

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ
AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ nəzdində
BAKİ TEXNİKİ KOLLECİ

“Təzyiqlə qaynağın texnologiyası və avadanlığı”
fənnindən mühazirələr.
(75 saat)

Tərtib etdi:

Azərbaycan Texniki Universiteti nəzdində

Bakı Texniki Kollegin “Ümumixtisas” fənn birləşməsinin müəllimi:

Alıyeva Günel Azər qızı

BAKİ - 2022

MÜNDƏRİCAT

Bölmə 1. Giriş.

Fənnin tədrisinin məqsədi, məzmunu və mahiyyəti, qaynaq haqqında ümumi məlumat.....	3
Qaynaq prosesinin fiziki-kimyəvi əsasları.....	6
Qaynaq üsullarının təsnifatı və qaynaq birləşmələrinin tipləri.....	11

Bölmə 2. Nöqtəvi və tikişli qaynaqlamada birləşmələrin yaradılması.

Birləşmələrin formalaşdırılmasının ümumi sxemi.....	15
Qaynaqlamada istilik mənbələri.....	19
Kontakt müqavimətləri.....	21
Detalların xüsusi müqaviməti.....	26

Bölmə 3. Kontakt qaynaqlama üsulları.

Elektrik kontakt qaynaq üsulları.....	29
Nöqtəvi kontakt qaynaq.....	38
Diyircəkli kontakt qaynağı.....	50
Releyfli kontakt qaynağı.....	53

Bölmə 4. Təzyiq ilə qaynaqlamanın digər üsulları.

Sürtünmə ilə qaynaq.....	56
Soyuq qaynaqlama.....	60
Ultrasəsle qaynaq.....	64
Ultrasəsle nəzarət üsulu.....	72
Diffuzion qaynaq.....	77
Partlayışla qaynaq.....	81
Yüksək tezlikli qaynaq.....	86
Elektron – şüa qaynağı.....	89
Lazerlə qaynaq.....	92
Sualtı qaynaq.....	94
Termit qaynaq.....	96
Qaynaq tikişlərinin texnoloji qüsurları.....	100

İstifadə olunmuş ədəbiyyatların siyahısı.....	105
---	-----

Bölmə 1. Giriş.

Fənnin tədrisinin məqsədi, məzmunu və mahiyyəti, qaynaq haqqında ümumi məlumat.

Xalq təsərrüfatının inkişaf istiqamətlərində maşınqayırmanın səmərəliliyinin kəskin yüksəldilməsi, maşın və avadanlıqların metal tutumunun aşağı salınması, yüksək keyfiyyəti təmin edən, progressiv texnoloji proseslərin tətbiqi, məhsuldarlıq, Ən az əmək və yanacaq-enerji sərfiyyatı ilə metaldan istifadənin yüksək əmsalı nəzərdə tuulur. Ətraf mühitin qorunmasını nəzərə almaqla texnoloji proseslərin avtomatlaşdırılması, mexanizasiyası məsələləri, həmçinin, diqqət nəzərindədir.

Texnoloji və nəzarət-ölçü avadanlıqlarının yaradılmasında qaynaqlama və lehimləmədən geniş istifadə olunur.

Qaynaq – birləşdirilən materialların atomlararası və ya molekullarası qarşılıqlı təsir qüvvələri hesabına sökülməyən birləşmələrin alınma texnoloji prosesidir. Qaynaq metalların, plastmasların, həmçinin, metalların qeyri-metallik materiallarla və s. birləşdirilməsi üçün tətbiq olunur.

Son 60 ildə qazoelektrik, elektroposa, elektron-şüa, plazma, lazer, ultrasəsle qaynaq və s. yüksək məhsuldarlıqlı yeni qaynaq üsulları işlənmişdir.

Qaynaq keyfiyyətinə nəzarət üçün vizual nəzarətlə yanaşı, müvəffəqiyyətlə aşağıdakı üsullardan da istifadə edirlər: qaynaq birləşməsinin sıxlıq və möhkəmliyə sınağı, rentgen və qamma-şüa ilə işıqlandırma, maqnit, lüminessent və ultrasəs üsulları.

Sadalandıran üsullardan heç biri qaynağın keyfiyyətinə hərtərəfli nəzarəti təmin etmir. Bir sıra üstünlüklərə malik və son zamanlarda sənayedə geniş tətbiqini tapmış ultrasəs üsulu heç də həmişə səthi qüsurları aşkar etməyə imkan vermir və tez-tez nəzarət olunan məmulatın səthinin kifayət qədər təmiz olmasına baxmayaraq əvvəlcədən emalını tələb edir. Maqnit üsulu səthdə və ya ona yaxın yerləşmiş qüsurları aşkar etməyə imkan verir, lakin bir neçə millimetrdən yuxarı dərinlikdə yerləşən qüsurları aşkarlamaq üçün tətbiq oluna bilməz. Bundan başqa, maqnit üsulu qeyri-maqnit materiallara nəzarət üçün tətbiq oluna bilməz.

Lüminessent üsulunun köməkliyi ilə yalnız məmulatın səthinə çıxan qüsurları müşahidə etmək olar.

Yalnız defektoskopiyanın müxtəlif üsullarından birgə istifadə qaynaq keyfiyyətinə etibarlı nəzarəti təmin etmək imkanı verir.

Respublikamızda iqtisadi inkişafının bir sıra qərarlarında qaynaq işinin inkişaf etdirilməsi üçün aşağıdakı əsas istiqamətlər və vəzifələr dəqiq göstərilmişdir: pərçim, tökmə, döymə və başqa konstruksiyalar daha qənaətli olan qaynaq konstruksiyaları ilə əvəz edilməli, qaynaq konstruksiyalarının mərkəzləşdirilmiş qaydada hazırlanması üçün ixtisaslaşdırılmış müəssisə və sexlər yaradılmalı, maşın və mexanizmlərin detallarında yeyilməyə davamlı üstəritmə tətbiq edilməli; qaynaq avadanlığı və qaynaq materialları istehsalı genişləndirilməli; müasir yüksək məhsuldarlıqlı avtomatik qaynaq metodları tətbiq edilməli.

Qaynaq konstruksiyalarının istehsalı, qaynaq işlərinin mexanikləşdirilməsi, avtomatlaşdırılması və robotlaşdırılması ildən-ilə artır. Qaynağın tətbiqi hesabına xalq təsərrüfatında hər il yüz milyonlarla manatlıq qənaət əldə edilir.

Ölkəmizdə mexanikləşdirilmiş qaynaq üsullarından istifadə edilməsi və iriqabaritli qaynaq konstruksiyalarının istehsal sürətinin artımı baxımdan dünyada əsas yerlərdən birini tutur.

Ölkəmizdə yüz minlərlə qaynaqçı vardır. Qaynaqdan istifadə olunmaqla buraxılan konstruksiyaların sayı ildən ilə artır. Hazırda metalların təxminən 50%-i qaynaq konstruksiyaları hazırlanmasına sərf edilir.

Qaynaq proseslərinin avtomatlaşdırılması və mexanikləşdirilməsi sahəsində əldə edilmiş nailiyyətlər metallurgiya aqreqatları, körpülər, neft-qaz kəmərləri, dərin özüllər, neft platformaları, gəmilər, vaqonlar, kimya avadanlığı, elektrik stansiyalarının buxar qazanları, elektrik veriş xətlərinin dayaqları habelə bir çox belə maşın və metal konstruksiyalar kimi mühüm obyektlərin inşaatı və hazırlanma texnologiyasında əsaslı dəyişikliklər edilməsinə imkan vermişdir.

Onlarca yeni növ qaynaq avadanlığı yaradılmışdır. Zavodların çoxunda tutumları qabları sisterni və rezervuarları, gəmilərin gövdəsini, boruları, dəmir-beton armaturunu və s. mexanikləşdirilmiş üsulla qaynaq etmək üçün avtomat xətlər işləyir. Xüsusi polad və ərintilərin, o cümlədən əvvəllər qaynaq edilməsi çətin sayılan polad və ərintilərin qaynaqlanması geniş yayılır. Hazırda 60-dan artıq qaynaq üsulu mövcuddur. Müvafiq qaynaq üsulunu tətbiq etməklə həm çox qalın (2500 mm-ə qədər), həm də nazik (5 mm və daha az) metalları qaynaq etmək olar.

Yeni, mütərəqqi qaynaq üsulları olan qoruyucu qaz (arqon, karbon qazı və b.) mühitində qaynaq, ovuntulu məftillə qaynaq, sürtünmə ilə qaynaq, presləməklə (soyuq) ultrasəs qaynağı, plazma-qövs qaynağı, metalların və çətinəriyən materialların üstəritməsi, kəsilməsi və s. kimi üsullar sürətlə tətbiq olunur.

Qaynaq sahəsində elmi-tədqiqat işlərinin arasıkəsilmədən inkişafı xalq təsərrüfatı üçün yeni maşın və məlumat hazırlanması mühüm obyektlərin tikilməsində qarşıya çıxan mürəkkəb məsələləri müvəffəqiyyətlə həll etməyə imkan verir. Məsələn, keçmiş Sovet İttifaqında dünyada ilk dəfə olaraq kosmik fəzada, qaynaqedilmə eksperimenti müvəffəqiyyətlə başa çatdırılmışdır. Bu eksperiment gələcəkdə orbital kosmik stansiyaların qaynaq edilməsi metodlarını işləyib hazırlamağa imkan verəcəkdir.

Uralmaşzavodunda qaynaq sexlərindəki unikal blokda kompleks mexanikləşdirilmiş nümunəvi qaynaq istehsalatı yaradılmışdır. Bu istehsalatın yaradıcıları olan bir qrup işçi 1969-cu ildə Dövlət mükafatına layiq görülmüşdür.

Qaynaq işi üzrə mütəxəssislər hazırlanması xeyli genişləndirilmişdir. Qaynaq istehsalatı sahəsində elmi tədqiqat və təcrübə – konstruktor işləri də lazımı səviyyədə inkişaf edir.

Bütün bunlar qaynaqçıların, o cümlədən gənc mütəxəssislərin müasir qaynaq texnologiyasını mənimsəmək, əmək məhsuldarlığını yüksəltmək, qaynaq tikişlərinin keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasından ibarətdir.

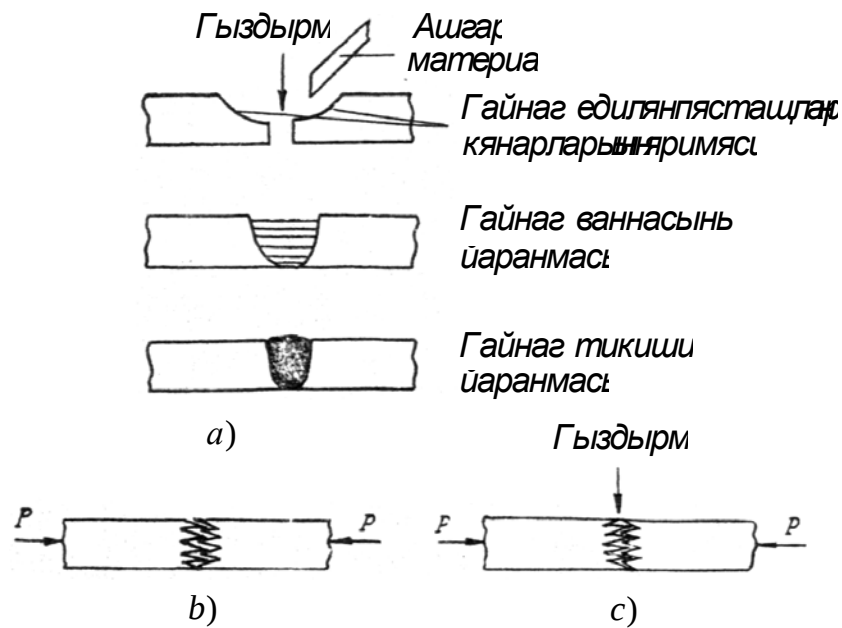
Ölkəmizdə qaynaqçı peşəsi ən geniş yayılmış kütləvi və fəxri peşələrdən birinə çevrilmişdir.

Qaynaqçı kadrlar öz işlərinin ustası olmağa çalışmalıdırlar. Bunun üçün onlar qaynağın və metalların kəsilməsi prosesinin əsasını yaxşı öyrənməli, qaynaq məmulatının keyfiyyətini yaxşılaşdırmağa, metala, qaynaq materiallarına, elektrik enerjisinə qənaət etməyə, qaynaq işlərinin maya dəyərini azaltmağa və əmək məhsuldarlığını yüksəltməyə çalışaraq öz ustalıqlarını durmadan təkmilləşdirməlidirlər.

Qaynaq prosesinin fiziki-kimyəvi əsasları.

Qaynağın fiziki mahiyyəti pəstahlar arasında atomlararası əlaqələrin müəyyənləşdirilməsi hesabına bircinsli və müxtəlif cinsli materialların iki pəstahının birləşdirilməsindən ibarətdir. Belə birləşmənin baş verməsi üçün kristallik qəfəsin ölçülərilə ölçülən məsafədə qaynaqlanan səthləri yaxınlaşdırmaq lazımdır. Müasir emal üsulları səthin tələb olunan təmizliyini təmin etmir və pəstahların birbaşa yaxınlaşdıraraq qaynaqlanmasına imkan vermir. Atomlararası ilişmə qüvvəsinin təsiri məsafəsində qaynaqlanan səthləri yaxınlaşdırmaq üçün qaynaqlanan kənarları ərimə temperaturunadək qızdırırlar (şək. 1.1,a); qaynaqlanan pəstahlara P təzyiqi (şək. 1.1,b); qızdırma və plastiki deformasiyanın birgə təsiri (şək. 1.1,c), həmçinin qaynaqlanan kənarların oksid və digər plyonkalardan təmizlənməsi. Əgər qaynaqlanan kənarlar təmizlənməsə, onda pəstahın səthində olan oksid təbəqəsi və çirklər möhkəm qaynaq birləşməsi almağa mane olacaqdır.

Qaynaqlanan kənarların və aşqar materialının (kənarlar arasındakı araboşluğunu doldurmaq üçün zəruri olan) ərimə temperaturunadək qızdırmada maye halda atomların hərəkətliliyi yüksəlir və pəstahların birləşdirilməsi ümumi qaynaq vannası yaradılması yolu ilə baş verir. Qaynaq vannasının metalının kristallaşmasından sonra atomlararası ilişmə qüvvəsi hesabına möhkəm birləş-



Şəkil 1.1. Maye qaynaq vannasının yaradılması (a), təzyiq verməklə (b), qızdırma və təzyiqi birgə verməklə (c) sökülməyən birləşmənin yaradılma sxemi

mə yaranır. Təzyiq verilməsi halında qaynaqlanan pəstahların birləşdirilməsi qaynaqlanan səthlərin birgə plastiki deformasiyası yolu ilə həyata keçirilir. Deformasiya prosesində kələ-kötürlülük götürülür, oksid təbəqələri dağılır, nəticədə pəstahlar arasında sıx kontakt təmin olunur. Bu şəraitdə atomlararası əlaqələrin yaranması pəstahların möhkəm birləşməsinə gətirib çıxarır. Əksər hallarda təzyiqlə qaynaqlamada plastiki deformasiyanı yüngülləşdirmək üçün qaynaq zonasında metalın qızdırılması termoplastiki halın yaranmasınadək və ya qismən əridilməsi halınadək həyata keçirilir (şək. 1.1,b).

Qeyd etmək lazımdır ki, heç də bütün konstruksiya materiallarından keyfiyyətli qaynaq birləşməsi almaq üçün istifadə etmirlər, bununla əlaqədar qaynaqlanma qabiliyyəti anlayışını daxil edirlər. Qaynaqlanma qabiliyyəti – istismarda etibarlı, seçilmiş texnoloji prosesdə qənaətli qaynaq birləşməsinin təmin olunması qabiliyyətini müəyyən edən materialın texnoloji xassələrinin birgə təzahürüdür. Qaynaqlanma qabiliyyəti – bu təkcə qaynaqlanan materialın xassələrilə müəyyənləşdirilən kompleks xarakteristika deyil, həm də texnoloji

prosesin, rejim və qaynaqlama üsulunun, tətbiq olunan qaynaq materiallarının xassələrilə xarakterizə olunur. Bəzi hallarda keyfiyyətli qaynaqlanma qabiliyyətinin qiymətləndirilməsini tətbiq edirlər: «yaxşı», «kafi», «pis».

Yaxşı qaynaqlanan materiallarda əlavə texnoloji üsullarsız texniki şərtlərin tələblərinə cavab verən keyfiyyətli qaynaq birləşməsi yadırlar. Yaxşı qaynaqlanma qabiliyyətinə polad 10, 20, AMü ərintisi və s. malikdirlər. Kafi qaynaqlanma qabiliyyətli materiallarda keyfiyyətli birləşmə almaq üçün əlavə texnoloji üsullar vacibdir. məsələn, kafi qaynaqlanma qabiliyyəti 30XQSA, 30XQSNA, 20X13 və s. poladlar qızdırma və tədricən soyutma tələb edirlər. Materialların pis qaynaqlanma qabiliyyətində keyfiyyətli qaynaq birləşməsi yaranmır. Belə ki, ərimə ilə qaynaqlamada D16 ərintisindən qaynaq tikişi çatlarla yaranır, bu halda keyfiyyətli tikiş müasir mərhələdə almaq mümkün deyil. Qaynaq texnikası inkişaf etdikcə bir sıra pis qaynaqlanan metallar fasiləsiz olaraq azalırlar.

Qaynaq tikişində aşağıdakı qüsurlar pis qaynaqlanma qabiliyyətinin əlamətləridir:

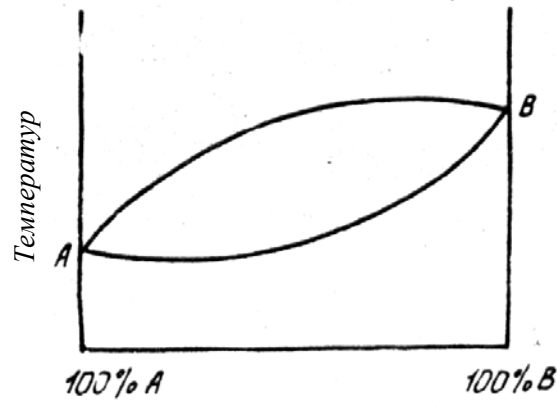
- birləşmə zonasında kövrək birləşmələrin – intermetallidlərin yaranması, onlar tez-tez müxtəlif cinsli materialların qaynaqlanmasında yaranırlar;
- qaynaq tikişlərində kimyəvi və fiziki qeyri-bircinslilik;
- soyuq və isti çatların yaranması;
- qaynaq tikişlərinin yüksək məsaməliliyi.

Cihazqayırmada və radioelektronikada tez-tez müxtəlif cinsli materialların qaynağını həyata keçirirlər, onları qaynaqlanma qabiliyyətinə görə üç qrupa bölmək olar:

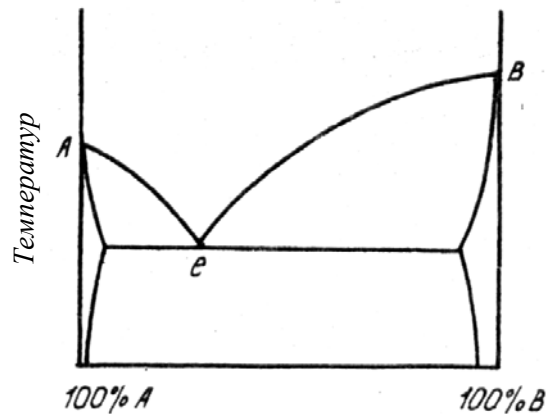
1. Öz aralarında qeyri-məhdud bərk məhlullar yaradan A və B müxtəlif cinsli materialların qaynağı (şək. 1.2). Belə materiallar yaxşı qaynaqlanma qabiliyyətinə malik olurlar, yəni keyfiyyətli qaynaq tikişi yadırlar, bu halda tikişdə kövrək təşkiledicilər olmurlar.

2. Bir-birində məhdud həll olan A və B müxtəlif cinsli materialların qaynağı (şək. 1.3). Bu halda əvvəlki hala nisbətən qaynaqlanma qabiliyyəti pisdır, lakin texnoloji üsullardan və uyğun aşqar materiallardan istifadə etməklə keyfiyyətli

qaynaq birləşməsi almaq olar.



