plastiklerin makina parçalarında kullanılmasıyla işçilik ve para ihtiyacı da azalacaktır. Makina parçalarının imalatında döküm plastiklerin demirli malzemelerin yerini almasıyla düşük işçilikten dolayı 1/5 - 1/6 oranında kazanç sağlanmaktadır. Keza maliyet de 1/2 - 1/6 oranında azalmaktadır. Plastik eşya imalatı takım ve işleme yönünden metal parça imalatına göre daha ucuzdur.

Plastikler sürtünmeye karşı iyi özellikler gösterirler ve kalay bronzu, antimon v.b. gibi yatak alaşımlarının yerini alırlar. Bu malzemeler için yağlayıcı madde sudur. Bazan hiç yağlama yapılmaksızın da plastikler iyi bir şekilde kullanılabilirler.

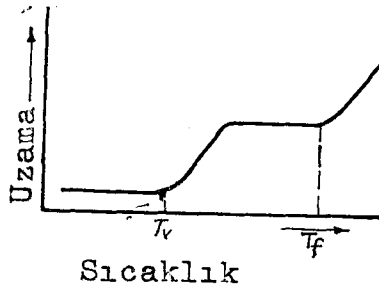
Oda sıcaklığında ve daha yüksek sıcaklıklarda plastikler deformasyona maruz kaldıklarında, metallerden çok farklı bir durum gösterirler. Oda sıcaklığındaki gerilim-uzama ilişkisi şekil 2.3'de gösterilmiştir. Şekilden metaller, kauçuk ve termoplastikler karşılaştırılabilir. OB noktaları arasında plastik ve metaller Hook kanununa uyarlar. Elastik limitin daha üstünde yani, BC arasında ise bu oran ortadan kalkar ve gayet az bir yük artışı altında bile plastikte daha fazla deformasyon görülür. B noktasından sonraki deformasyon, kalıcı deformasyondur.



Şekil 2.3 Oda sıcaklığında gerilim-uzama ilişkisi(14)

Plastikleri metallerden ayıran bir başka özellik de, plastiklerin daha düşük sertliğe sahip olmalarıdır. Keza çeliklerde olduğu gibi, sertlikleri çekme mukavemetine bağlı olarak söylenemez.

Isı tesiri ve sabit bir basınç altında yüksek molekül ağırlıklı polimerler; birbirini takibeden üç farklı durum gösterirler (Şekil 2.4). Şöyle ki; camsı durum, yüksek elastik durum ve plastik (veya viskoz akıcı) durum .



Şekil 2.4 Sabit bir yük altında uzama-sıcaklık ilişkisi (14)

Tv: camlaşma sıcaklığı, Tf: akma sıcaklığı

Sabit bir yük altında sıcaklık, camlaşma sıcaklığı olan T_v 'ye yükseltildiğinde; deformasyonda bir değişiklik olmaz. Sıcaklık T_v 'nin biraz üzerine yükseltildiğinde, aniden deformasyon belirli bir limite kadar değişir, limitten sonra T_f akma noktasına kadar sabit kalır. Bu sıcaklığın üzerinde malzeme akıcı olur. $T_v - T_f$ sıcaklık aralığındaki deformasyon reverzibildir. Plastikler T_v , camlaşma noktasının altında gevrek malzemeler gibi davranırlar. $T_v - T_f$ sıcaklık aralığında plastikler, yüksek elastikiyete sahip kauçuk malzemeler gibi, T_f sıcaklığının üzerinde de yüksek viskoziteye sahip sıvılar gibi davranış gösterirler.

Yüksek elastiki durumda plastiğe şekil verildiğinde, camlaşma noktasının altına, basınç kaldırılmaksızın soğutulursa; bu şekillerini muhafaza edebilirler. Bazı malzemelerin camlaşma ve akma noktaları Tablo 2.1' de gösterilmiştir. Plastik malzemenin uzun bir süre yüksek sıcaklıkta kalması veya sıcaklıkta meydana gelen daha fazla artışlar, plastik malzemenin termal olarak bozulmasının sebebi olmaktadır. Plastikler emniyetli bir sıcaklık aralığında pek çok kerre tavlatabilirler.

Tablo 2.1-Bazı malzemelerin camlaşma ve akma sıcaklıkları (14)

Polimer	$T_v, (^\circ C)$	$T_f, (^\circ C)$
Polietilen	-21	120
Poliamid	55 - 65	200 - 240
Polistiren	70 - 80	220
P V C	70 - 80	190
Polimetil akrilit	100- 110	220

2.1.2. ÇOK KULLANILAN PLASTİKLERİN BASİT TESTLERLE TANINMASI

YAKICI OLMAYAN TESTLER :

- Malzeme keskin bir bıçakla kesilmeğe çalışıldığında;
1. Malzeme pul,talaş veya toz verirse,termoset-plastikdir.
Rengini incelediğimiz zaman ;
- Koyu renkli ise, Fenol Formaldehiddir.
- Açık renkli ise, Üre Formaldehid veya melamin formaldehiddir.

- Yüzeyini tırnakla kazımağa çalıştığımızda ;
- Az kazınırsa, Üre Formaldehid,
 - Kazınmazsa, Melamin Formaldehiddir.
2. Malzeme kesilebilirse, termoplastik malzemedir.
Malzemeyi sert bir yüzeye sürdüğümüzde ;
- Çınlama yaparsa; Polistiren, ABS, SAN veya Polikarbonattır.
- Tok ses verirse, su içine konulur;yüzerse Poliolefindir.
Yüzey kalitesine bakılır ve çizilmeğe çalışılırsa ;
- Çok parlaksa ve az çiziliyorsa,Yüksek Yoğunluklu Poli-
etilendir.
- Çok parlaksa ve çizilmiyorsa, Polipropilendir.
- Matsa ve kolay çiziliyorsa,Düşük Yoğunluklu Polietilen-
dir.

Yüzmezse ; Selüloz Polimer, PVC ,Naylon veya Poliase-
taldır.

YAKICI TESTLER :

Malzemedен biraz talaş alarak bir kibrit alevi ya da bir gaz jetinde yavaşça yakıldığında ;malzeme erirse, muhtemelen termoplastik bir malzemedir.

1. Alev ve koku yoksa; Politetrafloroetilen (PTFE),
2. Alev yok,Formaldehid kokusu ve şu kokular varsa ;
 - Fenol kokusu varsa, Fenol Formaldehid,
 - Balık kokusu varsa, Üre Formaldehid ya da Melamin Formaldehiddir.
3. Malzeme yanar fakat,alevden çıkınca kendini söndürür ve alev sarı olup söndüğünde fenol kokusu varsa Polikarbonat,

- Alev dumanlı ise ve genzi rahatsız eden bir koku varsa ; Polivinil klörür (PVC),

- Alevde kıvılcım görülüp,sirke kokusu varsa; Selüloz Asetat,

- Alev mavi olup,yanmış sebze kokusu varsa;Naylondur.

4. Malzeme ateşten çekildikten sonra yanmaya devam eder; ve alev parlak beyaz olup,yanma şiddetli ise;Nitroselüloz,

-Alev mavi,tepesi beyaz,meyve ve çiçek kokusu varsa; Polimetilmetakrilat (PMMA),

- Alev dumanlı olup,kadife çiçeği kokusu varsa; Polistiren,

- Alev dumanlı olup,kadife çiçeği kokusu ve acı bir koku varsa; SAN,

- Alev dumanlı olup,kadife çiçeği kokusu,acı bir koku ve lastik kokusu varsa;Akrilonitril butadin stiren (ABS),

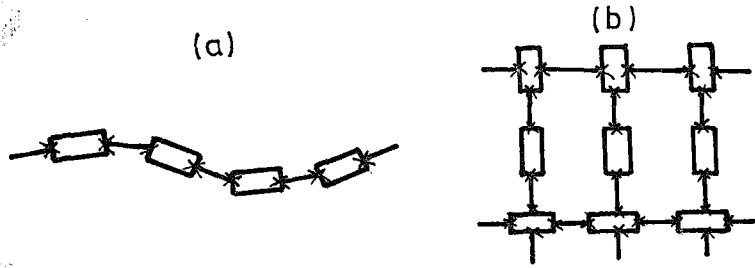
- Alev mavi,tepesi sarı ise ve söndüğünde parafin mumu kokusu varsa ;Polietilen,

- Malzeme sarı ve tepesi mavi alevle yavaş yanıyorsa ve söndüğünde dizel dumanı kokusu varsa;Polipropilendir.

Bu testler,genleştirilmiş vedolgu maddeli plastiklere de uygulanabilir,fakat bazı dolgu maddeleri yanma karakteristiklerini değiştirebilir.

2.1.3. TERMOPLASTİK MALZEMELER

Termoplastikler,ısı etkisiyle yumuşayan ve kalıcı şekil değişimine girmeyen plastiklerdir.Bu plastikler ısıtıldıklarında akarlar,soğutulduklarında ise içinde bulundukları kabın şeklini alırlar.Molekülleri doğrusaldır, çapraz bağlanamazlar.Yani,termoplastik malzemeyi meydana getiren merlerin birbirleriyle birleşmesi sonunda oluşan zincirler arasında herhangi bir bağlantı yoktur.Şekil 2.5 plastik malzemelerdeki zincirleri göstermektedir. Doğrusal (çizgisel) makromoleküller arasında kuvvetli bağlar yoktur.Çoğunlukla polimerizasyon ürünleridirler.Sıcaklığın arttırılmasıyla hamur ve hatta yüksek viskoziteli sıvı duruma döndükten sonra soğutma ile tekrar sertleşirler.Buharlaşıma ile bileşimin değişmemesi şartıyla, 10



Şekil 2.5 Plastik malzemelerdeki zincirler (18)
(a) Termoplastiklerde, (b) Termosetlerde

bu çevrim istenildiği kadar tekrarlanabilir. Hamur halinde bulunma sıcaklıklarının alt sınırında ekstürüzyon, haddeleme, basma v.b. işlemler; üst sınırında kaynak ; sıvılaştırma sıcaklığının üstünde de püskürtme (enjeksiyon) döküm yapılabilir. Termoplastik malzemeler kalıplama sırasında kimyasal bir değişikliğe uğramazlar, sadece fiziksel bir değişime uğrarlar. Önemli termoplastik malzemeler; Asetaller, akrilikler, selülozikler, karbon flörürler, poliamid, poliolefin, stiren ve vinillerdir.

Tablo 2.2-Termoplastiklerin bazı özellikleri (11)

No.	Tip	Kimyasal Adı	Ticari Adı (Örnekler)	Eğme Day. kgf/cm ² en az	Vurma Tokluğu kgf/cm ² en az	Çentik Vurma Tokluğu kgf/cm ² en az	Çekme Day kgf/cm ² en az	Elastiklik Mod. kgf/cm ² s	Havada muafede edilen sürekli sıcaklık °C	Yoğunluk g/cm ³
1	501	Polistiren [PS]	Trollit	900	17	2,0	550	3000		
2	502	PS, darbeye dirençli	Novodur	1000	22	2,5	620	35000	15-80	1,05
				750	11	20	400	25000	60-80	1,05
3	—	Poliethilen (YB)	Lupolen II	11	11	11	200	2000	80	0,92-0,93
4	—	Poliethilen (AB)	Hostalen	360 2)	11	4	340	1500	95	0,91-0,96
5	—	Polipropilen [PP]	Hostalen PPH	130	11	10	300	15000	115	0,91
6	526	Poli-metil-metakrilat	Plexigum, Resarit	1050	18	2	700	28000		
	527	[PMMA]		1100	18	2	740	30000	75	1,18
	528		Plexiglas	1150	18	2	760	32000		
	—	Akrilnitril	Plexiglas	1300	20	2	700	30000		
	—		Plexidur	1600	55	1	950	15000		
7	300	Polikarbonat [PC]	Makrolon	1000 2)	11	20	650	22000	135	1,20
8	—	Poliasetal	Derlin	1100 2)	~ 100	8	700	30000	80	1,13
9	—	Polivinilklorür	PVC Mipolan MP	1100 1000	~ 100 ~ 100	10 10	550 500	30000 32000	60	1,1
10	—	Poliamid 6,6	Ultramid A	500 2)	11	20	540	17000		
	—	Poliamid 6	Ultramid B	270 2)	11	11	440	14000	80-120	1,13-1,14
11	—	Poliuretan [PUR]	Durethan U	650	11	12	600	10000	100	1,21
12	—	Poli-tetrafluoretilen [PTFE]	Teflon	180 2)	11	13	700	4500	260	2,0-2,3
13	431	Selülozasetat	Trollit III	550 2)	50	6	500	22000		
	432	[CA]	Trollit WH	140 2)	50	10	120	19000		
	433		Trollit W	330 2)	50	12	300	15000	10	1,30
	434		Cellidor S	600	75	5	160	28000		
14	411	Selülozasetat-asetat	Cellidor B	550	18	2	370	11000		
	412	[CAB]		450	15	5	330	9000	15	1,18
	413			380	12	15	260	7000		

Tablo 2.2-Termoplastiklerin bazı özellikleri
(Devam)

No.	Su absorbsiyonu mg (veya %) en çok	Kimyasal maddelere dayanma ⁶⁾										Kullanma Yerleri ⁷⁾	Birleştirme ⁸⁾		
		Asitler			Alkaliler		Alkol	Benzin	Madeni Yağ	Benzol	Trikloretlen, Perkloretlen Ester, Keton, Eter				
		Kuvvetli	Zayıf	Oksitleyici	Kuvvetli	Zayıf									
1	2	0	+	0	+	+	+	0	0	-	-	-	G, A, E, (M)	Ya, Ka	
2	5 - 50	0	+	-	+	+	0	0	0	-	-	-	G, A, (E), (M)	Ya, Ka	
3	0	+	+	-	+	+	0	0	0	-	-	0	G, E, (M), A, K, H	Ka, (Ya)	
4	0	+	+	-	+	+	+	0	0	0	-	0	K, A, G, (M), H	Ka, (Ya)	
5	≈ 0	+	+	-	+	+	+	0	+	0	-	0	G, M, A, K, H	Ka, (Ya)	
6	70	+	+	0	+	+	0	+	+	-	-	-	Id, H, E, (M), Ea	Ya, (Ka)	
7	10	0	+	0	-	-	0	+	+	-	-	-	E, M, G	Ya, Ka	
8	40	-	0	-	-	-	+	+	+	+	+	+	Ea, M, Yt	Ka, (Ya)	
9	5 - 20	+	+	0	+	+	+	+	+	-	-	-	A, (M), E, Id, H, K	Ya, Ka	
10	1000	-	-	-	0	+	+	+	+	0	+	+	M, G, (E), Yt	Ka, (Ya)	
11	40 - 130	0	+	-	-	-	0	+	+	0	0	+	E, M, Yt	Ya	
12	≈ 0	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	E, M, Yt, G	(Ya), (Ka)	
13	160	-	0	-	-	-	-	+	+	0	-	-	Ea, E, (M)	Ka, (Ya)	
14	55	-	0	-	-	-	-	+	+	-	-	-	Ea, E, (H), (M)	Ka, (Ya)	

1) Çok elastik olduğu için saptanamaz

2) Eğme sırasında kırılmaz

3) DIN 53452; 4) DIN 53453; 5) DIN 53572

6) + : Dayanıklı, - : Dayanıklı, 0 : Sınırlı dayanıklı

7) A: Ambalaj, E: Elektroteknik, Ea: Ev aletleri, G: Gıda endüstrisi,

M: Makina yapımı, Yt: Yataklar için

8) Ya: Yapıştırma, Ka: Kaynak

() Sınırlı uygulama

2.1.3.1. A s e t a l P l a s t i k l e r

Asetaller pudra halinde bulunurlar ve termoplastikler için geçerli metodlarla işlenebilirler. Plastiklerin rijitlik ve dayanımı yüksektir. En göze çarpan üstünlüğü, bu özelliklerinin geniş sıcaklık, çevresel şartlar ve zaman limitleri arasında değişmemesidir. Yorulma direnci çok iyidir. Asitlere ve solventlere karşı kimyasal direnci iyi olmakla beraber, bazı kuvvetli asitlerden etkilenir. Dielektrik özellikleri iyidir ve mükemmel bir yalıtıcıdır. Sürtünme katsayısı çok düşüktür. Kızıl ötesi ışınlardan etkilenmekle beraber, uygun pigmentlerle harmanlandığında açık hava ve güneş ışığına karşı direnç kazanır. Ark dayanımı iyidir.

2.1.3.2. A k r i l i k P l a s t i k l e r

Bunlar, fevkalade rijit ve darbelere karşı dirençlidirler. Çizilmeğe karşı dirençleri iyi değildir. Akrilikler doğru ve alternatif akımlar için iletken değildirler. Arka karşı dirençleri iyidir. Açık alevde yanarlar. Kimyasal olarak, zayıf asitler ve alkaliler, akriliklere

tesir etmezler. Ancak,kuvvetli asitler akriliklere tesir ederler. Bu malzemeler sıcaklık karşısında boyutlarını muhafaza edebilirler. Çok berraktırlar ve ışığı iyi geçirirler.

2.1.3.3. S e l ü l o z i k P l a s t i k l e r

Bu guruba dahil olan plastikler; Selüloz Asetat,Selüloz Nitrat (Selülöid), Selüloz Asetat Butirat,Etil Selüloz ve Selüloz Propyonat'tır.

Selüloz,birçok bitkide bulunan tabii bir polimerdir ve genellikle pamuk ya da ağaçtan elde edilir.Selüloz nitrat,termoplastiklerin en sert olanıdır.Bu ailedeki bütün reçinelerin aşınmaya karşı dirençleri iyidir.Uzun zaman güneş ışığı altında kalırlarsa,renkleri sararır ve çatlayabilirler.Selüloziklerin elektrikle ilgili özellikleri vasattır.Yüksek ve düşük frekanslı akımlara iyi bir şekilde karşı koyabilirler,yalıtkanlıkları yüksektir.Bu guruptan selüloz nitrat,ısıtıldığı zaman çabuk bozunan ve çabuk yanan bir plastiktir.Gurubun diğer elemanlarının ısıya karşı dirençleri vasattır ve yavaş yavaş yanarlar.

Bütün selülozikler zayıf asitlerden etkilenmezler. Bunlar, diğer grup plastiklerden daha çok su emerler.

2.1.3.4. K a r b o n F l ö r ü r l e r

En yoğun plastiklerden olan karbon flörürler,yüksek sıcaklıklara ve kimyasal maddelere karşı dirençlidirler. Yüzeyleri çok düzgündür.Sürtünme katsayıları bir hayli düşüktür.Hiç su emmezler.Hava,güneş ışığı ve sıcaklık değişimleri karbon flörürleri hiç bozmaz.Yüzeyi yapıştırıcılarla bile yapışmaz.

Bu guruptan teflon'un (PTFE) çalışma sıcaklığı 300 °C'dır.Teflon iş parçaları,320 - 380 °C'da birbirlerine kaynaklanabilirler. Teflonun mekanik özellikleri geniş sıcaklık limitleri arasında bozulmaz.400 °C'da bozunmağa başlar.Yanıcı değildir.Teflonun elektriksel özellikleri ısıya bağlı olarak değişmez.

2.1.3.5. P o l i a m i d P l a s t i k l e r

Isıya,solventlere ve kimyasal maddelere karşı dirençlidirler.Poliamid parçalar sert yüzeyli olup,çizilmeğe karşı dirençlidirler.Bundan dolayı,poliamidten yapılan dişliler,metalden yapılan dişlilerden daha geç aşınırlar. Poliamid,nem aldığı ve daha sonra onu dışarı verdiği için iyi mekanik özellikler gösterir.

Yüksek sıcaklıklarda,erimiş poliamid malzeme havanın oksijenine karşı duyarlıdır, 180 - 205 °C arasında erimektedir.Nem alıcı olduğundan dolayı iyi bir elektrik izolatörü değildir.Poliamid;organik solvent,gazolin, katı yağ ve sıvı yağlara karşı oldukça dirençlidir.Bazı naylonlar (poliamid) kopmadan önce % 300 oranında uzarlar.

2.1.3.6. P o l i o l e f i n P l a s t i k l e r (Polietilen ve Polipropilen)

Polietilen en hafif plastiklerdendir.Basma ve kopma direnci bir hayli düşüktür.Fakat,kopmadan evvel % 500 oranında uzar,yırtılması zordur.Yüzeyi mumlu gibidir. ve su bunun üzerine yapışmaz.Su emmezler.

Düşük ve yüksek yoğunluklu tipleri vardır.Bütün polietilen tipleri ısıtıldıklarında yumuşar ve erirler.Polietilen,havadaki oksijene karşı çok duyarlıdır.Havada kalan polietilen kırılğan olur.Oksijenin tesiri ışıkla daha da artar.Oda sıcaklığında her türlü solvente karşı dirençlidir.Bununla beraber,bazı solventlerin tesiriyle yumuşayabilir.Sıvı ve katı yağların tesiriyle şişerler.Elektriği iletmezler.

Polipropilenin özellikleri de,polietilenin özelliklerine benzer.Hemen hemen plastiklerin en hafifidir.Yumuşama sıcaklığı yüksektir. 160 - 170 °C sıcaklıkları arasında erir.

Elektriksel özellikleri fevkalade iyidir. Kimyasal maddelere karşı dirençlidir.

2.1.3.7. S t i r e n P l a s t i k l e r

Polistiren, bütün rijit plastiklerin en hafif olanlarından, oldukça sert ve kırılmandır. Aşınma dirençleri iyidir, boyutlarını iyi muhafaza ederler.

Polistirenin gevrekliğini gidermenin yollarından biri kopolimerleştirmedir. Bu metodla akrilonitril kullanmak suretiyle SAN adı verilen bir plastik, akrilonitril ve butadin kullanmakla da ABS plastiği elde edilir.

Polistirenin çatlaması ve elektriksel özelliklerinin bozulması sebebiyle, uzun süre güneş ışığında bırakılmamalıdır. Polistiren yüksek sıcaklıklara dirençli değildir.

2.1.3.8. V i n i l P l a s t i k l e r

Polivinil klörür (PVC), en çok kullanılan bir plastiktir. Arı PVC işlendiğinde, kırılğan olan sert PVC elde edilir. Sert PVC ısıtıldığında, 80°C de yumuşamaya başlar. Bundan dolayı suda kaynatılamaz. Mekanik kuvvetlere karşı koymak için üst sıcaklığı 50°C dır. 170-180°C'ye ısıtıldığında bozunur ve gaz HCl çıkarır.

PVC ısıtıldığında, demirden 7 kat daha çok genleşir. PVC, ısı ve ışık tesiriyle bozunmağa başlar, onun için ham PVC, koruyucu maddelerle karıştırılarak kullanılır.

Yumuşak PVC, sert PVC'ye yumuşatıcılar ilave edilerek elde edilir. Yumuşak PVC'nin elastikiyeti, lastikle mukayese edilebilir. Bu da, 180°C'nin üzerinde bozunur. Yumuşak PVC, kötü bir ısı ve elektrik iletkenidir. Yanmama özelliği vardır.

2.1.4. TERMOSET PLASTİKLER

Termoset plastikler büyük, çapraz bağlı üç boyutlu moleküllerden meydana gelmişlerdir. Termoplastiklerde merler iki bağlı olmalarına karşılık, termosetlerde 3 veya 4 bağlıdır. Makromoleküller arasında kuvvetli bağlar oluşturarak üç boyutlu ağ yapısına sahip olan bu plastikler çoğunlukla polikondansasyon ürünleridirler. Polikondansasyon; moleküllerin su, amonyak gibi basit yan ürünler

vererek birbirleriyle bağlanmasıdır. Reaksiyonun sonunda ağ yapısının tamamlanmasıyla sertleşirler ve tekrar ısıtılmayla yumuşatılamazlar. Sıcaklık çok artırılırsa özelliklerini kaybeder ve giderek kömürleşirler.

Termoset plastiklerin özelliklerini iyileştirmek amacıyla, genellikle % 40-60 oranında dolgu maddesi katılır. (Tablo 2.3). Böylece hazırlanan ve henüz sertleşmemiş olan kütle 140°C, ya da 160°C'da preslenir. Plastik madde ısıнын etkisiyle başlangıçta şekil değiştirerek kalıbı doldurur ve diğer taraftan da ilerleyen reaksiyonun sonucu olarak sertleşir. Doymamış polyester reçineleri ise koyu sıvı halinde olup, sertleştirici maddelerin ve katolizörlerin eklenmesiyle, yan ürün vermeden ve basınca ihtiyaç olmadan oda sıcaklığında sertleşirler. Cam elyafı ile kuvvetlendirilmiş polyesterler özellikle karoseri, tekne yapımı v.b. yerlerde kullanılır. Doymuş polyesterler, termoplastik özellik gösteren polikondansasyon ürünleridirler. Poliadisyon ürünü olan epoksi reçineleri de doymamış polyesterlere benzemekle beraber, sıcakta daha iyi sertleşir. Poliadiasyon; ayrı türden moleküllerin yan ürünsüz olarak ve karbon atomlarının karşılıklı doyması ile değil, bir başka mekanizma ile birleşmesidir.

Bu gruptaki plastikleri şu şekilde sıralamak mümkündür : Amin plastikler (üre ve melamin), Kasein plastikler, Epoksiler, Fenolikler, Polyesterler, Silikat ve üretanlar.