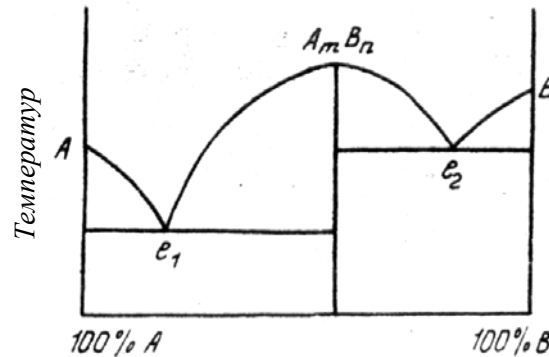
Şəkil 1.2. Qeyri-məhdud bərk məhlulların yaranması ilə ərintilərin hal diaqramı



Şəkil 1.3. Bərk məhlulların yaranması ilə evtektik tipli ərintilərin hal diaqramı

3. A_mB_n kimyəvi birləşmə əmələ gətirən A və B müxtəlif cinsli materialların qaynağı (şək. 1.4). Qaynaq tikişində intermetallidlərin olmasına görə belə materiallar üçün ərimə ilə qaynaqlanma tövsiyə olunmur; onlar birləşmənin fiziki-kimyəvi xassələrini kəskin dəyişirlər: bərkliyi və tikişin çatəmələgəlməyə meylini yüksəldirlər, plastikliyi, istilikkeçirməni, elektrikkeçirməni aşağı salırlar və s. Göstərilən materialların qaynaqlamaq üçün təzyiqlə qaynaq üsullarından istifadə edirlər, məsələn, ultrasəsle qaynaq, aralıq qatlı diffuzion qaynaqlama, onun

materialı pəstahın materialı ilə bərk məhlul yaradır.



Şəkil 1.4. Kimyəvi birləşmə yaratmaqla ərintilərin hal diaqramı

Hal-hazırda qaynağın 100 müxtəlif üsulu mövcuddur, onlar hamısı həm qaynaqlanan pəstahların birləşdirilməsi üsulu üzrə (və ya qaynaq zonasında metalın fiziki vəziyyətinə görə), eləcə də tətbiq olunan enerjiyə görə təsnif olunur. Birinci əlamətə görə ərimə və təzyiqlə qaynaq üsulları fərqlənilir. Ərimə ilə qaynaqlamada qaynaqlanan pəstahların kənarlarının əridilməsi həyata keçirilir, qızdırma mənbələrinin vasitəsilə metal birləşmə zonasında əridilir və maye metalın qaynaq vannası yaradılır. İstilik təsiri kəsildikdə verilən qaynaqlanan materiallar üçün xarakterik tikiş metalının tökülmüş strukturun yaranması ilə qaynaq vannasının kristallaşması və qaynaq birləşməsinin bütün en kəsiyi üzrə kimyəvi əlaqələr baş verir. Ərimə ilə qaynaqlamaya aiddirlər: elektroqövs, elektron-şüa, plazma ilə, elektroposa, qazla qaynaq və s.

Təzyiqlə qaynaqlamada metal əriməyədək çatdırılır, mikroçixıntıların plastiki deformasiyası soyuq və ya xarici təzyiqin qoyulması hesabına qızmış vəziyyətdə həyata keçirilir. Təzyiq altında qaynağa diffuziya ilə, kontakt, soyuq və digər qaynaq üsulları aiddirlər (cə. 2.1).

Tətbiq olunan enerjinin növünə görə qaynaq elektrik, kimyəvi və mexaniki ola

bilər (cədv. 2.1).

Qaynaq üsullarının texnoloji imkanlarının ən vacib göstəriciləri ən kiçik qızma sahəsi və ən böyük enerji sıxlığıdır (cədvəl 2.2).

Cədvəl 2.1

Qaynaq üsullarının təsnifatı

Tətbiq olunan enerji növü	Birləşdirmə üsulu	
	Ərimə ilə qaynaq	Təzyiqlə qaynaq
Elektrik	Elektroqövs Elektroposa Plazma ilə Elektron-şüa	Kontakt Diffuzion Ultrasəsle
Kimyəvi	Qazla	Qaz-preslə
Mexaniki		Soyuq Sürtünmə ilə qaynaq

Qaynaq üsullarının təsnifatı və qaynaq birləşmələrinin tipləri.

Hal-hazırda qaynağın 100 müxtəlif üsulu mövcuddur, onlar hamısı həm qaynaqlanan pəstahların birləşdirilməsi üsulu üzrə (və ya qaynaq zonasında metalın fiziki vəziyyətinə görə), eləcə də tətbiq olunan enerjiyə görə təsnif olunur. Birinci əlamətə görə ərimə və təzyiqlə qaynaq üsulları fərqlənilir. Ərimə ilə qaynaqlamada qaynaqlanan pəstahların kənarlarının əridilməsi həyata keçirilir, qızdırma mənbələrinin vasitəsilə metal birləşmə zonasında əridilir və maye metalın qaynaq vannası yaradılır. İstilik təsiri kəsildikdə verilən qaynaqlanan materiallar üçün xarakterik tikiş metalının tökülmüş strukturun yaranması ilə qaynaq

vannasının kristallaşması və qaynaq birləşməsinin bütün en kəsiyi üzrə kimyəvi əlaqələr baş verir. Ərimə ilə qaynaqlamaya aiddirlər: elektroqövs, elektron-şüa, plazma ilə, elektroposa, qazla qaynaq və s.

Təzyiqlə qaynaqlamada metal əriməyədək çatdırılır, mikroçixıntıların plastiki deformasiyası soyuq və ya xarici təzyiqin qoyulması hesabına qızmış vəziyyətdə həyata keçirilir. Təzyiq altında qaynağa diffuziya ilə, kontakt, soyuq və digər qaynaq üsulları aiddirlər (cədv. 2.1).

Tətbiq olunan enerjinin növünə görə qaynaq elektrik, kimyəvi və mexaniki ola bilər (cədv. 2.1).

Qaynaq üsullarının texnoloji imkanlarının ən vacib göstəriciləri ən kiçik qızma sahəsi və ən böyük enerji sıxlığıdır (cədvəl 2.2).

Cədvəl 2.1

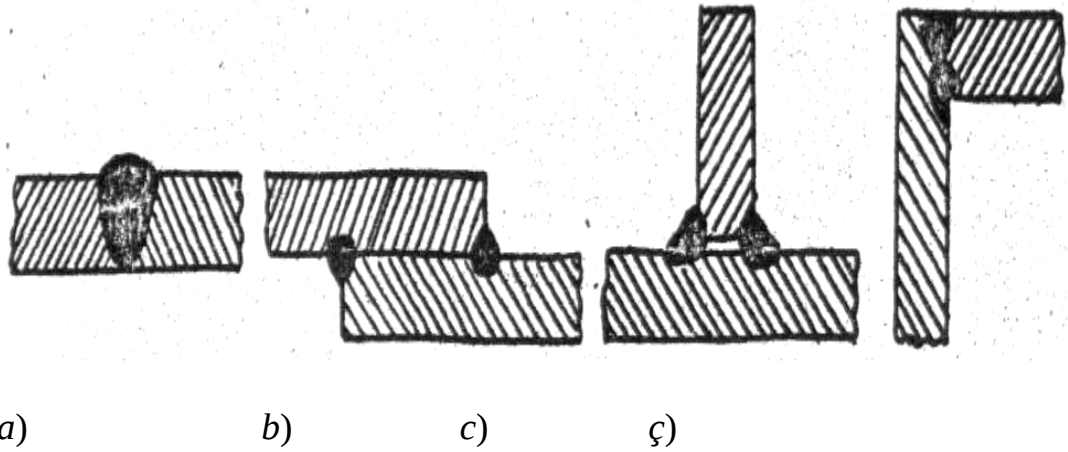
Qaynaq üsullarının təsnifatı

Tətbiq olunan enerji növü	Birləşdirmə üsulu	
	Ərimə ilə qaynaq	Təzyiqlə qaynaq
Elektrik	Elektroqövs Elektroposa Plazma ilə Elektron-şüa	Kontakt Diffuzion Ultrasəslə
Kimyəvi	Qazla	Qaz-preslə
Mexaniki		Soyuq Sürtünmə ilə qaynaq

**Ərimə ilə qaynağın bəzi növlərinin müqayisəli
xarakteristikaları**

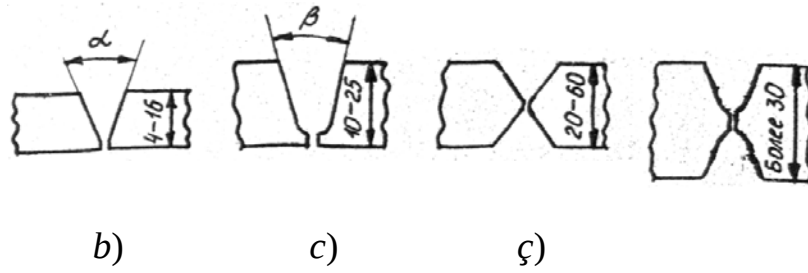
Qaynağın növü	Qızmanın ən kiçik sahəsi, sm^2	Enerjinin ən böyük sıxlığı, vt/sm^2
Qazla	10^{-2}	$5 \cdot 10^4$
Elektron-şüa	10^{-7}	$5 \cdot 10^8$
Elektroqövs	10^{-3}	$1 \cdot 10^5$
Lazerlə	10^{-7}	$5 \cdot 10^8$

Qaynaq birləşmələrinin ən çox geniş yayılmış tipləri uc-uca, çarpaz, tavr və bucaq tikişləridir (şək. 2.1). Böyük qalınlıqlı pəstahların qaynaqlanmasında bütün en kəsiyi üzrə tam bişməni almaq üçün birləşdirilən kənarları emal edirlər (şək. 2.2). Məsələn, 4-16 mm qalınlıqlı pəstahlar üçün birtərəfli V-şəkilli emal tövsiyə olunur, 30 mm-dən çox qalınlıqda ikitərəfli U-şəkilli emal tövsiyə olunur.



Şəkil 2.1. Qaynaq birləşmələrinin əsas tipləri:

a – uc-uca; b – çarpaz; c – tavr; ç – bucaq



Şəkil 2.2. Qaynaq altına kənarların hazırlanma formaları: a – V-şəkilli; b – U-şəkilli; c – X-şəkilli;
ç – ikitərəfli U-şəkilli

Bölmə 2. Nöqtəvi və tikişli qaynaqlamada birləşmələrin yaradılması.

Birləşmələrin formalaşdırılmasının ümumi sxemi.

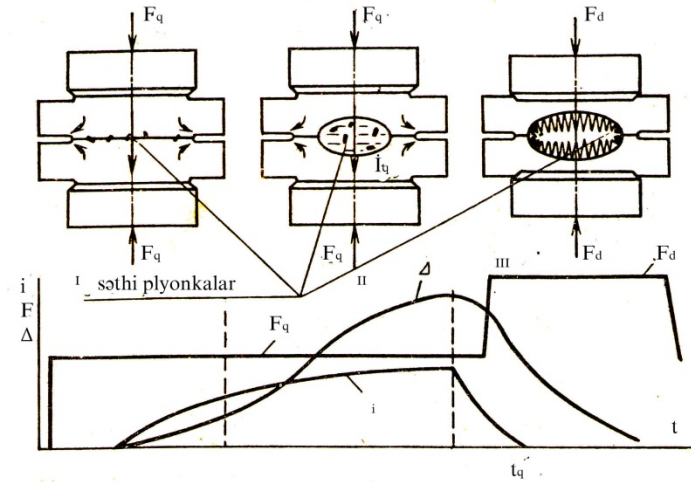
Qaynaqlama prosesi , metalın lokal əridilməsini təmin edən böyük qaynaq cərəyanlarında və güjlərində tamamilə qısa qaynaq vaxtı ilə xarakterikdir. Birləşmənin formalaşmasının zəruri şərti tapşırılmış ölçülərdə ərimənin ümumi zonasının yaradılmasıdır ki, bu da ən vacib istismar xassələrini – birləşmənin möhkəmliyini təmin edir. Nüvənin və ya tikişin ölçüləri DÜİST15878 – 79 (bax cədvəl 3.1) rəqlamentləşdirilir.

Baxılan qaynaq üsullarında birləşmənin yaradılması üç mərhələdən I – III təşkil olunmuş (şək.1.1) əhəmiyyətli ölçüdə vahid sxem üzrə baş verir.

Birinci mərhələ elektrod – detal və detal – detal kontaktlarında mikrokələkötürlüklərin elastiki deformasiyasına səbəb olan detalların sıxılması anından başlayır. Sonrakı cərəyanın qoşulması və metalın qızdırılması mikroyelyefin bərabərləşdirilməsini, plyonkaların səthlərinin dağılmasını və elektrik kontaktının formalaşdırılmasını yüngülləşdirirlər. Relyef qaynaqlamasında verilən mərhələdə relyefin oturması başlayır. Qızdırılmış metal detallar arasındakı araboşluğuna deformasiya olunur və kipləşdirici kəmərcik yaranır.

İkinci mərhələ metalın əridilməsi və nüvənin yaradılması ilə xarakterizə olunur. Cərəyanın keçməsi ilə nüvə maksimal ölçülərdə – hündürlüyü və diametri üzrə böyüyür. Bu halda metalın qarışdırılması, səthi plyonkaların kənarlaşdırılması və maye fazada metallik əlaqələrin (rabitələrin) yaranması baş verir. Metalın plastiki deformasiyası və istidən genişlənməsi prosesi davam edir. Bu mərhələnin sonunda , demək olar ki, relyefin tam oturması qeyd olunur.

Üçüncü mərhələ metalın soyudulması və kristallaşması ilə müşayiət olunan cərəyanın söndürülməsi ilə başlayır. Soyutduqda metalın həjmi azalır və qalığı gərginliklər peyda olurlar. Bu gərginliklərin səviyyəsini aşağı salmaq və oturtma çatlarının və məsamələrin qarşısını almaq üçün nəzərə çarpacaq dərəcədə güclər tələb olunurlar.



Şək.1.1.Nöqtəvi qaynaqlamada birləşmələrin yaradılmasının mərhələləri

Nöqtəvi birləşməni almaq üçün tsikl müəyyən fasilədən sonra yenidən təkrarlanır.

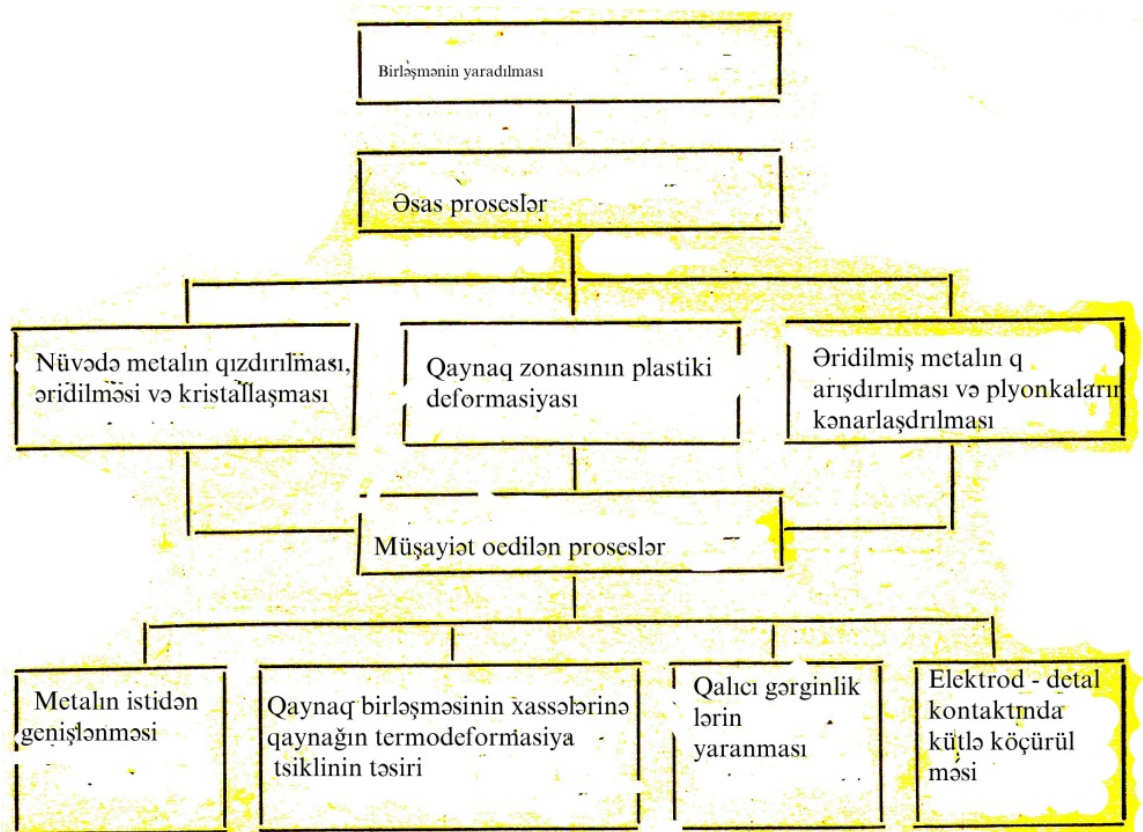
Tikişi qaynaqlamada əvvəlki nöqtələrdən istiliyin ötürülməsi hesabına ikinci və növbəti nöqtələrin qaynağında elastiki deformasiyalar prosesləri bütün üç mərhələlərdə yüngülləşirlər. Həmçinin, nüvənin kristallaşma sürəti aşağı düşür ki, bu da qalığı gərginliklərin azalmasına gətirib çıxarır.

Bütövlükdə keyfiyyətli birləşmələr (nöqtəvi və ya tikişi) almaq üçün bütün formalaşma prosesini bilmək vacibdir, onu, analiz məqsədilə ayrı – ayrı fiziki proseslərə (şək.1.2) parçalamaq olar. Birləşmənin formalaşmasında bu proseslərin rolundan asılı olaraq onlar arasında əsaslarını ayıraraq – metalın qızdırılması və kristallaşmasını; plastiki deformasiyanı, əridilmiş metalın elektromaqnit qarışdırılması prosesi hesabına səthi plyonkaların kənarlaşdırılması; müşayiət edən proseslər

(bax şək.1.2). Çoxillik praktiki təjribə və nəzəri fərziyyələr əsasında müxtəlif konstruksiya materiallarının keyfiyyətli qaynaq birləşmələrinin alınmasını təmin edən qaynağın bir neçə tsikloqramı təklif olunmuşdur.

Lakin onlar hamısı ümumi əsas malikdirlər, ona görə də əsas və müşayiət proseslərinin qarşılıqlı əlaqəsini dəqiqləşdirmək məqsədilə qaynağın tipik elektrotermodeformasiya tsikllərindən birinə baxaq

(şək.1.1).



Şək.1.2.Birləşmələrin yaradılmasında əsas və müşayiət edən proseslər

Birinci mərhələdə müşayiətedici proseslər qaynaq zonasında nisbətən az deformasiya və aşağı temperaturun olmasına görə böyük inkişaf almırlar. İkinci mərhələdə əridilmiş nüvənin yaradılmasında metalın istilikdən genişlənməsi kəskin artır, daşmaq təhlükəsi yaranır, istilikkeçirmə nəticəsində tikişyanı zonanın qızması, metalın ilkin strukturunun dəyişməsi, elektrod – detal kontaktında kütlənin köçürülməsi qeyd olunur. Üçüncü mərhələdə metalın soyudulmasında nüvənin metalının kristallaşması, tökük strukturunun və nəzərə çarpacaq qalıq gərginliklərin yaranması baş verir, tikişyanı zonaya istiliyin ötürülməsi və birləşmənin bu hissəsində metalın strukturunun dəyişməsi davam edir. Müşaiət edən proseslərin inkişaf dərəcəsi və metalın ilkin xassələrinin dəyişməsi azaldıla bilər, məsələn, qızdırma sürətini azaltmaq (qaynaq jərəyanının artması) və soyutma mərhələsində gücün yüksəldilməsi hesabına.

Məmulatların verilən qalınlığı, forma və materialı üçün qaynağın yüksək keyfiyyətinin və maksimal məhsuldarlığının təmin olunması seçilmiş qaynaq reciminin düzgünlüyü ilə müəyyən olunur.

Qaynaq recimi – keyfiyyətli birləşmə almaq üçün qaynaq avadanlığı ilə təmin olunan elektrik, mexaniki və müvəqqəti parametrlərin məجمusudur.

Bundan başqa, birləşmələrin keyfiyyəti qaynağın texnikasından, elektrodların formasından, yığmanın və səthin hazırlığının keyfiyyətindən, qaynaq avadanlığından, nəzarət sistemindən və digər konstruktiv – texnoloci amillərdən asılıdır, onlara növbəti bölmələrdə müfəssəl baxılmışdır.

Qaynaqlamada istilik mənbələri.