2.2. KAUÇUK VE LASTİK

Elastik şekil değiştirme yeteneği fazla olan malzemeye kauçuk veya bilimsel deyimle elastomer denilir. Elastomerler kıvrımlı zincir moleküllerinden oluşurlar. Bu moleküller küçük gerilmeler altında düzelerek uzar ve gerilme kaldırılınca çok büyük bir yaklaşıklıkla başlangıç durumuna dönerler. Kauçuk tabii olarak veya sentetik olarak elde edilirler. Ancak kauçuğun molekülleri, gerilme etkisiyle birbirlerine göre kayarak plastik şekil değiştirmeye sebep olabilirler. Bunu önlemek üzere makro

Tablo 2.3-Termoset plastiklerin bazı özellikleri(11)

No.	Tip 11	Sentetik Resine	Dolgu Maddesi	Eğme 3) Day. kgf/cm ² en az	Vurma 4) Tokluğu kgf/cm ² en az	Çenik 4) Vurma Tokluğu kgf/cm ² en az	Çekme Day. kgf/cm ² en az	Elastiklik Modulu kgf/cm ²	Havaya maruzde edilen sıcaklık °C	Yığınlık
1		Fenol		800	7,5 2)	1,2 2)	500	32000	150	1,3
2	11		Mineral tozu	500	3,5	1,0	150	100000	150	1,5
3	12		Asbest elyafı	500	3,5	2,0	200	120000	150	1,5
4	16		Asbest kordon	700	15,0	15,0	250	120000	150	2,0
5	31		Odun tozu	700	6,0	1,5	250	70000	100	1,1
6	51		Kâğıt elyafı	600	5,0	3,5	250	60000		
6	51		Kâğıt kırpmısı	800	8,0	5,5	250	80000	100	1,1
6	51		Kâğıt şerit	1200	15,0	10,0	100	90000		
7	71		Pamuk elyafı	600	6,0	6,0	250	70000		
7	71		Dokuma kırpmısı	600	12,0	12,0	250	85000	100	1,3-1,4
8	Sk2061		Dokuma şerit	800	25,0	18,0	600	70000		
9	Sd2081		Kâğıt şerit	1500	25	15	1200	95000	100	1,3-1,4
	Sd2082		Pamuk kaba dokuma	100	25	20	300	70000	100	1,3-1,4
	Sd2083		Pamuk ince dokuma	1300	30	18	800	80000		
	Sd2083		Pamuk çok ince dokuma	1500	35	15	1000	90000		
10	130	Üre	Odun tozu	700	6,0	1,2	250	75000	100	1,5
	131		Sek loz	800	6,5	1,5	300	75000		
11	150		Odun tozu	700	6,0	1,5	300	80000	100	1,5
12	152		Sek loz	800	7,0	1,5	300	90000	100	1,5
13	153	Melamin	Mineral tozu	400	2,5	1,0	150	160000	150	2,0
13	153		Asbest elyafı	500	3,5	2,0	200	115000	150	2,0
14		Pollester		1000 2)	12 2)	1,5 2)	500 2)	20000	10-110	1,2-1,4
	801		Cam elyafı	600	22	22	250	130000		
	802			550	1,5	3,0	300	100000	10-110	
		Pollester ve ya Eposki	Cam dokuma	2100	100 2)	60 2)	1800	110000	10-110	1,5-2,3
15				1000 2)	13 2)	2	750	25000	50-130	1,2-1,3
16		Eposki	730 Kuvars tozu	1000 2)	10 2)	2	100	60000	50-130	1,5-1,9

Tablo 2.3-Termoset plastiklerin bazı özellikleri (Devam)

No.	Su absorpsiyonu mg (veya %) en çok	Kimyasal maddelere dayanma ⁶⁾										Kullanma Yerleri ⁷⁾	Birleştirme ⁸⁾			
		Asitler			Alkaliler		Alkol	Benzin	Madeni Yağ	Benzol	Trikloretillen			Perkloretillen	Ester, Keton	Eter
		Kuvvetli	Zayıf	Oksitleyici	Kuvvetli	Zayıf										
1	20	-	+	0	-	+	+	+	+	+	+	+	+	E, (M), (Fa)	(J-)	
2	45	-	+	-	-	0	+	+	+	+	+	+	+	E, (Fa), (M)	(Ya)	
3	60	-	+	-	-	0	+	+	+	+	+	+	+	E, (Fa), (M)	(Ya)	
4	90	-	+	-	-	0	+	+	+	+	+	+	+	E, (Fa), (M)	(Ya)	
5	180	-	+	-	-	0	+	+	+	+	+	+	+	E, (Fa), (M)	(Ya)	
6	500	-	+	-	-	0	+	+	+	+	+	+	+	E, (Fa), (M)	(Ya)	
7	300	-	+	-	-	0	+	+	+	+	+	+	+	E, (Ea), (M)	(Ya)	
8	8	-	+	-	-	0	+	+	+	+	+	+	+	E, (M)	(Ya)	
9	2,4	-	+	-	-	0	+	+	+	+	+	+	+	E, (M)	(Ya)	
10	400	-	0	-	0	+	+	+	+	+	+	+	+	E, (M)	(Ya)	
11	250	-	0	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	E, (M), G	(Ya)	
12	200	-	0	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	E, (M), G	(Ya)	
13	200	-	0	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	E, (M), G	(Ya)	
14	50 - 100	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	E, M	Ya	
15	10	+	+	-	0	+	+	+	+	+	0	0	0	E, M	Ya	
16	7	+	+	-	0	0	+	+	+	+	0	0	0	E, M	Ya	

1) Sk: Sert kâğıt, Sd: Sert dokuma

2) Ortalama değerler

3), 4), 5), 6), 7), 8): Bk. Çizelge. 51

moleküllere ihtiyaç vardır.Genellikle mukavemet artıran ve aşırı olmadığı takdirde elastik davranışı iyileştiren bu durum,kauçuğa kükürt katarak ve şekillendirmeden sonra 130-140°C sıcaklığa ısıtılarak sağlanır.Bu işleme vulkanizasyon işlemi denir.Böylece kükürt atomları, makro moleküller arası çapraz bağlar oluştururlar.Vulkanize edilmiş kauçuğa genellikle lastik denir.Kükürt miktarı düşükse (% 0,5-5) yumuşak lastik, yüksekse (% 30) çapraz bağ sayısı çok fazla olan sert lastik (ebonit) elde edilir.Lastikte kükürt ve kauçuğun dışında çeşitli dolgu maddeleri de bulunur.Çekme dayanımı düşük olup,vulkanizasyon şartlarına ve dolgu maddelerine göre 50-300 kgf/cm² arasında değişir.Kopma anındaki uzaması % 1000 mertebesine ulaşabilir.Bunun çok büyük bir kısmı elastik uzamadır.Elastik davranışı Hook kanununa uymadığı gibi,yüklenme sırasında şekil değiştirme işi,yükün boşaltılması ile geynen geri alınamaz.Bu nedenle titreşimleri söndürme yeteneğine de sahiptir.

Elastomerler artan sıcaklıkta,soğukta,ışık ve oksijen etkisi altında ve zamanla elastik özelliklerini kaybetme (yaşlanma) eğilimi gösterirler.Asit,alkali ve tuzların seyrek çözeltilerine dirençli olmakla beraber,akaryakıt ve yağları absorbe ederek şişebilirler.

2.3. SİLİKONLAR

Si - O zincirine bağlı karbonlu hidrojen gruplarından oluşan polikondensasyon ürünleridirler.Polikondensasyon ;moleküllerin su,amonyak gibi basit yan ürünler vererek birbirleriyle bağlanmasıdır. - 90°C ile + 250 °C arasında kullanılabilme,suyu tutmama,kimyasal direnç,çok iyi elektrik yalıtkanlığı gibi üstün özelliklerine karşılık,elde edilmelerinin güçlüğü nedeniyle pahalı olan malzemelerdir. Kısa zincir moleküllerinden oluşan ve vizkoziteleri sıcaklıkla çok az değiştiği gibi alevlenme noktaları da 300°C'in üzerinde olan silikon yağları(hidrolik ve transformatör yağları),daha uzun makro moleküllü sıcaklığa dayanıklı silikon gresleri,üç boyutlu ağ

moleküllerinden meydana gelen silikon reçineleri (yüksek sıcaklıkta çalışan elektrik motorları ve tesisatının izolasyon maddesi), vulkanize edilmiş silikon lastiği (mukavemeti diğer lastiklere göre az olmakla birlikte, sıcaklığa ve ozon etkisine karşı dirençli) başlıca silikon türleri olarak sayılabilir.

2.4. AĞAÇ MALZEMELER

Kolay işlenebilme ve hafifliklerine göre yeterli mukavemete sahip olma en önemli özellikleridir. Başta çeşitli yapı işleri olmak üzere gemi, vagon, tarım aletleri v.b. yerlerde kullanılırlar. Ağaç malzemeler bir yönde uzamış, birbirlerine paralel ve odunözü (lignin) maddesiyle bağlanmış hücrelerden ; hücre duvarları da esas itibarıyla selülozdan oluşur. Selüloz, suyunu kaybetmiş glikoz moleküllerinin polimerizasyonu ile meydana gelen ve büyük ölçüde kristalleşmiş (hücre eksenine paralel olarak dizilmiş) zincir moleküllerinden oluşur. Böylece ortaya çıkan lifli yapı, özelliklerin doğrultuya bağlı olarak değişmesine sebep olur.

Özelliklerin doğrultuyla değişmesini önlemek için ince ağaç levhalar, lifleri birbirine dik ve 45° açıyla gelecek şekilde tutkalanır (kontraplak). Böyle levhalar, aralarına ,örneğin fenol reçinesi emdirilmiş kağıt şeritler konarak sıcakta preslenebilir. Ağaç yongaları ve ta-laşlar da bağlayıcı plastik maddelerle benzer şekilde preslenerek tahta haline getirilebilir.

3. PLASTİK MALZEMELERİN BİRLEŞTİRİLMESİ

3.1. KAYNAK DIŞI BİRLEŞTİRMELER

3.1.1. YAPIŞTIRICILARLA YAPILAN BİRLEŞTİRMELER

Birleştirilecek parçaları birbirine yapıştıracak bir tabaka (film) kullanılarak yapılır. Burada, birleştirilecek malzemelerin ikisinden de farklı olan bir yapıştırıcı madde, birleştirme yerinde kalır. Yapıştırmalı bağlantılar, birbirine benzer veya farklı malzemeleri birleştirmek

için kullanılır. Bu işlem, herhangi bir plastik malzeme için kullanılabilirse de; solventlerin başarılı olduğu yerlerde kullanılmaz. Daha çok termoset plastiklerde ve farklı malzemelerin birleştirilmesinde kullanılır.

Yapıştırıcı maddenin seçilmesinde ;yapıştırıcı maddenin birleştirilecek malzemelere yapışma özelliği, bağlantının özelliği ve kuruma özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır.

Yapıştırıcılarla birleştirmede, birleştirilecek olan yüzeylere uygun bir yapıştırıcı sürülür, daha sonra yüzeyler birlikte pres edilir ve yapıştırıcı oda sıcaklığında veya ilave sıcaklıkta donup kuruyuncaya kadar aynı konumda tutulur.

3.1.2. MEKANİK BİRLEŞTİRMELER

Plastiklerin mekaniksel olarak birleştirilmesi genel olarak iki usulle yapılmaktadır.

1. Mekaniksel bağlayıcılarla :

Ağaç ve metallerde kullanılan pek çok mekanik bağlayıcı elaman, plastiklerde de kullanılmaktadır. Standart vidalar, plastikler için kullanışlıdır. Plastikten olanlar, metal olanlar kadar sağlam değildir. Bunlar, kılavuz salınmış delik içine vidalanırken dikkat edilmelidir. Standart civata ve somunlar da, ağaç ve metallerde olduğu gibi kullanılır. Ayrıca çeşitli perçinler de kullanılır.

2. Yığma ve pres geçme ile :

Burada, parçalardan birisi üzerindeki çıkıntı, diğer parçadaki delikten geçirilir ve uç kısmı yığılır. Yığılacak veya dövülecek parça bir lehim havyası ile ısıtılmalıdır. Bu, bir perçin başının şişirilmesine benzer, fakat burada mekanik kuvvetten ziyade sıcaklık önemlidir.

Sıcak veya soğuk geçmeler, plastikleri farklı gereçlerle birleştirmek için kullanılır. Pres soğuk geçmeler, çekme mukavemeti yüksek olan plastiklerde kullanılabilir. Parçalardan birisine, geçirilecek parçadan daha küçük bir

delik delinilir ve birleştirilecek parça bu deliğe zorla sokulur. Plastikler,sıcaklık etkisiyle genleştikleri için sıcak geemeler üstündür.Parçalardan birisine,esas ölçüden biraz küçük bir delik delinir ve parça ısıtılır. Sonra iki parça birbirine geçirilir.Bağlantı soğutulduğu zaman geçirilen parçanın etrafındaki delik büzülür.

3.1.3. SOLVENTLERLE YAPILAN BİRLEŞTİRMELER

Birleştirilecek yüzeyleri yumuşatmak için uygun bir solvent sürülür ve daha sonra yumuşuyan kısımlar uygun konumda beraberce preslenirler.Solvent buharlaşıp uunca-ya kadar basınç muhafaza edilmelidir.

Bazı uygulamalarda sadece saf bir solvent,bazılarında da birleştirilecek olan plastikten bir miktar karıştırılmış solventler kullanılırlar.İkincisi koyu bir eritici olarak tercih edilir.Bunun vizkozitesi saf olandan daha yüksektir ve solvent buharlaşıp uçtuktan sonra plastik artıkları bırakır.Yüksek vizkozite,solventin birleşme yüzeylerine fırça ile sürülmesinde üstünlük sağlar ve plastik artıkları da birleşme yerindeki bazı boşlukların dolmasında yardımcı olur.

Verilen bir uygulamada birleştirilecek plastiğe göre en uygun bir solventi seçmek gerekir.Ayrıca,solventin kaynama derecesi dikkate alınmalıdır.Kaynama derecesi düşük olanlar,daha çabuk buharlaşarak uçarlar. şayet buharlaşma çok çabuk olursa;iyi bir birleştirme yapmak için,plastिĐin gerekli yumuşama zamanı dolmadan önce solvent buharlaşacaktır.çabuk buharlaşma sonucu çıkan buharlar,plastik yüzeyinde kırmızı lekeler bırakır veya daha şiddetli durumlarda atlaklıklar yapar.Bu gibi zararlı tesirler,birleştirme yapıldıktan saatlarca ve hatta günlerce sonra ortaya çıkabilir.

Diğer taraftan,buharlaşma çok yavaşsa;birleştirme işlemi için fazla zamana ihtiyaç duyulur,bu da parçaların bağlantı tertibatı kullanmadan elle montajını imkansız kılar.İdeal bir solvent,zararlı tesirler bırakmayacak bir hızla buharlaşır.

Solventlerle yapılan birleştirmede takip edilecek yol aşağıda izah edilmektedir :

1. Birleştirilecek parçaların hazırlanması;

Birleştirilecek bütün yüzeyler temiz olmalıdır.Birleşecek kısımlar birbirine iyi uymalıdır.Solventin bir yerde yığıntı yapması iyi sonuç vermez.Parçaların solvent sürlmeyecek kısımlarını maskelemek gerekir.

2. Solventin birleştirilecek olan bütün yüzeylere sürülmesi ;

- Solvent,birleştirilecek olan yüzeye fırça ile sürülebilir.Bu,bilhassa küçük alanlar için elverişlidir,fakat geniş alanlarda her tarafa eşit olarak sürülemez.

- Tercih edilen diğeri bir metotta ise solvent,daldırma ile uygulanır.Solvent,düzgün bir kap içerisine yaklaşık olarak 1,5 mm derinlikte doldurulur.Birleştirilecek plastik yüzeyleri solvent içine daldırılır ve yumuşayınca kadar beklenir.Kabın dip kısmına konacak olan ince çivi veya teller,plastığın tabana yapışmasını önler.Solventin,plastığın yan yüzeylerine fazla yükselmesini önlemek için kabın içerisine bir keçe parçası yerleştirilir. Bu bir fitil gibi görev yapar ve solventi eşit şekilde dağıtır.

3. Birleştirilecek kısımların üst üste yerleştirilmesi ve solvent buharlaşıp uçuncaya kadar beraberce tutulması veya preslenmesi ;

Büyük bir basına ihtiyaç yoktur,fakat birleşme yüzeyleri uygun bir şekilde yerleştirilmeli ve donuncaya kadar aynı konumda tutulmalıdır.

Tablo 3.1-Vinylidene Chloride için solventler (17)

Solvent	Kaynama nok. °C	Alevlenebilme	Kullanmada zehirlenme tehlikesi
Cyclohexanone	155,4	Evet	Orta
Tetrahydrofuran	65,4	Evet	az
O-dichlorobenzol	180,4	Evet	Orta
Dioxane	101,3	Evet	az

Tablo 3.2-Polistiren için solventler (17)

Solvent	Kaynama nok. °C	Bağlantının çekme mukavemeti N/cm ²
<u>Çabuk Buharlaşma :</u>		
Metilen Klörür	39,8	1241
Karbon Tetraklörür	76,5	930
Etil Asetat	76,7	1034
Benzen	80,1	-
Metil Etil Keton	79,6	1103
Etilen Diklörür	83,5	1241
Trikloroetilen	87,1	1241
<u>Orta Buharlaşma :</u>		
Toluen	110,6	1172
Perikloroetilen	121,2	1172
Etil Benzen	136,2	1138
Xylenes	138,4 -144,4	1000
P-Dietol Benzen	183,7	965
<u>Yavaş Buharlaşma :</u>		
Monoetil Benzen	202,1	896
Etil Naftalin	251	896

Tablo 3.3-Selüloz Asetat için solventler (17)

Solvent	Kaynama nok. °C
Aseton	56,2
Metil Asetat	57,2
Etil Asetat	76,7
Metil Etil Keton	79,6
Dioxane	101,3
Nitroetan	114,0
Etil Laktat	154,0
Diaseton Alkol	169,2

Tablo 3.4-Etil Selüloz için solventler (17)

Solvent	Ağırlık %	Kaynama nok. °C	Alevle- nebilme	Zehirlenme tehlikesi
Toluol	80	110,6	Evet	az
Etanol	20	78,3	Evet	az
Benzol	67	80,1	Evet	Fazla
Metanol	33	64,8	Evet	az
Xylol	80	138,4-144,4	Evet	az
Butanol	20	117,7	Evet	orta
Etilen Diklorür	100	83,5	Evet	orta
Etil Asetat	60	76,7	Evet	az
Etanol	40	78,3	Evet	az
Butil Asetat	33	126,6	Evet	az
Toluol	33	110,6	Evet	az
Etanol	33	78,3	Evet	az
Toluol	80	110,6	Evet	az
Metanol	20	64,8	Evet	az
Aseton	33	56,2	Evet	az
Metanol	33	64,8	Evet	az
Metil Asetat	33	57,2	Evet	az
Metilen Klorür	50	39,8	Hayır	çok az
Metil Asetat	50	57,2	Evet	az
Metil Asetat	60	57,2	Evet	az
Metilen Klorür	25	39,8	Hayır	çok az
Aseton	15	56,2	Evet	az

3.2. KAYNAKLI BİRLEŞTİRMELER

3.2.1. KAYNAKLANABİLEN PLASTİK MALZEMELER

Plastik parçalar arasında sürekli bağlantılar kurmanın bir yolu da,kaynaktır. Kaynak; yüksek üretim hızı, daha az işçilik ihtiyacı,daha iyi çalışma şartları, daha kuvvetli ve sıkı bağlantılar sağladığından dolayı yapıştırma ve perçinlemeye göre bazı üstünlüklere sahiptir. Çoğu endüstride kaynağın geniş bir kullanım alanı vardır.

Plastik malzemeleri,kaynak kabiliyetleri ve ısı karşısındaki davranışlarına göre iki gruba ayırmak mümkündür.

Birinci grup plastikleri,termoset veya termoreaktif plastikler meydana getirirler.Bu gruptaki plastikler, bilinen kaynak metodları ile kaynaklanamazlar.Ham reçine karışımlarını yüksek elastiki duruma geçirmeksizin, ısı uygulamak suretiyle polimerleştirmek veya sertleştirmek mümkündür.Daha fazla ısıtmak plastiğın yumuşamasına etki etmiyecek ve sonuçta malzeme bozulacaktır.Bu sebeple,termoset plastikler imalata yönelik bir işlemde sadece bir defa ısıtılabilir ve şekillendirilebilirler.Yarı mamul termoset plastikler,ya mekanik birleştirme metodlarıyla veya solvent ve yapıştırma teknikleriyle birleştirilebilirler.

İkinci grubu ise,termoplastik malzemeler meydana getirirler.Polietilen,polistiren,PVC,poliamid,poliakrilit, polikarbonat v.b. gibi termoplastik malzemeler,kolaylıkla kaynak edilebilirler ve sıcakta kalıplanabilirler.Bunlar yarı mamul olarak;levha,çubuk,boru,tüp ve çeşitli profillerde üretilmektedirler.Bu yarı mamullerin imalatındaki son işlemler bükme,ekstrüzyon ve kaynaktır.Yeniden ısıtıldıklarında termoplastik malzemeler,yüksek elastiki bölgeden tekrar geçerler ve sonra tekrar soğutularak orjinal özelliklerini kaybetmeden plastik hale gelirler.Bu malzemeler,ısı ve basınç uygulanmak suretiyle işlenebilirler.

3.2.2. TERMOPLASTİKLERİN KAYNAK KABİLİYETİ

Çoğu termoplastik malzeme için kaynak, uygun bir birleştirme yöntemidir. Termoplastiklerde kaynak yöntemiyle meydana getirilen birleştirme mekanizmaları henüz tamamen açıklanmış değildir. Araştırmacılar, iş parçalarında birleşmenin meydana gelmesine; parçalara ısı ve basınç uygulanmasının sebep olduğuna inanmaktadırlar. Bir termoplastikte uygun bir kaynaklı birleşme meydana geldiğinde, kaynak bölgesindeki yapı ile esas malzemenin yapısı aynıdır. Bu bakış noktasına göre; moleküler zincirlerin bir parçadan diğerine yayınması ve yayınan makromoleküllerin iki parça arasında kuvvetli bir bağ oluşturması, kaynağı meydana getirmektedir.

Termoplastik malzemeler; kaynak bölgesinde vizkoz akıcı durumdakine eşit yüksek bir sıcaklık, yüzeyler arasında yakın temas, optimum kaynak zamanı v.b. gibi uygun şartlar altında kaynaklanabilirler.

Birçok termoplastik kesin bir ergime noktası göstermez. Bu plastikler, ısıtıldıkları zaman kademeli olarak yüksek elastiki durumdan vizkoz akışkan duruma geçerler. Kaynak, genellikle plastik malzemenin yumuşama noktasının üstünde, fakat bozulma noktasının altında dar bir sıcaklık aralığında meydana gelir.

Çok fazla sıcaklık veya yüksek sıcaklıkta uzun süre bekleme, malzemenin bozulmasına sebep olabilir. Kaynak sıcaklığının daha düşük olması durumunda ise, uygun kaliteli bir kaynak temin edilemeyecektir. Çünkü bu durumda, moleküller yeterince hareket etme imkanı bulamayacaktır. Keza, bu durumda kısmen elastik bir deformasyon meydana gelecek ve kaynağın mukavemeti yetersiz olacaktır. Kaynak genellikle; vizkoz akışkan durumda basınç altında meydana gelir. Plastikler ısıyı iyi iletmediklerinden dolayı vizkoz akıcılık, bazı kaynak teknikleriyle sadece yüzeylerde elde edilebilir. Kesin bir ergime noktasından ziyade, daha geniş bir yumuşama aralığına sahip plastikler, en iyi kaynaklanabilen plastiklerdir.

Kaynak kalitesi önemli derecede malzemenin geçmişine, özellikle ham karışımın temizliğine (saflığına), imalatındaki fazla ısı ve sonraki tavlamaaya bağlıdır. Kaynak mukavemetini büyük ölçüde polimer kompozisyonu, polimerizasyon derecesi, molekül yönlenmesi ve diğer bazı faktörler etkilemektedir. Plastiklerin ısı genleşme katsayıları, metallerinkinin birkaç katıdır. Bunun neticesi olarak da kaynak yerinde kalıntı gerilmeler meydana gelebilecek ve birleşmenin mukavemetini zayıflatacaktır.

En kuvvetli bağlantılar, genellikle en yüksek polimerizasyon derecesine sahip plastiklerde meydana gelir. Kaynak esnasında buharlaşmaya eğilim gösteren maddeleri ihtiva eden plastiklerde kaliteli bir kaynak elde edilemez, oluşan kabarcıklar bağlantının mukavemetini düşürür ve görünüşünü bozar.

Nitroselüloz gibi kararsız plastikler kaynaklanamaz. Keza, kaynak sıcaklıklarında renk bozulması, bileşimin bozulması veya polimerizasyonun bozulması gibi ısı bozunmalara maruz kalan plastikler de kaynaklanamazlar.

Genellikle ticari olarak kullanılan dört florokarbon reçinesi vardır; polivinil-iden florür (PVF), florlu etilen-propilen kopolimeri (FEP), tetrafloroetilen (TFE), ve poli kloro-trifloroetilen (CTFE). PVF ve FEP bilinen herhangi bir teknikle kaynaklanabilir, fakat TFE ve CTFE ise bozulma sıcaklıklarının altında yeteri derecede yumuşamayacaktır ve yalnızca ısı uygulanmasıyla kaynak edilemeyecektir. Dekapan kullanılması ve basınç uygulanmasıyla kaynak mümkün olabilir. Bu malzemeler kaynaklanırken imalatçıların tavsiyelerine uyulmalıdır.

Kaynaklanabilen bazı plastikler aşağıya sıralanmıştır :

1. Akrilonitril Butadin Stiren - ABS
2. Selüloz Asetat Butirat -CAB
3. Klorlu Polyeter
4. Poliasetal

5. Poliamid - Naylon
6. Polietilen - PE
7. Polipropilen - PP
8. Polivinil Klörür-Rijit plastikleştirilmemiş-PVC
 - Normal Darbe tipi (Tip I)
 - Yüksek Darbe tipi (Tip II)
9. Polivinil Diklörür -PVDC
10. Akrilikler
11. Florokarbonlar
 - Tetrafloroetilen - TFE
 - Florlu etilen-propilen -FEP
 - Poliklorofloro-etilen -CTFE
 - Poliviniliden Florür - PVF

3.2.3. TERMOPLASTİKLERİN KAYNAK METODLARININ SINIFLANDIRILMASI

Termoplastik malzemeler,çeşitli kaynak metodlarıyla birbirlerine birleştirilebilirler.Üstün özelliklerle piyasaya çıkan yeni tip plastikler,aynı zamanda yeni kaynak metodlarının da gelişmesine hız vermektedirler.Bütün yöntemler,temas bölgesine ısı tatbik edilmesi esasına dayanmaktadır. Bununla birlikte,birleştirmeye yardımcı olan başka faktörler de vardır.

Kullanılan ısı kaynağına ve ısının elde edilişine göre,plastik malzemelerin kaynak metodları iki gruba ayrılırlar :

Birinci grup kaynak metodlarında ısı;sıcak gaz akımı veya sıcak bir eleman gibi bir dış kaynaktan temin edilir.Bütün bu tür metodlarda,kaynaklanan yüzeylere ısı transferi konveksiyon,kondüksiyon ve kısmen de radyasyonla olmaktadır.

Diğer grup kaynak metodlarında ise;radyo frekans akımı,ultrasonik,sürtünme,vibrasyon,kızıl ötesi ışın , kimyasal reaksiyon veya nötron ışınları gibi diğer bazı enerji türlerinin,iş parçası içerisinde ısıya dönüşmesiyle kaynak meydana gelir.Tablo 3.5'de,her iki grup gösterilmektedir.

Sonuç olarak bir kaynak metodunun seçiminde; iş parçasının kalınlığı, plastik malzemenin fiziko kimyasal özellikleri, eşyanın dizaynı, imal ölçüsü v.b. özellikler önem arz etmektedir. Kaynak işlemi neticesinde, kaynaklanan malzemenin mekanik özelliklerinin, mümkün olduğu kadar ana malzemenin mekanik özelliklerine yakın olması önemlidir.

Plastik Malzeme Kaynağı :

Aynı veya farklı cinsten termoplastik, yani sertleşmiyen plastik malzemeyi, ısı ve basınç kullanarak aynı cinsten bir plastik malzeme ilave ederek veya etmeyerek birleştirmektir. Kaynak işlemi, kaynak yapılacak parçaların birbirine temas eden yüzeylerinin sıcak plastik (vizkoz akışkan) hale geldikleri sıcaklık aralığında yapılır. Bu esnada, sınır yüzeylerdeki serbest hareketli molekül zincirleri biribiri içerisine akarak kümeleşirler.

Tablo 3.5 - Plastik Malzeme Kaynak Metodları

1. Direkt Isı Kaynağı	2. Endirekt Isı Kaynağı
- Sıcak Gaz Kaynağı	- Sürtünme Kaynağı
- Sıcak Eleman Kaynağı	- Vibrasyon Kaynağı
- Ekstrüzyon Kaynağı	- Ultrasonik Kaynak
	- Yüksek Frekans (RF) Kaynağı
	- İndüksiyon Kaynağı
	- Kızıl Ötesi Işın Kaynağı
	- Nükleer Kaynak
	- Lazer Işın Kaynağı
	- Termokimyasal Reaksiyon Kaynağı

4. S I C A K G A Z K A Y N A Ğ I

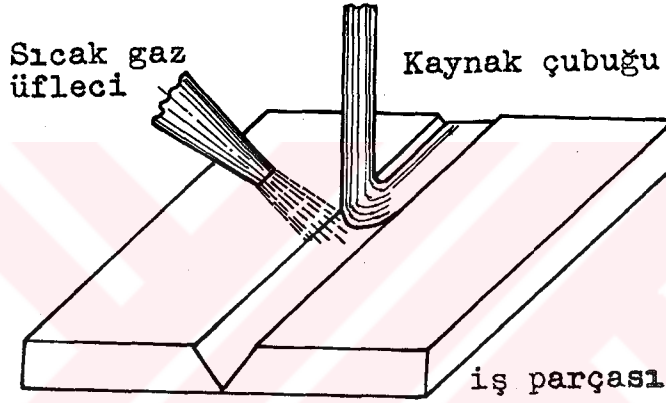
4.1. SICAK GAZ KAYNAĞININ PRENSİBİ

Endüstride imal edilen plastik malzemelerin hızla gelişmesine etki eden faktörlerin en önemlilerinden birisi de sıcak gaz kaynağının çok yönlülüğüdür. Bu kaynak işlemi ;aşınma dayanımı,hafif ağırlık,dielektrik özellikler ve arzu edilen iyi darbe mukavemeti özelliklerine sahip plastiklere uygulanabilmektedir. Şekil 4.1'de sematik olarak gösterilen sıcak gaz kaynağı,birçok yönlerden metalik malzemelerin oksii-asetilen kaynağına benzemektedir.Plastik malzemelerin kaynağında dekapan kullanmaya gerek yoktur.Metallerin kaynağında olduğu gibi burada da kaynak ağzının hazırlanması ve birleştirilecek kenarlara eğiklik verilmesi gerekir. Birleştirmeler;alın,dolgu ve bindirme şekillerinde olmaktadır.Kaynak için gerekli olan ısı; metallerde gaz alevinden sağlandığı halde,plastiklerde ısıtılan bir gazdan sağlanmaktadır.Metaller kesin bir ergime noktası göstermelerine karşılık, plastikler yumuşamaya başlama ile yanma veya kömürleşme sıcaklıkları arasında geniş bir sıcaklık aralığı gösterirler.

Termoplastikler zayıf ısı ileten malzemeler oldukları için bağlantıda baştan başa üniform bir ısının elde edilmesi güçtür. Malzemenin yüzey tabakasının altındaki kısımlar yeteri kadar yumuşamadan evvel esas malzemenin veya kaynak çubuğunun yüzeyleri yanabilir veya kömürleşebilir.

Plastik kaynak çubukları,kaynak yapıldıktan sonra da hemen hemen aynı göründüklerinden dolayı,yapılan bir plastik kaynağı,kusurlu olarak ortaya çıkabilir. Bunun sebebi ise,kaynak çubuğunun sadece dış yüzeyleri yumuşarken,merkezinin yumuşamayıp sert kalabilmesidir. Çubuğa basınç uygulanması ve onun birleşme bölgesine beslenme siyle sürekli bir bağ meydana gelir.Isı mabainin uzaklaştırılmasından sonra,kaynak dikişinin her iki yanındaki erimiş akış çizgileri hariç çubuğun görünüşü,kaynak öncesi ile aynıdır.

Sıcak gaz kaynağı, tercihen 1,59 mm (1/16") den daha kalın termoplastik malzemelerin kaynağında kullanılan bir yöntemdir. Birleştirilecek olan termoplastik levhaların kaynağı genellikle bir kaynak çubuğu kullanılarak yapılır. Bazan ilave malzeme kullanmaksızın da sıcak gaz kaynağı yapılabilir. İşlem; sıcak gazın birleştirilecek olan kenarlar ve kaynak çubuğu üzerine yönlendirilmesi neticesinde, parça yüzeylerinin ve çubuğun beraberce yumuşayıp erirken homojen bir bağın oluşması esasına dayanmaktadır.



Şekil 4.1 Sıcak gaz kaynağının yapılışı (24)

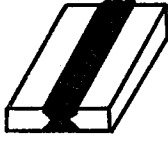
4.1.1. BİRLEŞTİRME ŞEKİLLERİ VE KAYNAK AĞZI HAZIRLAMA

Plastik malzemelerin sıcak gaz kaynağında, metalik malzemelerin kaynağına benzer şekilde alın, köşe, kenar, T ve bindirme birleştirmeleriyle yapılmaktadır. Şekil 4.2' de bu tür birleştirmeler görülmektedir.

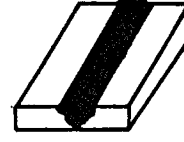
K a y n a k A ğ z ı H a z ı r l a m a

1. Alın, köşe, kenar ve T birleştirmeleri ;

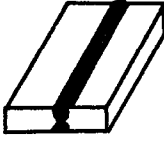
Plastik malzemelerin alın, kenar, T ve köşe birleştirmeleri için kaynak ağızları, Şekil 4.3' de gösterildiği gibi bir testere, taşlama makinası, planya veya torna gibi makineler kullanılarak hazırlanmalıdır. Eğer işlem el ile yapılacaksa; bir eğe veya el planyası ile kaynak ağızları



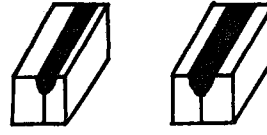
Alın kaynağında, çok pasolu x dikişi



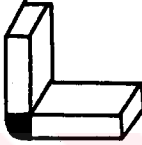
Alın kaynağında, çok pasolu v dikişi



Alın kaynağında x dikişi



Kenar kaynağı



Köşe kaynağı

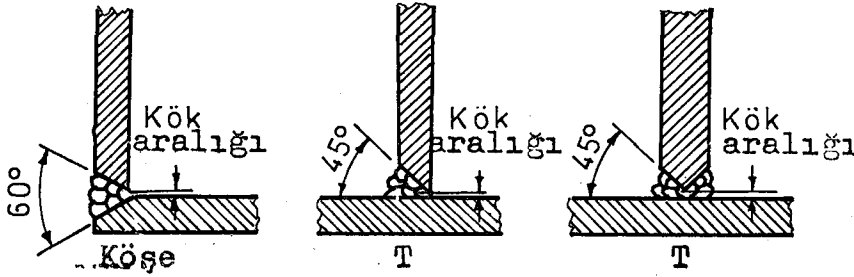
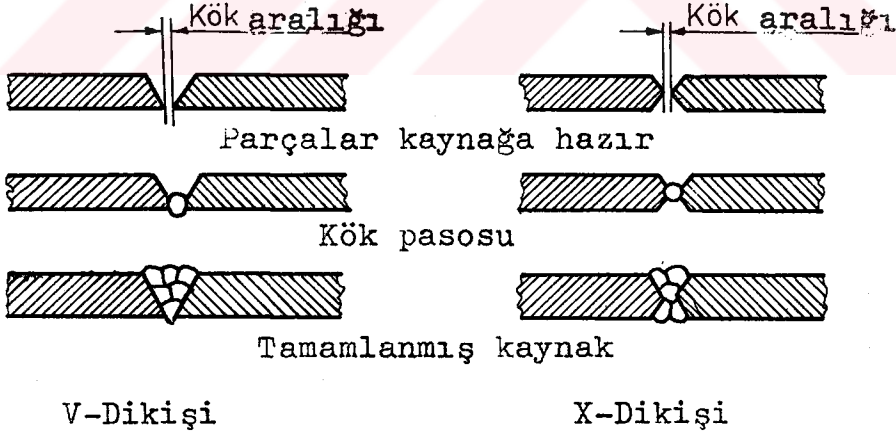


Bindirme kaynağı



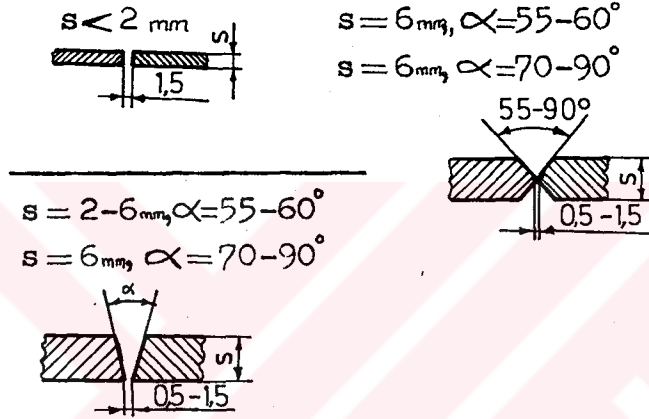
T-kaynağı

Şekil 4.2 Sıcak gaz kaynağında kullanılan birleştirme çeşitleri (24)



Şekil 4.3 Kaynak ağızlarının hazırlanması (24)

hazırlanabilir. V-dikişi yapılacağı zaman ,yaklaşık 60 lik bir eğimle kaynak ağızlarının hazırlanması gerekir. Şekil 4.4 'de alın birleştirmeleri için parça kalınlıklarına bağlı olarak,açılar ve kök aralıkları gösterilmiştir. T-birleştirmelerinde iyi bir bağ temini için 45° lik ağızlar hazırlanmalıdır.İyi bir kaynak nüfuziyeti sağlamak için,birleştirilecek iki kenar arasında bir kök aralığı bırakılmalıdır,kök yüzeyine gerek yoktur.Kök aralığının genişliği,iş parçasının kalınlığına bağlıdır.



Şekil 4.4 Alın birleştirmelerinde parça kalınlıklarına bağlı olarak,açı ve kök aralıkları(14)

İyi bir kaynak elde edebilmek için,birleştirilecek yüzeyler dikkatle temizlenmelidir.Yüzeyler bütün pisliklerden,toz,yağ,nem v.b.yabancı maddelerden arındırılmalıdır.Mesela,yüzeylerdeki yağlar asetonla giderilebilir.Kaynaklanacak yüzeylerin temizlenmesinde solventler kullanılmamalıdır.Çünkü bunlar kenarların yumuşamasına , gerilme çatlamlarına ve kötü kaliteli bir kaynağın meydana gelmesine sebep olurlar.Kaynaklı parçanın mukavemeti,iş parçasının kaynaklanacak olan yüzeylerindeki prüzlülüğe de bağlıdır.Yüzeydeki parlak kısımlar bir zımpara kağıdı veya rende ile giderilerek,kaynaktan önce yüzeylerin prüzlendirilmesi gerekir.

Nispeten kalın parçalarda,alın birleştirmeleri tercih edilir.Bindirme,T ve köşe birleştirmelerini yapmak daha güçtür. X -kaynak ağızı hazırlandığında, V - kaynak

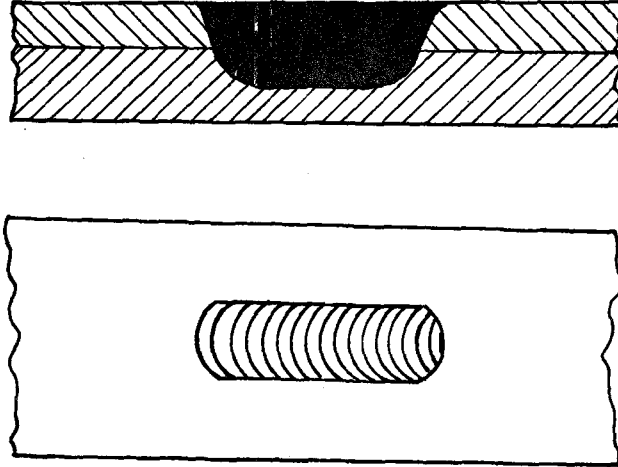
ağız hazırlamaya göre, 1/2 oranında daha fazla kaynak çubuğuna ihtiyaç vardır. Pratik olarak görülmüştür ki X-bağlantıları, V-bağlantılarına göre daha mukavemetlidir. Hazırlanan kaynak ağzının açısı, bağlantının mukavemetini doğrudan etkilemektedir. Bu açı büyüdükçe, bağlantının da mukavemeti artar. Çünkü, kökte daha iyi nüfuziyet elde edilir. Ancak, bu durumda da kaynak hızı düşmektedir.

2. Bindirmeli birleştirmeler ;

Bindirmeli birleştirmeler, çok az ön hazırlığa ihtiyaç gösterirler. Bu da; kaynağa başlamadan önce, kaçınılmaz olan bütün pislilikleri kaynak yüzeylerinden uzaklaştırmaktır. Parçalar beraberce puntalanmalı veya parçaları uygun konumda tutacak takımlar kullanılmalıdır.

3. Delik Kaynağı ;

Şekil 4.5 'de gösterilen ve plastik endüstrisinde rozet kaynağı olarak da bilinen delik kaynakları, yüzey temizliği ve istenen boyutta ve yerde delik açılmasından başka, az bir ön hazırlığı gerektirir. Daha sonra, plastik kaynak çubuğu ile delik doldurulur ve böylece kaynak tamamlanır.



Şekil 4.5 Delik kaynağı (2)

4.1.2. PUNTALAMA

İş parçalarını,kaynak tamamlanana kadar aynı hizada tutmak için punta kaynağı yapılır.Plastik malzeme kaynağında,puntalama iki şekilde yapılabilir.

1. Elle kullanılan bir sıcak gaz kaynak üfleci ve küçük çaplı bir kaynak çubuğu ile,

2. Kaynak üflecinde bir punta ucu kullanmakla,

Puntalama ucu,kaynak üflebine bağlanmış sivri uçlu bir papuçtur ve o,üfleçten gelen sıcak gazla ısıtılmak - tadır.Isıtılan uç,basınçla plastik malzemeye doğru yak - laştırılır.Böylece,malzeme yumuşayacak ve beraberce erimeye sebep olur.Puntalama ucunun; hız,düzensizlik ve şayet,kaynak çubuğuyla kaynak yapıldığında ortaya çıkabilecek olan zayıf bağlantı ihtimalini ortadan kaldırma gibi önemli üstünlükleri vardır.

4.2. ELLE YAPILAN SICAK GAZ KAYNAĞI

Plastiklerin elle yapılan sıcak gaz kaynağında, bir elle kaynak çubuğu bastırılırken,diğer elle tutulan üfleçten gelen sıcak gazla esas malzeme ve kaynak çubuğu ısıtılır.Isı ve basıncın ,sürekli ve uygun bir denge sağlanacak şekilde ayarlanması gerekir.Aşırı ısı,malzemenin erimesine,kömürleşmesine veya bozulmasına sebep olur.Çok fazla basınç uygulanması durumunda ise,dikişin yayılmasına sebep olunur.İyi bir kaynak yapabilmek için;sıcaklık,basınç,açı ve kaynak hızının iyi ayarlanması gerekir.

Kaynağa hazır bir üfleçte,sıcak gaz uçtan akarken uca 6,3 mm (1/4 in.) mesafede tutulan bir termometre hazinesi yardımıyla ,gaz sıcaklığı ölçülebilir.Genelde,sıcak gaz 205-482°C sıcaklıklar arasında üfleç ucunu terkeder.PVC kaynağı yapılırken,malzeme sönük sarı bir renk alana kadar (yaklaşık olarak 4 saniye) bir ön ısıtmaya tabi tutulur.Ön ısıtma neticesinde kaynak hızı da artacaktır.Ön ısıtmalı çubuklar daha büyük çapta olabilirler.Ön ısıtmalı kaynak çubukları kullanılarak; 4 mm kalınlığında ve V-kaynak ağzı açılmış rijit PVC levhalar,ısıtmasızlardan daha hızlı kaynaklanabilirler.

Sıcak gaz kaynağında kullanılan kaynak çubukları, kaynaklanacak iş parçaları ile aynı malzemeden imel edilirler. Fakat bunlar, büyük miktarda (% 8,5) plastikleştirici ihtiva ederler. Bunun sebebi de, çubuğun yumuşama noktasını düşürmektir. Genellikle 2,3,4 ve 5 mm çaplarda dairesel kesitli kaynak çubukları kullanılmaktadır. Son olarak ortaya çıkan üçgen çubuklar, köşe kaynaklarında tercih edilirler. Üçgen çubuklar, değişik genişliklerde olabilirler ve bir pasoda kaynağı tamamlayabilirler. Bu çubuklarla yapılan birleştirmelerde, görünüş daha düzgün olur. Ayrıca tank v.b. gibi depoların kaynağında, porozite meydana gelmesini önlerler. Yarı otomatik veya yüksek hız tipi üfleçlerde, yassı çubukların kullanımı idealdir. PVC veya polipropilen depoların astar malzemesinin yüksek hız kaynağı için yuvarlak çubuk yerine, yassı çubuklar kullanılabilir. Önemli kaplamalarda yeterli mukavemet, tek bir paso ile sağlanabilir. Sıcak gaz kaynağında kullanılan kaynak çubukları; ya belirli bir boyda kesilerek paketler halinde veya kesilmeksizin kangal şeklinde sarılmış olarak temin edilirler.

Kaynak çubuğunun çapı; kaynaklanacak levhaların kalınlığına, kaynak ağzının hazırlanış şekline ve istenen mukavemete bağlı olarak seçilir. Kalın levhalar için tercih edilebilecek çubuk çapı 3,5 mm'dir. Daha kalın çubuklar seçildiğinde, bağlantının mukavemeti düşer. Kökte daha iyi bir nüfuziyet için, 2-2,5 mm çaplı çubuklar kullanılmalıdır. Çift çubuk v.b. ile de kaynak mukavemeti ve hızı artırılabilir. Kaynak yüzeyleri ve kaynak çubuğu, yüzeyden hızla ısıtılmalıdır. Çünkü, plastik malzemeler ısıyı iyi iletmezler. İyi bir kaynak elde edebilmek için, çubuğun merkezinin de ısınması gerekir.

Kaynağa başlarken, kaynak çubuğunun ucu 60°'lik bir açıyla kesilerek, uç kısımda ince bir kama temin edilir. Şekil 4.1'de görüldüğü gibi çoğu plastiklerin kaynağında kaynak çubuğu, ana malzemeye 90°'lik bir açı ile tutulur. Bununla birlikte polietilen, polipropilen, klorlu polyeter,

florokarbonlar v.b. termoplastik malzemeler kaynaklanırken, bu açı 45° olmalıdır.

Kaynak yüzeyleri ve kaynak çubuğu, yeteri derecede yumuşadığı ve yapışma meydana geldiğinde; kaynak başlatılabilir. İyi bir ısı dengesini sürdürmek için, üflece diki- ne yelpazeleme veya zikzak şeklinde bir hareket verilir. Böylece çubuk ve iş parçaları eşit bir şekilde ısınırlar. Aynı zamanda çubuk, kaynak banyosuna doğru hafif bir kuvvetle bastırılmalıdır. Kaynak çubuğu ve ana malzemenin bulunduğu yerde erime meydana geldiğinde, çubuk bükülecek ve ileri doğru harekete başlayacaktır. Aşırı ısıtılmış bir çubuk kauçuklaşır ve üniform bir basınç uygulanmasını fiilen imkansız kılar. Kaynak yüzeylerinin aşırı ısıtılması, onun erimesine ve kömürleşmesine sebep olur. Böylece tatminkar olmayan bağlantılar meydana gelebilir.

Plastik malzeme kaynağında asıl önemli olan iyi bir başlangıçtır. Çünkü çoğu başarısızlıklar başlangıç noktasında olur. Bu sebepten dolayı çok pasolu kaynaklarda, başlangıç noktasında daha yavaş davranılması tavsiye edilir.

Kaynak başlatıldıktan sonra üflece, ana malzeme ile kaynak çubuğu arasında yaklaşık olarak saniyede iki tam salınım yaptırılmalıdır. Çubuk ile ana malzeme arasındaki kütle farkı yüzünden ısı, 3 mm'lik çubuk kullanıldığında tüm sürenin % 60'ı, 4 mm'lik çubuk kullanıldığında ise tüm sürenin % 40'ı oranında iş parçası üzerine teksif edilmelidir. Üflecin salınımları; çubuğun 12 mm'sini ve kaynak ağzının 9 mm'sini ısıtacak şekilde ayarlanmalıdır. Ortalama kaynak hızı, saatte 10-15 m kadardır. Daha düşük hızlarda, ısıtma zamanı daha uzun olur ve kaynak çubuğu ile iş parçasının her ikisi de aşırı ısınabilir. 15 m/h 'ın üzerindeki hızlarda, çubuk ve parçaların yeteri kadar ısınmasına vakit kalmayacaktır. Her iki durumda da mukavemet düşer.

Bir kaynağı bitirmek için tüm ileri hareket durdurulmalı ve iş parçası ile kaynak çubuğunun kesitine

hızlı bir ısı uygulanması gereklidir.Çubuk üzerindeki basınç birkaç saniye devam ettirilir.Böylece çubuğun soğumasına müsaade edilerek,iş parçasından dikişin kopma veya yırtılma ihtimali önlenmiş olur.Kaynaktan sonra dikiş soğumaya bırakılmalıdır.Ancak suni soğutma yapılması durumunda,bilhassa 10 mm'den daha kalın levhalarda çatlama - lara sebep olur.

Kaynak devam ettirilecekse,birikmiş olan malzeme 30° lik bir açı ile kesilmelidir.Bir çubuğu diğer birine birleştirirken,yeni çubuk 60°'lik bir açı ile kesilir ve eski çubuğa kaynaklanır.

Üfleç ucu ve iş parçası yüzeyi arasındaki açı,malzemenin kalınlığına bağlı olarak seçilir. 5 mm'den daha ince levhalarda uç açısı ,tercihen 20-25°,10-20 mm kalınlığındakilerde ise 30-45° arasında olmalıdır.Üfleç ucu ile iş parçası arasındaki mesafe 5-8 mm arasında olmalıdır.Böylece iş parçası ile kaynak çubuğu arasında sıkı bir bağ oluşur.

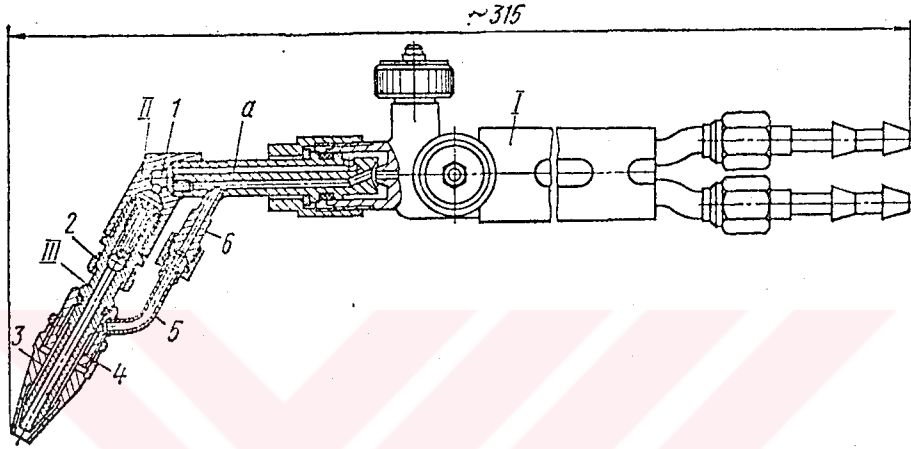
İş parçasının kaynak yüzeylerini ve kaynak çubuğunu kaynak sıcaklığına ısıtmak için kaynak üfleçlerinde çeşitli gazlar kullanılmaktadır.Bunlar; sıkıştırılmış hava , azot,hidrojen,karbondiyoksit,argon,asetilen ve oksijen gibi gazlardır.PVC malzemeler hava ile kolaylıkla kaynaklanabilmektedirler.Hava kullanıldığında oksidize olmaya meyilli olan diğer bütün malzemeler bir inert gaz (ekseriya azot gazı) kullanılarak kaynaklanabilirler.Kullanılan gaz veya hava kuru ve yağsız olmalıdır.Yağ sadece üflecin ısıtıcı elemanını tahrip etmekle kalmaz,aynı zamanda kaynak kalitesini de etkiler.

Sıcak gaz kaynağında iki tür üfleç kullanılmaktadır:

1. Elektrikle ısıtmalı üfleçler
2. Gazla ısıtmalı üfleçler

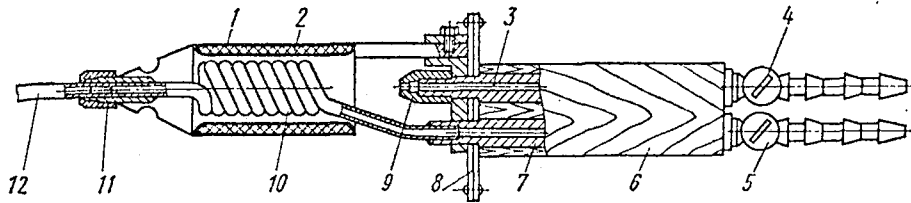
Elektrikle ısıtmada,bir direnç elemanı kullanılır.Alevle ısıtmada ise,yanıcı gazın yanmasıyla ısı elde edilir.Gaz ısıtmalı üfleçler ;direkt ısıtmalı veya indirekt

ısıtmalı türlerde olabilirler.Şekil 4.6 'da görülen direkt ısıtmalı gaz üfleçlerinde kaynak gazı,yanıcı gazın yanma ürünleriyle karışıktır.Şekil 4.7 'de görülen indirekt ısıtmalı gaz üfleçlerinde ise ısı,kaynak gazına duvarlardan transfer olmaktadır.Şekil 4.8 'de de elektrikle ısıtılan bir üfleç görülmektedir.Elektrikle ısıtılan üfleçlerde voltaj,emniyet açısından 36 voltu geçmemelidir.Bunun



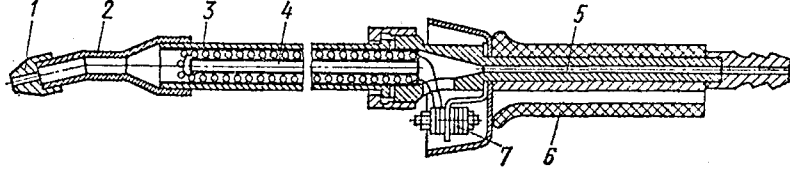
Şekil 4.6 Direkt ısıtmalı gaz üfleci (14)

için de kademeli transformatörler kullanılır.Elektrikle ısıtılan üfleçlerin verimi % 60'dır.Bunların yapımı kolaydır.Açık alev olmadığından,kapalı yerlerde de yanıcı malzemelerin kaynağında kullanılabilir.Bu üfleçlerde;



Şekil 4.7 İndirekt ısıtmalı gaz üfleci (14)

yanma odasının ilave ağırlık yapması,üflecin ağırlığını ve ölçülerini büyütmesi de bunların mahzurlarındandır. Bu da,dar yerlerde kullanılmasını güçleştirir. Elektrikle ısıtılan üfleçlerle kaynak yaparken bir hava besleyicisine,bir elektrik besleyicisine ve bir de reostaya ihtiyaç vardır.Arazi şartlarında; elektrik bir aküden,kaynak havası da bir araba kompresöründen temin edilebilir.