Metalın qızdırılması və əridilməsi elektrik müqavimətlərində onlardan elektrik cərəyanı keçərkən istiliyin ayrılması hesabına baş verir. Qaynaqlama müddətində (t_q) elektrodlar arasında generasiya olunan istiliyin tam miqdarı Joule – Lents qanunu ilə müəyyən olunur:

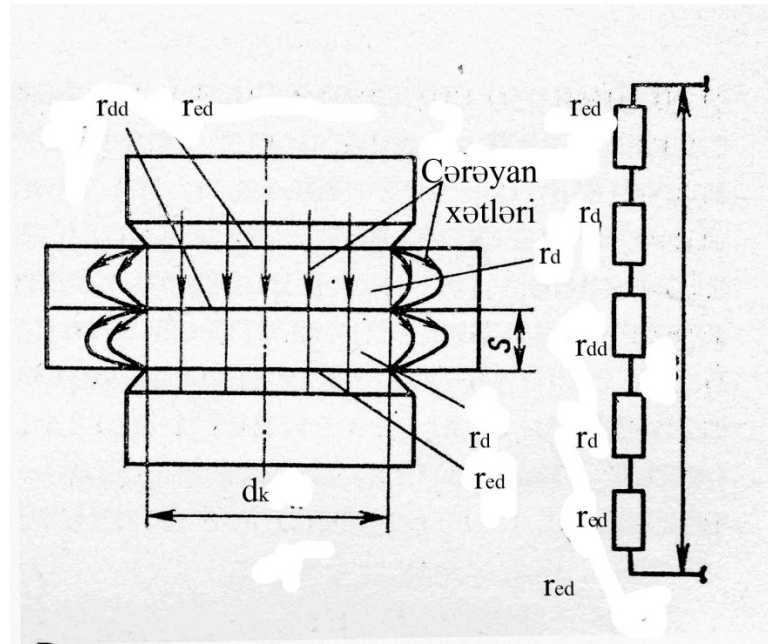
$$Q_{ee} = \int_0^{t_q} i_q^2(t) r_{ee}(t) dt \quad (1.1)$$

burada $i_q^2(t)$ - adətən qaynaq zonasında dəyişən qaynaq cərəyanının ani qiymətləri; $r_{ee}(t) - t \leq t_q$ vaxt anında elektrodlar arasında metalın ümumi müqavimətidir. Eyni qalınlıqlı və eyni materialdan iki detalın qaynaqlanmasında (şəkl.1.3)

$$r_{ee} = 2r_d + 2r_{ed} + r_{dd} \quad (1.2)$$

burada r_d - detalların xüsusi aktiv müqaviməti ; r_{ed} - elektrod və detal arasındakı kontakt müqaviməti; r_{dd} - detallar arasındakı kontakt müqavimətidir.

Şərti, qaynaqlama prosesində dəyişən kontaktın diametri (elektrod – detal və detal - detal) d_k işçi səthin diametrinə d_e bərabərdir. İdeal sferik səthli elektrodlar üçün kontaktın diametri əhəmiyyətli dərəcədə qaynaqlama prosesində dəyişir, məsələn, jərəyanın qoşulma anından söndürülmə anınadək 1,5 – 2 dəfə. Lakin böyük miqdarda nöqtələrin yerinə yetirilməsində bu elektrodların işçi səthində yastı sahəlik yaranır, onun diametri təqribən d_e –yə bərabərdir, yəni elə bu halda $d_k = d_e$. Lakin yastı işçi səthli elektrodlarda sahəliyin kənarları tədrijən dairəviləşirlər. Beləliklə, göstərilən elektrod tiplərinin ilkin formalarının fərqi baxmayaraq elektrodun xarici silindrik hissəsinə səlis keçidlə işçi hissəsində yastı sahəliyin olması ilə fərqlənən işçi səthin daha dayanıqlı konfigurasiyasının yaranmasına meyllilik müşahidə olunur.



Şək.1.3. Qaynaq zonasının elektrik müqaviməti: a – müqavimətlərin paylanması; b – ekvivalent elektrik sxemi

Müqavimətlərin cəmini $2r_{ed} + r_{dd} = r_k$ tez – tez kontakt müqaviməti adlandırırlar.

Kontakt və xüsusi müqavimətlərin qızma prosesində rolunu analiz etmək üçün (1.1) bərabərliyini aşağıdakı şəkildə təqdim etmək əlverişlidir:

$$Q_{ee} = \int_0^{t_q} i_q^2(t) r_k(t) dt + \int_0^{t_q} i_q^2 2r_d(t) dt + \dots \quad (1.3)$$

r_k və r_d müqavimətlərinə bu və ya digər dərəcədə metalların xassələri, birləşdirilən detalların forması, sıxma qüvvəsi, qızdırmanın qeyri – bərabərliyi, səthin vəziyyəti təsir edirlər. Qaynaq kontaktının zonalara bölünməsi (1.2) əhəmiyyətli ölçüdə şərtidir, belə ki, onlardakı elektrik sahələri qarşılıqlı əlaqədədirlər.

Amillərin bütün cəmini hesablama yolu ilə nəzərə almaq mümkün deyildir, ona görə də bir çox hallarda təcrübi nəticələrə və sadələşdirilmiş təxmini hesablamalara əl atırlar.

Adətən, elektrik müqavimətlərinin təşkiledicilərinə (1.2) kontaktın soyuq (qaynaq jərəyanı qoşanadək) və qaynar (qaynaq jərəyanı axdıqda) vəziyyəti şəraitlərində baxırlar. Soyuk kontakt qaynağı üçün az xarakterikdir. Ona görə də qaynaq kontakta (qızma mərhələsində) və xüsusilə də onun müqavimətinin son qiymətinə böyük diqqət ayırırlar, o, qaynağın tapşırılan şərtlərində, adətən, stabilləşir və əsasən detalların xüsusi müqavimətilə müəyyən olunur. Təzyiq (250 – 600 MPa) və temperaturların yüksək qiymətlərində qızma tsiklinin sonunda kontakt müqavimətlərinin rolu cüzi olur.

Kontakt müqavimətləri.

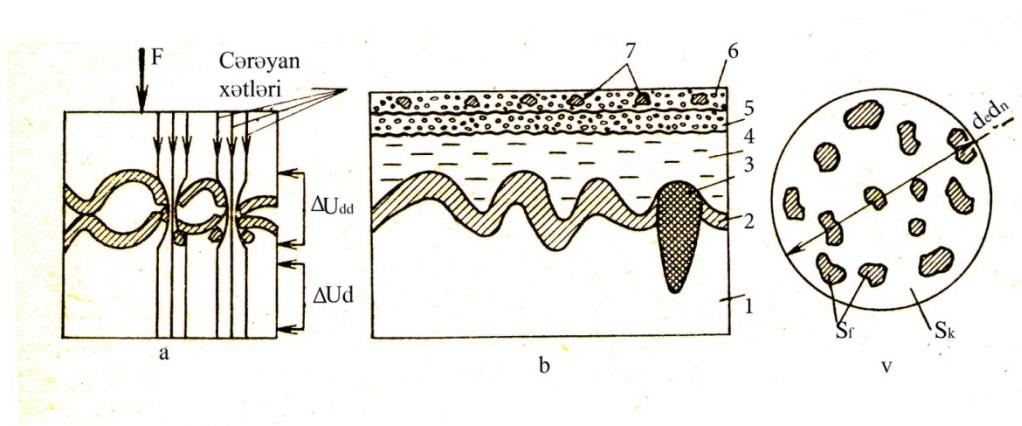
Kontakt müqavimətləri - detal – detal və elektrod – detal kontaktlarının dar sahəsində toplanmış müqavimətlərdir.

Əgər F qüvvəsilə sıxılmış metallik detallardan böyük olmayan jərəyan buraxsaq və kontakt sahəsində və detalların özündə (şək.1.4,a) gərginliyin düşməsinə ölçsək kontakt müqavimətlərinin olmasını göstərmək olar. Bu halda $\Delta U_{dd} \succ \Delta U_d (\Delta U = Ir)$. Soyuk detallarda r_k , adətən, r_{ee} - dən əhəmiyyətli payı təşkil edir. Ocağın görə də, məsələn, detalların səthinin vəziyyətinin keyfiyyətini qiymətləndirmək üçün r_{ee} - ni ölçürlər və şərti olaraq onu r_k - nın qiymətilə eyniləşdirirlər.

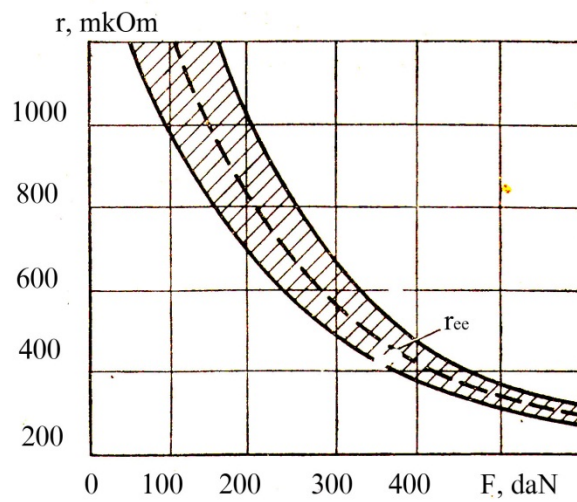
Kontakt müqavimətlərinin olması detallar və elektrodların qeyri – bərabər səthinə görə elektrik kontaktı sahəsinin məhdudluğu, həmçinin müxtəlif elektrik keçirməyən səthi əmələgətirijilərlə: oksid və hidrooksid plyonkalarla,

adsorblaşdırılmış rütubətlə, yağlarla, korroziya məhsulları ilə, tozla və s. ilə bağlıdır (şək. 1.4,b).

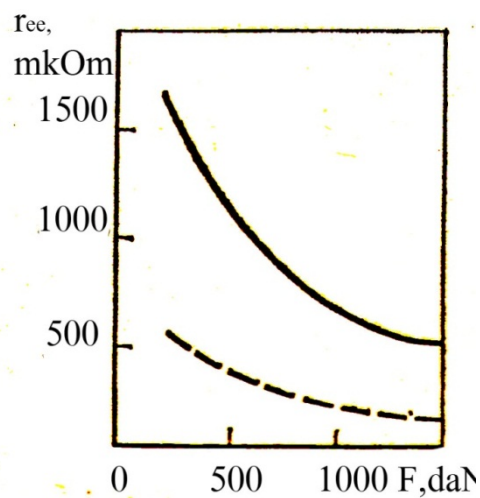
Ona görə də detalların qızdırılmayadək faktiki kontakt sahəsi (S_f) elektrodun diametri d_e və ya plastiki kəmərciyin d_k diametri ilə müəyyən olunan kontaktın kontur sahəsindən əhəmiyyətli dərəcədə kiçikdir (şək.1.4,v). Bu şəraitlərdə « ələk » adlanan keçirijilik müəyyən yer tutur – jərəyan ayrı – ayrı mikrokontaktlar üzrə (S_f) keçir. Kontakt müqavimətinə detalların səthinin təsiri çox böyükdür.



Şək.1.4 .Kontakt müqavimətinin yaranma sxemi: a – soyuq detalların təmas zonasında jərəyanın paylanması; b – jisimlərin real səthinin quruluşu; 1 – metal; 2 – oksid; v - hidrooksid plyonkalar; 3 – korroziya məhsulları; 4 – adsorbsiya olunmuş rütubət; 5 – yağ; 6 – adsorbsiya olunmuş qazlar; 7 – toz; v – mikrokontaktların paylanması



Şək.1.5. Qüvvələrdən müqavimətin asılılığı. r_{ee} səpələnməsinin sahəsi ştrixlənmişdir. (1+1mm qalınlıqlı X15H5D2T poladı 75 mm sfera radiuslu sferik işçi səthli elektrodlar)



Şək.1.6. VT6 titan ərintisi üçün r_{ee} - nin F - dən asılılığı, nümunələrin qalınlığı 2+2mm;

———— - yağsızlaşdırma;

----- - mexaniki təmizləmə

200 dan qüvvəsilə elektrodlarla ($d_e = 10 \text{ mm}$) sıxılmış, 3 mm qalınlıqlı az karbonlu poladdan müxtəlif emal olunmuş iki lövhənin kontakt müqaviməti (ölçməninə nəticələri izlə) aşılarmışlar üçün – 300; sumbata dairəsilə təmizlənməmiş və pardaxlanmış üçün 100; kəski ilə emal olunmuş üçün – 1200; yanıqlarla örtülmüş üçün – 80000; pas və yanıqlarla örtülmüşlər üçün isə - 300 000 mkm təşkil etmişdir.

Detalların kontakt müqaviməti sıxma qüvvəsinin artması və səthin təmizlənməsində (şəkl.1.6) azalır, sonra isə stabilləşir. Birinci halda çıxıntıların əzilməsi, onların sayının artırılması və səthi plyonkaların dağıdılması hesabına S_f artır. İkinci halda - bu və ya digər dərəcədə elektrikkeçirməyən səthi əmələgətirijilərin kənarlaşdırılması baş verir.

Soyuq detalların kontakt müqavimətlərinin F sıxma qüvvəsindən asılılığı bəzi hallarda empirik düsturla qiymətləndirirlər:

$$r_{dd} = r_{dd_0} / F^{\alpha},$$

burada r_{dd_0} - sabit əmsal, polad üçün $(5 \div 6) \cdot 10^{-3}$ və alüminium ərintilər üçün $(1 \div 2) \cdot 10^{-3}$ - ə bərabərdir; α - dərəcə göstərijisidir, polad üçün 0,7 və alüminium ərintiləri üçün 0,8 –ə bərabərdir.

Lakin göstərilən düstur detalların səthinin vəziyyətini nəzərə almır və r_{dd} - nin detalların ölçüsündən asılı olmaması ehtimalı ilə tərtib olunmuşdur və anjaq təqribi hesablamalar üçün xidmət edə bilər. S_f - in ölçüləri və r_{dd} və r_{ed} - nin qiymətləri, həmçinin metalların bərkliyindən asılıdırlar. Bərk metalın yumşaq ərintidən elektrodla kontaktında qaynaqlanan detalların kontaktında olduğundan S_f böyük, r_{ed} isə kiçikdir, burada S_f kiçik, r_{dd} isə böyükdür. Azkarbonlu poladdan detalların yüksək elektrikkeçirijilikli elektrodlarla yaxşı sıxıldıqda $r_{ed} \leq 0,5r_{dd}$ qəbul edirlər. Alüminium ərintilərini qaynaqladıqda r_{ed} yuxarıda göstərilən kəmiyyətdən bir qədər kiçikdir.

r_{dd} və $2r_{ed}$ - nin 6 daha dəqiq qiymətlərini elektrik müqavimətlərinin birbaşa ölçülməsi yolu ilə alırlar (bax, məsələn, şəkl.1.10,a). Elektrodlara nəzərən böyük olmayan bujaq altında detalların döndərilməsində $2r_{ed}$ kəskin aşağı düşür, detalların qarşılıqlı döndərilməsində isə r_{dd} aşağı düşür. r_{ee} - nin ilkin qiymətini yenilərilə əvəz edərək $2r_{dd}$ və r_{dd} - ni tapmaq çətin deyildir. Qaynaq jərəyanını qoşduqdan sonra mikrokontaklar tez qızırlar, metalın plastiki deformasiyaya müqaviməti aşağı düşür, plyonkaların dağılma şəraitləri yüngülləşirlər, və verilən metala xarakterik müəyyən kritik T_{kr} temperaturlarda r_k kəskin aşağı düşür (praktiki olaraq r_{dd} sıfıradək, r_{dd} isə nisbətən kiçik kəmiyyətdə). Bu halda r_{ee} əsasən detalların özlərinin müqavimətilə müəyyən olunur. T_{kr} qiymətləri poladlar üçün $600 - 700^{\circ}\text{J}$, alüminium ərintiləri üçün $400 - 450^{\circ}\text{J}$ təşkil edirlər və adi nöqtəvi qaynaq tsiklində $0,1 - 0,2t_q$ - dan sonra əldə olunurlar. F_q artırıldıqda T_{kr} bir qədər aşağı düşür.

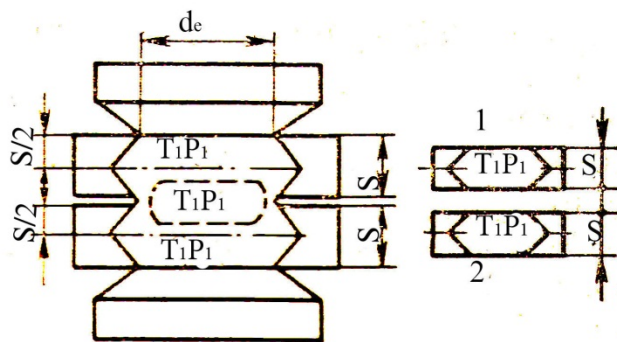
Eksperimental göstərilmişdir ki, (məsələn, kalorimetrləndirmədə) r_{dd} müqavimətində ayrılan istiliyin payı, adətən, (1mm qalınlıqlı detalların qaynaqlanmasında) qaynaq zonasında generasiya olunan ümumi enerjinin 5% - dən yüksək olmur. Baxmayaraq ki, r_{dd} nisbətən qısa müddətdə mövjud olur, o, xüsusilə az qalınlıqlı detalların qaynağında sonrakı qızmaya təsir göstərə bilər, burada səthin mikrorelyefinin hündürlüyü detalların qalınlığı ilə ölçülür. İlk əvvəl yüksəldilmiş müqavimətə malik qızdırılmış kontakt zonası böyük istilik ayrılmasına səbəb olur. Lakin r_{dd} - ni artırıqda istilik ayrılmasının stabilliyi azdır, r_{ed} artdıqca isə elektrodların dayanıqlılığı aşağı düşür.

Qaynaqdan əvvəl istilik ayrılmasını, birləşmələrin ölçülərinin və elektrodların dayanıqlığını stabilləşdirmək üçün qalın səthi plyonkaların və çirkəlin kənarlaşdırılması məqsədilə detalların səthinin hazırlanmasını yerinə yetirirlər, bununla kontakt müqavimətlərinin kifayət qədər aşağı və stabil qiymətlərini təmin edirlər. Bu məqsədlər üçün də tez – tez yüksəldilmiş qaynaq güjlərinin tətbiqi tövsiyə olunur.

Detalların xüsusi müqaviməti.

Xüsusi müqavimət – detalların həjmində müəyyən tərzdə paylanmış müqavimətdir. Bu müqavimətdə ondan elektrik cərəyanı keçərkən istiliyin əsas miqdarı ayrılır $\{(1.3) \text{ bərabərliyinin ikinci üzvü}\}$.

Cərəyan qoşulanadək (kontaktın soyuq vəziyyəti) S_f , d_k və uyğun olaraq r_d qeyri – müəyyəndir, belə ki, S_f , d_k - nın F_q və səthin vəziyyətindən ümumi asılılıq yoxdur. İstilik proseslərinin hesablanması detalların qızdırılmasının sonunda (kontaktın qaynar vəziyyəti) r_{dk} detalların müqavimətinə baxmaq rahatdır. $2r_{dk}$ - nın hesablanmasını sadələşdirmək üçün (eyni qalınlıqlı iki detalın qaynaqlanmasında) qaynaq zonasının metalının termodeformasiya vəziyyətinin şərti sxemindən istifadə edirlər. Xüsusilə, nəzərə alsaq ki, elektrod – detal kontaktında $d_k = d_e$ (bax jədvəl 3.3), detal – detal kontaktında isə $d_k = d_{pk}$ və d_t d_{pk} - dan az fərqlənir, şərti olaraq $d_e = d_{pk}$ qəbul edirlər (burada $d_{pk} \leq 1,2d$ - plastiki kəmərciyin diametridir, bax bənd 1.3.4). həmçinin qəbul edirlər ki, r_{dd} və r_{ed} sıfıra bərabərdir və $S_f = S_k$.