Şekil 4.8 Elektrikle ısıtmalı üfleç (14)

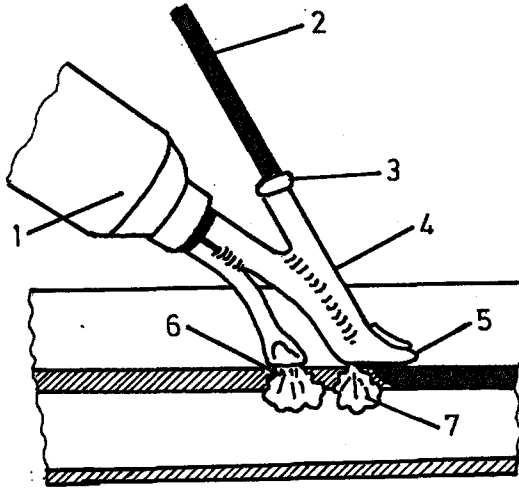
İndirekt ısıtılmış bir gaz üflecinde hava, bir yanıcı gaz tarafından ısıtılır. Genel kullanım için elektrikle ısıtılan üfleçler daha üstündür. Gaz ısıtmalı üfleçlerin en büyük mahzurları kullanılan gazların alev alabilir ve patlayabilir nitelikte olmasıdır. Kullanılan kaynak üflecinin tipi ne olursa olsun, 200-300 °C'lık sıcaklıkları ve yeterli kaynak gazını temin etmelidir. Normal basınçlar, 0,4-1,0 atü'ye kadar değişir.

4.3. YARI OTOMATİK SICAK GAZ KAYNAĞI

Yarı otomatik sıcak gaz kaynağına, yüksek hız kaynağı da denmektedir. Kaynak işleminde, yüksek hız kaynak üfleçlerinin kullanılmasıyla daha yüksek hızlar elde edilmektedir. Yüksek hız üfleçlerinin ucunda, iki ayrı sıcak gaz akışı elde edilir. Bunlardan birisi kaynaklanacak olan yüzeyleri, diğeri ise kaynak çubuğunu ısıtır. Yarı otomatik sıcak gaz üfleçlerinde, kaynak çubuğu üfleç üzerindeki bir borudan beslenir, böylece ön ısıtma uygulanır. Ön ısıtma kaynak kalitesini iyileştirir ve kaynak hatalarını önler. Şekil 4.9'da böyle bir sıcak gaz üfleci görülmektedir.

İş parçasının kaynak yüzeylerinin ön ısıtılması ise, erime bölgesinin ilerisinde bulunan uçtaki bir lüle içinden çıkan sıcak gaz akımı vasıtasıyla sağlanır. Ucun sonundaki sivri papuç, çubuğun üzerine üniform bir basınç uygulamak suretiyle çubuğu düzleştirir. Böylece üniform görüşlü bir kaynak dikişi meydana getirilir.

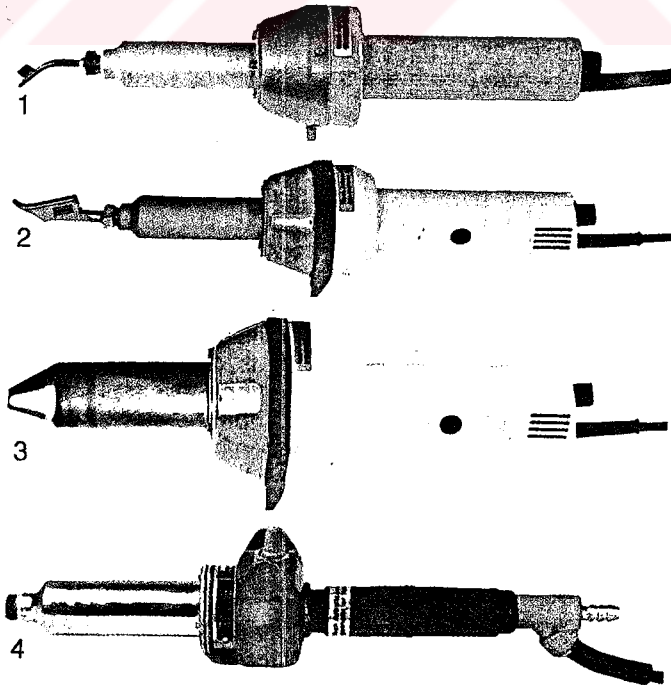
Yarı otomatik sıcak gaz kaynağı metoduyla, el ile yapılan sıcak gaz kaynağından daha yüksek hızlar elde edilebilir. Kaynakçılıkta yaklaşık olarak saatte, 60 m'lik



1. Elektrikli üfleç
2. Kaynak çubuğu
3. Hız ucu
4. Tüp içerisinde ısıtılan çubuk (ön ısıtma)
5. Basıncı temin eden papuç
6. Kaynak bölgesinin ön ısıtılması
7. Sıcak gaz hüzmesi

Şekil 4.9 Yarı otomatik sıcak gaz üfleci (24)

hızlar elde edilebilir. Yarı otomatik sıcak gaz kaynağında kullanılan uçlar, tatminkar bir kaynağı başarabilmek için gerekli olan uygun ısı ve basınç dengesini verecek şekilde dizayn edilirler. İşleme başladıktan sonra uç, bağlantı boyunca hareket ettirilirken, kaynak çubuğu da uca beslenmektedir. Şekil 4.10'da sanayide kullanılan sıcak gaz üfleçleri görülmektedir.

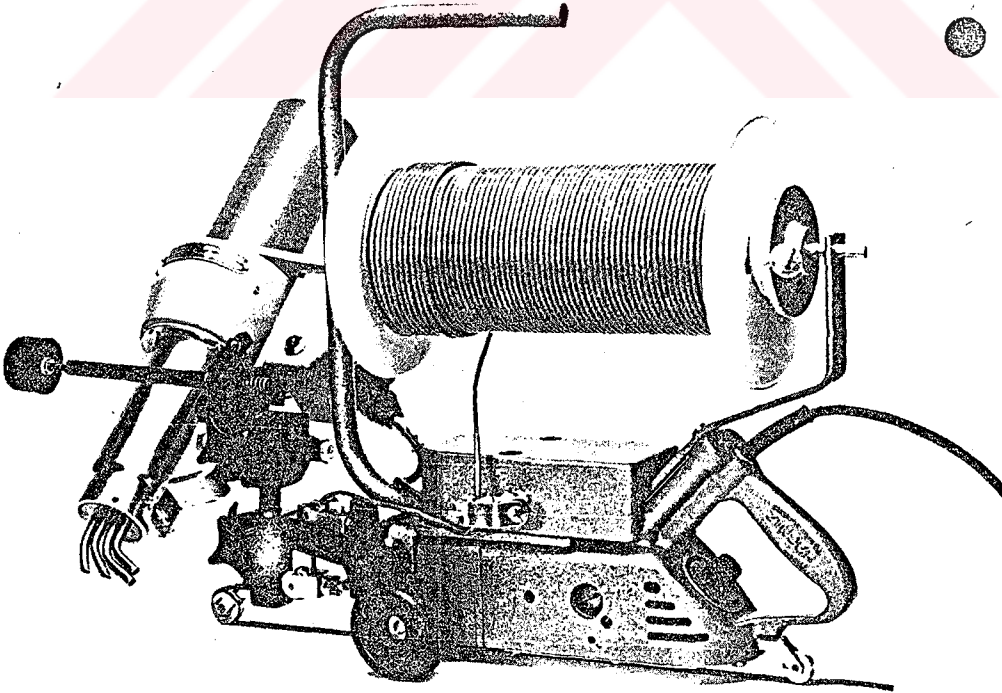


Şekil 4.10 Sanayide kullanılan sıcak gaz üfleçleri (25)

Kullanımının kolay olması ve daha az operatör becerisi gerektirmesi, yüksek hız kaynağının üstünlükleri arasındadır. Optimum kaynak mukavemetine gerek duyulmayan yerlerde uzun ve düzgün kaynak dikişleri elde edilebilir. Yön değiştirmenin zor olması ve köşelerde nüfuziyet temin etmenin güç olması da işlemin, mahzurları arasındadır.

Son zamanlarda sıcak gaz kaynağı için, otomatik kaynak makinaları da imal edilmiştir. Bu tür kaynak makinalarıyla, 2 - 8 m/dak.'lık kaynak hızları elde edilebilir. 550 l/dak.'lık gaz besleme ünitesine sahip olan bu makinalarda, kaynak gazının sıcaklığı 600 °C'a kadar çıkabilmektedir. Şekil 4.11'de bu tür, bir sıcak gaz kaynak makinası görülmektedir.

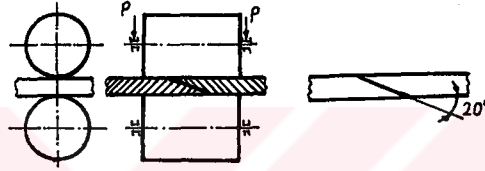
Otomatik sıcak gaz kaynak makinaları, bilhassa PVC döşeme kaplamalarında geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bu kaynak makinalarıyla, su geçirmez ve düzgün kaynak dikişleri elde edilir.



Şekil 4.11 Otomatik sıcak gaz kaynak makinası (25)

4.4. İLAVE MALZEMESİZ SICAK GAZ KAYNAĞI

İlave kaynak çubuğu kullanmaksızın sıcak gaz kaynağı yapıldığında;işlem çok hızlanır ve bağlantının mekanik özellikleri yükselir.Bu teknikle yapılan birleştirmelerde kaynak hızı,levha kalınlığına bağlı olarak 12 - 20 m/h'dir.Bağlantının mukavemeti,ana malzemenin % 80'i ile % 90'ı kadardır.Darbe direnci ise aynı kalmaktadır.Bu teknik daha çok,film malzemelerde bindirme bağlantıları yapmak için kullanılır.Böyle bir teknik aşağıda şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.12 İlave malzemesiz sıcak gaz kaynağı (14)

Kaynaktan önce 20°'lik bir eğimle kaynak ağızları -nın hazırlanması gerekir.Hazırlanan kaynak ağızları,biri diğerinin üzerine binecek şekilde levhalar yerleştirilir.Kaynak ağızları sıcak gaz ile ısıtılarak ,yüzeyler eşit sıcaklığa getirilirler.Sıcak gazı,basınç merdaneleri izleyerek kaynak işlemi tamamlanmış olur.

4.5. ÇOK KULLANILAN BAZI PLASTİKLERİN SICAK GAZ KAYNAĞIYLA BİRLEŞTİRİLMESİ

Polivinil klörürün kaynağında şu faktörler etkilidir:

- Kullanılan PVC tipi -normal veya yüksek darbe tipi,
- Mevcut plastikleştirici miktarı,
- Kullanılan kaynak çubuğunun tipi.

PVC kaynağında,sıcak havanın tatminkar sonuçlar verdiği görülmüştür.PVC'nin kaynağında;sıkıştırılmış hava , azot,hidrojen,karbondiyoksit.ve oksijen gazları kullanılarak,bu gazların kaynağa etkileri araştırılmıştır.Oksijen ile yapılan kaynaklarda en yüksek mukavemet değerleri elde edilmiştir.Kaynaklı bağlantının mukavemeti;sıcaklık,

kaynak gazının akış hızı, uç çapı, kaynak çubuğu çapı, iş parçası kalınlığı gibi kaynak değişkenlerine büyük ölçüde bağlıdır.

PVC, kesin bir ergime noktasına sahip değildir. 80°C'nin üzerinde yumuşar, 180°C'da akmaya başlar. 200-220°C'da vizkoz akışkan duruma geçer. Şayet bu durumda basınç da uygulanırsa, kaynak meydana gelir. Kaynak sıcaklığı, malzemenin bozunmaya başladığı kritik sıcaklığın altında olmasıdır.

Sıcak havanın kaynak bölgesinde yaklaşık 200-220°C'da olabilmesi için, üfleçte 230-270°C'ye ısıtılması gerekir. Hava sıcaklığının kaynak hızına ve bağlantı mukavemetine etkisi, tablo 4.1'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1-Hava sıcaklığının ve kaynak hızının PVC malzemede, kaynağın mukavemetine etkisi (14)

Hava sıcaklığı °C	Kaynak hızı m/h	Çekme mukavemeti x-bağlantısı için, N/cm ²	Bağlantı muk. esas malz.% si olarak	Açıklamalar
210	4,8	1372	25	İndirekt ısıtmalı üfleç
230	8,4	3334	25	Hava basıncı, 0,6 ata.
250	11,4	3188	58	Uç çapı, 2,5 mm
270	13,8	3432	63	Çubuk çapı, 2,5 mm
300	15,0	1667	30	
320	Malzeme	bozunur		

Görüldüğü gibi, kaynak sıcaklığı arttıkça, kaynak hızı artacak ve bağlantı mukavemeti kazanacaktır. Bununla birlikte, 270°C'nin üzerinde malzeme bozulur. 230°C'nin altında ise, bağlantının mukavemeti düşmektedir.

Üflecin uç ölçüsü; levha kalınlığı, çubuk çapı ve hazırlanan kaynak ağzına bağlı olarak seçilir. 3-5 mm

kalınlığındaki levhalarda ucun orifis çapı 1,5 - 2,0 mm , 16-20 mm kalınlığındaki levhalarda ise bu çap 3,5-4 mm olmalıdır.Orifis çapı,kullanılan kaynak çubuğunun çapına eşit olmalıdır.Aksi takdirde,çubuk uygun olarak ısıtılamaz ve kaynak mukavemeti düşer.

Plastiklerin alın kaynağında mukavemet;esas malzemenin kesmede % 65'i,çekmede % 75'i,basmada % 85'i ve eğmede %65'i elde edilir.Dolgu kaynağında ve çekme durumunda % 65'dir.Kaynaklanan malzemenin darbe direnci ise,% 10'udur. PVC'nin sıcak gaz dolgu kaynağında,kaynak bölgesi sınırlarında da düşük darbe direnci görülmüştür.

Fiziksel özelliklerdeki farklılıklar,oksidasyon direnci ve plastiklerin farklı vizkozitelere (ergidikleri zaman) sahip olmaları,kaynak tekniği bakımından uygun değişiklikleri gerektirir.Polietilen,110°C'da erir ve takriben 400°C'da tutuşur.Ancak, 260°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda polietilenin havayla temas eden yüzeyleri, oldukça çabuk okside olur.Bu yüzden daha yüksek sıcaklıklar tavsiye edilmez.Buna ilaveten,çok yüksek sıcaklıklarda yeterli basınç uygulanamaz.

Polietilenin kaynağında uygulanacak basınçlar, 0,4 - 0,7 kg/cm² arasında değişir.Isıtılmış gazın optimum akış hızı,takriben 60 cm /dak.'dır.Kaynakta daha çok azot gazı kullanılmaktadır.

Saran kaynağında 2 mm'lik kaynak çubuğu tavsiye edilir.Saran için kullanılan sıcaklık,kaynak bölgesinde 200°C'dır.Üfleç sıcaklığı,takriben 300°C'dır.

Polipropilen, 200 C'lık kaynak dikiş sıcaklığı ile kolayca kaynaklanabilir.Bu da 290 - 315°C civarında bir üfleç sıcaklığına tekabül eder.

Akriliklerin kaynağı,PVC kaynağına çok benzer.Fakat, akriliklerin yumuşuma noktalarının yüksek olması nedeni ile daha sıcak üfleçler gerektirirler.Akriliklerin kaynağında,% 10-% 12 fitalat ihtiva eden plastikleştirilmiş kaynak çubukları kullanılmaktadır.Kaynakta,sıkıştırılmış

hava sıcak gaz olarak kullanılmakla beraber ,bazan da azot kullanılmaktadır.

Poliamid, esas malzemenin ergime sıcaklığının yaklaşık olarak 30-50°C üzerine ısıtılmış azotla kaynaklanabilir.

Düşük kaynak mukavemeti, kaynak bölgesi ve yakın bölgelerde plastikliğin azalması, özellikle kalın levhalarda düşük kaynak hızları, aşırı ısınma tehlikesi ve kaynağın büyük ölçüde operatörün tecrübesine bağlı olması sıcak gaz kaynağının mahzurlarındandır.

Sonuç olarak, oksidasyon ve diğer problemlerden dolayı sıcak gaz kaynağı; genellikle yüksek basınçlı boruların kaynağında kullanılmaz. Bununla birlikte, basınçsız boru ve diğer sıvı iletim bölümlerinde kullanılmaktadır. İşlem, boru kaynağı için sıcak eleman kaynağından daha hızlıdır ve ekseriya sıcak eleman kaynak makinası ile güç kaynaklanan uzun mesafeler için kullanışlıdır. Sıcak gaz kaynağı, sıcak eleman kaynağı ile daha üstün kaliteli kaynağın mümkün olmadığı düşük gerilimli levha imalatı ve onarım çalışmalarında daha idealdir.

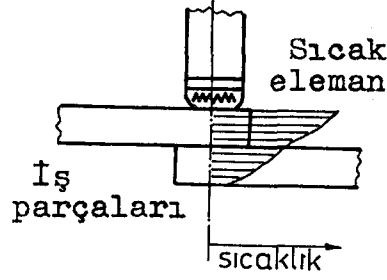
5. S I C A K E L E M A N K A Y N A Ğ I

19960 numaralı DIN normunun birinci sayfasında, sıcak eleman kaynağı şöyle tarif edilmektedir; "Birleşme yüzeylerinin, ısıtıcı elemanın teması ile veya radyasyon ile yeterli derecede ısıtılması ve ilave malzeme kullanarak veya kullanmayarak, sonradan basınç altında kaynaklanma - sıdır."

Genelde, kaynak yüzeylerine ısının temin ediliş şekline göre iki tür sıcak eleman kaynağı yapılmaktadır:

1. Direkt sıcak eleman kaynağı,
2. İndirekt sıcak eleman kaynağı.

İndirekt sıcak eleman kaynağında, sıcak elemandan birleşme yüzeylerine ısı transferi, iş parçası cidarlarından yapılmaktadır. Şekil 5.1'de bu teknik şematik



Şekil 5.1 İndirekt sıcak eleman kaynağının prensibi(20)

olarak görülmektedir. Termoplastik malzemelerin ısı iletkenlikleri gerçekten çok kötü olduğu için, indirekt sıcak eleman kaynağı sadece 1 mm'ye kadar kalınlıktaki iş parçalarında veya film malzemelerin kaynağında kullanılmaktadır.

Pratik uygulamalarda direkt sıcak eleman kaynağı, daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu işlemde, kaynak yüzeylerinin yumuşaması, ısıtıcı elemanın direkt teması ile olmaktadır. Yöntemin önemli bir üstünlüğü de; sıcak eleman, kaynak bölgesinin geometrisine uyduruluncaya kadar, kaynaklanacak parçaların birleşme yüzeyindeki deformasyon ve düzgünlüklerin erimesinin mümkün olmasıdır.

Bu tekniğin diğer bir üstünlüğü de; sıcaklık nüfuziyet zamanının olduğu kadar, ısıtıcı elemanın sıcaklığı vasıtasıyla erimiş malzemenin sıcaklığının belirlendiği durumlarda direkt sıcak eleman kaynağı tek metoddur. Kaynak için gerekli olan plastikleşmiş malzeme miktarı ve vizkozitesi hassas olarak belirlenmeli ve böylece kaynaklı birleştirmenin kalitesi kesin olarak temin edilmelidir.

Direkt sıcak eleman kaynağının biraz daha farklı özel bir şekli de; kaynak yüzeylerinin radyasyon veya konveksiyonla ısıtılmasıdır. Sıcaklık ve ısıtma zamanı parametrelerini hassas bir şekilde ayarlamak suretiyle, kaynak yüzeylerinin plastikleşebilecekleri bir mesafeye ısıtıcı elemanı yerleştirilerek kaynak işlemi tamamlanır.

Bu işlem daha çok, kaynaklanacak plastik iş parçalarının erimiş haldeki vizkozitelerinin çok düşük olduğu 47

durumlarda uygulanır.Böyle durumlarda eriyen plastik malzeme;sıcak elemanın yüzeylerine,esas malzemenin mukavemetinden daha kuvvetli olarak yapışır.Bu ise,parçaların sıcak elemandan çekilmelerinde yırtılma tehlikesine sebep olur.Sıcak elemanın yüzeylerine yapışan malzeme tortuları,tekrarlanan kaynak işlemleri esnasında uygun ısı etkisi ile bozulabilecek ve böylece sürekli olarak kaynak mukavemetini düşürecektir.

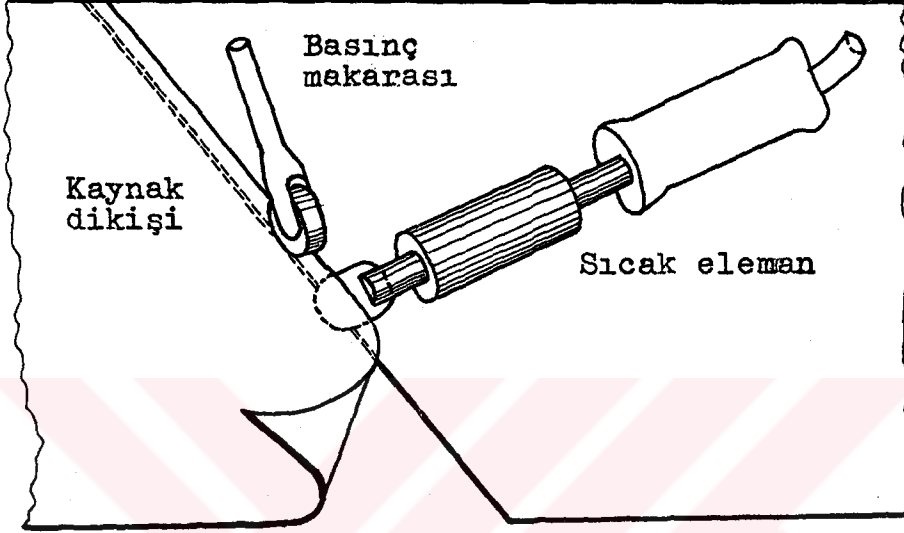
Bu metod, ısı transferinin şiddetini azalttığından dolayı,direkt temasla yapılan kaynaktan daha az ekonomiktir. İşlem,boyutsal olarak da; küçük döküm parçalarına uygulanabilir olmasıyla sınırlıdır.Tecrübeler,boyutların büyümesi ile kaynak şartlarındaki eşitsizliklerin de arttığını ve radyasyonun her yerde eşit olarak sağlanamadığını göstermiştir.

İlave malzeme kullanılarak yapılan sıcak eleman kaynağı,döküm parçaların seri imalatında pratik olarak kullanılmamakla birlikte,çok seyrek olarak özel durumlar için,bazı mühendislik cihazlarının imalatında kullanılmaktadır.

Sıcak eleman kaynağında,elektrikli bir şerit ısıtıcı, sıcak bir plaka,halka çubuk veya lehim havyası gibi bir ısı membaı vasıtasıyla,plastik parçalar kaynak sıcaklığına ısıtılırlar.Yüzeyler ergiyince,ısı membaı uzaklaştırılır ve parçalar hafif bir basınç altında hızla birleştirilirler.Basınç,bağlantı soğuyana kadar sürdürülür.Bütün işlem 5-15 sn. gibi kısa bir sürede tamamlanır.Birleşme işleminde en önemli etkenlerden birisi de,parçaların sıcak elemandan uzaklaştırılması ile basınç uygulanması arasında geçen zamandır.Bu süre, 1-2 sn. gibi mümkün olduğu kadar kısa olmalıdır.Çünkü bu durumdaki gecikme,zayıf bir kaynağa sebep olabilir.

Şekil 5.2'de görüldüğü gibi,herhengi bir lehim havyasına tutturulmuş bir papuç kullanmak suretiyle plastik levhaları kaynaklamak mümkündür.İşlem ,depoların plastik

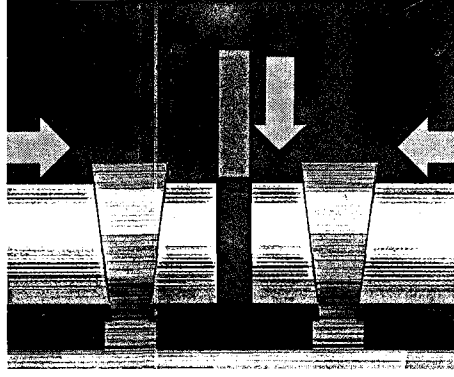
levhalarla astarlanmasında yaygın olarak kullanılmakta -dır. Isıtılan papuç, yüzeyler arasından ağır ağır çekilerek parçalar birleştirilirler. Bir makara yardımıyla da kaynak bölgesine basınç uygulanır. Papuçlar, birleştirilecek levhaların kalınlığı ve dış hattına uyacak şekilde dizayn edilmelidir.



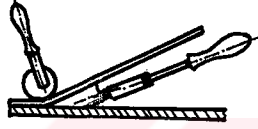
Şekil 5.2 Levhaların sıcak eleman yöntemi ile kaynağı

Şekil 5.3'de, sıcak eleman kaynak yöntemiyle boruların alın kaynağı görülmektedir. İşlem, ya kaynak atelyesinde veya üretim alanında minimum donatımla, hızlı olarak ve ucuz bir şekilde yapılabilir. Sıcak elemanın her iki yüzeyine, boru uçları ya temas ettirilir veya ona 3 mm mesafede yerleştirilmek suretiyle kaynaklanabilirler. Her iki yöntemde de, yapılan işlemler aynıdır. Boru uçları, ergiyinceye kadar ısıtılırlar ve daha sonra sıcak eleman uzaklaştırılarak, boru uçlarına hafif bir basınç uygulanır. Bu basınç, birleşme soğuyana kadar sürdürülür.

Diğer bir yöntem de, birleştirilecek yüzeylerin içten ardışık ısıtma ile kaynaklanmasıdır. Bu yöntem, şekil 5.4'de görülmektedir. Burada, sıcak kama birleştirilecek olan yüzeylerin arasına yerleştirilir ve kaynak yönünde hareket ettirilir. Bir makara vasıtasıyla, şeritler üzerine basınç uygulanarak kaynak işlemi tamamlanır.

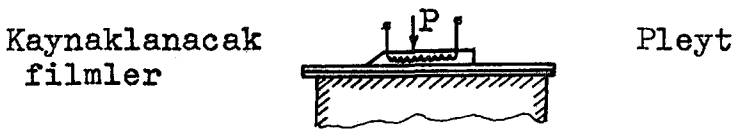


Şekil 5.3 Boruların, sıcak eleman kaynak yön - temi ile birleştirilmesi (16)



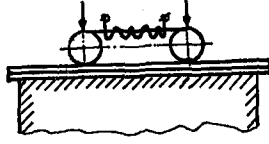
Şekil 5.4 Kaynak yüzeylerinin içten ardışık ısıtma ile kaynaklanması (14)

Şekil 5.5 'de birleştirilecek yüzeylerin, dıştan ardışık ısıtma ile kaynaklanması gösterilmektedir. Sıcak pleyt rezistans elamanlarıyla ısıtılmaktadır. Pleyt, birleştirecek olan filmler üzerinde hareket ettirilir. Bu şekilde kaynak sıcaklığına ısıtılan filmler üzerine basınç uygulanmak suretiyle kaynak işlemi tamamlanmış olur.



Şekil 5.5 Kaynak yüzeylerinin dıştan ardışık ısıtma ile kaynaklanması (14)

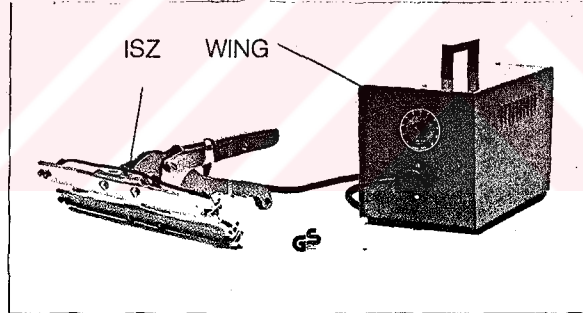
Şekil 5.6 'da ısıtıcı bir bantla, filmlerin kaynaklanması gösterilmektedir. Elektrikle ısıtılan bir şerit ısıtıcı, tekerlekler yardımıyla ilerletilmektedir. Aynı zamanda birleştirilecek şeritler üzerine basınç da uygulanmaktadır. Bindirme birleştirmesi yapılacak olan şeritler, pleyt üzerine serilmişlerdir. Filmler, ya basınç tekerleklerinin hareketi ile ya da iş pleyti veya kaynak başının



Şekil 5.6 Bir şerit ısıtıcı ile filmlerin kaynaklanması (14)

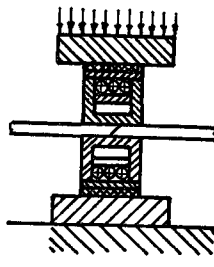
hareketi ile ilerletilebilir.

Film malzemelerin ısı şok işlemiyle kaynaklanması, daha çok termal impuls kaynağı olarak adlandırılmaktadır. Bu işlemde,elektrikli ısıtıcıdan geçen kuvvetli bir şok ile malzeme aniden kaynak sıcaklığına yükseltilmektedir. Isıtıcılar noktasal,şerit veya gayri muntazam şekilli olabilirler.Isı girişi tam olarak ölçülebilir.Kaynak esnasında filmlerin aşırı ısıtılmasından kaçınılmalıdır. Bu yöntemle kaynak yapan birçok yarı otomatik kaynak makinaları geliştirilmiştir.Şekil 5.7.' de bir sıcak impuls kaynak makinası görülmektedir.

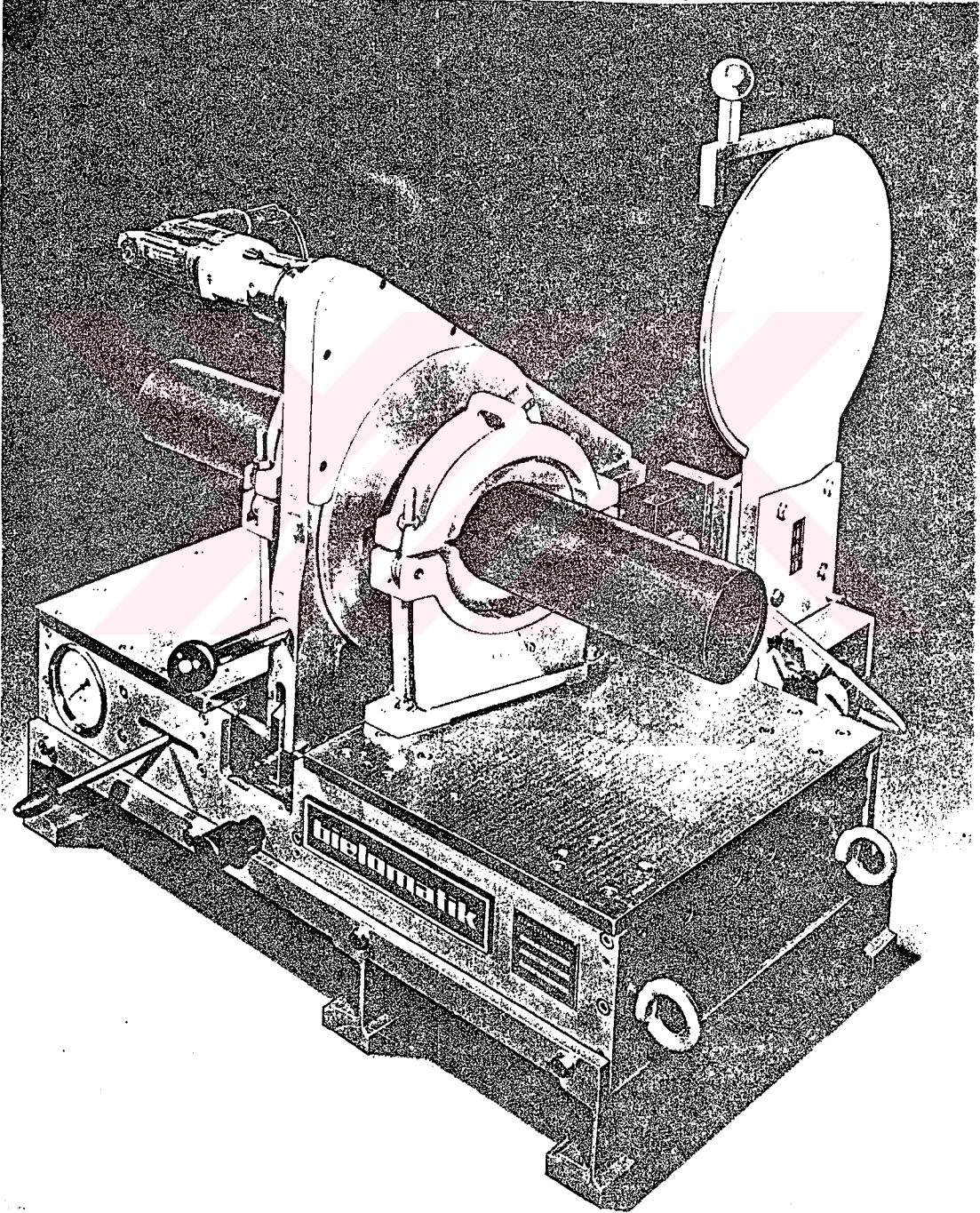


Şekil 5.7 Sıcak impuls kaynak makinası (6)

Şekil 5.8 'de şematik olarak,sıcak-pres kaynak makinası gösterilmektedir.Sıcak-presle yapılan kaynak işleminde ısı,kaynak presinin sıcak plakaları ile kaynak bölgesine iletilmektedir.Kenarları pahlandırılmış olan iş parçaları,rezistans elemanlarıyla ısıtılan preste kenetlenirler.Daha sonra,iş parçası kaynak sıcaklığına yükseldiğinde pres,kanallardaki sirkülasyon suyu ile soğutulurken, iş parçalarına uygulanan basınç devam ettirilir. Sıcak presle, genellikle alın kaynağı yapılır.



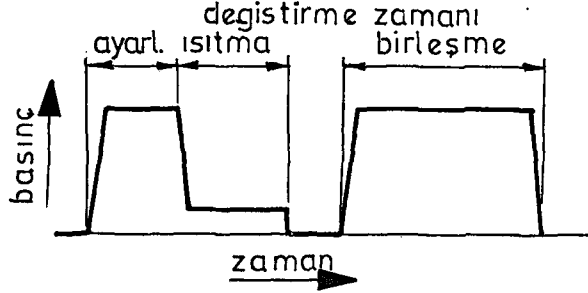
Şekil 5.8 Sıcak-pres kaynak makinasının sematik olarak gösterilişi(14)



Boru kaynak makinası (16)

5.1. KAYNAK PARAMETRELERİ

Sıcak eleman kaynağındaki işlemler, şekil 5.9'da zaman / işlem / basınç diyagramı olarak gösterilmektedir. Bu diyagramdan, kaynak işlemini adım adım incelemek mümkündür.



Şekil 5.9 Sıcak eleman kaynağındaki, zaman-işlem-basınç diyagramı (16)

En önemli kaynak parametreleri aşağıda sıralanmıştır:

- Isıtıcı elemanın sıcaklığı,
- Ön ısıtma basıncı,
- Ön ısıtma sıcaklığı,
- Değiştirme zamanı,
- Birleştirme basıncı,
- Birleştirme veya soğutma zamanı.

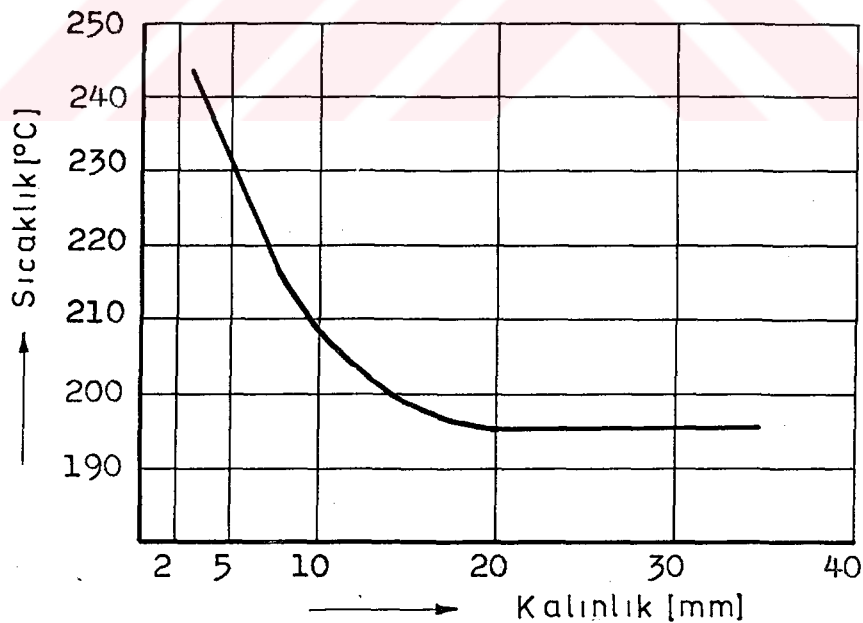
Bu parametreleri iyi ayarlamak suretiyle sıcak eleman kaynak yöntemiyle, plastik malzemelerde optimal kaynaklı birleştirmeler elde edilebilir. Aşağıda bu parametreler daha ayrıntılı olarak izah edilmektedir.

5.1.1. ISITICI ELEMANIN SICAKLIĞI

Kaynaklanacak olan termoplastik malzemeye göre, ısıtıcı elemanın yüzey sıcaklığının ayarlanması gerekir. Direkt temasla ısıtma yapılırken bu sıcaklık, $204-371^{\circ}\text{C}$ civarında olmalıdır. Radyasyonla ısıtma yapıldığında ise 538°C civarında bir sıcaklığa ihtiyaç vardır. Direkt temasla, yüksek yoğunluklu polietilen kaynaklanırken 204°C lık yüzey sıcaklığına, düşük yoğunluklu polietilen kaynaklanırken $149 - 204^{\circ}\text{C}$, saran 260°C , akrilik 343°C lık yüzey sıcaklığına ihtiyaç vardır. Belirtilen sıcaklıkları aşmak, polimerin yanmasına ya da bozulmasına sebep olur.

Pratikte genellikle, ayarlama ve ısıtma işlemlerini hızlandırarak ısıtma zamanını minimuma indirmek için ısıtıcı elemanın sıcaklığı ekonomik sebeplerden dolayı mümkün olduğu kadar yüksek seçilir. Bununla beraber, parçaların çok çabuk ısıtılmasıyla kalitesiz kaynakların meydana gelebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Daha küçük parçalar, kısa ayarlama süreleri ve yüksek sıcaklıklarla kaynaklanmakla, daha kısa ısıtma zamanına ihtiyaç gösterirler. İşte burada olduğu gibi sıcaklık değerleri de, ısıtma zamanına bağlı olarak ayarlanmalıdır. Daha fazla düzgünsüzlüğe sahip, daha büyük ölçülü iş parçalarında daha uzun ayarlama süreleri, daha düşük sıcaklıklara ihtiyaç gösterirler. Şekil 5.10'da rijit polietilenin kaynaklanmasında, kesit kalınlığı ile ısıtıcı elemanın sıcaklığı arasındaki ilişki görülmektedir.



Şekil 5.10 Rijit polietilenin kaynağında, kesit kalınlığı ile ısıtıcı elemanın sıcaklığı arasındaki ilişki (16)

5.1.2. ISITMA ZAMANI

Şekil 5.9 'da görüldüğü gibi ısıtma zamanı iki periyottan meydana gelmektedir. Birinci periyotta; kaynaklanacak iş parçalarının kaynak yüzeyleri, ısıtıcı elemanın şekline uydurulur (adapte edilir). Bu, kaynak parçalarının birleşme hatlarının, genellikle deformasyona uğraması sebebiyle yapılmaktadır. Bu işlemin tamamlanmasından sonra, iş parçalarının ısıtıcı elemana karşı olan hareketleri durdurulur ve bundan sonra gerçek ısıtma işlemi başlar.

Isıtma işleminde; sıcak elemanın ısısı, kaynak parçalarının yüzeyinden içeriye doğru nüfuz eder, fakat erimiş malzeme yer değiştirmez. Ayarlama ve ısıtma zamanları , kaynak parçalarının boyutlarına bağlıdır.

5.1.3. DEĞİŞTİRME ZAMANI

Değiştirme zamanı, sıcak elemanla kaynak parçalarının temasının , esas birleştirme işleminin başlamasına kadar kesildiği bir periyottur. Bu periyot, kaynak yüzeylerindeki plastik malzemenin soğumasına mücadele etmeyecek kadar kısa (1-2 saniye) olmalıdır. Uzun bir değiştirme zamanı, ısıtma zamanında olduğu gibi daha uzun bir sıcaklık nüfuziyet zamanına ihtiyaç gösterecektir. Arzu edilmeden bu soğumaya karşı, parçalara daha fazla ısı transfer edilmesi ise, aksi tesir edecektir.

5.1.4. BİRLEŞTİRME BASINCI

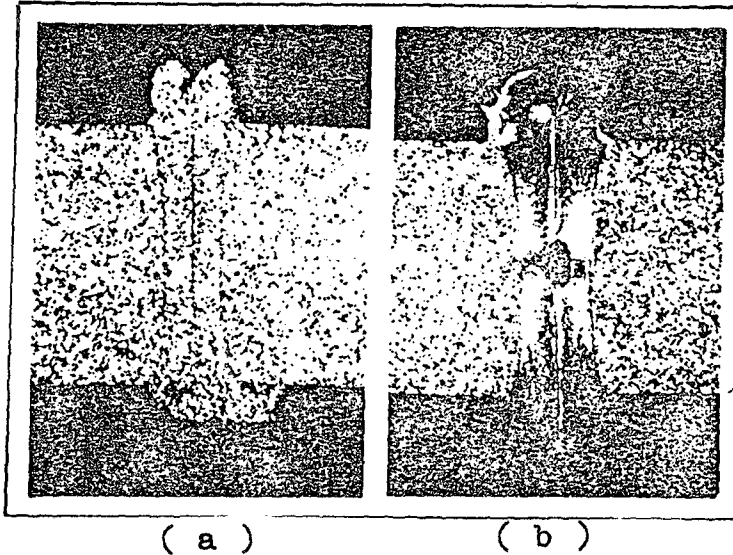
Termoplastik malzemelerin kaynağında birleştirme basınçları, esas olarak kaynaklanacak malzemelerin ergimiş haldeki vizkozitelerine bağlıdır. Malzemelerin vizkozitelerindeki farklılıklardan dolayı, kaynak basınçları da çok farklı olmaktadır.

Orta değerlerde bir vizkoziteye sahip olan bir poliamid malzemenin kaynaklanmasında bu basınç 5 N/cm^2 , polietilen ve polipropilen için 15 N/cm^2 , ABS için 35 N/cm^2 , rijit PVC için $50-70 \text{ N/cm}^2$ ve düşük yoğunluklu polietilen için 20 N/cm^2 'dir. Bununla birlikte, optimum kaynak basıncı,

parçaların kesit kalınlıklarına da bağlıdır.Farklı kesit kalınlıklarında,eriyen malzemenin akış özelliklerini ayarlamak için;kesit kalınlığı arttıkça, kaynak basıncı da artırılmalıdır.

5.1.5. BİRLEŞME VEYA SOĞUMA ZAMANI

Birleştirme işleminin tamamlanmasından sonra,soğuma zamanı başlar.Bu süre de,ayarlama ve ısıtma işlemlerinde ihtiyaç duyulan ile aynıdır.Şayet,birleşme veya soğutma süreleri kesin olarak belirlenmek istenirse; kaynak işlemi esnasında,kaynak yüzeyine termokupullerin yerleştirilmesi tavsiye edilir.Soğuma esnasında kaynaklanan malzemenin,yumuşama sıcaklık aralığı tesbit edilir.Birkaç saniye ek süre ilave edilmesi de tavsiye edilir. Bu periyotun tamamlanmasından sonra,kaynak işlemi bitirilmiş olarak düşünülebilir.Soğutma süresini azaltmak için ilave soğutma cihazları veya soğutucu kullanmaktan kaçınılmalıdır.Özellikle kalın kesitli parçalarda ilave bir soğutmanın yapılmasıyla boşluklar ve ayrıca gerilmelerin sebep olduğu büzülmeler meydana gelir.Bunlar,kaynak kalitesine negatif yönde tesir ederler.



Şekil 5.11 (a) Kaynaktan sonra çok yavaş soğutulan,
(b) Kaynaktan sonra çok hızlı soğutulan
plastik test parçaları (16)

Şekil 5.11'de soldaki resim çok yavaş soğutularak test edilen bir parçayı, sağdaki ise kaynaktan sonra buzlu su içerisinde aniden soğutulan bir kaynak parçasını göstermektedir. Sonuncu test parçası, kaynak bölgesinden hızlı ve ani ısı çekilmesinin sebep olduğu boşlukları göstermektedir. Keza aynı resim üzerinde, kaynak bölgesinin değişen yapısı da görülmektedir. Kaynaktan sonra, iş parçalarını gayet yavaş soğutmakla üstün kaliteli kaynaklar elde edilebilir.

5.2. KAYNAKLANABİLEN MALZEMELER

Önceleri, poliolefinlerin birleştirilmesinde esas olarak sıcak eleman kaynağı kullanılmaktaydı. Şimdi ise bu metod, hemen hemen bütün termoplastik malzemelerde kullanılabilir. Kaynak işlemi sonunda elde edilen mukavemet değerleri, parçaların şekil ve ölçülerine bağlı değildir, ayrıca kısa ve uzun süreli testlerde 0,6 - 1,0 faktörüne ulaşmaktadır. Bu değerler, diğer metodlarla elde edilen değerlerden oldukça yüksektir.

Kaynak işlemi neticesinde yüksek mukavemetli birleştirmeleri elde edebilmek için, aynı tip malzemelerin seçilmesi gerekir. Pratikte herhangi bir malzemenin kullanımı için, önce bu malzemelerden test parçalarının hazırlanması tavsiye edilir. Daha sonra bu test parçaları kaynaklanarak, kaynak testlerine tabi tutulmalıdır.

Uygulamaların artması, farklı malzemelerin kaynakla birleştirilmesini gerektirmektedir. Otomobillerin arka ve flaş lambalarının kaynağı buna tipik bir örnektir. Lamba, esas olarak ABS' den, camları da PMMA 'dan yapılmıştır. Bu malzeme kombinasyonu, sıcak eleman kaynak metodu ile kolayca kaynaklanabilmektedir. Diğer kombinasyonları kaynaklamak biraz daha zor olmaktadır. Genelde kural; imalatı yapmadan evvel, düşünülen malzeme kombinasyonunun test edilmesidir.

Aachen Teknik Üniversitesi'nde by H. Potente, K. Gabler tarafından : "Farklı termoplastik malzemelerin kaynaklanması" konusunda yapılan araştırmanın neticesinde ;

kısmen kristalin olan termoplastik malzemelerin, sadece kristalin olan termoplastik malzemelerle, amorf yapıdaki termoplastiklerin de amorf yapıli plastiklerle kaynaklanabileceği tesbit edilmiştir. Ayrıca ,kaynaklanacak termoplastiklerin erimiş haldeki vizkozitelerinin de biribirine kısmen uyması gerekir. Bu; ya farklı çalışma sıcaklıklarına sahip iki ısıtıcıyla veya farklı ısıtma süreleri kullanmakla yapılabilir.

Tablo 5.1'de önemli bazı termoplastik malzemelere , sıcak gaz ve sıcak eleman kaynak yöntemlerinin uygulanabilirliği gösterilmektedir.

Tablo 5.1-Bazı termoplastik malzemelere,sıcak gaz ve sıcak eleman kaynak yöntemlerinin uygulanabilirliği (13)

MALZEME	SICAK GAZ	SICAK ELEMAN
Rijit PVC	Fevkalade	Fevkalade
Plastikleştirilmiş PVC	Fevkalade	Çok iyi
Fleksibil PVC	--	Çok iyi
Polipropilen	iyi	Fevkalade
Düşük yoğ. polietilen	iyi	Mümkün
Yüksek yoğ. polietilen	iyi	iyi
Akrilik	Mümkün	iyi
ABS	Kaynaklanamaz	iyi
Naylon	Kaynaklanamaz	Mümkün *
PTFE	Kaynaklanamaz	Mümkün
Polikarbonat	Kaynaklanamaz	iyi
Polistiren	Kaynaklanamaz	Mümkün

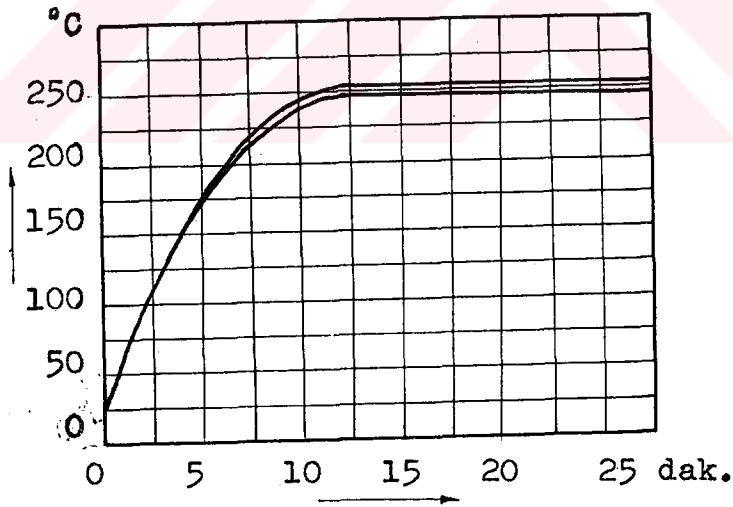
* Döküm parçalar,ekstrüzyonla imal edilenlerden daha iyi.

5.3. SICAK ELEMANLAR

Kaynaklı birleştirmenin kalitesi,esas olarak sıcak elemanın kalitesine bağlıdır.Sıcak eleman kaynağında kullanılan ısıtıcı elemanların metal yüzeyleri,Ni-kaplanmış çelik veya saf alüminyumdan imal edilebilir.Avrupa'da , ayna gibi parlatılmış paslanmaz çelikler kullanılmaktadır.

Yarı veya tam otomatik kaynak makinalarında kullanılan sıcak elemanlar, genellikle ısıyı iyi ileten ve korozyona uğramayan malzemelerden yapılmaktadır. Bilinen tür kaynak için ısıtıcı elemanlar, esas olarak 300°C ' a kadar olan sıcaklıklar için alüminyumdan imal edilmektedir. 350°C 'ye kadar olan daha yüksek sıcaklıklara ihtiyaç duyulduğunda ise, alüminyum bronzundan yapılırlar.

Isıtıcı elemanlar, ya sadece elektrikle ısıtılırlar ya da borulu ısıtıcılarla veya ısıtma fişekleriyle ısıtılırlar. Her ne kadar bu alanda, oksiasetilen veya propan kaynak üfleçlerinde olduğu gibi bazı taşınabilir üniteler dizayn edilmişse de, en yaygın olarak kullanılan ısı kaynağı yine elektriktir. Isıtıcı elemanın sıcaklığı, termokupullar vasıtasıyla, elektronik kumanda ile ayarlanır. Hassas termik sistem, sıcak elemanın çalışma yüzeyine, mümkün olduğunca kapalı olarak yerleştirilmelidir. Şekil 5.12, bir ısıtıcı elemanın çalışma sıcaklığı bölgesini ve sıcaklık ayarını göstermektedir.



Şekil 5.12 Bir ısıtıcı elemanın çalışma sıcaklığı bölgesi ve sıcaklık ayarı (16)

Önceden ayarlanan sıcaklık değerine ulaşıldıktan sonra; kumanda sistemi, ısıtıcı elemanın yüzeyindeki sıcaklığın tamamen lineer bir şekilde devam etmesini sağlar. Sıcaklık ayarı için bir genlik bulunamamıştır. Isıtıcı elemanın hata payı, çalışma aralığındaki sıcaklık dağılımıyla sınırlıdır. Bu sıcaklık farkı da, 10° 'yi geçmemelidir. 59

Makina yağları, balmumu gibi çeşitli maddelerin kullanılmasıyla, plastik parçaların ısıtıcı elemanın yüzeylerine yapışması kısmen engellenebilmektedir. Ancak, bu tür uygulamalar, kaynak kalitesine negatif yönde tesir etmektedir.

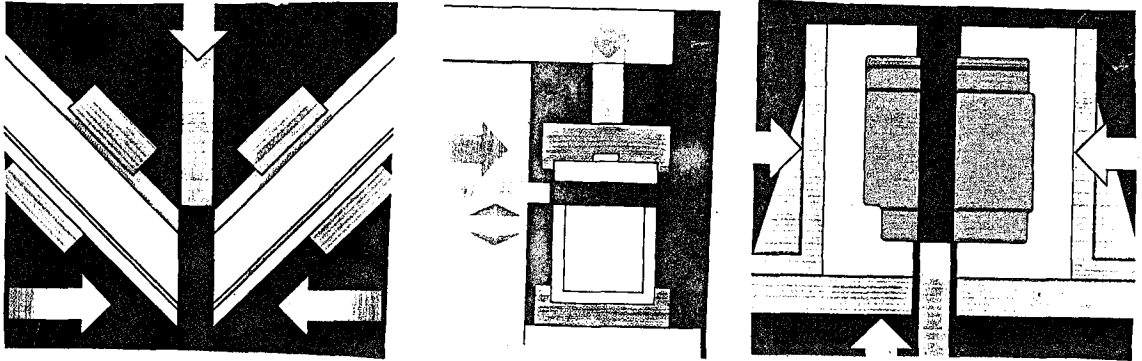
Plastikleşen malzemenin sıcak elemanın yüzeylerine yapışmasını engellemek için ;

1. Eğer üç boyutlu bir ısıtıcı eleman kullanılıyorsa, sıcak elemanın yüzeylerini PTFE ile kaplamakla veya,
2. Eğer düzlemsel bir sıcak eleman kullanılıyorsa, fiber-glasla takviye edilmiş PTFE folyo ile kaplamak gerekir.