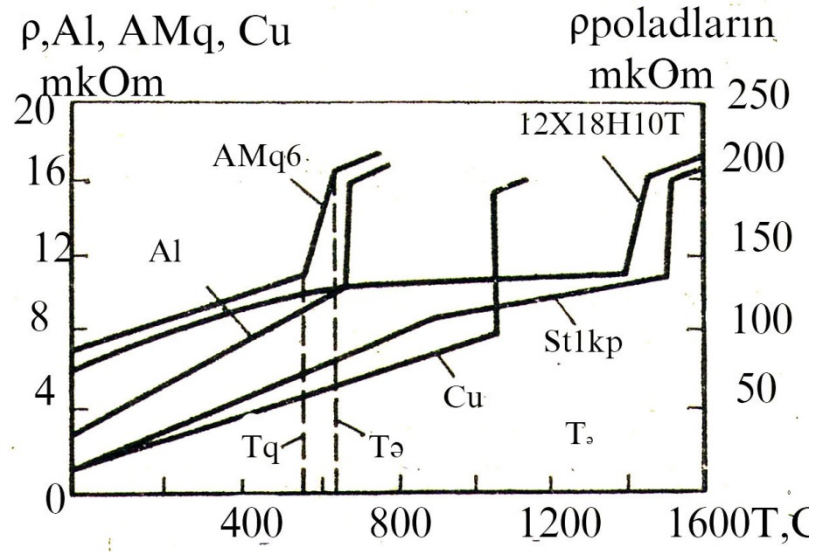
Şəkl.1.7. $r_{ee} = 2r_{dk}$ qaynaq tsiklinin sonuna doğru elektrik müqavimətinin hesabat sxemi

Baxılan müqaviməti eyni qalınlıqlı 1 və 2 iki şərti lövhələrin müqavimətlərinin jəmi kimi təsəvvür edirlər, onlardan hər biri hər hansı orta T_1 və T_2 temperaturunadək qızdırılmışdır (şək.1.7). Onda tələb olunan müqavimət aşağıdakı düsturla müəyyən olunur:

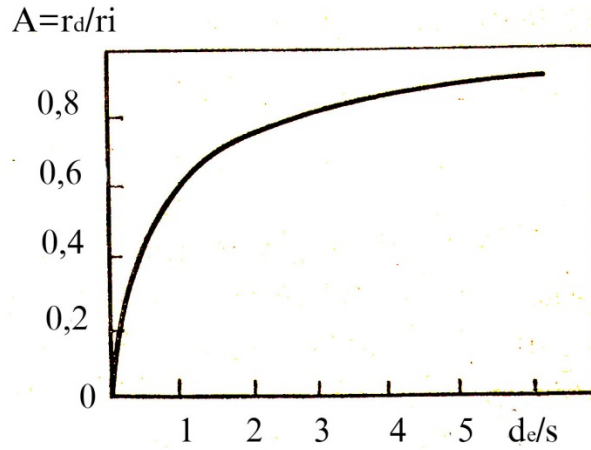
$$2r_{dk} = AK_p S_1(\rho_1 + \rho_2)(\pi d_e^2 / 4) \quad (1.4)$$

Detalların xüsusi elektrik müqavimətləri ρ_1 və ρ_2 metalın jinsindən (cədvəl 1.1), onun termomexaniki emalının növündən və temperaturundan (şək.1.8) asılıdırlar. ρ_1 və ρ_2 - nin qiymətlərini uyğun olaraq T_1 və T_2 temperaturları üçün müəyyən edirlər. Az karbonlu poladlardan detalların qaynaqlanmasında T_1 və T_2 – ni 1200 və 1500⁰J – yə bərabər qəbul edirlər, alüminium ərintiləri üçün isə 450 və 630⁰J qəbul edirlər. K_p əmsalı detalların qızdırılmasının qeyri – bərabərliyini nəzərə alır. Poladlar üçün $K_p = 0,85$, alüminium və maqnezium ərintiləri üçün 0,9. A əmsalı r_d / r_s nisbətində (r_s - s uzunluqlu və d_e diametrli metal silindirik sütununun elektrik müqavimətidir) bərabərdir. Detalın kütləsinə jərəyanın şuntlaşdırılması hesabına r_d həmişə r_s - dən kiçikdir, $A < 1$ – dir. Bundan başqa, A d_e / s nisbətindən asılıdır (şək.1.19). Bu nisbət nə qədər kiçik olarsa, bir o qədər A kiçik olar, bir o qədər r_d və r_s arasındakı fərq böyük olar. 0,8 – 3 mm qalınlıqlı detalların qaynaqlanmasında $A \approx 0,8$.

Müqavimətlərin hesabi qiymətləri, qaydaya görə, təjribi nəticələrə yaxınlaşırlar (cədvəl 1.2).



Şəkil 1.8. Bəzi metalların qızma temperaturundan asılı xüsusi elektrik müqaviməti əmsalları



Şəkil 1.9. A əmsalının d_e/s nisbətindən asılılığı

Bölmə 3. Kontakt qaynaqlama üsulları.

Elektrik kontakt qaynaq üsulları.

Kontakt qaynağı – konstruksiya materiallarının elektrik cərəyanı ilə qısa müddətli qızdırılması və sıxıcı qüvvə ilə plastiki deformasiya nəticəsində sökülməyən birləşmələrin yaradılma prosesidir.

Kontakt qaynağında (qaynağın digər üsullarında olduğu kimi) qaynaqlanan detalların birləşdirilməsi bu detalların kontakt zonasında atom aqreqatları arasında əlaqə yaratmaq yolu ilə baş verir. Bu halda birləşdirilən səthlərdə fiziki kontakt yaratmaq və aktivləşdirmək üçün xaricdən gətirilən istilik və mexaniki enerji sərf olunur.

Kontakt qaynağının məlum üsullarını bir sıra əlamətlər üzrə təsnif edirlər:

- 1) birləşmənin alınmasının texnoloji üsulu üzrə - nöqtəvi, relyefli, tikişi, uc – uca;
- 2) birləşmənin konstruksiyası üzrə (üst – üstə və ya uc – uca);
- 3) qaynaq zonası ilə metalın vəziyyəti üzrə - metalı əritməklə və əritməmədən;
- 4) cərəyanın verilmə üsulu üzrə - bir- və iki tərəfli;
- 5) qaynaq cərəyanının cinsi və cərəyanın impulsunun forması üzrə;
- 6) (dəyişkən – sənaye, yüksəldilmiş və aşağı salınmış tezlikli, sabit, unipolyar – impuls müddətində dəyişkən güclə bir qütblü cərəyanla) ;
- 7) eyni zamanda yerinə yetirilən birləşmələrin sayı üzrə - bir nöqtəli, çox nöqtəli, bir və ya bir neçə tikişlə qaynaq və s.;
- 8) əlavə əlaqələndirici komponentlərin olması üzrə (yapışqan, qrun, lehim və s.);
- 9) tikişi qaynaqda diyircəklərin yerdəyişməsinin xarakteri üzrə - fasiləsiz (diyircəklərin sabit fırlanması ilə) və ya addımla (qaynaq vaxtına görə diyircəkləri sazlamaqla).

Kontakt qaynağının mahiyyəti keçən elektrik cərəyanı ilə metalın qızması və sıxıcı gücün təsiri altında birləşmə zonasının plastiki deformasiyası nəticəsində sökülməyən birləşmə yaratmaqdan ibarətdir.

Kontakt qaynağı uc-uca, nöqtəvi və tikişi olur. Uc-uca qaynaqlamada detallar bütün təmas sahəsi üzrə birləşirlər. Metalın vəziyyətindən asılı olaraq birləşmə zonasında müqavimətlə uc-uca qaynaq və ərimə ilə uc-uca qaynağa bölürlər.

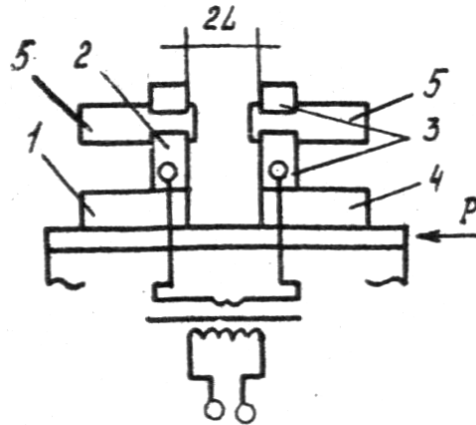
Müqavimətlə uc-uca qaynaq (şək. 4.1) – əvvəlcədən kip sıxılmış pəstahlardan cərəyan buraxılan kontakt qaynağı növüdür. Cərəyan axan anda qaynaq konturu boyu keçiricilərin müqaviməti hesabına istilik ayrılır:

$$Q = 0,24 \dot{I}^2 R t ,$$

burada Q – qaynaq konturunda elektrik cərəyanı keçərkən ayrılan istiliyin miqdarı, coul; R – qaynaq zonasının tam müqaviməti, Om; t – cərəyanın axma müddəti, san.; $\dot{I}$ – cərəyandır, A.

Tam müqavimət pəstahların müqaviməti $R_{pəstah}$, kontaktın müqaviməti R_k və elektrodlar və detal arasındakı müqavimətdən R_e ibarətdir:

$$R = R_{pəstah} + R_k + R_e.$$



Şəkil 4.1. Müqavimətlə qaynağın sxemi: 1 – hərəkətsiz plitə; 2, 3 – sıxaclar; 4 – hərəkətli plitə; 5 – pəstahlar

Kontakt zonasında mikroçixıntılar hesabına bütün digər təşkiledicilərin qiymətinə görə nəzərə cərpacaq başlanğıc anda detalların kontakt yerində müqavimət aşib keçir, bununla əlaqədar bu sahədə ən çox miqdarda istilik ayrılır. Bu anda kontakt müqaviməti sürətləndirici prosesdir, müəyyənədicisi deyildir.

Əsas istilik cərəyanı əsas metaldan keçməsi hesabına ayrılır. Cərəyan ötürücü

dodaqlardan eyni məsafədə yerləşən sahədə temperatur maksimaldır. Müqavimət üsulu ilə uc-uca qaynaq karbonlu və legirli poladların, mis və alüminium ərintilərinin qaynağı üçün tətbiq olunur. Dairə, kvadrat, halqavari en kəsikləri qaynaqlamaq olar.

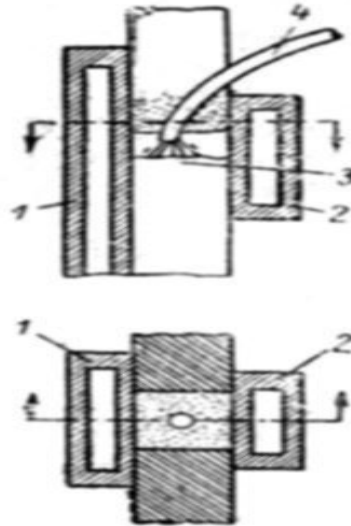
Ərimə üsulu ilə uc-uca qaynaqlama – yalnız çıxıntıların təmas yerlərində kip olmayan toxunması qaynaqlanan pəstahların başları arasında təmin olunan kontakt qaynağı növüdür.

Cərəyan keçən halda körpükcüklərin əriməsi baş verir, onlardan yüksək sıxlıqlı cərəyan keçir. Ərimiş və qaynayan metal maqnit sahəsinin təsiri altında oksid qatı ilə birgə xaricə atılır. Çatqının bütün səthinin əriməsindən sonra oturtma həyata keçirilir. Bu halda əsas istilik kontaktın müqaviməti hesabına ayrılır. Uc-uca ərimə ilə qaynaqla müqavimətlə uc-uca qaynaqda olan eyni metal və ərintilər qaynaqlanır. Bundan başqa, bu üsulla müxtəlif en kəsikli pəstahları qaynaqlamaq olar ki, bu da müqavimətlə qaynaqlamada mümkün deyildir.

Sənayedə uc-uca qaynaqdan konstruktiv elementlərin (relslərin qaynağında, boruşəkilli ilancıqların, fasiləsiz yayılmada polad lentlərin, alətlərin və s.) qaynaqlanmasında istifadə olunur.

Elektrik-posa qaynağı. Elektrik-posa qaynağı zamanı metal yüksək müqavimətli ərimiş flüşdən elektrik jərəyanı keçdikdə yaranan istiliyin hesabına əriyir. Ərimiş flüşün axmasının qarşısını almaq və qaynaq tikişinin formalaşmasını təmin etmək üçün qaynaq edilən hissələrin hər iki tərəfində su ilə soyudulan mis sürüngəjlər hərəkət edir.

Y.A.Paton adına Elektrik Qaynağı İnstitutu şaquli tikişləri məjburi formalaşdırmaqla flüş altında avtomatik elektrik-posa qaynaq üsulu işləyib hazırlanmışdır. Həmin üsulların mahiyyəti aşağıdakılardan ibarətdir. Qaynaq edilərkən şaquli təbəqələrin tillərini əvvəlcədən hazırlamadan elə yığırlar ki, araboşluğu 10 mm və daha çox olsun. İçəridən su ilə soyudulan mis tamasa (1) birləşmənin iki tərəfinə bərkidirlər (şəkil 7.1). Bəzən isə belə tamasa əvəzinə mis sürüngəj qoyurlar.



Şəkil 7.1. Şaquli avtomatik elektrik-posa qaynağın sxemi.

Uc-uca birləşmənin üst tərəfi ilə qaynaq başlığı hərəkət etdirilir; bunun da su ilə soyudulan içiboş mis sürüngəji (2) vardır. Elektrod məftili (4) tillərin ortasında yerləşdirilir; bunun üçün məftili xüsusi əymə qurğusu və ya jərəyankeçirən müştüklə ərirlər. Metalı qapalı boşluqda aşağıdan yuxarıya tərəf əridib qaynaq edirlər.

Maye metal vannası sürüngəjlərlə saxlanılır, mis sürüngəjlər təmasda olduğundan axar su ilə soyulur və tikiş metalı formalaşır.

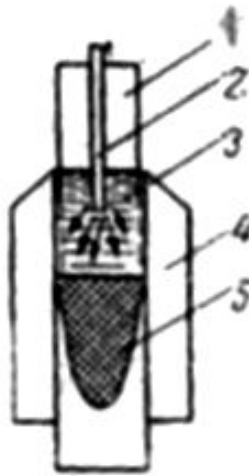
Çox qalın (25-30 mm-dən qalın) təbəqələri qaynaq edərkən, maye flüsün (posanın) həjmi çox olduğundan, qaynaq jərəyanı maye flüs (posa) qatından keçir (maye flüs və ya posa elektrik jərəyanını yaxşı keçirdir). Nəticədə qövsdə jərəyan sıxlığı o qədər azalır ki, qövs öz dayanıqlığını itirərək sönmür. İstilik, ərimiş posa qatından jərəyanın keçməsi nəticəsində yaranır.

Şaquli tikişlərin qövssüz elektrik-posa qaynaq prosesinin müəllifi Q.Z.Voloşkeviç (Y.O.Paton adına Elektrik Qaynağı İnstitutunun əməkdaşdır) bu üsulu elektrik posa qaynağı adlandırmışdır. Elektrik-posa qaynağının sxemi şəkil 7.2 də verilmişdir. Qaynaqlanan tillərlə (1), mis sürüngəjlərlə (4) və ərimiş metalla (tikişlə) əhatə olunan boşluqda ərimiş elektrod məftili (2) və qaynaq vannası (5) yerləşir. Maye metal vannası maye flüs (posa) qatı ilə örtülmüşdür. Maye posa qatının dərinliyi metal vanna səviyyəsinin mis sürüngəjlərin üst şissəsinə nisbəti ilə

müəyyən edilir. Posadan keçən qaynaq jərəyanının ayırdığı istilik elektrod məftilini, lövhələrin tillərini əridir, maye metal və posanı axmadan saxlayır.

Elektrik-posa qaynağında flüs, flüsaltı avtomatik qövs qaynağın nisbətən bir qədər az sərf edilir.

Şaquli uj-uja birləşmə tikişlərinin məjburi formalaşdırmaqla elektrik-posa qaynaq üsulu, demək olar ki, istənilən qalınlıqda metalı qaynaq etməyə imkan verir.



Şəkil 7.2. Elektrik-posa qaynağının sxemi.

Uj-uja birləşmələrdə elektrik-posa qaynağının istehsalatda tətbiq sahəsi göstərdi ki, qalınlığı 30mm-dən çox olan hissələrin qaynaqlanması iqtisadi jəhətdən əlverişlidir.

Daha qalın (60 mm-dən çox qalın) təbəqələri qaynaq etmək üçün elektrod məftilin eninə, irəli-geri hərəkət etdirən qaynaq başlıq-avtomatlarından istifadə olunur.

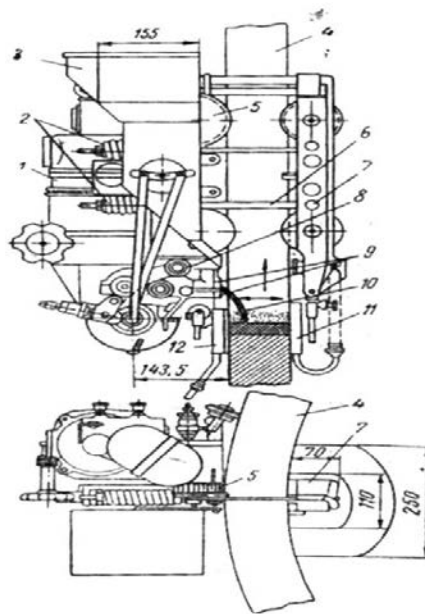
Qaynağın sürətini artırmaq üçün iki və üç elektrod məftilli avtomatik başlıqlar tətbiq edilir.

Şaquli tikişləri qaynaq etmək üçün istifadə edilən elektrik-posa avtomatlarından biri şəkil 7.3-də göstərilmişdir.

Avtomat (1), bilavasitə qaynaqlanan təbəqələrin (4) araboşluğuna girərək, onun bir tilinə sıxılan çarxla (5) aşağıdan yuxarı hərəkət edir. Avtomat (1), yaylarla (2)

və araboşluğundan keçirilib təbəqənin o biri tərəfin (7) bərkidilmiş boltlarla təbəqələrə sıxılır.

Birləşmənin qaynaq tikişi mis sürüngəjlərlə (11 və 12) formalaşır. Bu sürüngəjlərdən biri (11) arabajıqda (7), o biri (12) isə avtomatik başlıqda bərkidilmişdir. Elektrod məftili (10) müştükdən (9) diyirjəklə (8) keçirilərək ərime vannasına verilir. Flüs bunker (3)-dən qaynaq zonasına daxil olur. Qalın təbəqələri qaynaq edərkən tillərin bərabər surətdə qızdırılması üçün elektrod məftilinin uju tillərlə paralel olaraq titrədilir.



Şəkil 7.3. Şaquli tikişləri elektrik-posa qaynağı
üçün avtomat

Şəkil 7.3-də elektrod məftilinin belə hərəkəti ikiüjlü oxla işarə edilmişdir.

Elektrik-posa qaynağında AH-2, AH-22 və FÜ-7 markalı flüslərdən istifadə edirlər.

Bütün uzunluq boyu tikişin keyfiyyətli alınması üçün, qaynaq prosesin altlıq tamamasından (1) başlamaq (şəkil 7.4) və çıxış tamamasında (2) isə qurtarmaq lazımdır.

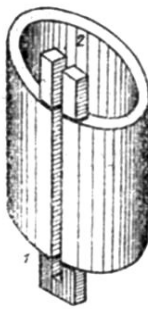
Y.O.Paton adına Elektrik Qaynağı İnstitutu şaquli tikişlərdə elektrik-posa qaynağı üçün şaquli müstəvi üzərində elektromaqnit sürüngəjlər vasitəsi ilə hərəkət

etdirilən qaynaq avtomatları hazırlanmışdır. Həmin avtomatlara, hərəkəti fasiləli addım xarakterli olduğundan **maqnitaddımlayıcı aparatlar** deyilir.

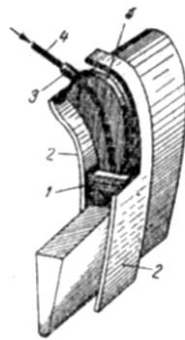
Elektrik-posa qaynağı ilə halqavarı tikişləri də qaynaq etmək olar. Halqavarı tikişlərin işə texnikası, bu zaman tikişin başlanğıcını və qurtarajağını bitişdirmək lazım gəldiyindən mürəkkəbdir.

Ovalın o biri tərəfini, su ilə soyudulan mis halqa və ya sürüngəj ilə formalaşdırmaq olar.

En kəsiyi dəyişən məmulatı – əriyən müştükdən istifadə etməklə posa üsulu ilə qaynaq edirlər. Hidroturbin statoru pərlərinin əriyən müştüklə elektrik-posa qaynağının sxemi şəkil 7.5-də göstərilmişdir.



Şəkil 7.4. Şaquli elektrik-posa qaynağında başlanğıj və çıxış tamasalarının yerləşdirilmə sxemi



Şəkil 7.5. Əriyən müştüklə elektrik-posa qaynağının sxemi

Qaynaq edilən pərlərin en kəsiyinə müvafiq, tikişin ətrafına polad lövhə (5) və polad boru (3) yerləşdirirlər. Boru (3) içərisində elektrod məftili (4) keçdiyindən müştük hesab edilir. Elektrod məftilini vannaya, xüsusi mexanizm ilə verilir. Birləşmənin araboşluğu ərimiş metalla dolduğundan posa vannası (1) qalxdıqca lövhə və boru müştük elektrod məftili ilə birləkdə əriyir. Ərimiş metalın axmaması üçün mis üstlüklərdən (2) istifadə olunur; bu üstlükləri məmulatın qaynaq yerini kip sıxmaq lazımdır.

Elektrik-posa qaynağı ağır və irigövdəli pres, prokat avadanlığı və s. bu kimi məmulatın istehsalat texnologiyasında əsaslı dəyişiklik yaratdı. Tökmə və döymə

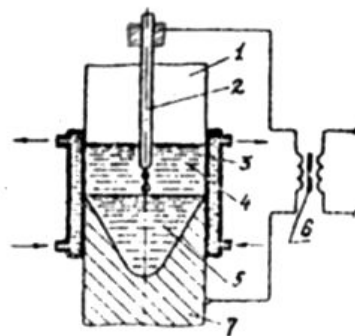
məmulatın qaynaq-tökmə, qaynaq-döymə və qaynaq-prokat məmulatı ilə əvəz olunması metala qənaət etməyə, məmulatın hazırlanmasında əziyyətli işləri dəfələrlə azaltmağa, habelə istehsalat sahəsini genişləndirmədən məhsul buraxılmasını artırmağa imkan verir. Elektrik-posa qaynaq texnologiyası işlənilib hazırlandıqdan sonra 1000 mm və daha qalın detalları qaynaq etmək mümkün olmuşdur.

Qaynaq tikişinin formalaşması. Qaynaq məftili, posa vannasına elektrod, lövhə və ya müştük şəklində verilə bilər (şəkil 7.6).

Elektrik-posa qaynağı vasitəsilə aşağı vəziyyətdə yerləşən istənilən qaynaq birləşməsinə (uj-uja, bujaq, tavrşəkili və s.) almaq mümkündür. Qaynağın əsas üstünlükləri: bir gedişdə istənilən qalınlıqda metal hissələri qaynaq etmək olur, hissələrin kənarlarının hazırlanması tələb olunmur; elektrik-qövs qaynağına flüsaltı qaynağa nisbətən flüsün səfri azdır və tikiş keyfiyyətli alınır.

Çatışmayan jəhətləri: yalnız şaquli vəziyyətdə qaynaq mümkündür; termiki təsir zonasında iridənəli struktur yaranır, metalın qızma zonası çox olur və s.

Elektrik-posa qaynağı zamanı istifadə edilən flüslər yüksək qaynama temperaturuna, müqavimətə, aşağı özlülüyə malik olmalıdır. Bu tələblərə AH-8, AH-22, AH-348A markalı flüslər cavab verir.



Şəkil 7.6. Elektrik-posa qaynağının sxemi:

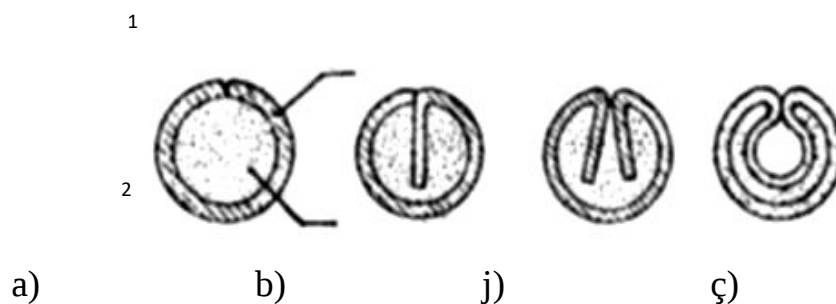
- 1 – qaynaq olunan metal; 2 – elektrod metalı; 3 – su ilə soyudulan mis sürüngə;
4 – posa vannası; 5 – qaynaq vannası; 6 – qida mənbəyi – (transformator); 7 –
qaynaq tikişi

Jərəyan mənbəyi kimi TSD-1000, TSŞ-3000 tipli dəyişən jərəyan qaynaq transformatorlarından istifadə olunur.

Ovuntulu məftillə elektrik-qövs qaynağı. Mexanikləşdirilmiş (avtomatik və yarımavtomatik) ovuntulu məftillə qaynaq üsulunda qaynaq tikişinin müdafiəsi və legirlənməsi boru şəkilli qaynaq məftilinin içərisinə doldurulmuş şıxtənin köməyi ilə aparılır. Bəzi hallarda qaynaq tikişi əlavə olaraq karbon qazı vasitəsilə qorunur.

Ovuntulu məftil örtükdən və onun içərisinə doldurulmuş ovuntulu borudan ibarətdir (şəkil 7.7). Bu üsulla, bütün fəza vəziyyətlərində qaynaq tikişlərini qaynaqlamaq mümkündür. Bu üsuldən inşaat tikinti sahələrində hətta güclü külək olduqda belə, qaynaq işi görülür.

Ovuntulu məftillər texniki şərtlərə əsasən 1,2-3,0 mm diametrdə hazırlanır. Məftilin tətbiq sahəsi onun markasına əsasən müəyyən edilir. Məsələn, PP-ANÇ və PP-ANV markalı məftillər karbon qazı mühitində müvəqqəti müqaviməti 500MPa-a qədər olan karbonlu və azlegirlənmiş poladları, PP-Q13-0 markalı məftil isə yeyilməyə və zərbə yükləri şəraitində işləyən hissələrin üstəritmə prosesində tətbiq edilir.



Şəkil 7.7. Ovuntulu məftilin en kəsiyi:

a – boruvari: 1 – metal örtük; 2 – ovuntulu içlik;

b – bir arakəsmə ilə; j – iki arakəsmə ilə; ç – ikiqat boruvari (mürəkkəb)

Ovuntulu məftillə qaynaq əks qütblü sabit jərəyan tətbiq etməklə A-756, A-1035M, A-1197 tipli yarımavtomat qaynaq qurğuları vasitəsilə yerinə yetirilir.

Nöqtəvi kontakt qaynaq.

Nöqtəvi qaynaq – kontakt qaynağı üsuludur, bu halda detallar toxunmanın ayrı – ayrı məhdud sahələri üzrə (nöqtələrin sırası üzrə) qaynaqlanırlar. Nöqtəvi qaynaqlamada (şək.1) 1 detallarını üst – üstə yığırlar, 2 elektrodlarını F gücü ilə sıxırırlar, onlara 3 elektrik enerjisi mənbəyi (məsələn, qaynaq transformatoru) birləşdirilmişdir. Detallar, nüvə adlanan onların qarşılıqlı 4 ərimə zonası yarananadək I_q qaynaq cərəyanının qısa müddətli keçməsinə qızdırılırlar. Qaynaq zonasının qızdırılması (nüvənin ətrafında) kontakt zonasında metalın plastiki deformasiyası ilə müşayiət olunur, burada maye metalı tökülməkdən və əhatə edən havadan etibarlı qoruyan 5 sıxlaşdırıcı kəmərlər yaranır. Ona görə də qaynaq zonasının xüsusi mühafizəsi tələb olunmur. Cərəyan kəsildikdən sonra nüvənin əridilmiş metalı tez kristallaşır və birləşdirilən detallar arasında metallik əlaqələr yaranır. Beləliklə, nöqtəvi qaynaqlamada birləşmənin yaradılması metalın əridilməsi ilə baş verir.

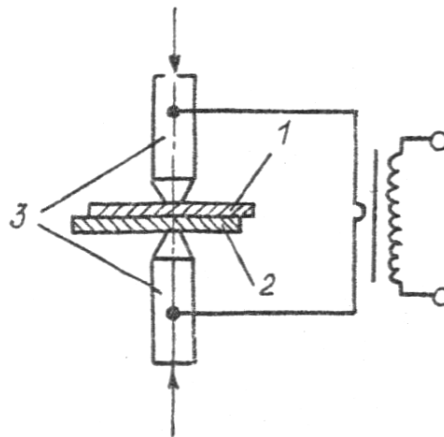
Nöqtəvi qaynaqlamada qızdırmanı 50 hs sənaye tezlikli dəyişkən cərəyanın impulsları (nadir hallarda yüksəldilmiş 1000 hs tezlikli), həmçinin sabit və ya unipolyar cərəyanın impulsları ilə aparırlar.

Qaynaqlanan detallara cərəyanın verilmə üsulu üzrə bir tərəfli və iki tərəfli qaynağı fərqləndirirlər. Birinci halda 2 elektrodlarını (şək.1,a) 1 detallarından hər birinə, ikinci halda isə - detallardan birinə (məsələn, üst detala, şək.1,b) ötürülür. Detalların toxunma nöqtələrində cərəyanın sıxlığını yüksəltmək üçün alt detallı eyni zamanda dayaq rolunu yerinə yetirən 6 mis altlığına sıxırırlar.

Ən çox qaynaq tsikli müddətində bir nöqtə (bir nöqtəli qaynaq) və gec – gec eyni zamanda iki (bax şək. 1 b) və daha çox nöqtə (çox nöqtəli qaynaq) alırlar. Bəzən nöqtəvi qaynaqlamada kombinə edilmiş birləşmələri tətbiq edirlər (yapışqanlı – qaynaqlanmış və qaynaq – lehimlənmiş). Yapışqanlı və lehimli üst – üstə birləşmə altına birləşmənin möhkəmliyini və korroziyaya davamlılığını yüksəltmək üçün daxil edirlər.

Nöqtəvi qaynaq – ən çox yayılmış üsuldur, onun payına kontakt qaynağı ilə yerinə yetirilən bütün birləşmələrin 80 % - ə yaxını düşür. Qaynağın bu üsulundan avtomobil – və vaqon tikintisində, inşaatda, radioelektronikada və s. geniş istifadə edirlər. Məsələn, müasir laynerlərin konstruksiyalarında bir neçə million qaynaq nöqtələri, yüngül avtomobillərdə – 5000 – dək nöqtə hesablanmışdır. Qaynaqlanan qalınlıqların diapazonu – bir neçə mikrometrdən 10 – 30 mm – dəkdir. Nöqtəvi qaynaqla sərtlilik elementləri və bərkitmə detalları vərəqlərlə, nazikdivarlı qabıqlar və panellərlə birləşdirilirlər.

Nöqtəvi qaynaqlama – vərəq şəklində pəstahlar ayrı-ayrı nöqtələrdə birləşdirilən kontakt qaynağı növüdür. Eyni zamanda bir, iki və ya bir neçə onlarla nöqtə qaynaqlana bilər, onların vəziyyətini nöqtəvi maşının elektrodlarının yerləşməsinə müəyyən edirlər. Nöqtəvi qaynağın sxemi şəkl. 4.2-də göstərilmişdir. Elektrodlar, adətən, elektrik enerjisi itkisini azaltmaq üçün az müqavimətə malik və kifayət qədər yeyilməyə davamlı ərintidən hazırlayırlar, belə ki, qızmış halda elektrodlardan təzyiq detala ötürülür. Bu tələblərə ən çox berilliumlu tunc cavab verir.



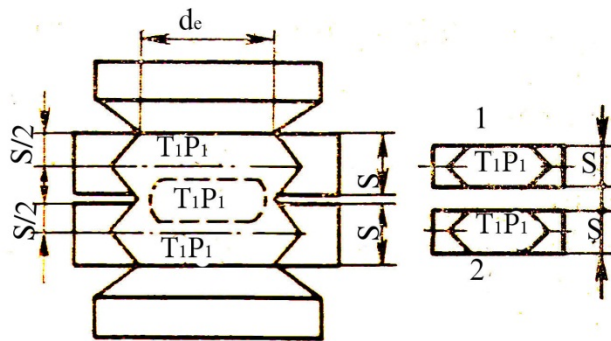
Şəkil 4.2. Nöqtəvi qaynağın sxemi:

1, 2 – pəstahlar; 3 – elektrodlar

Nöqtəvi qaynaq çox yüksək məhsuldardır, asan avtomatlaşdırılan prosesdir və azkarbonlu, karbonlu, azlegirli poladların, həmçinin paslanmayan, alüminium və mis ərintilərindən məmulatların hazırlanmasında tətbiq olunur.

Xüsusi müqavimət – detalların həcmində müəyyən tərzdə paylanmış müqavimətdir. Bu müqavimətdə ondan elektrik cərəyanı keçərkən istiliyin əsas miqdarı ayrılır {(1.3) bərabərliyinin ikinci üzvü}.

Cərəyan qoşulanadək (kontaktın soyuq vəziyyəti) S_f , d_k və uyğun olaraq r_d qeyri – müəyyəndir, belə ki, S_f , d_k - nın F_q və səthin vəziyyətindən ümumi asılılıq yoxdur. İstilik proseslərinin hesablanması detalların qızdırılmasının sonunda (kontaktın qaynar vəziyyəti) r_{dk} detalların müqavimətinə baxmaq rahatdır. $2r_{dk}$ - nın hesablanmasını sadələşdirmək üçün (eyni qalınlıqlı iki detalın qaynaqlanmasında) qaynaq zonasının metalının termodeformasiya vəziyyətinin şərti sxemindən istifadə edirlər. Xüsusilə, nəzərə alsaq ki, elektrod – detal kontaktında $d_k = d_e$ (bax jədvəl 3.3), detal – detal kontaktında isə $d_k = d_{pk}$ və d_t d_{pk} - dan az fərqlənir, şərti olaraq $d_e = d_{pk}$ qəbul edirlər (burada $d_{pk} \leq 1,2d$ - plastiki kəmərciyin diametridir, bax bənd 1.3.4). həmçinin qəbul edirlər ki, r_{dd} və r_{ed} sıfıra bərabərdir və $S_f = S_k$.



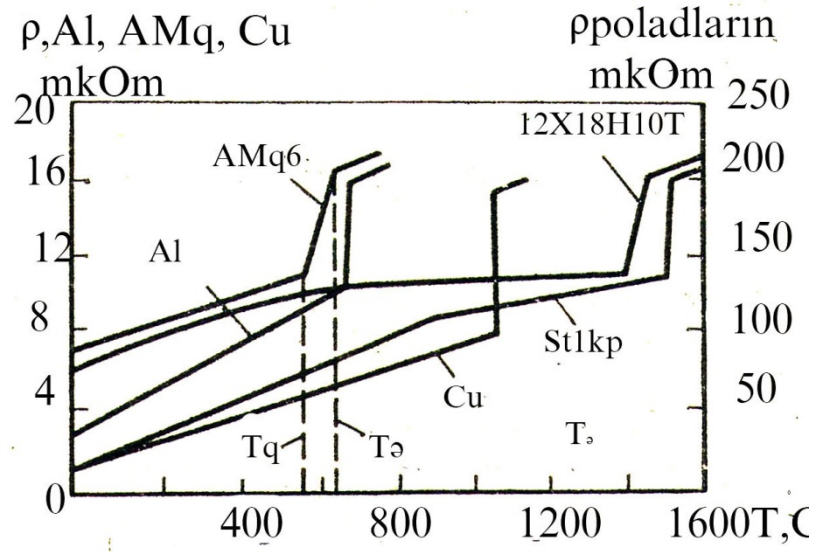
Şək.1.7. $r_{ee} = 2r_{dk}$ qaynaq tsiklinin sonuna doğru elektrik müqavimətinin hesabat sxemi

Baxılan müqaviməti eyni qalınlıqlı 1 və 2 iki şərti lövhələrin müqavimətlərinin jəmi kimi təsəvvür edirlər, onlardan hər biri hər hansı orta T_1 və T_2 temperaturunadək qızdırılmışdır (şək.1.7). Onda tələb olunan müqavimət aşağıdakı düsturla müəyyən olunur:

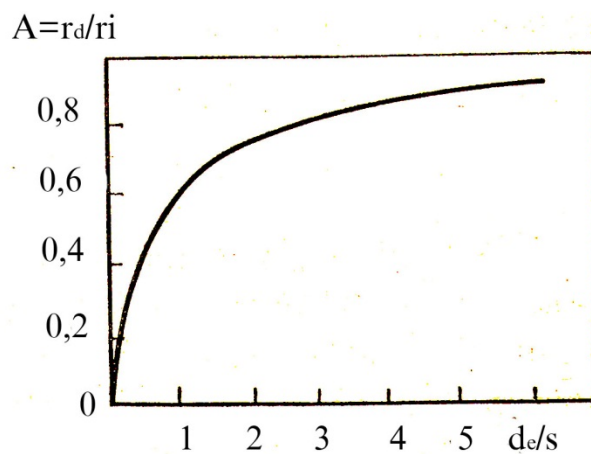
$$2r_{dk} = AK_p S_1(\rho_1 + \rho_2)(\pi d_e^2 / 4) \quad (1.4)$$

Detalların xüsusi elektrik müqavimətləri ρ_1 və ρ_2 metalın jinsindən (jədvəl 1.1), onun termomexaniki emalının növündən və temperaturundan (şək.1.8) asılıdır. ρ_1 və ρ_2 - nin qiymətlərini uyğun olaraq T_1 və T_2 temperaturları üçün müəyyən edirlər. Az karbonlu poladlardan detalların qaynaqlanmasında T_1 və T_2 – ni 1200 və 1500⁰J – yə bərabər qəbul edirlər, alüminium ərintiləri üçün isə 450 və 630⁰J qəbul edirlər. K_p əmsalı detalların qızdırılmasının qeyri – bərabərliyini nəzərə alır. Poladlar üçün $K_p = 0,85$, alüminium və maqnezium ərintiləri üçün 0,9. A əmsalı r_d / r_s nisbətində (r_s - s uzunluqlu və d_e diametrli metal silindirik sütununun elektrik müqavimətidir) bərabərdir. Detalın kütləsinə jərəyanın şuntlaşdırılması hesabına r_d həmişə r_s - dən kiçikdir, $A < 1$ – dir. Bundan başqa, $A = d_e / s$ nisbətindən asılıdır (şək.1.19). Bu nisbət nə qədər kiçik olarsa, bir o qədər A kiçik olar, bir o qədər r_d və r_s arasındakı fərq böyük olar. 0,8 – 3 mm qalınlıqlı detalların qaynaqlanmasında $A \approx 0,8$.

Müqavimətlərin hesabi qiymətləri, qaydaya görə, təcrübi nəticələrə yaxınlaşırlar (cədvəl 1.2).



Şəkil 1.8. Bəzi metalların qızma temperaturundan asılı xüsusi elektrik müqaviməti əmsalları



Şəkil 1.9. A əmsalının d_e/s nisbətindən asılılığı

Qaynaq cərəyanı axarkən ümumi müqaviməti, məsələn, eyni qalınlıqlı iki detalın, əhəmiyyətli dəyişir. Dəyişmənin xarakterini ölçmə sxemini tətbiq etməklə ossilloqrafla qeyd edirlər (şək. 1.1. ,a). Bu halda, U_{ee} gərginliyini (B1 vibratoru) və qaynaq jərəyanına mütərasib gərginliyi (B2 vibratoru) ölçürlər. Alınmış nətiyələr üzrə gərginliklərin miqyasını nəzərə almaqla $r_{ee}(t)$ - ni hesablayırlar. Jərəyan vericisi kimi, qaydaya görə DJT- 1 – dən istifadə edirlər (bax 9 – ju fəsil). $r_{ee}(t)$ - nin dəyişməsinin kinematik əyrisi, adətən, düşən xarakterə malikdir (şək.1.10,b).

Birinci dövr (I) r_{dd} və $2r_{ed}$ - nin aşağı düşməsi hesabına r_{ee} - nin kəskin enməsi ilə xarakterizə olunur, o, ρ - nun artırılması hesabına $2r_d$ - nin yüksəldilməsilə kompensasiya olunmur. İkinci dövr ərzində (II) r_{ee} praktiki olaraq detalların $2r_d$ xüsusi müqaviməti ilə müəyyən olunur (belə ki , $r_{dd} = 0$, $2r_{ed}$ isə böyük deyildir).

r_{ee} - nin böyük olmayan enməsi, bu sahədə elektrik kontaktlarının sahəsinin artırılması ilə müəyyən olunur, onların diametri qızmanın sonuna doğru r_{ekk} d_e və d_k - nın qiymətlərinə çatırlar.

r_{ee} - nin dəyişməsinin kinetik əyrilərini, həmçinin r_{ekk} - nın son qiymətlərini müqayisə edərək (eyni detalları qaynaqladıqda) birinci yaxınlaşmada Y jərəyan sıxlığının və qaynaq prosesinin ümumi stabilliyinin dəyişmələri haqqda mühakimə yürütmək olar.