Bu örtü veya kaplamalar, bir miktar ısı absorbe ederler. Şöyle ki ; 0,25 mm kalınlıkta folyo kaplandığında yaklaşık olarak 15°'lik bir sıcaklık absorbe edilmekte , PTFE kaplı bir sıcak elemanda da, 0,5 mm kalınlık için yaklaşık olarak 5° 'lik sıcaklık kaybı olmaktadır.

5.4. BAĞLANTI DİZAYNI

Kaynak parçalarının ısıtılmasından sonra, bu parçalara basınç uygulandığında; kaynak bölgesindeki yumuşayan malzeme , kenarlardan dışarıya doğru taşacaktır. Taşan veya fışkıran kısmın, sonradan soyulup kaldırılması pratik değildir . Ancak bu, kaynak bölgesine oyuk açmakla veya sadece bir parça üzerine, taşan malzemeyi gizleyebilecek şekilde dizayn yapmakla, arzu edilmeyen bu çapaklar gizlenebilir. İkinci olarak söylenilen dizayn şekli, otomobil akülerinin imalatında kullanılmaktadır.

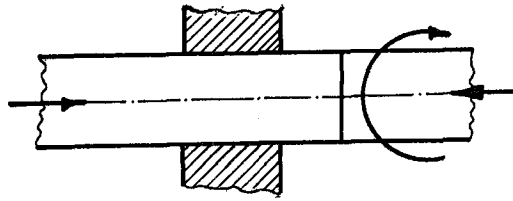


Şekil 5.13 Sıcak eleman kaynağının çeşitli uygulamaları (16)

6. S Ü R T Ü N M E K A Y N A Ğ I

Sürtünme kaynağı,iki yüzeyin birlikte ovulmasıyla meydana getirilen sürtünme ısısının doğrudan bir sonucu olarak ortaya çıkan bir bağlantıyı belirtmek için kullanılan bir terimdir. Bu şekilde üretilen ısı ile,plastik iş parçalarının kaynak yüzeyleri eriyecek,daha sonra da dönme hareketi durdurularak basınç uygulanmak suretiyle kaynak işlemi tamamlanacaktır.Parçaların soğumasından sonra iş parçası makinadan alınır.

Zamanımızda kullanılan en yaygın sürtünme kaynağı türü,spin kaynağıdır.Bu teknik;bir parçanın,sabit duran diğer bir parçaya karşı döndürülmesi esasına dayanmaktadır.İşlem,metallerin sürtünme kaynağı ile aynıdır. Plastik malzemelerde de mekanik enerji,kaynak yüzeyle -rinde,doğrudan doğruya ısıya dönüştürülmek suretiyle kaynak yapılmaktadır.Kaynak değişkenlerini uygun seçmek şartıyla,birkaç saniyede,kaynak bölgesinde istenilen sıcaklığa ulaşmak mümkündür.Bu sıcaklığa ulaşıldıktan sonra,dönen parçanın hareketi durdurulmakta ve kaynağın tamamlanabilmesi için eksenel yönde basınç uygulanmaktadır.Daha sonra da;iş parçası,tabii olarak soğumaya bırakılmalıdır. Şekil 6.1 şematik olarak sürtünme kaynağının yapılışını göstermektedir.



Şekil 6.1 Sürtünme kaynağının prensibi(14)

Son zamanlarda ,daha uzun tüp ve boruların kaynak -lanabilmesi için,parçaları döndürmeksizin birleştirme konusunda bazı fikirler ileri sürülmüştür.Parçalar arasına yerleştirilen , kısa bir elemanı döndürmek veya onu titreştirmek suretiyle kaynak yapılabileceği,bu fikirlerden birisidir.Kaynak kalitesi ve özellikle kaynak hızı; dönen yüzeylerin bağıl hızına ve uygulanan basınca bağlıdır.

Sürtünme kaynağında,kaynak bölgesinde büyük ölçüde ısı konsantre olmasına rağmen,kaynağın yakınındaki bölgeler bundan etkilenmemektedir.Ayrıca,sürtünme kaynağı iyi mekanik özellikler göstermektedir.Çünkü ısı,bölgesel olarak ve doğrudan doğruya kaynak yüzeyinde oluşturulmaktadır.Diğer kaynak metodlarında büyük oranda ısı kaybı olmasından dolayı,onlarda kaynak için daha çok ısıya ihtiyaç vardır.

Spin kaynağının üstünlükleri :

1. Son derece hızlı bir işlemdir.Kaynak çevrimi, 30-45 saniye gibi çok kısa bir sürede tamamlanabilir. Bu süreye;parçaların bağlanması,döndürülmesi,durdurulması ve soğuması dahildir.

2. İşlem,çoğu makina atölyelerinde bulunan matkap , torna gibi tezgahlar üzerinde uygulanabildiği için ekonomiktir.Gerekli takımlar çok basit ve ucuzdur.

3. Yüksek sıcaklıklarda oksidasyona maruz kalan termoplastik malzemeler için ,ideal bir yöntemdir.Kaynaklanan iki yüzey,işlem boyunca temas halinde kaldığı ve kaynaklama esnasında merkezden dışa doğru bir fışkıрма meydana geldiğinden dolayı,dikiş içerisinde çok az bir oksidasyon meydana gelebilir.

4. İşlem sırasında hiçbir çözücü,yapıştırıcı,kaynak çubuğu veya yabancı eleman gerekmediği için meydana gelen bağlantı,esas malzeme ile aynı özelliklere sahiptir.

Spin kaynağının mahzurları :

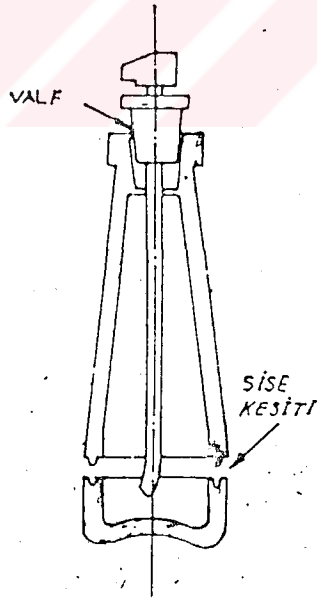
1. Birleştirme,dairesel kesitli parçalar ile sınırlıdır.Çoğu durumda bu sınırlama;dairesel bir kesitin ,dairesele olmayan bir parça ile birleştirilmesinin tasarlanmasıyla ortadan kaldırılabilir.

2. Çoğu durumda,uygun bir kaynağı garantilemek için çok az miktardaki malzemenin fışkırmasına müsaade edilir. Bu mahzur,çapağın görülmeyeceği şekilde bir bağlantı dizayn etmekle giderilebilir. Çoğu durumda bu çapak,parçaların iç kısımlarında oluşturulabilir.

6.1. SÜRTÜNME KAYNAĞININ UYGULAMALARI

Spin kaynağı,dairesel kesitli çoğu termoplastik eşyanın imalatında kullanılmaktadır.Kaynak yüzeyinin biraz altındaki kısımların sıcaklıklarında önemli bir artış olmaksızın yüzeylerde elde edilen ısı,yüzeyleri eritmek için yeterli olmaktadır.

Şişeler,boru parçaları,kovanlar,toplar v.b. eşyalar sürtünme kaynağı ile birleştirilebilirler.Bu eşyaların alt parçaları,yan cidarlarına bu yöntemle kaynaklanmaktadır.Ayrıca bu yöntem,döküm yolu ile imal edilen ince cidarlı bir kovanın devamını sağlamak için,uzun tüp kesitlerini birleştirmek için de kullanılmaktadır. Şekil 6.2, sürtünme kaynağı ile imal edilen aerosol şişesinin dizaynını göstermektedir.Levha parçalar,arzu edilen herhangi bir kalınlığı elde etmek için,spin kaynağı ile birbirlerine birleştirilebilirler.



Şekil 6.2 Sürtünme kaynağı ile imal edilen aerosol şişesinin dizaynı (nylon)(22)

6.2. KAYNAK DEĞİŞKENLERİ

Spin kaynağında üretilen ısı; yüzey hızının, temas basıncının ve temas süresinin doğrudan bir fonksiyonudur. Dairesel bağlantının yüzey hızı ;daire çapının olduğu kadar,dakikadaki devir sayısının da bir fonksiyonudur. Dönen bir silindir için efektif yüzey hızı,çevresel hızın $2/3$ 'ü kadardır.İçi boş bir parçanın yüzeyi üzerindeki ortalama noktasal hız aşağıdaki denklemle verilmektedir:

$$v = \frac{4 W (r_o^3 - r_i^3)}{3 (r_o^2 - r_i^2)}$$

Burada ;

v : Ortalama noktasal hız, (cm/s)

W : Açısal hız , (1/s)

r_o : Dış yarıçap , (cm)

r_i : İç yarıçap , (cm) ' dir.

Sürtünme ile ısıtılan iki yüzey arasında mükemmel bir teması sağlayacak kadar büyük bir basınç uygulanmalıdır. Basınç;hidrolik,kam veyahut bir vida mekanizmasıyla kolayca kontrol edilebilir. Bu tür kaynaklar için , genellikle $7 - 130 \text{ N/cm}^2$ 'lik basınçlar kullanılır.Tablo 6.1 'de çeşitli malzemeler için gerekli olan temas basınçları gösterilmektedir.

Tablo 6.1-Bazı termoplastik malzemelerin sürtünme kaynağı için gerekli olan temas basınçları (24)

Malzeme	Ortalama noktasal hız (cm / s)	Başlangıç basıncı * (N / cm ²)
Naylon	150 - 1500	17 - 103
Asetal	150 - 1050	17 - 103
Akrilik reçine	300 - 1050	10 - 86
Polietilen	150 - 1800	7 - 69

* Bazı uygulamalarda ikinci bir yüksek basıncın , başlangıç eritmesinden sonra,kaynak kalitesinin iyileştirilmesi açısından yararlı olduğu tesbit edilmiştir.Bu ikinci basınç,başlangıç erimesini temin etmek için kullanılandan birkaç kerre daha büyük olabilir ve genellikle malzemenin sertlik ve mukavemeti ile sınırlıdır.

Temas süresi,genellikle üretim anında otomatik donanım ile kontrol edilir.Çoğu uygulamada tatminkar bir kaynak dikişi temin etmek için 1-2 saniye yeterli olmaktadır.

Naylonda olduğu gibi,erimeden-katılaşmaya geçiş noktası kesin olan (tek bir nokta) termoplastik malzemelerin kaynağında,temas süresi çok kritik olabilir. Böyle durumlarda,kaynak yüzeyleri uygun kaynak sıcaklığına ulaşır ulaşmaz,dönme hareketi durdurulmalıdır.İnce dikişli hatlar yırtılabilirler.

6.3. KAYNAK MUKAVEMETİ

Tablo 6.2 'de polietilen,polimetil metakrilit,naylon ve poliformaldehitin sürtünme ile kaynaklanmasında ortaya çıkan kaynak mukavemetlerini göstermektedir.Tablodaki mukavemet değerleri,esas malzeme mukavemetinin yüzdesi olarak verilmiştir.Gösterilmeyen değerler,% 10'un altındaki değerlerdir ve ihmal edilebilirler.

Tablo 6.2- Spin kaynağında elde edilen tipik mukavemet değerleri,(mukavemet değerleri,esas malzemenin yüzdesi olarak verilmiştir) . (24)

Kaynaklı dikiş	Polietilen	Akrilik	Naylon	Asetal
Polietilen	70 - 95	--	--	--
Akrilik	--	75 - 85	--	30 - 35
Naylon	--	--	50-70	25 - 55
Asetal	--	30 - 35	25-55	30 - 70

Bu değerler, tipik uygulamalar için sadece büyüklük sırasını gösterir. Her dizaynda aynen elde edilemeyebilir, onun için kullanırken dikkatli davranmak gerekir.

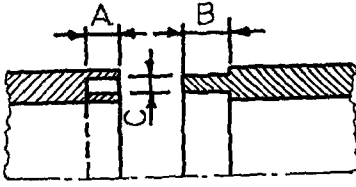
Kaynak yüzeyindeki hız değiştiği ve dolayısıyla kaynak işlemi esnasında farklı sıcaklıklar meydana geldiği için, tamamlanmış bağlantıda her zaman kalıntı gerilmeler meydana gelebilir. Bu gerilmeler ; kaynak bölgesinin merkezinde maksimum, dış kenarlarında ise minimum değerlerde olmaktadır. Eğer, gerilimin maksimum olduğu bölgeler, gevrekleşme veya çatlamalara sebep olabilecek evre şartlarına maruz kalırsa ; aşırı çatlamalar ortaya çıkabilir. Bu sebepten dolayı kaynak işleminde sonra tavlama yapılması tavsiye edilir.

6.4. BAğLANTI DİZAYNI

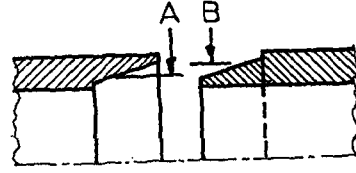
Sürtünme kaynağında, uygun bir bağlantı dizaynının birçok üstünlükleri vardır. Bu sebepten dolayı dizaynlar da dikkatli davranmak gerekir. Uygun dizayn edilen bir bağlantı; maksimum kaynak alanı ve minimum farkta bir yüzey hızı sağlar. şekil 6.3 , içi boş parçaların sürtünme kaynağı için tavsiye edilen bazı dizaynları göstermektedir. şekil 6.4 ise, dolu parçaların sürtünme kaynağı için bazı dizaynları göstermektedir.

6.5. LEVHALARIN SPİN KAYNAğI İLE BİRLEşTİRİLMESİ

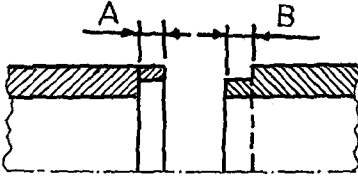
Bu yöntem, çok sayıda levhanın birleştirilmesinde, i yüzeylerin tamamını kaynaklamanın gerekli olmadığı durumlarda kullanılır. Kaynaklanacak levhalar uygun bir şekilde yerleştirilirler ve tesbit edilirler. Yukarıdan itibaren, en alttaki parçanın belirli bir kısmına kadar matkapla delik açılır. Sonra, delik boyundan biraz daha uzun ve elde edilen deliğin çapının çapının binde biri kadar küçük bir çubuk, döndürülerek deliğe sokulur. ubuk deliğin sonuna vardığında, çubuk ile alt yüzey arasındaki sürtünmeden oluşan ısıyla malzeme, uç bölgesinde eriyecek ve çubuk yüzeyi boyunca akacaktır. Eriyen malzeme üstteki parçadan fışkırdığında dönme hareketi durdurulur ve kaynak tamamlanır. Çubuğun ucu hafifce sivriltilmelidir. 66



A ve B arasında kaygan geçme.
B, A'dan daha uzun ve C mümkün olduğu kadar büyük.

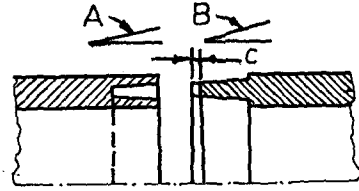


Orta nokta yarıçapları,
B, A' dan daha büyük

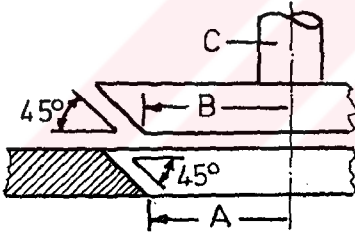


A ve B arasında kaygan geçme.

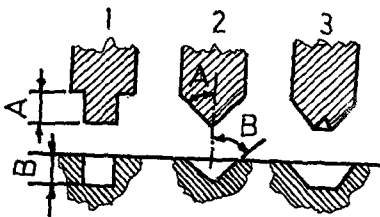
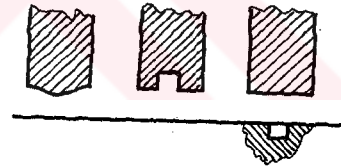
A açısı, B açısından biraz daha büyük.



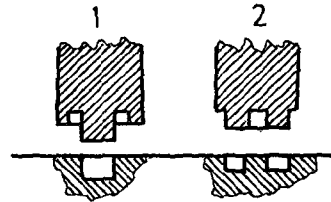
Şekil 6.3 İçi boş elemanların sürtünme kaynağı için tipik bağlantı dizaynları (20)



Disk yarıçapı B, delik çapı A ' dan biraz daha büyük.



1. A, B'den daha uzun,
2. B açısı, A'dan büyük.



1. Fıskırmayı engelleyici,
2. Yüzeyin küçültülmesi.

Şekil 6.4 İçi dolu parçalar için farklı dizaynlar (20)

7. V İ B R A S Y O N K A Y N A Ğ I

Termoplastik malzemelerin birleştirilmesinde en son ortaya çıkan kaynak yöntemlerinden birisidir. Vibrasyonla birleştirmede, kaynak için gerekli olan ısı, kaynak parçalarına beraberce basınç uygulanması ve parçalardan birisinin bağlantı düzleminde 120 - 240 Hz' lik bir frekansla titreştirilmesiyle elde edilir. 2-3 saniye sonra parçalar tam istenen pozisyona geldiklerinde, vibrasyon hareketi durdurulur. Kaynak parçalarına uygulanan basınç, sürtünme neticesinde meydana gelen ısı ile yumuşayan yüzeylerin soğumasına kadar, kısa bir süre daha devam ettirilir. İşlem gürültüsüzdür. Kaynak sonunda elde edilen mukavemet değerleri, esas malzemenin mukavemetine çok yakındır.

Liner vibrasyon hareketi ile veya açısal vibrasyon hareketi ile kaynak yapılmasına göre, iki tür vibrasyon kaynağı pratikte karşımıza çıkmaktadır. Birincisine liner vibrasyon kaynağı, ikincisine de açısal vibrasyon kaynağı denilir. Diğer kaynak yöntemleriyle kaynaklanamayan veya en azından ekonomik olmayan parçalar, liner vibrasyon kaynak yöntemiyle ile birleştirilebilirler.

Sürtünme kaynağının, spin kaynağına benzer bir şekli olan vibrasyon kaynağı, diğer birleştirme yöntemlerinden daha farklı üstünlükler arz etmektedir. Vibrasyon kaynağının; sıcak eleman kaynağına ve solventli birleştirmelere karşı, ekonomik bir alternatif olduğu ve bazı uygulamalarda daha üstün bir kaynak metodu olduğu tesbit edilmiştir. Vibrasyon kaynağı, kompleks geometriye sahip parçalarda dizayn alternatifi sağlamakta ve daha ekonomik olabilmektedir. Vibrasyon kaynağı; büyük parçalar, değişik kesitlere sahip parçalar ve kaynaklanması zor olan reçineler için idealdir. Ultrasonik kaynağın uygulanamadığı, solventlerin, sıcak eleman kaynağının veya spin kaynağının yapılamadığı yerlerde de ideal bir yöntemdir.

Vibrasyon kaynağında sürtünme, plastik ve kauçuk parçaları birleştirmek için kullanılır. Spin kaynağında

iş parçalarını birleştirebilmek için ;bir dönme hareketi ve en azından kaynak parçalarının birisinin dairesel bir kesite sahip olması gerekir.Vibrasyonla kaynaklamada ise, parçalar arasındaki çok küçük bir liner hareket yeterli olmaktadır.İş parçalarından bir tanesi sabit tutulurken; diğeri,sabit tutulan parçaya karşı basınçla hareket ettirilir,bu şekilde üretilen ısı kaynak yüzeyindeki malzemenin erimesine sebep olur.

Vibrasyon hareketi durdurulduğunda;parçalar tamamen düzgün bir şekilde tutulurken,uygulanan basınç da kısa bir süre daha devam ettirilir.Eriyen malzemenin katılaşmasından sonra,esas malzemenin mukavemetine yakın değer de bir kaynak meydana gelir.

7.1. VİBRASYON KAYNAK MAKİNASI

Vibrasyon kaynak makinasındaki vibratör(titreştirici) , fazla bir bakıma ihtiyaç göstermediği gibi,aşınma ve sürtünme yüzeyleri olmayan ,sadece bir tek hareketli parçaya sahiptir.Kaynak parçaları ,makinanın pnömatik kumandalı bağlama tertibatında, basınç altında,birlikte tutulurlar.Bağlama tertibatı,kaynak çevrimi esnasında sabit elemanı tutar.Sürtünmeyi temin etmek için gerekli olan hızlı salınım hareketi,elektromagnetik tahrikli mekanik bir rezonan sistemle sağlanmaktadır.Vibrasyon , dönme hareketinde olduğu gibi mekanik veya hidrolik kuvvetle değil,doğrudan doğruya magnetik kuvvetle temin edilmektedir.

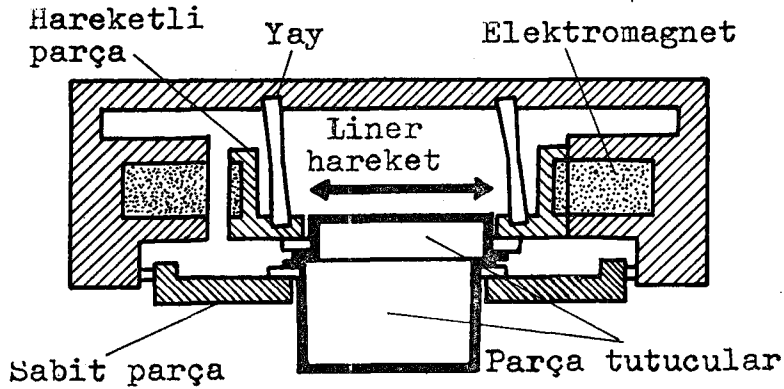
Kaynaklanacak olan parçalar,genellikle alüminyumdan yapılan ,uygun tutuculara yerleştirilirler.Bu tutucular aynı zamanda üretandan da yapılabilirler.İkincisi,daha çok esneklik gerektiren uygulamalarda düşünülür.

Plastiği eritmek için gerekli olan ısı,parçalardan birisinin diğesine karşı bastırılması ve onun 2 ile 4 saniye kadar,birleşme düzleminde 0,76 - 3,55 mm 'lik bir genlikte çok küçük relatif bir yerdeğiştirme yapacak şekilde titreştirilmesiyle elde edilir.Vibrasyon hareketi

durdurulduğunda, parçalar otomatik olarak aynı hizaya gelirler. Bir işlemin tamamen bitmesi için gerekli olan toplam kaynak süresi, 6 ile 15 saniye kadardır.

En ucuz vibrasyon kaynak makinaları, 120 Hz 'lik frekansla çalışan tiplerdir. Bu tür kaynak makinaları, pek çok parçanın kaynaklanmasında kullanılabilirler. 240 Hz 'lik vibrasyon kaynak makinaları daha küçük strokta çalışırlar, böylece parçalar arasındaki relatif hareket için ihtiyaç duyulan tolerans daha da azalır ve fışkırma, daha kolay kontrol edilebilir.

Halen mevcut olan makinalarda, 600 mm uzunluğa ve 400 mm genişliğe kadar olan parçalar vibrasyonla kaynaklanabilirler. Daha küçük parçaların birkaç tanesi, aynı üniteye çok sayıda tutucu kullanmakla kaynaklanabilirler. Böylece üretim hızı artırılmış, üretim maliyetleri de düşürülmüş olur. Bundan başka, önceleri daha hantal birleştirme metodlarıyla ve çok sayıda çevrim neticesinde birleştirilebilen büyük parçaları, kaynak ünitelerini el ile kullanmak suretiyle kaynaklamak mümkündür. Şekil 7.1 'de, vibrasyon kaynak makinasının çalışma prensibi şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 7.1 Vibrasyon kaynak makinasının çalışma prensibi (12)

7.2. KAYNAKLANABİLEN MALZEMELER

Çeşitli imal usulleriyle şekillendirilmiş olan pek çok termoplastik malzeme, vibrasyonla kaynaklanabilmektedir. Vibrasyon kaynak yöntemiyle birleştirilebilen bazı termoplastikler, tablo 7.1'de gösterilmektedir. Bu teknik, asetal, naylon, termoplastik polyester, polietilen ve polipropilen gibi kristalin termoplastiklerde, önemli avantajlar sağlamaktadır. Bu reçineler, ultrasonik yöntemle veya solventlerle kolayca birleştirilemezler. Termoplastik kauçuk ve elastomerler vibrasyon kaynağı için uygundur.

Tablo 7.1- Bazı termoplastiklerin, vibrasyon kaynağına uygunluğu (12)

Amorf reçineler	Elde edilen kaynaklar
ABS	Çok iyi
ABS / polikarbonat alaşımı	Çok iyi
Akrilik	Çok iyi
Akrilik multipolimer	Çok iyi
Selülozikler	Çok iyi
Fenilen-oksit esaslı reçineler	Çok iyi
Poly(amide-imide)	İyi
Polikarbonat	Çok iyi
Polistiren	Çok iyi
Polisülfon	Çok iyi
PVC (rijit)	İyi
SAN-NAS-ASA	Çok iyi
Kristalin reçineler	
Asetal	Çok iyi
Floropolimerler	iyi - orta
Naylon	Çok iyi
Polyester (termoplastik)	Çok iyi
Polietilen	iyi - orta
Polimetilpenten	Çok iyi
Polifenilen sülfür	İyi
Polipropilen	Çok iyi

Çünkü bu işlem, ultrasonik kaynakta olduğu gibi, ne malzemenin iletim özelliklerine, ne de solventlerde olduğu gibi, malzemenin kimyasal bileşimine bağlı değildir. Bu sebeplerden dolayı vibrasyon kaynağı, diğer metodların başarısızlığına uğradığı geniş bir alanda ,uygun olarak kullanılabilmektedir.

Naylon gibi su emen reçineler, diğer metodlarla kaynaklanırken kuru halde olması gerekirken, vibrasyonla kaylama durumunda ise, kuru olmak zorunluluğu yoktur. Dökümden sonraki her zamanda higroskopik (su emen) reçineler, vibrasyon kaynak yöntemiyle birleştirilebilirler. Sıcak eleman kaynak yöntemiyle ise; higroskopik reçineler, sadece dökümden hemen sonra birleştirilebilirler; ancak bu durumda ilave imal basıncına ihtiyaç duyulur. Bundan başka, naylonu sıcak eleman kaynak yöntemiyle birleştirirken, reçineye bir miktar da cam ilave edilmelidir.