Bəzi metal və ərintilərin istilik – fiziki xassələri

Metal	0 ⁰ J-də xüsusi elektrik müqavimət ρ_0 ,mkom·sm	20 ⁰ J-də istilikkeç irmə əmsalı, λ , kvt/(mK)	20 ⁰ J-də temperat ur ötürmə əmsalı, a , sm ² /K·1 0 ⁻⁴	20 ⁰ J-də xüsusi istilik tutumu, J_p , Kj/(kq.K)	20 ⁰ J-də sıxlıq, γ , Kq/m ³	Ərimə temper aturu T_0 , ⁰ J
Alüminium	2,7	0,2	0,73	1	2800	658
Alüminium ərintiləri:						
AM _ü	4,2	0,16	0,65	0,82	2800	654
D16T	7,3	0,125	0,5	0,9	2900	633
AMq	7,5	0,1	0,45	0,82	2780	620
Tunj BrB2	6,5	0,08	0,24	0,47	8230	-
volfram	5,5	0,17	0,35	0,25	19300	3500
Odadavamlı ərintilər:						
XN78T	98	0,015	0,038	0,46	8350	-
XN60VT	120	0,01	0,025	0,44	8800	1400

Magnezium ərintisi	12	0,1	0,52	1,04	1780	632
MA2-1						
Mis	1,75	0,36	1,05	0,38	8900	1083
Molibden	5,5	0,17	0,5	0,25	10220	2622
Poladlar:						
Azkarbonlu 08kp	13	0,06	0,15	0,46	7800	1530
30XQSA	21	0,04	0,104	0,48	7850	1480
X15N5D2T	85	0,018	0,05	0,46	7760	-
12X18N10T	75	0,016	0,04	0,46	7860	1440
Titan ərintiləri:						
OT4	142	0,01	0,036	0,58	4590	1660
BT6	160	0,008	0,03	0,54	4600	-
BT15	155	0,008	0,03	0,5	4890	-
ssirkonium	41	0,017	0,09	0,28	6500	-

Cədvəl 1.2

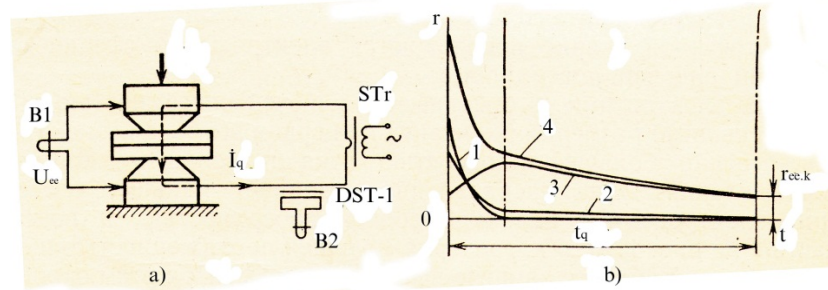
Qaynaq prosesinin sonunda ümumi müqavimət ($r_{\text{ekk}} = 2r_{\text{dk}}$), mkom – la*

Metal	Nöqtəvi qaynaq						Tikişi qaynaq, hermetik tikişlə				
	Qalınlıq, mm										
	0,3	0,5	1,0	1,5	2	3	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0
D16AT	18	16	13	11	10	8	-	14	11	10	8
L62	76	48	30	24	20	18	46	29	18	15	12
08kp	150	135	115	100	90	75	110	95	80	70	50
30XQSA	115	145	125	110	100	90	145	130	105	85	65
X15N5D2T	145	165	135	120	110	100	170	145	115	105	95
12X18N10T	215	185	150	130	120	110	188	162	130	115	105
0T4-1	240	210	165	145	133	120	224	195	154	135	124
*- nəticələr eyni qalınlıqlı iki detal üçün minimal d ölçülərilə (bax. Jədvəl 3.1) birləşmələr üçün göstərilmişdir.											

Bütövlükdə keyfiyyətli birləşmələr (nöqtəvi və ya tikişi) almaq üçün bütün formalaşma prosesini bilmək vacibdir, onu, analiz məqsədilə ayrı – ayrı fiziki proseslərə (şək.1.2) parçalamaq olar. Birləşmənin formalaşmasında bu proseslərin rolundan asılı olaraq onlar arasında əsaslarını ayıraq – metalın qızdırılması və kristallaşmasını; plastiki deformasiyanı, əridilmiş metalın elektromaqnit

qarışdırılması prosesi hesabına səthi plyonkaların kənarlaşdırılması; müşayiət edən proseslər

(bax şək.1.2). Çoxillik praktiki təcrübə və nəzəri fərziyyələr əsasında müxtəlif konstruksiya materiallarının keyfiyyətli qaynaq birləşmələrinin alınmasını təmin edən qaynağın bir neçə tsikloqramı təklif olunmuşdur.



Şək.1.10.Nöqtəvi qaynaqlamada elektrik müqavimətlərinin ölçülmə sxemi və dəyişmə kinetikasi:

a - U_{ee} və qaynaq jərəyanının ölçülməsinin elektrik sxemi; b – qaynaqlama prosesində elektrik müqavimətlərinin dəyişməsi;

$$1 - r_{dd} ; 2 - 2r_{ed} ; 3 - 2r_d ; 4 - r_{ee}$$

Ümumi halda r_{ee} -nin dəyişmə xarakteri metalın xassələrindən, detalların qalınlığından, qaynaq recimindən, jərəyan impulsunun formasından, nüvənin ölçülərindən, elektrodların işçi səthinin formasından və s. – dən asılıdır. Məsələn, 08_{kp} poladının nöqtəvi qaynağı tsikli ərzində ρ 5-7 dəfə artır ki, bu da əhəmiyyətli dərəcədə kontakt sahəsinin böyüməsini kompensasiya edir və buna görə də r_{ee} -nin qiyməti qaynaqlama prosesində dəyişir. 12X18H10T poladını D16 və OT4 ərintilərini birləşdirdikdə II sahəsində r_{ee} -nin daha əhəmiyyətli aşağı düşməsi

vacib yerə malikdir (şək.1.10,b), belə ki, ρ qaynaq müddətində 1,5 – 2 dəfə böyüyür (şək.1.11). r_{ee} - nin qiyməti daha aşağı xüsusi elektrik müqavimətli ərintilər üçün kiçikdir (mis və alüminium əsasında ərintilər). Detalların qalınlıqlarının böyüməsi ilə qaynaq prosesində kontakt sahəsinin artırılması hesabına ümumi müqavimət və onun yekun qiyməti (r_{EEK}) nəzərə çarpacaq qədər aşağı düşürlər (bax şək.1.2)

Cərəyan gücünün və qaynaqlama vaxtının yüksəldilməsi ilə əldə olunan nüvənin diametrinin ($s = j_{onst}$) artması, qaydaya görə, r_{ee} və r_{EEK} - nin aşağı düşməsinə gətirib çıxarır. O cümlədən, 4,6, və 8 mm – ə bərabər d – də r_{ee} uyğun olaraq 200, 150 və 80 mkOm təşkil edir (1,5 + 1,5 mm qalınlıqlı 12X18H10T poladı).

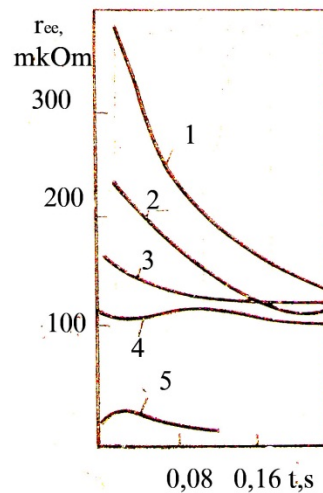
Nöqtəvi qaynağın recim parametrlərinin dəyişməsi metalın (ρ) istilik halının dəyişməsilə və kontaktların sahəsinin dəyişməsilə uyğun olaraq r_{ee} - yə nəzərə çarpacaq təsir göstərir (şək.1.12). F_q , $\dot{I}_q$ – in artması kontaktların diametrinin böyüməsinə və r_{ee} - nin aşağı düşməsinə səbəb olur.

Nüvənin eyni diametrini saxladıqda böyük vaxt ərzində qaynaqlama ilə recimlərə keçid kontaktların plastiki deformasiyaya müqavimətinin və ölçülərinin böyüməsinin azaldılması hesabına r_{ee} və r_{EEK} - nin bir qədər aşağı düşməsinə səbəb olur.

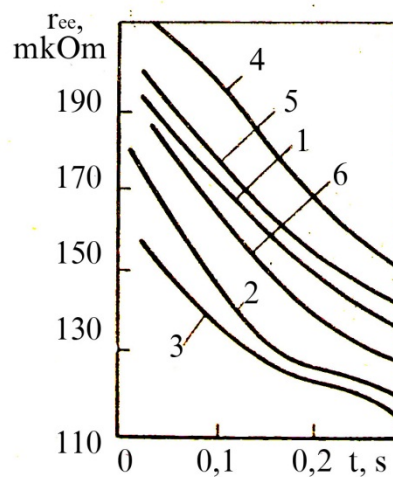
Nöqtəvi qaynaqlamada sferik və yastı işçi səthli elektrodlardan istifadə olunur.

Sferik işçi səthli elektrodlarla qaynaq birinci mərhələdə kontaktın kiçik ölçülərilə (şək. 1.13), uyğun olaraq böyük jərəyan sıxlığı və böyük istilik ayrılması sürətilə fərqlənir. Ərimə zonası yastı işçi səthli elektrodlarla qaynaqlamada olduğundan daha tez yaranır və ona görə də şək.1.10, b – dəki I sahəsinə kiçik əhatə dairəsi xarakterikdir və bu sahədə r_{ee} - nin qiyməti nəzərə çarpacaq qədər yüksəkdir (şək.1.13). Bu halda r_{ee} - nin yüksəldilməsi sürəti sferanın radiusunun azaldılması ilə artır. II sahəsində r_{ee} - nin dəyişmə xarakteri hər iki tip elektrodlar

üçün təxminən eynidir. Lakin bütün qaynaqlama tsikli müddətində r_{ee} - nin orta qiyməti sferik işçi səthli elektrodlar üçün 10 - 15 % yüksəkdir. Eyni zamanda $\dot{I}_q$ - nin orta qiyməti və nüvənin yekun diametri jüzi dəyişirlər; qaynaq maşınının Z_{kz} - si nə qədər böyükdürsə, bu fərq bir o qədər kiçikdir. Qaynaqlama prosesində sferik səthdə tədriji demək olar ki, yastı sahəyə (sferik səth yastıya çevrilir) və başlanğıc r_{ee} nəzərə çarpacaq qədər azalır.

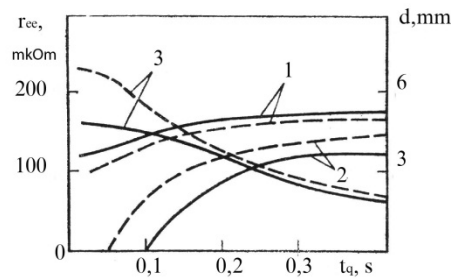


Şək.1.11. HT4-1 ərintisinin (1) X15H5D2T (2), 12X18H10T (3) və 08_{kp} (4) poladlarının, 1,5 + 1,5 mm qalınlıqlı D16AT ərintisinin 75mm radiuslu sferik işçi səthli elektroddan istifadə etməklə nöqtəvi qaynaqlamada r_{ee} - nin kinetikasi



Şək. 1.12. 2 + 2 mm qalınlıqlı 12X18H10T poladının qaynaq recimi parametrlərindən r_{ee} - nin asılılığı:

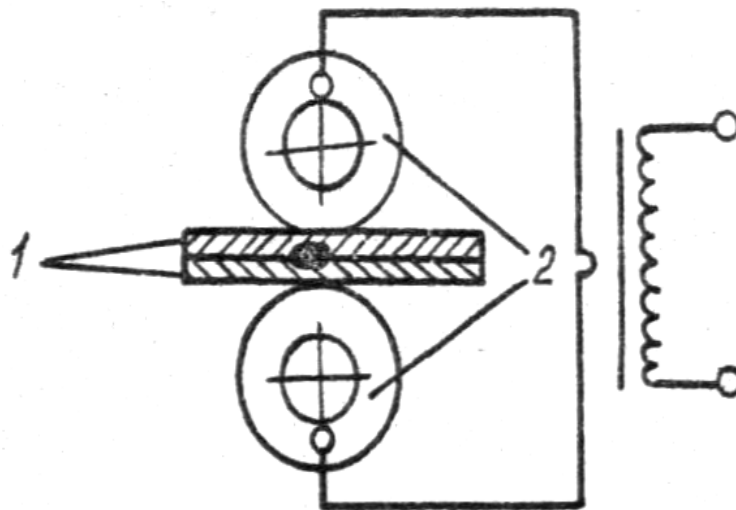
1 – nominal recim; 2 – F_q – nin yüksəldilməsi; 3 0- elektrodların işçi səthlərinin ölçülərinin artırılması; 4 – F_q nin aşağı salınması; 5 – I_q – nin aşağı salınması; 6 – I_q – nin yüksəldilməsi



Şək.1.13. kontaktların diametrlərinin (1) , nüvənin diametrinin (2) və r_{ee} müqavimətinin (3) 0,8 + 0,8 mm qalınlıqlı az karbonlu poladın nöqtəvi qaynaqlamada dəyişmə kinetikasi

Diyircəkli kontakt qaynağı.

Kontakt qaynağının digər növü tikişi qaynaqlamadır, bu zaman pəstahlar arasında möhkəm kip, qismən bir-birini örtən fasiləsiz nöqtələr sırasından ibarət tikiş yaranır. Bu üsulda diyircəklər formasına malik elektrodlardan istifadə edirlər. Onlar fırlanaraq fasiləsiz pəstah üzrə irəliləyirlər (şək. 4.3). Tikişi qaynaq yüksək məhsuldarlığı ilə (5 m/dəq və daha çox) fərqlənir və həcmli qabların, rezervuarların və avtomobillərin yanacaq baklarının yaradılmasında sənayedə geniş istifadə olunur. Bu üsuldən, məsələn, cihazqayırmada, aviasiya və avtomobil sənayesində istifadə edirlər.



Şəkil 4.3. Diyircəkli qaynağın sxemi:

1 – pəstah, 2 – elektrodlar

Mikroelektronikada hər şeydən əvvəl birtərəfli qaynaqdan istifadə edirlər, bu halda bir elektrod məftili və ya lenti kontakt sahəsinə sıxır, digər elektrod isə kontakt səthinə qaynaq cərəyanını ötürmək üçün xidmət edir. Bu üsul nisbətən qalın detallarla tamamilə (dairəvi və yastı) nazik keçiricilərin qaynağı üçün geniş istifadə olunur. Belə, birtərəfli nöqtəvi qaynaqla ikili və ya quraşdırılmış elektrodla keramik altlıqlarda metallik plyonkalara gümüşdən, qızıldan, mis və digər metallardan 20-dən 150-250 mkm-dək diametrli keçiriciləri qaynaqlamaq olar. Konik elektrodla birtərəfli diyircəkli qaynaqlama metalşüşə və metalkeramik korpusların, metallik qapaq mikrosxemlərin hermetikləşdirilməsi üçün tətbiq olunur.

Kontakt qaynağının bütün növlərinin böyük üstünlüyü – proseslərin robotlaşdırılmasıdır.

Bütün kontakt qaynağı üsullarının əsas çatışmayan cəhəti böyük cərəyanların (bir neçə min amper) tətbiqidir.

Kontakt qaynağının mahiyyəti keçən elektrik cərəyanı ilə metalın qızması və sıxıcı gücün təsiri altında birləşmə zonasının plastiki deformasiyası nəticəsində sökülməyən birləşmə yaratmaqdan ibarətdir.

Kontakt qaynağı uc-uca, nöqtəvi və tikişi olur. Uc-uca qaynaqlamada detallar bütün təmas sahəsi üzrə birləşirlər. Metalın vəziyyətindən asılı olaraq birləşmə zonasında müqavimətlə uc-uca qaynaq və ərimə ilə uc-uca qaynağa bölürlər.

Kontakt zonasında mikroçixıntılar hesabına bütün digər təşkiledicilərin qiymətinə görə nəzərə cərpacaq başlanğıc anda detalların kontakt yerində müqavimət aşib keçir, bununla əlaqədar bu sahədə ən çox miqdarda istilik ayrılır. Bu anda kontakt müqaviməti sürətləndirici prosesdir, müəyyənədicisi deyildir.

Əsas istilik cərəyanı əsas metaldan keçməsi hesabına ayrılır. Cərəyan ötürücü dodaqlardan eyni məsafədə yerləşən sahədə temperatur maksimaldır. Müqavimət üsulu ilə uc-uca qaynaq karbonlu və legirli poladların, mis və alüminium ərintilərinin qaynağı üçün tətbiq olunur. Dairə, kvadrat, halqavari en kəsikləri qaynaqlamaq olar.

Ərimə üsulu ilə uc-uca qaynaqlama – yalnız çixıntıların təmas yerlərində kip olmayan toxunması qaynaqlanan pəstahların başları arasında təmin olunan kontakt qaynağı növüdür.

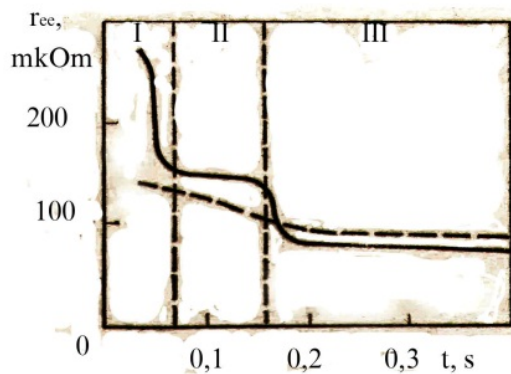
Cərəyan keçən halda körpükcüklərin əriməsi baş verir, onlardan yüksək sıxlıqlı cərəyan keçir. Ərimiş və qaynayan metal maqnit sahəsinin təsiri altında oksid qatı ilə birgə xaricə atılır. Çatqının bütün səthinin əriməsindən sonra oturtma həyata keçirilir. Bu halda əsas istilik kontaktın müqaviməti hesabına ayrılır. Uc-uca ərimə ilə qaynaqla müqavimətlə uc-uca qaynaqda olan eyni metal və ərintilər qaynaqlanır. Bundan başqa, bu üsulla müxtəlif en kəsikli pəstahları qaynaqlamaq olar ki, bu da müqavimətlə qaynaqlamada mümkün deyildir.

Sənayedə uc-uca qaynaqdan konstruktiv elementlərin (relslərin qaynağında, boruşəkilli ilanıqların, fasiləsiz yayılmada polad lentlərin, alətlərin və s.) qaynaqlanmasında istifadə olunur.

Relyefli kontakt qaynağı.

Relyefli qaynaq – nöqtəvi qaynağın müxtəlifliyinin biridir. Bu halda detallardan birinin səthində əvvəlcədən 7 çıxıntı relyef (şək.1,v) formalaşdırırlar, o, detalların ilkin kontakt sahəsini məhdudlaşdırır, bunun nəticəsində bu zonada qaynaqlamada cərəyanın sıxlığı və istiliyin ayrılma sürəti yüksəlirlər. Qızdırmada relyef tədricən deformasiya olunur; qaynaq zonasının müəyyən mərhələsində adi nöqtəvi qaynaqda olduğu kimi 4 nüvəsi formalaşır. Tez – tez detalların səthində bir neçə relyeflər və ya qapalı formalı bir müəyyən ölçülü çıxıntı, məsələn, halqa şəklində yerinə yetirirlər. Qaynaq cərəyanı keçdikdən sonra eyni zamanda bir neçə nöqtə və ya fasiləsiz sıx tikiş (kontur relyef qaynağı) alırlar.

Relyef qaynağı – kontakt qaynağının ən az yayılmış üsuludur (tətbiq həjmi 3% - ə yaxın), vərəq detallarına kronşteynlərin bərkidilməsi üçün, məsələn, avtomobilin kapotuna çəmbərin, kabinəyə qapıları asmaq üçün ilgəklərin və s., bərkidiji detalların – boltların , qaykaların və millərin bərkidilməsi üçün , radioelektronikada nazik detallara məftili bərkitmək üçün və s. istifadə olunur. Relyefli qaynaq fasiləsiz relyeflər üzrə , həmçinin hermetik birləşmələr, xüsusilə yarımkeçiriji elementlər əsaslı qapaqların və ya intiqal sxemlərinin alınmasına imkan verir.



Şək.1.14. 2+2 mm qalınlıqlı az karbonlu poladın qaynaqlanma prosesində

r_{ee} - nin dəyişmə kinetikasi:

————— - relyefli qaynaq;

----- - nöqtəvi qaynaq

Relyefli qaynaqlamada r_{tt} - nin kinetikasi əhəmiyyətli dərəcədə əvvəlki haldan fərqlənir. I sahəsində (şək.1.14) qızdırılan çıxıntının tez deformasiyasına görə müqavimətin kəskin düşməsi baş verir. Ardınca II sahəsində r_{ee} - nin qiyməti stabilləşir, sonra (III sahəsi) nüvənin yaranmasında kontaktların genişlənməsi ilə əlaqədar yenidən azalır. Yekun mərhələdə kontaktların diametri və metalın istilik vəziyyəti stabilləşirlər, və r_{ee} az dəyişir. Bu halda r_{ekk} - nin qiyməti, kontaktların böyük ölçüləri hesabına nöqtəvi qaynaqda olduğundan kiçikdir. Hermetik tikişlə tikişi qaynaqlamada növbəti nöqtənin kifayət qədər yüksək başlanğıc temperatur nəticəsində r_{dd} və $2r_{td}$ - nin rolu nəzərə çarpacaq qədər aşağı düşür. Tsiklin başlanğıjında $r_{ee}(2r_{ed})$ - nin (maksimuma) artması artıq qeyd olunmur və detalların tam müqaviməti jərəyanın sönməsi anınadək monoton azalır. r_{ekk} - nin yekun qiymətləri kontaktların böyük sahələrinə görə nöqtəvi qaynaqda olduğundan nəzərə çarpacaq qədər azdır (cədvəl 1.2).