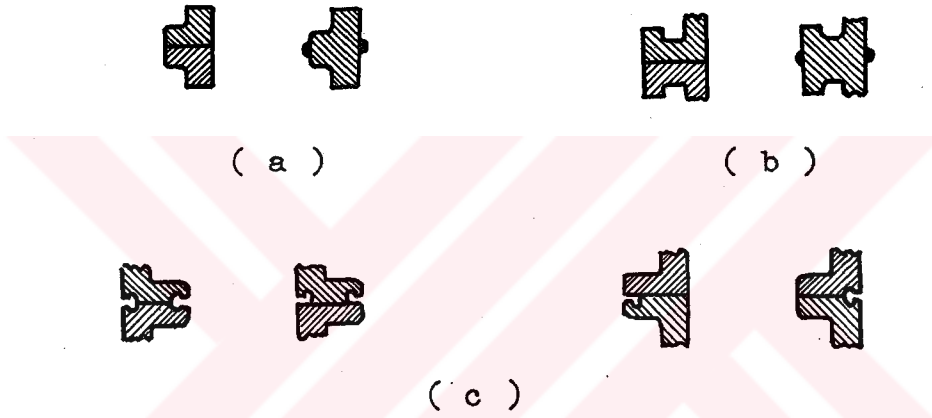
Ultrasonik metodla birleştirilebilen bütün, plastik kombinasyonları, vibrasyon kaynak metodu ile de birleştirilebilirler. Ayrıca, ultrasonikle kaynaklanamayan daha kombinasyonlar da bu teknikle kaynaklanabilmektedir. Diğer yöntemlerle birleştirilemeyen termoplastik kauçuk-polipropilen çifti de vibrasyon metoduyla kaynaklanabilmektedir.

7.3. BAĞLANTI DİZAYNI

Düz yüzeylerin vibrasyon tekniğiyle kaynaklanması için standart birleştirme şekli, alın birleştirmesidir, (şekil 7.2a). Kalın kesitli parçalar hariç olmak üzere, rijitlik ve yeterli kaynak yüzeyi temin etmek için, genellikle bir flanş dizayn edilmesi gerekir.

İnce ve desteksiz uzun kesitler, "H" şeklindeki bir kesitte olduğu gibi, gizli bir flanş kullanmakla desteklenebilirler (şekil 7.2b). Maksimum mukavemet elde etmek için kaynak yüzeyinin kalınlığı, kesit kalınlığının 1,2 katı olmalı ve yüzeyler arasındaki toplam izafi hareketin de, 0,8 katı olmalıdır.

Kaynak bölgesinin ilerisinde, ergimiş malzemenin yer değiştirmesi veya fışkıрма, görünüş açısından ya da pratik sebeplerden dolayı istenmediğinden, bu fışkırmayı engelleyici bir dizayn kullanmakla kontrol altına alınabilir. Bunun için de iki tür dizayn yapılabilir (şekil 7.2c) Konstrüktürün tercihinine göre bunlar, birleşmenin bir tarafında veya her iki tarafında olabilir. Engelleyici kısımlar, parçaların her ikisinde veya birisinde şekillendirilebilir.



Şekil 7.2 Vibrasyon kaynağı için uygun bağlantı dizaynları (12)

- (a) Alın bağlantısı,
- (b) İnce veya desteksiz uzun kesitler için flanşlı bağlantı,
- (c) Fışkırmayı engelleyen dizaynlar.

7.4. DİĞER KAYNAK METODLARIYLA KARŞILAŞTIRILMASI

Vibrasyon kaynağı, sıcak eleman kaynağıyla karşılaştırıldığında; kuruluş kolaylığı dahil, bakım maliyetinin düşük olması ve daha az enerjiye ihtiyaç göstermesi gibi üstünlükler arz etmektedir. Vibrasyon kaynağının belki de en önemli üstünlüğü, işlem süresinin çok kısa olmasıdır.

Vibrasyon kaynağında toplam işlem süresi 6 ile 15 saniye olmasına karşılık, sıcak eleman kaynağında bu süre 15 ile 40 saniye arasındadır. Otomatik bir vibrasyon kaynak makinasında, 4 vibratör kullanılarak saatte 2400

parça imal edilirken,yükleme ve boşaltmanın el ile yapılması durumunda bir işlemde 2,saat başına da 600 parça kaynaklanabilir. Bu iki sistemin ilk yatırım maliyetleri hemen hemen aynıdır.Bununla birlikte,büyük ölçüdeki işlerde 2 ile 4 sıcak eleman kaynak makinası ile yapılabilcek bir işi,aynı üretim oranıyla sadece bir vibrasyon kaynak makinasında gerçekleştirmek mümkündür.Bu sebepten dolayı da,yatırım masrafları düşecektir.

Deforme olmuş parçaların kaynaklanma problemi,vibrasyon kaynak yöntemiyle minimize edilmiştir.Vibrasyon kaynak makinalarında,kaynaktan önce parçalar yüksek basınçla tutuldukları için düzgünleştirildiklerinden;vibrasyon tekniğiyle daha fazla derecede deforme olmuş parçaları bile kaynaklamak mümkündür.Deforme olmuş parçaları,sıcak eleman kaynağıyla birleştirmek için özel bağlama tertibatına ihtiyaç vardır.

Vibrasyon kaynağı için gerekli donanım,sıcak eleman kaynağı için gerekli olandan daha hızlı ve daha çabuk kurulabilir. Çünkü vibrasyon kaynağında,ısıtıcı elemana gerek yoktur.Sürtünme katsayısı,vibrasyon kaynağında kritik bir ayarlama faktörüdür.Mesela yüksek yoğunluklu polietilen kaynaklanırken; eğer malzeme,bir sürtünme kaynağı için çok kaygan ise, 120 Hz 'lik makinadan 240 Hz 'lik bir kaynak makinasına geçmekle problem halledilir.

Vibrasyon kaynak makinası,sıcak eleman kaynak makinasından daha az enerji sarfeder.Vibrasyon kaynak makinası,sadece kaynak çevrimi esnasında 2000 watt'lık azami kapasitede çalışırken ; sıcak eleman kaynak makinası,sürekli olarak 5000 watt'la çalışmaktadır.Sıcak eleman kaynak makinaları, 150 - 370°C'lık sıcaklık aralığında çalışırlar ve bazı reçineler için buharları toplayarak uzaklaştıracak hassas havalandırma sistemlerine ihtiyaç gösterirler.Isıtıcı elemanların sıcaklık kontrolü ve bozulmaları,sıcak eleman kaynak makinalarında bir problem olduğu halde,vibrasyon kaynak makinalarında böyle bir problem yoktur.

Vibrasyon kaynağının bütün bu üstünlüklerine rağmen, hala sıcak eleman kaynağının birinci planda olduğu yerler vardır. Eğer birleştirilecek parçalar, 3 veya daha fazla sayıdaki düzlemlerde kaynak yüzeyine sahipse ve kaynaklanacak yüzeyler uzun, ince ve sabit ise, veya parçanın çok az bir hareketi bile mümkün değilse, işte o zaman sıcak eleman kaynağı yapılabilecek tek işlemdir. Bu sınırlamalar dışında iki sistem karşılaştırıldığında, vibrasyon kaynağı tercih edilebilir.

Daha düşük çevrim zamanı ve daha düşük donanım maliyeti gerektirmesi sebebiyle ultrasonik kaynak, vibrasyon kaynağına göre bazı üstünlüklere sahiptir. Bununla beraber daha büyük ve daha kompleks parçaların ve ultrasonikle kaynaklanması güç olan veya mümkün olmayan reçineleri vibrasyon kaynak yöntemiyle birleştirmek mümkündür.

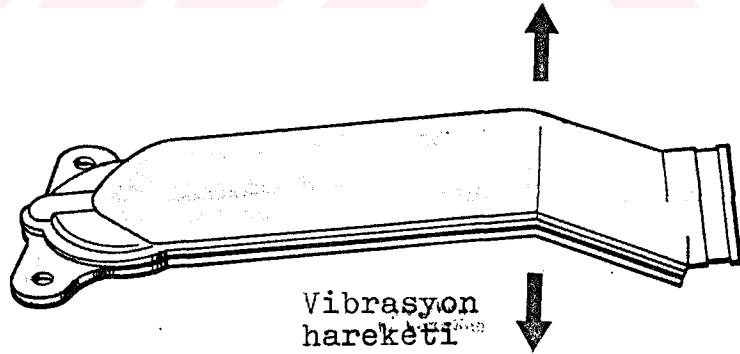
Spin kaynağı, vibrasyon kaynağına göre daha hızlı ve daha az pahalıdır. Fakat, sadece dairesel kesitli parçaların kaynaklanmasında kullanılan bir yöntem olduğu için, sınırlı bir alanda kullanılabilmektedir. Kaynak çevrimi sonunda parçaların tam olarak birbirlerine uymalarını sağlamak, spin kaynağıyla güç olmaktadır. Birden fazla dairesel parçayı, uygun bir konumda yerleştirmek suretiyle, bu parçaların hepsini aynı anda vibrasyon kaynak yöntemi ile birleştirmek mümkündür.

Solventlerle yapılan birleştirmelerde donanım maliyeti daha düşük olmasına karşılık, daha yoğun bir çalışma gerektirirler. Solventli birleştirmeler daha yavaştır, otomasyonu güçtür ve bu yöntemle birleştirilebilen bir malzemenin kullanılması gereklidir. Az sayıda yapılan imalatlar hariç olmak üzere, solventli birleştirmeler daha pahalıdır. Ayrıca, kullanılan solventlerin zehirleyicilik özellikleri de vardır. Bu sebepten dolayı, iş yerinin havalandırılması gerekir.

7.5. ÖRNEK UYGULAMALAR

Vibrasyon kaynağı, otomotiv endüstrisinde ve diğer büyük endüstrilerde, geniş bir uygulama alanı bulmuştur. Kuvvetli bir sızdırmaz dikişin gerekli olduğu bazı son model arabalardaki, polikarbonat - halojenli farların birleştirilmesinde ultrasonik ve vibrasyon kaynak yöntemleri kullanılmaktadır. Kuvvetli bir sızdırmaz dikiş gerektiren naylondan mamul otomobil parçaları, gene vibrasyon tekniğiyle kaynaklanabilirler. Buhar - çürük buhar temizleme depoları, fren yağı kapları ve motor hava kontrol valfleri, vibrasyon kaynağının uygulama alanları arasındadır. Vakum depoları, alet tabloları ve harici lamba birleştirmeleri vibrasyon kaynak yöntemi ile yapılabilir.

Önemli bazı uygulamalarda, vibrasyon kaynağı tek yöntemdir. %40 talk ilave edilmiş, polipropilenden yapılan tabak yıkama makinası parçası, kaynak düzleminin düzgün olmamasına rağmen vibrasyon kaynağı ile birleştirilebilmektedir, (şekil 7.3). selüloz-asetat-butirattan yapılan güneş paneli parçaları da vibrasyonla kaynaklanarak imal edilmektedir.



Şekil 7.3 Vibrasyon kaynak yöntemi ile birleştirilmiş tabak yıkama makinası parçası (12)

Farklı uygulamalarda kullanılabilmesi ve bu yöntemle birleştirilebilen malzemelerin çokluğu, yöntemin ne kadar çok yönlü olduğunu göstermektedir. Vibrasyon tekniği, belki her bir probleme ve her bir birleştirmeye cevap veremese de; kaynak teknolojisinde ekonomik, hızlı ve güvenli bir teknik olma özelliklerine sahiptir.

8. U L T R A S O N İ K K A Y N A K

Ultrasonik kaynak,termoplastik malzemelerin birleştirilmesinde kullanılan yeni kaynak metodlarından biri -sidir.Temel olarak bu teknik,termal bir bağlantı yöntemi -dir; ultrasonik frekanslı mekanik titreşimler tarafından kaynak bölgesinde meydana getirilen sürtünme ısısı ile parçalar kaynaklanır.Ultrasonik deyimle,insanın duya-bilme sınırlarının üzerindeki 18000 Hz 'lik titreşimler kastedilmektedir.

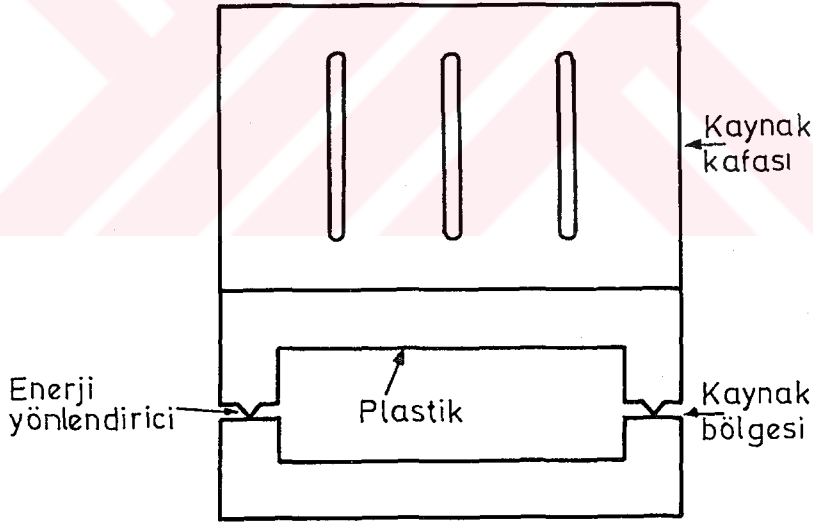
Son zamanlara kadar bu teknik polistiren,SAN, ABS ve PC gibi malzemelerde,mukavemetin pek önemli olmadığı durumlarda uygulanabiliyordu.Ancak son zamanlarda parça ve birleştirme dizaynı ve kaynak kafası (sonotrod) dizaynındaki son gelişmelerle naylon,asetal,noril (phenylene oksid esaslı malzemeler) ,cam dolgulu veya dolgusuz termoplastik polyesterlerin kaynağında da kullanılmaktadır. Yine ultrasonik kaynak metoduyla akrilik,PVC,sentetik tekstil v.b. malzeme kaynaklanabilmektedir.Birleşimin nihai şekli dayanıklı,temiz ve diğer metodlarla yapılandan daha hızlı olarak yapılabilir.Uygun bir bağ meydana getirmesi ve otomasyona uygun olması,teknğin önemli üstünlükleri arasındadır.

Ultrasonik bir plastik kaynak sistemi, 60 Hz' lik elektriksel enerjiyi 20000 Hz' lik frekanstaki mekanik enerjiye dönüştürür.Ultrasonik titreşimler,termoplastik malzemeye transfer edilirler ve bir parçanın diğer parça ile birleştiği kaynak yüzeyine ulaşınca kadar giderler. Birleşecek olan yüzeyleri eritip kaynaklanmasına sebep olacak olan sürtünme ısısı burada meydana getirilir.Eriyen malzeme,aralığı doldurur ve yeni erimiş olan plastik tabaka üniform bir şekilde bütün kaynak yüzeyini kaplar. Plastiğin kalitesinde herhangi bir düşme olmaz; çünkü hepsi hepsi saniyenin küsuru kadar bir zamanda işlem tamamlanmaktadır.Kaynak bölgesi,her iki yandaki malzeme kadar güçlüdür.İstikrarlı üretim sonuçları elde edilebilir. İşlem çok hızlıdır ve ısı sadece kaynak bölgesinde etkilidir.

8.1. BAĞLANTI VE KAYNAK KAFASI DİZAYNI

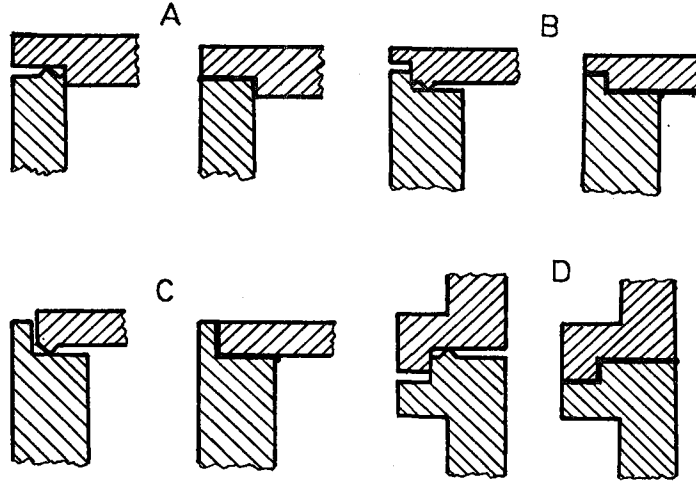
Ultrasonik kaynaklama için doğru bir bağlantı dizaynı son derece önemlidir. Solvent ve sürtünme kaynağı için dizayn edilen bağlantılar, normal olarak titreşimli enerji kullanılan iyi bir kaynağın temini için gerekli niteliklere sahip değildir.

İyi bir kaynak yapabilmek için, bir enerji yönlendiricisi kullanmak gerekir (şekil 8.1).Enerji yönlendirici, ultrasonik titreşimleri bir noktaya teksif eder, böylece sınırlı miktarda plastik, uygun bir zaman periyodunda hızla erime sıcaklığına getirilir. Enerji yönlendiricisindeki plastik malzeme erir ve bağlantı genişliğinde yayılarak, kaynak yüzeyleri arasında üniform bir tabaka oluşturur. Ultrasonik kaynaklama için uygun, temel bağlantı çeşitleri şekil 8.2 'de gösterilmektedir.

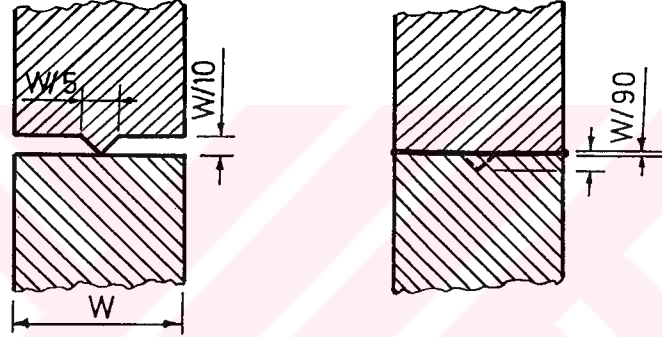


Şekil 8.1 Enerji yönlendiricinin kullanılması (24)

Şekil 8.3 enerji yönlendiricisi ile yapılmış olan basit bir alın bağlantısını göstermekte, kaynaklamadan önceki oranları ve sonuçta doğan malzeme akışını belirtmektedir. Parçalara öyle bir boyut verilmelidir ki; enerji yönlendiricisinden çıkan malzemenin, şekilde de gösterildiği gibi kaynak bölgesinin her yanına dağılması mümkün olsun.



Şekil 8.2 Ultrasonik kaynaklama için uygun, temel bağlantı çeşitleri (24)

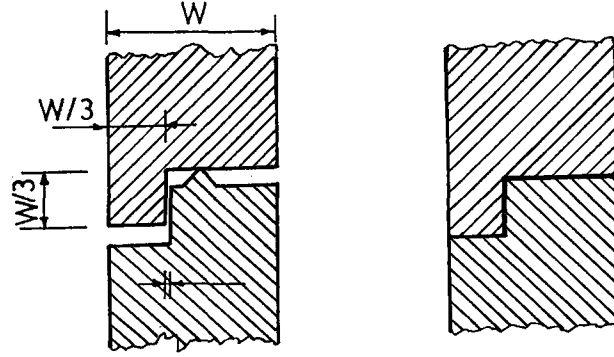


Şekil 8.3 Enerji yönlendirici ile dizayn edilmiş basit bir alın bağlantısı (24)

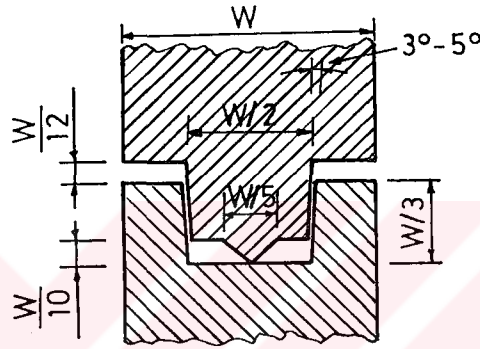
Şekil 8.4 bir kaynak dikişinin dışarıda oluşması istenmediği zaman kullanılan basamak bağlantısını göstermektedir. Bu bağlantı genellikle, alın bağlantılarından daha güçlüdür. Çünkü eriyen malzeme, kaygan geçme için gerekli olan tolerans aralığına akar. Bu da; çekmeye karşı olduğu kadar kesmeye karşı da mukavim bir dikişi temin eder.

Şekil 8.5 'de gösterilen dil-ağız bağlantısı, genellikle maksimum mukavemeti sağlamaktadır. Fakat, dilin her iki yanındaki tolerans aralığını sürdürme ihtiyacı, bu şeklin oluşmasını diğerlerinden daha zor yapar.

Enerji yönlendiricisi kullanılarak yapılan kaynaklar, birçok uygulamalarda başarılı kullanılabilmektedir. Ancak, kesin bir katılma noktasına sahip olan termoplastiklerde, enerji yönlendiricisindeki eriyen malzeme; kaynak yüzüne tamamen dağılmadan önce katılaşmakta ve neticede de zayıf ve düzgün olmayan bağlantılara sebep olmaktadır. 79



Şekil 8.4 Basamaklı bir bağlantı dizaynı (24)

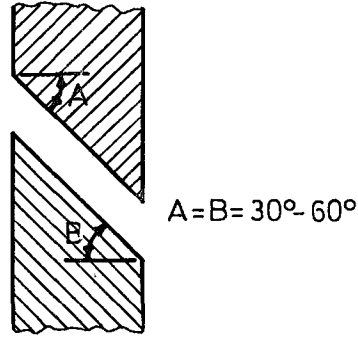


Şekil 8.5 Dil-ağız bağlantısı (24)

Bağlantı dizaynındaki gelişmeler neticesinde, enerji yönlendiricisi gerektirmeyen dizaynlar yapılmıştır. Bu tür bir dizayn ile esas malzemenin mukavemetine eşit kaynaklar elde edilmektedir (şekil 8.6).Ultrasonik titre - şimler neticesinde meydana gelen ergime, düşey konumdaki karşılıklı bir hareketle oluşmaktadır. Pahlı bir birleş - tirmede bu düşey hareketle, bütün yüzey aynı anda ergimek - tedir. İlaveten, pahlı bir dizayn neticesinde; kaynak yüzeyi de, normal kesite göre daha fazla olmaktadır. Böyle bir dizayn kullanmakla kaynak işlemi sonunda, esas malzemenin çekme mukavemetinin % 100 'üne ulaşmak mümkündür.

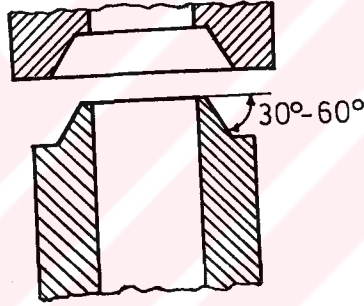
Cam dolgulu malzemelerin kaynağında ise, sadece dol - gusuz malzemenin mukavemetine eşit bir bağlantı yapıla - bilir.

Bu dizaynların dışında, şekil 8.7 ve şekil 8.8 'de gösterilen dizaynlar da ultrasonik yöntemde kullanılır.



Şekil 8.6 Pahlı birleştirme dizaynı (8)

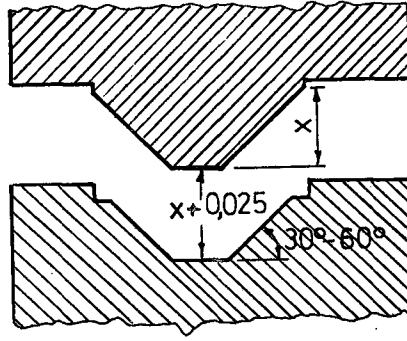
Enerji yönlendiricisi kullanmakla elde edilen kaynaklar, esas malzemenin çekme mukavemetinin % 40 - 60' ı arasında bir mukavemete erişebilirler ve bu şekilde sızdırmaz bir dikiş elde etmek güçtür. Ancak, zorunlu durumlarda bu tür dizaynlara baş vurulmalıdır.



Şekil 8.7 Başka bir kaynak dizaynı (8)

En az zamanda istikrarlı ve iyi kaynak yapmanın önemli etkenlerinden birisi de uygulanan basınçtır. Basınç, parçanın kırılma mukavemetine, kaynak kafasının güç/genlik oranına ve kaynaklanan malzemeye bağlı olarak ; 7 N/cm²' den 70 N/cm²'ye kadar değişmektedir. Eğer bağlantı doğru dizayn edilmişse; sonotrod üzerine daha yüksek basınç uygulamakla, ekseriya kaynak süresi azaltılabilmektedir.

Polietilen ya da polipropilen gibi yumuşak plastiklerin kaynağında veya kaynak parçalarının uygun olarak eşleşmediği durumlarda, 0,5 saniyeyi aşan tutma sürelerine ihtiyaç vardır (basınç uygulama süresi). Böyle durumlarda, 1 - 2 saniyede malzeme katılaşabilir.



Şekil 8.8 Diğer bir kaynak dizaynı (8)

Ultrasonik kaynak için kaynak kafasının dizaynı ve yapımı karmaşık bir problemdir. Kaynak kafaları genellikle mukavemet / ağırlık oranı yüksek olan malzemelerden yapılırlar. En yaygın olarak titanyum, monel veya alüminyum malzemelerden imal edilmektedirler.

Malzemeler esas olarak, iyi ses iletme ve yorulma dayanımı özelliklerine göre seçilirler. İyi ses iletimi özelliği, transdüserden, kaynak parçalarına ultrasonik titreşimleri maksimum etkinlikle iletebilmek için gerekli - dir. Ultrasonik titreşimler uygulandığında, genişleme ve/veya büzölmelerin sebep olduğu fiziksel değişimlere malzemenin mukavemet gösterebilmesi için iyi yorulma direnci özellikleri istenmektedir.

Titanyum ve monel güç işlenen malzemelerdendir, bu sebepten dolayı endüstride daha çok alüminyum malzemeler kaynak kafası imalatında kullanılmaktadır. Ancak, alüminyum kullanmanın iki mahzuru vardır. Birincisi yumuşak olması, ikincisi de ; titanyum veya monel kadar yorulma direncine sahip olmamasıdır. Çeşitli işlemlerle sert bir tabaka kaplamakla, alüminyumun birinci mahzuru giderilebilir. Bu durumda da kaplama tabakasının, kaynak kafasının genlik ve frekans gibi karakterislerini etkilememesine dikkat etmek gerekir. Darbe direnci için de ; sadece kalın kaynak kafaları ve/veya minimum genlikte çalışmak problemi bir dereceye kadar halledecektir.

Her bir kaynak kafası,kendisinin tabii rezonans frekansına imalat esnasında ayarlanmalıdır.Dizayn edilen bir kaynak kafası,uygun genlik/ basınç oranını sağlamalıdır. Neticede çok çeşitli kaynak kafaları ortaya çıkacaktır. Yüksek genlikli bir kaynak kafası,tatminkar çıkış için düşük basınçlara;düşük genlikli bir kaynak kafası ise , 70 N/cm^2 veya daha fazla basınçlara ihtiyaç gösterir.Özel bir uygulama için optimum basınç en iyi bir şekilde,labo-ratuvarlarda yapılan deneylerle elde edilebilir.

Her kullanım için ultrasonik kaynak süresi ampirik olarak elde edilir.İlk ayar sırasında normal olarak teste tabi tutulan malzeme,önce kaynak edilir ve daha sonra sürekli olmak üzere kabul edilebilecek bağlantıda;kaynak süresinin belli bir noktaya kadar azaltılması tercih edilir.Naylon,polisülfon,asetal ve polipenilen oksid gibi yüksek ergime sıcaklıklarına sahip plastikler,stiren ve akriliklerden daha fazla kaynak süresi gerektirirler. Minimum kaynak süresi,optimum basınç ayarı elde edildikten sonra tayin edilmelidir.

Kaynak kafasının parçaya temas ettiği nokta ile kaynak bölgesi arasındaki mesafenin 6,5 mm 'den küçük olması durumunda yapılan kaynaklara,yakın alan kaynağı denir.Bu mesafenin 6,5 mm 'den büyük olması durumunda işlem,uzak mesafe kaynağı adını alır.Plastik malzemeler,metalik malzemelerle karşılaştırıldığında;plastiklerin akustik iletim özellikleri çok daha zayıftır. Ultrasonik birleştirmelerde akustik iletim özellikleri daha zayıf olan malzemelerin kullanılması durumunda,yakın mesafe kaynağı tercih edilmelidir.

Kaynak kafası,parçalar üzerine,kaynak bölgesinden çok uzağa yerleştirildiğinde;enerji kayıpları meydana gelir,daha uzun kaynak süresini gerektirir ve/veya daha zayıf kaliteli kaynaklara sebep olur.

Şekil 8.9 'da bazı kaynak kafası şekilleri gösterilmiştir.Bunlar;konik,basamaklı ve eksponansiyel şekillerde olabilirler.Konik ve basamaklı olanlar,en çok kullanılır.

Kaynak kafaları, ultrasonik titreşimlerin genlikle -
rini kısmen yükseltirler. Maksimum genlik, eksponansiyel
şekilli kaynak kafalarıyla elde edilebilir.

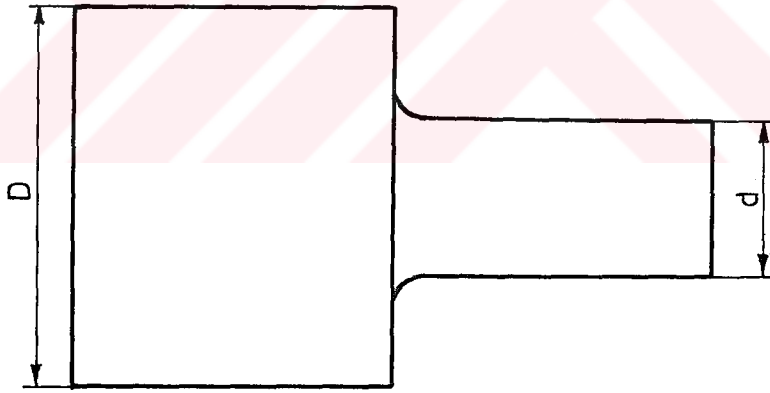
ÇUBUK



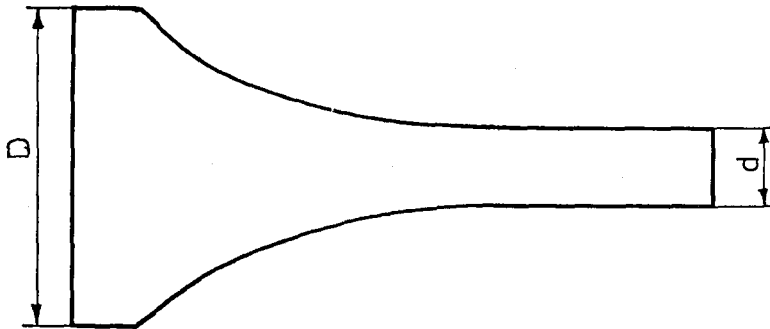
KONİK



BASAMAKLI



EKSPONANSİYEL



Şekil 8.9 Değişik kaynak kafası dizaynları (9)

8.2. ULTRASONİK KAYNAK MAKİNALARI

Ultrasonik kaynak makinası şekil 8.10 'da gösterildiği gibi, 5 temel kısımdan meydana gelmiştir.

1. 60 Hz frekanslı şebeke cereyanını, 20000 Hz 'lik yüksek frekansa dönüştüren elektronik güç ünitesi. Tamamen transtorize edilmiştir, dolayısıyla zamanla ve potansiyel vakum tüpünün yanması veya kırılmasıyla güç kaybı meydana gelmez. Keza, yük şartlarında meydana gelen değişimler neticesinde sürekli olarak ortaya çıkan küçük frekans değişikliklerini karşılayabilen, otomatik frekans kontrol ünitesine de sahiptir. Bu, operatörün sürekli olarak dikkat etmesini gerektirmez ve elektronik ayarlamaları da azaltır.

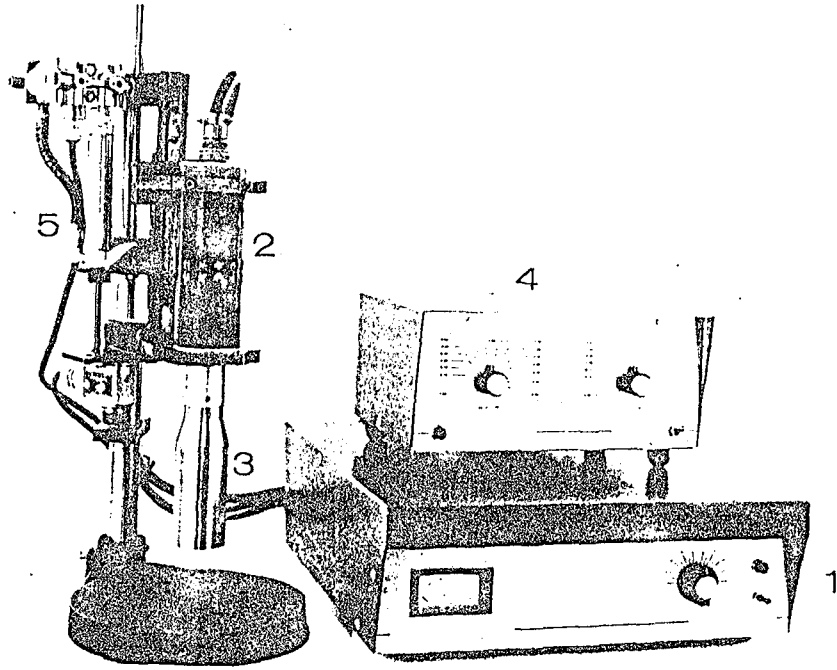
2. Akustik dönüştürücü veya transdüser, güç temin ünitesinden gelen 20000 Hz 'lik yüksek frekanslı akımı, yine aynı frekansta mekanik titreşimlere dönüştüren bir alettir. Değiştiricinin özü, alternatif bir gerilim altında genişleyip daralan transdüser elemanıdır.

Bu elektrostriktif transdüser, elektrik enerjinin % 90 'dan daha fazlasını mekanik titreşimlere dönüştürür.

Ultrasonik titreşimler çoğu kez magnetik ve elektriksel metodlarla elde edilmektedir. Magnetostriktif metodla, ferromagnetik malzemelerin mıknatıslanmaları zaman, ölçülerinin biraz değişmesi özelliğinden faydalanılmaktadır. Piezo elektrik metodda ise, bir quartz plakası, yüksek frekanslı bir gerilim altında mekanik titreşimler yapmaya zorlanır.

3. Akustik kaynak kafası, transdüserden gelen ultrasonik titreşimleri, iş parçasına ileten metalik elemandır. Aynı zamanda, titreşimleri yükseltme görevini de üstlenmektedir.

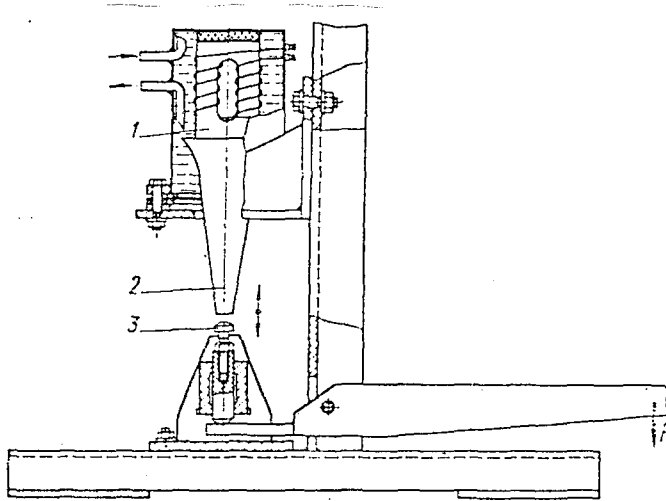
4. Elektronik programlayıcı, kaynak süresini ve pnömatik kumandalı sehpa ile, iş parçalarının basınç altında tutulma zamanını ayarlar. Tutma zamanı, kaynak esnasında eriyen malzemenin katılaşması için geçen süredir.



Şekil 8.10 Ultrasonik kaynak techizatı (24)

5. Pnömatik sistemle kontrol edilen sehpa, kaynak kafası ile plastik parçaları temasta tutmak için kullanılan bir prestir. Strok istenildiği şekilde ayarlanabilir, yatay ve düşey konumda esnekliğe sahiptir.

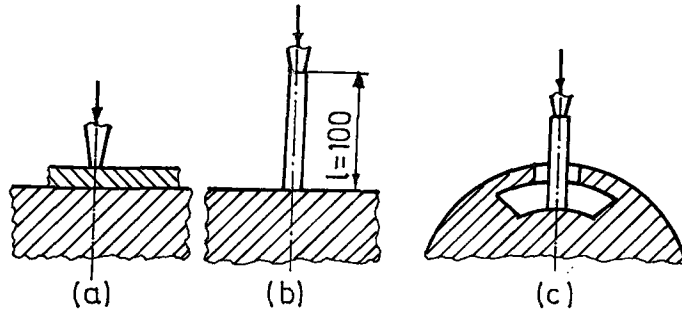
Şekil 8.11 'de başka bir ultrasonik kaynak makinası görülmektedir.



Şekil 8.11 Ultrasonik kaynak makinası (14).

Ultrasonik kaynağın önemli bazı özellikleri:

1. İşlem tek taraflıdır ve bu sebepten dolayı alttaki iş parçası sınırsız kalınlıkta olabilir (şekil 8.12a).
2. Ultrasonik enerji, kaynak kafasının iş parçasına temas ettiği bölgeden önemli mesafelere etki ettirilebilir (şekil 8.12b).
3. Yukarıdaki özellik, ulaşılması güç olan yerlerde, ultrasonik kaynağın yapılabilmesini sağlar (şekil 8.12c).
4. Isı, kaynak bölgesiyle sınırlıdır. Dolayısıyla malzeme kütleğinde aşırı ısınma meydana gelmez.
5. Sadece kaynak yüzeyine ısının teksif edilmesi, işlemi hızlandırmaktadır.
6. Kaynak yüzeyinde bulunan gres, grafit, elektrolit v.b. pislikler kaynağa önemli bir etkide bulunmazlar.
7. Yüksek frekans kaynağıyla kaynaklanabilenden daha kalın parçalar, ultrasonik yöntemle kaynaklanabilmektedir. Ayrıca, çoğu termoplastik malzemeye uygulanabilmektedir.
8. Otomasyonu mümkündür.



Şekil 8.12 Ultrasonik kaynağın bazı özellikleri (14)

9. PLASTİK MALZEMELERİN KAYNAKLANMASINDA KULLANILAN DİĞER KAYNAK METODLARI

9.1. YÜKSEK FREKANS(RADYO FREKANS) KAYNAĞI

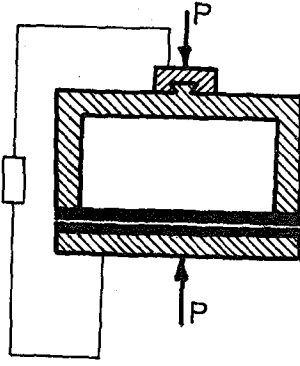
Dielektrik kaynağı olarak da bilinen yüksek frekans kaynağında;birleştirilecek olan iki termoplastik malzemenin temas yüzeyleri,bir yüksek frekans membainin kondansatör alanında,gerekli kaynak sıcaklığına kadar ısıtılır. Daha sonra basınç uygulanmak suretiyle kaynak tamamlanır.

Termoplastik malzemelerin kaynaklanmasında çok geniş bir kullanım alanına sahip olan yüksek frekans kaynağı en çok; yağmurluklar,oyuncaklar,deniz yatakları,kitap-defter kapları,mobilyacılık ve muhtelif konfeksiyon imalatında kullanıldığı gibi,atom reaktörlerinde de uygulama alanı bulmuştur.

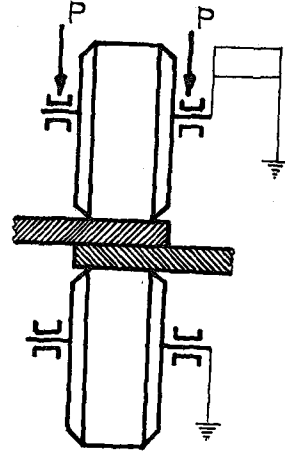
Yüksek frekans kaynağı özellikle ABS,asetaller ve akrilik polimerlerin kaynaklanmasında kullanılmaktadır. Genel olarak; sıcak eleman ile kaynaklanabilen malzemeler,yüksek frekans kaynağı ile de kaynaklanabilirler.

Yüksek frekans kaynağında iki metal elektrod arasına yerleştirilen iş parçası,yüksek frekanslı bir elektriksel alan içindedir.Çoğu plastiklerin iyi olmayan dielektrik özelliklerinden dolayı,dielektrik ortamda bulunan bir miktar serbest elektronun yer değiştirmesi,kondüksiyon akımının doğmasına sebep olur.Yüklü parçacıkların yer değiştirmesiyle yapılan iş,ısıya dönüşür.Alan değiştikçe bir miktar ısı açığa çıkar.Açığa çıkan ısı miktarını artarmak için, 30-40 MHz veya daha yüksek frekanslı akım kullanılmalıdır.

Kaynak parçaları,doğrudan doğruya elektrodlar arasında kaynaklanırlar.Radyo frekans akımı,malzemenin sıcaklığını vizkoz akıcı duruma kadar çıkartır ve elektrodlara uygulanan basınç da ,parçalar arasında yakın teması sağlar.Birçok uygulamada ,ilave malzeme kullanılmaz .Ticari olarak radyo frekans işlemi;nokta kaynağı,statik jig veya pres kaynağı ve dikiş kaynağı şekillerinde kullanılır.



(a)



(b)

Şekil 9.1 (a) Yüksek frekans pres kaynak makinası
(b) Y.F. dikiş kaynak makinası (14)

Esas itibariyle yüksek frekans kaynağı, diğer kaynak işlemlerinden farklıdır. Termal enerji, elektrodlar arasındaki iş parçasından açığa çıkar ve hacim içerisinde uniform olarak dağılır. Kaynağın hızlı olmasından dolayı, dış yüzeylerde aşırı ısınma meydana gelmez.

Radio frekans kaynak yöntemi, otomasyona uygundur. Bir dikiş kaynağı makinasında filmler, bindirme bağlantısı yapmak üzere, radyo frekans akımının uygulandığı merdaneler (elektrodlar) arasından çekilirler. Kaynak hızı, 27 - 65 m/h 'tır. Pres (jig) kaynağında elektrodla, istenilen kaynak şekli verilir. Bu şekiller düz veya eğrisel, nokta veya halka şekillerinde olabilir.

Radio frekans kaynağı, bazı ince kesit kalınlıklı parçaların v.b. eşyanın seri imalatında kullanılmaktadır. Bu tekniğin üstünlükleri arasında ; yüksek üretim hızı , ekonomik olması ve tatminkar bağlantılar sağlaması sayılabilir. Yüksek frekans kaynağı, kalınlığı 5 mm 'ye kadar olan malzemelere uygulanabilir.

PTFE , polietilen ve polistiren gibi, düşük dielektrik kayıp faktörüne sahip plastikler doğrudan doğruya radyo frekans işlemi ile kaynaklanamazlar. Bu plastiklerde akımın iletilmesi ve yer değiştirmesi çok küçük değerlerde olmaktadır. Bu yüzden , kaynak için yeterli ısı oluşturulamaz. Radio frekans kaynağı dolgu, alın ve T bağlantılarında yetersiz kalmaktadır.

9.2. İNDÜKSİYON KAYNAĞI

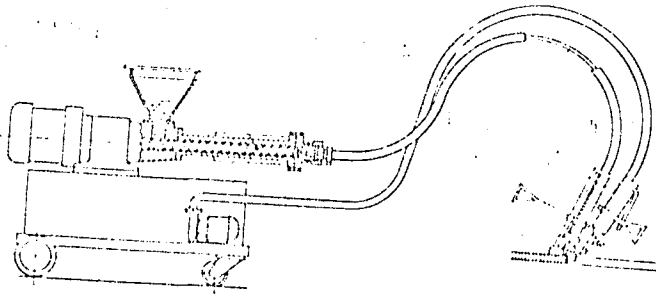
Elektromagnetik birleştirme olarak da bilinen indüksiyon kaynağı, bütün termoplastik malzemelerde yapısal , sızdırmaz ve yüksek basınca mukavim kaynak dikişleri elde etmek için kullanılır. İşlemin esası indüksiyonla ısıtmaya dayanmaktadır.

İndüksiyon kaynağında ısı, birleştirilecek olan plastiklerin arasına ilave olarak yerleştirilen madeni parçacıklar içindeki yüksek frekanslı elektrodinamik alan tarafından meydana gelir. Kaynak ara yüzeyine yerleştirilen mikron mertebesindeki ferromagnetik parçacıklar, ek yerinde kalmaktadır.

Bu metodun en önemli üstünlüğü, çok hızlı olmasıdır. Erime aniden meydana gelir ve birleştirme yapmak için harcanan zaman, daha ziyade parçaları ısıtıcıya yerleştirirken geçer. Pratik olarak herhangi bir termoplastik, bu usulle kaynaklanabilir.

9.3. EKSTRÜZYON KAYNAĞI

Bu işlemde ilave malzeme, kaynak bölgesine vizkoz akışkan durumda beslenmektedir. Sıcak haldeki ilave malzeme, kaynaklanacak olan plastik malzemelerin kenarlarını ergitir. Böylece, ilave ve esas malzeme arasında kuvvetli bir kaynak bağı meydana gelir. Bu anlamda işlem, kaynak çubuğu ile yapılan sıcak gaz kaynağına benzemektedir. Bu yöntemle, film malzemelerde tatminkar kaynaklar elde edilebilir. Şekil 9.2 'de bir kaynak makinası görülmektedir.



Şekil 9.2 Ekstrüzyon kaynak makinası (20)

9.4. N Ü K L E E R K A Y N A K

Nükleer kaynak yönteminde,kaynaklanacak iş parçaları nötron akımı ile nötron bombardımanına tutulurlar. Kaynaktan önce,kaynak yüzeyleri lityum veya bor bileşik-leri ile kaplanır.Bu elementler nötronlarla bombardıman edildiğinde,nükleer reaksiyonlar ve beraberinde de ısı meydana gelir.Oluşan ısı,kaynak yüzeyini kaynak sıcaklığına kadar yükseltir.

Yapılan tecrübelerle göre bu işlemle; PTFE 'nin polietilen,polistiren,quartz,aluminyum ve diğer bazı malzemelerle birleştirilmisi mümkün olmaktadır.Nükleer kaynak yöntemi,nötron bombardımanı yapıldığı zaman;kuvvetli radyoaktif olan malzemelere uygulanamaz.

9.5. K I Z I L - Ö T E S İ I Ş I N K A Y N A Ğ I

Bu işlemde kaynak için gerekli olan ısı,bir kızıl ötesi ışın membaından temin edilir.Bu bir krom çelik rezistans elemanı,quartz çubuk lamba v.b. olabilir. Kaynağı hızlandırmak ;köpüklü (hücreli) plastik,köpüklü kauçuk veya kalın kauçuklu bezden yapılmış siyah zeminli bir levha kullanmakla mümkündür.İş parçasına doğru kuvvetlice tutulan levhanın esnekliği,gerekli olan kaynak basıncını temin eder.

Kızıl - ötesi ışın kaynağı,polietilen filmlerin kaynağında,tatminkar neticeler verir.Maksimum malzeme kalınlığı,kullanılan kızıl - ötesi ışın membaına bağlıdır.

Kızıl - ötesi ışın kaynağı,ısıtma neticesinde vizkoz akışkan duruma geçen her filmin birleştirilmesinde,yüksek kaynak basıncına ihtiyaç göstermeksizin kullanılabilir. Kızıl - ötesi ışın kaynağında;eriyen bölge veya kaynak bölgesi ile ısı membaı arasında direkt bir temas yoktur. Kızıl - ötesi ışın kaynağı ile yapılan kaynaklar,sıcak eleman kaynağı ile yapılan kaynaklı birleştirmelerden daha fazla mukavemete sahiptir. Keza,kızıl ötesi ışın ile üst üste yığılmış filmlerinde kaynaklamak mümkündür.

10. SONUÇLAR

Plastik parçalar arasında sürekli bağlantılar kurmanın bir yolu da kaynaktır. Kaynak yüksek üretim hızı, daha az işçiliğe ihtiyaç göstermesi, daha iyi çalışma şartları ve sızdırmaz dikişler sağladığından dolayı, diğer imal usullerine göre bazı üstünlükler arz etmektedir.

Plastik malzemeler, kaynak kabiliyetleri ve ısı karşısındaki davranışlarına göre iki gruba ayrılırlar. Birinci grup malzemeler termoset malzemelerdir ve bilinen kaynak metodlarıyla birleştirilemezler. Isı uygulandığında sertleşirler. Daha fazla ısı uygulanması durumunda ise malzeme kömürleşip bozulabilir.

Termoplastik malzemeler, ikinci grubu teşkil ederler ve bilinen kaynak metodlarıyla kolaylıkla kaynaklanabilirler. Plastikler ısıyı iyi iletmedikleri için vizkoz akıcılık, bazı kaynak tekniklerinde sadece yüzeylerde elde edilebilir.

Kesin bir ergime noktasından ziyade, daha geniş bir yumuşama aralığına sahip plastikler, en iyi kaynaklanabilen plastiklerdir. Kaynak kalitesini büyük ölçüde polimer kompozisyonu, polimerizasyon derecesi, molekül yönelmesi gibi faktörler etkiler. En kuvvetli bağlantılar, genellikle en yüksek polimerizasyon derecesine sahip plastiklerde elde edilir. Kaynak esnasında buharlaşmaya eğilim gösteren maddeleri ihtiva eden plastiklerde, kaliteli bir kaynak elde edilemez. Nitroselüloz gibi kararsız plastikler de kaynaklanamazlar. Kaynak esnasında renk bozulması v.b. gibi ısıl bozunmalara maruz kalan plastikler kaynaklanamazlar.

Plastik malzemelerin kaynağı için çok çeşitli kaynak makinaları geliştirilmiştir. Kaynak işlemi el ile, yarı otomatik ve otomatik olarak yapılabilir.

Plastik malzeme kaynağı, bilhassa ambalaj sanayiinde ve diğer bazı endüstrilerde geniş uygulama alanları bulmuştur. Ülkemiz için plastik malzeme kaynağı yeni olmakla birlikte, çoğu ülkelerde uzun bir maziye sahiptir. Ülkemizde de, son zamanlarda bu konudaki uygulamalar artmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Abel, Franz-H. J. Beek: "Ultrasonic and high-frequency welding processes" Hamburg, 1981
2. Çuhadır, Nurettin-M. Sağışman-S. Anık: "Umumi Kaynak Terimleri Lügatı" Makina Malzemesi ve İmal Usulleri Enstitüsü yayınları, İ.T.Ü. Mak. Fak. No.13 ,1960
3. Evans, Verney: "Korozyona Karşı Plastikler" Makina Mühendisleri Odası yayın no.59, Çev. Macit Çiğdemoglu, 1970
4. Hayden, H.W- v.d.: "Malzemelerin Yapı ve Özellikleri" Çev. Kaşif Onaran, İ.T.Ü. Kütüphanesi, S.1119, 1978
5. "Herfurth" firması katalogu
6. "hawo" firması katalogu
7. Jastrzebski, Zbigniew D.: "The Nature and Properties of Engineering Materials" 1976
8. Kish, Fred A.: "How to Ultrasonically Weld The Engineering Thermoplastics, Part 1: Part Design and Welding Techniques" Plastics Technology, Eylül 1972
9. Kish, Fred A.: "How to Ultrasonically Weld The Engineering Thermoplastics, Part 2: Horn Design and Fabrication" Plastics Technology, Aralık 1972
10. Kluz, John: "Plastik ve Metal Döküm Kalıpları" Çev. Gıyasettin Erci, M.E.B. ve Teknik Öğretim Kitapları Etüd ve Programlama Dairesi Yayınları no.72, 1972
11. Makina Mühendisliği El Kitabı, TMMOB, Makina Mühendisleri Odası Yayını no.100, C.2, 1975
12. Mengason, James: "Wibration Welding-Shaking up the status quo in joining plastics" Plastics Engineering, Ağustos 1980

13. Nightingale, R.J.: "Heated Tool and Gas Welding"
Europlastics, Eylül 1973
14. Nikolaev, G.-N. Olshansky: "Advanced Welding Processes"
Mir Publishers, Moskova, 1977
15. Palın, G.R.: "Teknolojide Plastikler" Makina Mühendisleri Odası Yayını no.64 Çev. Macit Çiğdemoglu, 1971
16. Pecha, E.-M.E.: "Hot Plate Welding", Bielomatik firması katalogu
17. "Plastics Engineering Handbook", The Society of the Plastics Industry, Inc, 1960
18. Postacıoğulları, Bekir: "Cisimlerin Yapısı ve Özellikleri" İ.T.Ü. Kütüphanesi, S.1176, 1981
19. "Progress in HF Welding", Anon. Europlastics monthly, Eylül 1973
20. Ruge, Jürgen: "Handbuch der Schweißtechnik" 1974
21. "Ser-Mel Ticaret" firması katalogu
22. Türkocağı, İzzet: "Plastik Malzemelerin Kaynak Yöntemlerinin Tanıtılması" Makina ve Mühendis, c.24, S.279, Temmuz-Aralık 1982
23. Türkocağı, İzzet: "Endüstride Plastik Malzemelerin Yeri ve Termoplastik Malzemelerin Kaynak Yöntemleri" Sanayi-Endüstri Mühendisliği Dergisi, S.12, Ekim 1984
24. "Welding Handbook" Section three, American Welding Society, 1971
25. "Zinser Schweiss Technik" firması katalogu