Cədvəl 1.2

Qaynaq prosesinin sonunda ümumi müqavimət ($r_{\text{ekk}} = 2r_{\text{dk}}$), mkom – la*

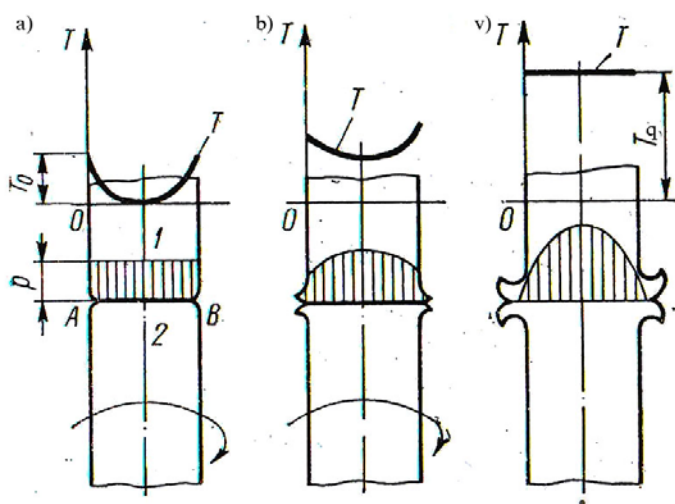
Metal	Nöqtəvi qaynaq						Tikişi qaynaq, hermetik tikişlə				
	Qalınlıq, mm										
	0,3	0,5	1,0	1,5	2	3	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0
D16AT	18	16	13	11	10	8	-	14	11	10	8
L62	76	48	30	24	20	18	46	29	18	15	12
08kp	150	135	115	100	90	75	110	95	80	70	50
30XQSA	115	145	125	110	100	90	145	130	105	85	65
X15N5D2T	145	165	135	120	110	100	170	145	115	105	95
12X18N10T	215	185	150	130	120	110	188	162	130	115	105
0T4-1	240	210	165	145	133	120	224	195	154	135	124
*- nəticələr eyni qalınlıqlı iki detal üçün minimal d ölçülərilə (bax. Jədvəl 3.1) birləşmələr üçün göstərilmişdir.											

Bölmə 3. Təzyiq ilə qaynaqlamanın digər üsulları.

Sürtünmə ilə qaynaq.

Ayrı – ayrı mikroçixıntılardamexaniki kontaktda axıjılıq həddini çox – çox üstələyən qeyri – adi yüksək təzyiqlər yaradırlar. Belə təzyiqlərdə mikroçixıntılarda bütün oksid təbəqələri və adsorbsiya olunmuş qatlar təkjə tamamilə basılıb çıxarılmır, həm də yuvenil təmiz kristalların ani olaraq tutub saxlanması baş verir. Tutub saxlamaq üçün saniyənin yüz mindən million payınadək vaxt kifayətdir. Ona görə də aydındır ki, 2 fırlanan detallar (şək.9) A-B kontaktdı müstəvisində 1 tərpənməzə bərkidilmişə nəzərən kristallitlərin sərhəd qruplarının ani tutub saxlanması və elə də tez bu əlaqələrin ayrılması axın şəklində baş verəjəkdir. Belə sürtünmə prosesinin nətiyəsi kontaktdı qızmasıdır. Nəzəri hesablamalar və təjربی tədqiqatlar göstərir ki, iki metallik detalın qarşıılıqlı quru sürtünməsində, sürtünən kontaktda temperatur detalların yerdəyişmə sürətinə və kontaktdı yaradılma təzyiqinə nəzərən mütənəşib artır. Bu asılıqlar qaynaq dövründə, xüsusilə də fırlanma sürtünmə ilə qaynaqda daimi (sabit) deyildir.

Sürtünmə ilə qaynaqda istilik ayrılması prosesinə baxaq.

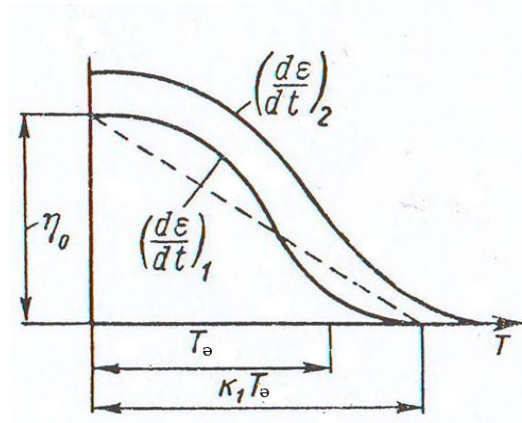


Şək.9. Sürtünmə ilə qaynaqda təzyiq və temperaturun paylanma sxemi: a – soyuq metal (başlanğıj anda); b – plastiki deformasiyaların başlanğıjı; v – prosesin sonu – basılma

Sürtünmənin ilk anında, pəstahlar hələ soyuq olarkən (şək.9, a) p təzyiqini demək olar ki, bərabər paylanmış hesab etmək olar. Bu dövrdə fırlanma oxundan bir qədər uzaq metal qatları tamamilə intensiv qızırırlar (şək.9, a, T temperaturlar əyrisi). Lakin şək.9 – ə əsasən bu qatlarda metalın dinamik özlülüüyü kəskin azalır. Bu səbəbdən

$$T = \frac{1}{\frac{2\gamma c}{\eta_0 \varepsilon^2} t + \frac{1}{k_1 T_0}}$$

düsturuna əsasən metalın kənar liflərinin nisbətən yüksək yerdəyişmə sürətinə baxmayaraq bu qatlarda temperatur artımı yavaşdır, metalın oxboyu qatları isə qızırırlar (şək.9,v). Buna görə də metalın özlülüüyü nisbətən yüksək olur və qızdıqca təzyiq epürü parabolik forma alır. Təzyiqlərin paylanması belə forması xüsusilə prosesin sonunda içliklərin basılmasından əvvəl qızdırma sürtünən kontaktdan hər iki tərəfə müəyyən dərinliyə baş verərkən kəskinləşir. Bu an onunla xarakterizə olunur ki, sürtünən kontaktlar müstəvisi üzrə temperatur tamamilə bərabərləşir (şək.9,v).



Şək.10. $(\frac{d\varepsilon}{dt})_2 > (\frac{d\varepsilon}{dt})_1$ müxtəlif deformasiya sürətində temperaturdan metalın dinamik özlülüünün dəyişməsinin keyfiyyətli şəkli

Sürtünmə prosesində kontakt havadan fasiləsiz izolə olunduğu üçün qaynaq birləşmələrinin keyfiyyəti stabil tamamilə yüksək alınır.

Bu fakt sürtünmə ilə qaynağın ən yüksək məsul xidmət məmulatlarının yaradılması üçün istifadəsinə əsas verir.

Sürtünmə ilə qaynaq prosesi praktiki olaraq ilk dəfə SSRİ – də A.İ.Çudikov tərəfindən həyata keçirilmişdir. Lakin əsaslı nəzəri tədqiqatlar və müxtəlif metal və konstruksiyalardan qaynaq birləşmələrinin qaynaq recimlərinin işlənməsi VNIİESO – da (B.İ.Vill və L.A.Ştern) aparılmışdır. Hal – hazırda sürtünmə ilə qaynaq sahəsində SSRİ – nin təjribəsi bütün dünyada tətbiq olunur.

Sürtünmə ilə qaynaq recimlərinin əsas texnologiyaları parametrləri: fırlanma sürəti, qızma prosesində təzyiq p_q və oturtma təzyiqi p_{ot} . Qızdırma prosesində başlanğıc təzyiq fırlanma sürəti kimi istilik ayrılmasının intensivliyini müəyyən edir. Qaynaq birləşməsinin yaranması oturtma təzyiqi ilə şərtlənir.

Ən çox istifadə olunan metallar üçün qaynaq recimləri: 80 – 120 N/mm² oturtmada, 30 – 50 N/mm² qızdırmada, qızdırma prosesində oxboyu plastiki deformasiya 2 – 4 mm – dir. Qaynaq prosesinin müddəti qaynaqlanan metalların en kəşik sahəsi və xassələrindən asılı olaraq 2 – dən 60s – dək dəyişir.

Müxtəlif jinsli metalları qızdırdıqda qaynaqlanan kontaktın müstəvisində temperatur istiliyə daha az dayanıqlı nümunənin ərimə nöqtəsinə yaxın olur. Bu səbəbdən onun plastiki deformasiyası həddən artıq olur. Belə hadisəni aradan qaldırmaq üçün güclü deformasiya olan detallı əvvəljədən sökülə bilən formalaşan çərçivəyə quraşdırılır.

Fiziki xassələrilə əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənin bəzi metalların qaynağında (məsələn, alüminium + polad; mis + titan), 10 mkm – dək qalınlıqlı metallik birləşmələr kontakt zonasında yaranırlar. Belə qatların qalınlığının azaldılması oturtmanın nisbətən böyük təzyiqində istifadə qismən əldə olunur. Qaynaqlanan səthlərin düzəldilməsi qaynaq maşınının özünün sıxajlarında yerinə yetirilən kontakt səthlərinin yonulma əməliyyatı tamamilə rəssionaldır. Müxtəlif jinsli metalların qaynağında oxboyu döyünmənin 0,15mm – dən çox olmasından qaçmaq lazımdır. Hal – hazırda tezkəsən poladların ornamentallarla, austenitlilərin perlitlilərlə, odadavamlı poladların bəzək poladları ilə, alüminiumin və bəzi onun ərintilərinin müxtəlif markalı poladlarla, titanla, nikellə, mislə, bürünjlə və s

sürtünmə ilə qaynaq prosesi tədqiq olunmuş və işlənmişdir. Sadalanan metal və ərinti jütlərinin sürtünmə ilə qaynağı uğurla sənayedə tətbiq olunmuşdur.

Eyni zamanda sənayedə geniş tətbiq olunan bəzi müxtəlif jinsli metal və ərintilərin iş qabiliyyətli birləşmələrinin alınması mümkün olmur. Belə jütlüklərə hər şeydən əvvəl legirlənmiş alüminium ərintiləri və poladlar aiddirlər, onların möhkəm və sıx birləşməsi texnikanın müxtəlif sahələrində bir sıra ciddi problemləri həll etməyə imkan verir.

Birinci iki metalların hər biri ilə yaxşı birləşən üçünjü metaldan araquatından belə metalların sürtünmə ilə qaynağının həyata keçirilməsi təklif olunmuşdur. O jümlədən, legirlənmiş alüminium ərintiləri texniki təmiz alüminium araquatı vasitəsilə poladlarla uğurla birləşirlər. Belə birləşmələrin alınma texnologiyası qaynağın iki ardıcıl tsiklindən ibarətdir: texniki təmiz alüminiumla alüminium ərintisi və texniki təmiz alüminium poladla. Bu halda texniki alüminiumun qaynağının ikinci tsikli qarşısında qoyulan oxboyu ölçü araquatının tələb olunan yekun qalınlığını və alüminiumun oxboyu plastiki deformasiyası prosesində onun qaynaq üçün zəruri qısaldılması təmin edilməlidir.

Araquatının qalınlığı birləşmənin işləmə qabiliyyətinə əhəmiyyətli təsir göstərir. Onun nəzərə çarpacaq qalınlığında birləşmənin möhkəmliyi araquatın materialının möhkəmliyi ilə müəyyən olunur. Legirlənmiş alüminium ərintilərinin poladla qaynağı halında alüminium ərintisinin möhkəmliyinə bərabər qaynaq birləşməsinin möhkəmliyinin təmin olunması texniki təmiz alüminiumdan araquatın yerləşmə yerində məmulun radial ölçüsünün artırılması hesabına həyata keçirilir və bu konstruktivlik nöqtəyi nəzərindən heç də həmişə mümkün olmur.

Bununla əlaqədar olaraq, qaynaq birləşməsində yumşaq araquatının olması yükləmənin müəyyən mərhələsində onda plastiki deformasiyaların lokallaşmasını göstərən işlər böyük maraq kəsb edir. Bu halda araquatının qalınlığının birləşmənin diametrinə nisbəti nə qədər kiçik olarsa, bir o qədər tez deformasiya prosesində araquatında gərginlik artır və onun möhkəmliyi bir o qədər böyük olur.

Təmiz texniki alüminiumun möhkəmliyinin $70 - 90 \text{ N/mm}^2$ olmasına baxmayaraq araqaatının qalınlığının uyğun azaldılmasında dartılmada müvəqqəti müqaviməti 170 N/mm^2 – a çatan birləşmələr almaq mümkün olur.

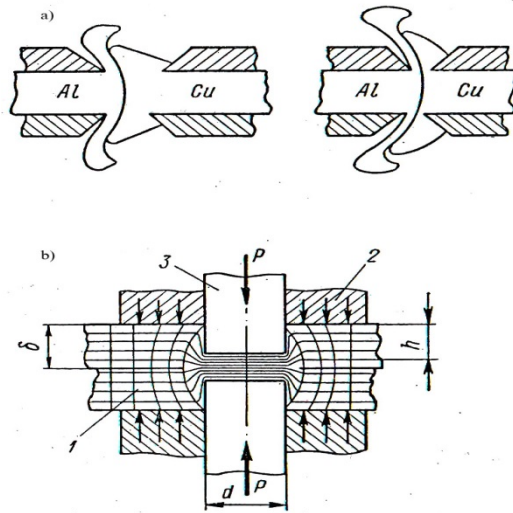
Beləliklə, detalın konstruksiyasını dəyişməklə və ya araqaatının qalınlığını azaltmaqla, hətta, araqaatı materialı kimi aşağı müvəqqəti müqavimətə malik materialdan istifadə halında bərabər möhkəmlikli birləşmə əldə etmək olar. Hal – hazırda dairəvi detalların sürtünmə ilə qaynağı $10 - 70 \text{ mm}$ – dək, boru şəkilli elementlərin 150 mm - dək diametrində yerinə yetirilir.

Soyuq qaynaqlama.

Alüminium məmulların soyuq qaynağı üzrə ilk uğurlu təcrübələr 1949 – cu ildə K.K.Xrenov tərəfindən həyata keçirilmişdir. İ.B.Baranovun, Q.P.Saxatskinin, A.P.Semyonovun və S.B.Aynbinderin işlərinə görə sonralar bu proseslər əhəmiyyətli dərəcədə inkişaf tapmışdır. Hal – hazırda elektrotexnika istehsalında bütün alüminium, miss – misalüminium şin kontaktlarını birbaşa soyuq qaynaqla yerinə yetirirlər.

Soyuq qaynaqlamanın iki texnoloci sxemi ən çox məlumdur:: $uj - uja$ (şək.8,a) və $üst - üstə$ (şək.8,b). Əvvəllər göstərildiyi kimi möhkəm metallik rabitəni yaratmaq üçün ən başlıca şərt yuvenil təmiz kristallik sərhədlərin yaxınlaşdırılmasıdır. $Uj - uja$ soyuq qaynaqda bu 2 dodaqjıqlara sıxılmış 1 metallik içliklərin bütün həjminin basılmasında (şək.2, b) qat 3 şəklində sıxışdırılıb çıxarılır. Belə güclü plastiki deformasiya metalın dərin qatlarında basılmazdan əvvəl yerləşdirilmiş kristallitlərin bir – biri ilə ani qısa yaxınlaşmasını təmin edir. Bunun nətiyəsi kimi ilkin olaraq oksidləşmiş və ya hətta çirklənmiş səthlər tamamilə kənarlaşdırılırlar. Bütün qat kimi basılıb çıxarılmış metalın həjmi 3 plastiki deformasiyanın bitmə anında stabil metallik rabitə yaranan və vahid kristallik struktur təşkil olunan məsafəyədək yaxınlaşan olurlar ki, bu da bu qatlar üçün mühafizə kütləsi rolunu oynayır.

Göründüyü kimi soyuq uc – uca qaynağı aşağıdakı tərzdə göstərmək olar.



Şək.7. Soyuq qaynaq proseslərinin texnologici sxemləri:

a – uj – uja; b – üst – üstə

1. Qaynaq birbaşa sıxıjı dodaqjıqlardan çıxma zonasında qaynaqlanan başlardan uzaqda başlanğıj anda yerləşən kristallitlər arasında həyata keçirilir.

2. İlkin kontaktdan hər iki tərəfdən dodaqjıqlar arasında qalan bütün metal oksidləşmə və çirklənmədən metal qatlarının ən dərin qatlarını ideal mühafizə edən qabıq rolunu oynayan kütlə kimi baxıla bilər.

3. Plastik deformasiya prosesində sıxışdırılıb çıxarılan metal təkcə dərin qatların fasiləsiz mühafizəsini həyata keçirmir, həm də deformasiya prosesində iştirak edən bütün dənələrin səthi qatlarının bir qədər qızmasına kömək edir.

4. qaynaq birləşməsinin formalaşması deformasiyaların bitmə anında və metalın təkcə dərin qatlarının kontaktında təmin olunduğu üçün qaynaqlanma vaxtı, yəni vahid kristallaşma strukturunun formalaşması vaxtı çox qısadır və saniyənin onlarla payı ilə ölçülür.

5. Qaynaq birləşməsi yaradan metalın mikrohəcmlərinin temperaturlarının ani qiymətləri sözsüz ki, yüksək və ərimə nöqtəsi temperaturu nöqtəsindən aşağı olmalıdır.

$$\sigma = \sigma_T \left(1 + \frac{d}{6h}\right) \quad (a) \quad U_c = E_0 e^{-\frac{4T}{T_{qayn}}} \quad (b) \quad Y = \frac{U_s \sigma_{s,d}}{k\theta \sigma_A} \quad (v)$$

Əvvəllər baxılmış düsturlardan istifadə edərək miss içliklərin soyuq qaynağı üçün bəzi hesabları yerinə yetirək.

Dodaqjıqlar arasında başlanğıj məsafə (şəkl.2) $h = 2d$. qaynaqlama anında $h = 0,1d$. onda (a) düsturuna əsasən, başlanğıj anda $h \approx 2d$ olarkən basılma dərinliyi

$$\sigma'_A = \sigma_T \left(1 + \frac{d}{6 \cdot 2d}\right) \approx \sigma_T \quad \text{olmalıdır.}$$

Qaynaqlama anında $h \approx 0,1d$ olduqda

$$\sigma''_A = \sigma_T \left(1 + \frac{d}{6 \cdot 0,1d}\right) \approx 2,67 \sigma_T$$

Qaynaqlama vaxtı $t_f = 0,1s$ ehtimal edirik. Onda, $t_f = \tau_0 e^{\frac{U_c \sigma_{c,d}}{k\theta \sigma_A}}$ düsturuna əsasən $0,1 = 10^{-13} e^Y$, burada $Y = 28$. bu halda deformasiyaların bitmə anında qoyulan təzyiq σ_A'' deformasiyaların müqavimətinə bərabərdir $\sigma_{s,d} = 2,67 \sigma_T$. ona görə də dərəcənin kriterial göstərijisi

$$Y = \frac{U_s \sigma_{sd}}{k\theta \sigma_A} = \frac{U_c}{k\theta} 1 = 28$$

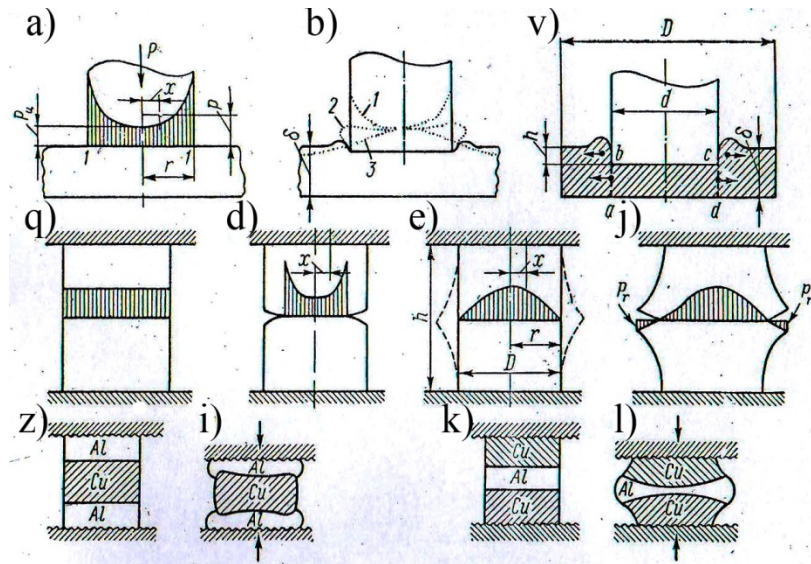
(b) düsturuna görə mis üçün

$$U_s = E_0 e^{-\frac{4T}{T_{qayn}}} = 81000 e^{-\frac{4T}{T_{qayn}}}$$

Bu iki düsturdan formalaşan kontaktın mikrohəjmlərində temperaturun ani qiymətini tapırıq

$$U_s = 28k\theta = 28 \cdot 2(T + 273)$$

$$(T + 273) = \frac{81000}{28 \cdot 2} e^{-\frac{4T}{T_{qayn}}}, \text{ burada } T = 420^0 J.$$



Şək.9. Mexaniki kontaktların müxtəlif sxemləri və onların plpastiki deformasiyalarının şəkilləri

Şək.9, z – l və şək.8,a – da bir – biri ilə kontaktda olan müxtəlif metalların plastiki deformasiyası göstərilmişdir. Burada, həmçinin metalın dərin qatları qaynaqlanır, lakin sıxışdırılan metalın həjmi verilən metalın axıjılıq həddinə mütənasib əks paylanır. Şək.8, a – da solda deformasiyanın başlanğıj dövrü üçün xarakterik epizod, sağda isə – deformasiyanın bitmə annı üçün içliklərin vəziyyəti göstərilmişdir.

Şək.8, b – də üst – üstə qaynaq sxemi göstərilib. Vərəq detallar 1 polad stəkanlar 2 arasında sıxılır. Sonra bu stəkanlar təpənməz qalırlar və polad puansonlar 3 qaynaqlanan detallara dərin girdikdə metalın sıxılıb çıxarılması imkanını tamamilə istisna edirlər. 2 stəkanları 3 puansonlarının istiqamətləndirijisi kimi xidmət edirlər.

$$\sigma = \sigma_T \left[1 + \frac{d}{6(\delta - h)} - \ln \frac{D}{d} \right] \text{ düsturundan göründüyü kimi puansonların metala}$$

dərin daxil olması üçün tamamilə nəzərə çarpacaq təzyiqlər vermək vacibdir.

Praktiki olaraq $h = (0,7 - 0,8)\delta$ şərtinin təmin olunması zəruridir. Nümunə kimi $d = 1\text{sm}$ və $D = 5\text{ sm}$ olduqda $\delta = 1\text{sm}$ qalınlıqlı şin qaynaqlayaq. Onda $h = 0,8\delta$ olduqda zəruri təzyiq

$$\sigma = \sigma_T \left(1 + \frac{d}{6 \cdot 0,2} + \ln 5\right) = 3,4\sigma_T$$

Beləliklə, üst – üstə qaynaqda axıjılıq həddini nəzərə çarpacaq qədər üstələyən təzyiq vermək vacibdir. Qaynaq birləşməsinin formalaşma prosesinin özü yenidən ona gətirilir ki, yekun kontaktlaşma yuvenil təmiz kristallitlər arasında həyata keçirilməsidir. Bu həqiqətən də baş verir. Belə ki, metal 3 puansonları altında basılmadan qabaq qaynaqlanan səthlərdə olan və ya süni yaradılan bütün oksid qatlarını parçalayaraq bütün tərəflərə radial axır. Detalların üst – üstə soyuq qaynaqlanmasından qabaq ən çox rəssional hazırlıq fırlanan polad fırçalarla təmizləməlidir. Belə üsul təkjə yağların, ən təhlükəli qatların kənarlaşdırılmasını təmin etmir, həm də tərkibjə mürəkkəb mühafizəediji oksid plyonkasını yaradır. Fırçalarla təmizləmə birbaşa qaynaqlamadan qabaq olmalıdır. Təmizlənən detalların havada uzun müddət saxlanması tövsiyə olunmur və hər hansı yağlı səthlə təmasda olması qəti qadağandır.

Ən geniş tətbiqini soyuq qaynaqlama alüminium ilə miss şin kontaktlarında tapmışdır. Həmişə nəzərdə saxlamaq lazımdır ki, belə növ kontaktlar əvəzsiz elektrikkeçirijiliyinə və 80°J – dən yuxarı olmayan temperaturalarda mexaniki yüksək möhkəmliyə malikdirlər. Uzunmüddətli yüksək qızdırmada miss – alüminium kontaktında diffuziya və elektroköçürmə prosesləri intensivləşir. Bununla əlaqədar olaraq kontaktda kövrək intermetallar layları ayrılırlar və bu yekunda qaynaq birləşməsinin dağılmasına gətirib çıxarır.

Ultrasəsli qaynaq.

Dəyişkən maqnit axını ilə nüfuzlanan metallik kristall sinxron maqnit sahəsinin gərginliyinin dəyişməsilə öz ölçülərini hər hansı bir istiqamətdə dəyişir. 1847 – ci ildə Joul tərəfindən kəşf olunmuş bu hadisə maqnitstriksion effekt adı altında məlumdur. Ən çox maqnitstriksion xassələrə dəmir, nikel, kobalt və onların müxtəlif ərintiləri malikdirlər.

Maddəyə mexaniki təsirlə maddənin quruluşunun elektrik quruluşunun birbaşa əlaqəsinə daha bir nümunəni qeyd etmək olar. Bununla əlaqədar olaraq

1880 – ji ildə Can və Pyer Kuri qardaşlarının kəşf etdiyi mexanoelektrik effekt haqda danışmaq lazımdır. Söhbət pyezoelektrik effektdən gedir. Mahiyyəti ondan ibarətdir ki, əgər kristalların əks tərəfinə elektrik potensialı verilsə, qeyri – metallik kristallar öz ölçülərini dəyişirlər. Bu hadisə dönəndir. Elastiki deformasiyalarda kristalın tillərində elektrik potensiallarının fərqi yaranır. Əgər mexaniki deformasiyalar elastikin hədləri xaricinə çıxmırsa, təbii ki, maqnitostriksion effekt dönəndir.

Jədvəl 2

Ultrasəs vibratorları üçün ən çox istifadə olunan ərintilər

Materialın markası	Adı	Kimyəvi tərkibi	Ən böyük maqnitostriksiya
H1	nikel	Texniki təmiz nikel	$35 \cdot 10^{-6}$
Ö14	Alfer	Dəmir+14% alüminium	$40 \cdot 10^{-6}$
K49F2	Permendür	50%kobalt, 1,5 - 1,8% vanadium, qalanı dəmir	$70 \cdot 10^{-6}$
K65	Kobalt ərintisi	Dəmir +65%kobalt	$90 \cdot 10^{-6}$

Beləliklə, bütün maddələrin bütün kristallik strukturları, xüsusilə mikrohəjmlər miqyasında ya maqnitostriksion, ya da pyezoelektrik xassələr özünü göstərə bilər. Miqdarja bu effektlər elementar kristalların elektrik və maqnit strukturundan asılıdır. Görünür ki, maqnitostriksion və ya pyezoelektrik təsirə uğradılan detalların daxilində kristalların təmiz mexaniki titrəyişləri yekunda sürtünmənin istiliyinə çevrilirlər. Qaynaq üçün ultrasəsin məhz bu xassəsi ən böyük maraq kəsb edir.

Metalların qaynağı üçün ultrasəsdən nəzərə çarpacaq istifadə bir neçə il bundan əvvəl radiotexnika və cihazqayırma sənayesi bir – biri ilə müxtəlif ərintilərin jütlüyündə mürəkkəb ərintilərin tətbiqinə başladıqdan sonra başlanmışdır. Bu halda görünür ki, bir sıra hallarda kontakt qaynağı xüsusilə

minüatür detal və məmulların tapşırılmış xassələrlə qaynaq birləşməsi formalaşdırmağa imkan vermir.

Nöqtəvi ultrasəsle qaynaq üçün qurğunun sxeminə baxaq (şək.2,v). Mahının əsas elementi bir neçə müstəqil elementdən ibarət olan 1 – 3 rəqsi hərəkətli blokdur. Şək.2,v – də 1 rəqəmi ilə maqnitostriksion vibrator qeyd olunmuşdur (onun başqa jür çeviriji adlandırırlar), o, yüksək tezlikli generatordan qidalanan onun 2 dolaqla dolanmış nüvədir. Nüvəjiyi xüsusilə nəzərə çarpacaq maqnitostriksion effekte malik ərintilərdən hazırlayırlar. 1 vibratoruna (əsasən lehimləmə ilə) 3 dalğa ötürüjüsü (konsentrator və sürət transformatoru) birləşdirilir.

En kəşik sahəsinin dəyişməsi funksiya göstəriji qanununa görə baş verdikdə vibratorlar formaja, adətən, konik və ya əyrixətli – konik hazırlanır (eksponensial dalğa ötürüjüsü).

Dalğa ötürüjüsü üçün material, əksər hallarda alət poladı xidmət edir, bəzən isə digər metal və ərintilərdən (mis, duralümin, nikel, permendür) hazırlayırlar. Dalğa ötürüjüsü ona yivlə, lehimlə və ya qaynaqla birləşdirilən 4 ujluga malikdir. Ujluq ən bərk alət polad və ya ərintilərindən hazırlanır. 4 ujlugu və 5 dayaq elektrodu arasında 6 qaynaqlanan detallar sıxılırlar.

Detalı basan qüvvə birbaşa ling – yük və ya ling – pnevmatik sistemi ilə ötürülə bilər.

Dalğa ötürüjü vibratorlar olan ultrasəs hərəkətin və konsentrasianın böyük metallik kütlələrdə fiziki mahiyyətini aşağıdakı kimi təsəvvür etmək olar.

Vibratorun böyük metallik kütləsinə nüfuz olunan maqnit axınının dəyişməsində dalğa ötürüjüsünün məhz o en kəşiklərində bütün vahid kristallitlərin öz ölçülərini dəyişir. Burada verilən anda maksimum və minimum maqnit induksiyası olur. Beləliklə, bu en kəşiklərində növbələşən ani sıxılmış və ani dartılmış kristallik qəfəslər alınır. Bu yığılıb – dartılmış kristallik qatlar dalğa kimi hər bir metal üçün müxtəlif sürətlərlə (sm/s) hərəkət edirlər:

Alüminium $5,24 \cdot 10^5$

Mis..... $3,58 \cdot 10^5$

Dəmir	$5,17 \cdot 10^5$
Polad	$5,05 \cdot 10^5$
Nikel	$4,76 \cdot 10^5$
Volfram.....	$4,31 \cdot 10^5$

Beləliklə, metalda ultrasəs – bu dalğalı prosesdir və pnevmatik zubilin hərəkətinə oxşar dalğa ötürüjüsünün ultrasəs titrəyişini – rəqsini təsəvvür etmək olmaz, orada porşen və alət sistemi bütün nəhəng metallik kütlənin harmonik rəqsini yerinə yetirir.

Əgər təsəvvür etsək ki, vibrator və dalğa ötürüjüsünün sərhəddində şəkl.2,v – də qeyd olunmuş vaxt anında kristallar sıxılmışlar və onlardan çoxu böyük bujaq altında döndərilibsə, onda hesab etmək olar ki, bu en kəsiyində ani yaranan jəmi ultrasəs enerjisi $J_D \frac{\pi D^2}{4}$ –ə bərabərdir. Bu ifadədə C_D simvolu altında ultrasəsin intensivliyi, yəni kristalların verilən en kəsiyində ümumi elastiki deformasiyası başa düşülür.

Bir halda ki, dalğa ötürüjüsü uzunluğu üzrə enerji itkisi jüzidir, onda dalğa ötürüjüsünün uşluğu üçün

$$I_d \frac{\pi d^2}{4} = I_D \frac{\pi D^2}{4}$$

Buradan görünür ki, ultrasəsin intensivliyi və nəticə kimi ultrasəs enerjisinin konsentrasiyası ucluq zonası üçün çeviriji və dalğa ötürüjüsünün lehim yeri müstəvisi üçün olduğuna nəzərən nəzərə çarpacaq qədər yüksəkdir, yəni

$$I_d = I_D \frac{D^2}{d^2}.$$

Lakin ultrasəs rəqslərini amplitudu ξ , həmçinin, qaçan ultrasəs dalğalarının təzyiqi p diametrin birinji dərəcəsinə nəzərən mütənasib güjlənir, yəni

$$\xi_d = \xi_D \frac{D}{d} ; \quad p_d = p_D \frac{D}{d}.$$

Ultrasəs dalğalarının hərəkəti haqda bu ümumi anlayışı nəzərə alaraq, təsəvvür etmək olar ki, dalğa ötürüjüsünün vibrasiya edən uşluq tərpənməz

qaynaqlanan detallarla kontaktdan sonra ilk anlarda (şək.2, v) məhz bu kontaktda nəzərə çarpacaq istilik ayrılmasını inkişaf etdirir. Qaynaqlanan kontakta dalğa rəqsləri vaxta görə bir qədər tez ötürülür. Yekunda kristallitlərin fasiləli sıxılma, dönmə, dartılma və yenidən dönməsi qaynaqlanan kontakt ətrafında bəzi metal həjmlərinin daxili qızmasına səbəb olur.

Ehtimal olunur ki, qaynaqlanan kontaktın mikrohəjmlərində tamamilə yüksək temperaturlar yaranır, ola bilsin ki, hətta ərimə nöqtələrinin böyük temperaturları olsun, lakin termojütlərlə qeyd olunan orta temperaturlar müqayisəli dərəcədə böyük olmirlar və həmişə ərimə nöqtəsi temperaturundan az olur.

Ultrasəs qaynağı prosesinin əsas parametrləri aşağıdakılardır: ξ - ölçülməsi qəbul olunan uşluğun rəqsləri amplitudu; p – basılma qüvvəsi; t – ultrasəs rəqslərinin təsir vaxtı; R – uşluğun çıxıntısının radiusudur.

Ultrasəslə qaynaq uşurla ən müxtəlif ərintilər və onların uyğunlaşdırılmış jütlükləri üçün istifadə oluna bilər. Müxtəlif jinsli ərintilərin qaynaqlanmasının müqayisəli dərəcədə asanlıqla baş verməsi görünür ki, metallurci, mexaniki və kimyəvi proseslər üçün xarakterik ultrasəsin xüsusi aktivləşdiriji rolu ilə müəyyən olunur. Müəyyən olunmuşdur ki, metala daxil edilən ultrasəs rəqsləri əhəmiyyətli dərəcədə diffuziya proseslərini sürətləndirir və rekristallizasiyanın inkişafına səbəb olur. Ona görə də qaynaqlama müstəvisi üzrə ümumi kristallik strukturunun formalaşması ultrasəslə qaynaqda bu analoci şəraitlərdə kontakt qızdırılmasında olduğundan aşağı temperaturlarda da daha tez baş verir.

Yaxşı məlumdur ki, dalğa ötürüjüləri kifayət qədər tez – tez və jəld kəsikli və yivli kontaktlardan keçən müstəvilər üzrə dağılırlar. Göründüyü kimi belə hallarda metalın bütün qatlarının dəyişkən sıxılma və dartılmasına səbəb olan qaçan ultrasəs dalğalarından təmiz mexaniki gərginliklərin əhəmiyyətli dərəcədə konsentrasiyası yerə malikdir. Ehtimal etmək lazımdır ki, gərginliklər konsentrasiyası kristalların qurulma qüsurları, kənar qatışıqlar, mikroçatlar və s. olan mikrohəjmlərdə alınirlar. Gərginliklər konsentrasiyası sıx qablaşdırılmış dənələrin jəld mətəşməsinə səbəb olur, çoxlu vakansiyalar yaranır, daha intensiv diffuziyaya səbəb olan dənə və blokların daxili sürtünməsi bir – birinə nəzərən

mikrotemperaturu yüksəldir. Beləliklə, ultrasəs rəqsləri təkcə metalın daxili enerjisini yüksəltmir və bununla bir – birini tutma və qaynaqlama proseslərini aktivləşdirir, ultrasəs metalın dənələrinə və onların qəlpələrinə elə «təkanlı» enerji impulsları verir ki, onlar öz – özünə və mikrohəjmlərdə, hətta, axın şəkilli tutub saxlama və sonra qaynaqlama proseslərinin başlanması üçün zəruridir.

Təcrübə göstərib ki, təzyiqlə soyuq qaynaqlamada qaynaq o halda baş verər ki, əgər qaynaqlanan səthlər ən nazik yağ plyonkalarından azad olsunlar. Ultrasəslə qaynaqda artıq belə vəzibə rolunu oynayıb. Ehtimal ki, ultrasəslə qaynaqda yağ plyonkaları sadəcə basılıb çıxarılmırlar, həm də kavitasiyanın yaranması səbəbindən dağılırlar. Bir çox hallarda ultrasəsi müşayiət edən bu hadisə tamamilə xarakterikdir. Təzyiqin aşağı düşməsində baş verən qaynama və buxarlanma hadisəsi kavitasiya adlanır. Kavitasiya ultrasəsin təsirində mikrohəjmlərdə yerə malik təzyiqin kəskin və əhəmiyyətli dərəcədə aşağı düşməsində xüsusilə özünü güclü göstərir.

Məlumdur ki, əgər təzyiq 10^5 Pa – a bərabədirsə, su 100^0J – də qaynayır. Əgər təzyiqi, məsələn, 2270 Pa – dək azaltsaq, onda su otaq temperaturunda qaynayır (20^0J). analoji şəkil bütün digər mayelərlə baş verir. ultrasəslə qaynaqda mayenin hər bir damlasında, hər bir mikrohəjmində, o jümlədən, yağ plyonkasında növbə ilə yüksək təzyiq və yüksək boşalma yüksək tezliklə baş verir. kavitasiya elə budur. Belə ki, təzyiqin hər anı enməsində ani buxarlanma baş verir, yəni mayenin hissəciklərinin qopması və yekunda plyonkaların parçalanması baş verir. qaynaqlamadan əvvəl onların səthində yağ plyonkalarının olmasına baxmayaraq məhz kavitasiya ultrasəslə qaynaqda bir – biri ilə metallik səthlərin kontaktında birbaşa həyata keçirir, qaynaq nöqtələrini möhkəm alınmasına baxmayaraq, hər halda qaynaq üçün hazırlanmış detalların səthinin yağ plyonkalarından təmizlənməsi qəbul olunub, bu recimdə yağsızlaşdırılmış detallara nəzərən kiçik ölçülərdə alınır. SSRİ – də ultrasəslə qaynaq üzrə tamamilə əhatəli və nəticəli işlər iki elmi kollektivdə aparılmışdır: N.N.Rıkalin və Y.İ.Kitayqorodskinin rəhbərliyi altında SSRİ EA – da və Q.A.Nikolayevin rəhbərliyi altında MATM – da.

Qaynaq prosesinə və qaynaq birləşmələrinin keyfiyyətinə qaynaqlanan detalların səthinin vəziyyəti əhəmiyyətli təsir göstərir.

N.A.Olşanski və M.N.Krumboltun (MATM) tədqiqatları ilə qaynaqlanan detalların səthi vəziyyətinin qaynaq nöqtələrinin möhkəmliyinə təsiri müəyyən olunmuşdur. Məsələn, miss lövhələr üçün səthin vəziyyətindən asılı olaraq dağıdıcı yüklərin orta qiyməti müəyyən olunmuşdur:

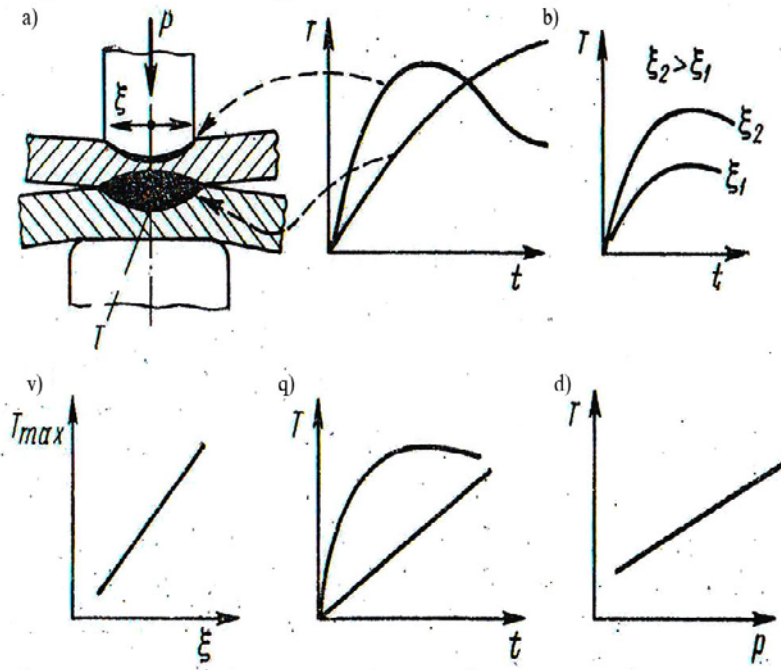
Səthin vəziyyəti	Dağıdıcı yük	
	N- la	% - lə
Tədarük vəziyyətində miss	300	100
Ultrasəs rəqsləri boyu qaynaqlanmış səthlərdə çərtiklər	370	123
Rəqslərin istiqamətində 45° bujaq altında çərtik	470	157
Rəqslərə köndələn 45° bujaq altında çərtik	480	160
Çərtiklər toru	540	180
Səthlər polad fırça ilə təmizlənib	430	143

Lakin praktiki şəraitlərdə detallar çərtiklər toru kimi çətin emala uğradıla bilməz. Praktiki olaraq ən rəssional səthin polad fırça ilə təmizlənmişdir. Kontakt qaynağı ilə müqayisədə ultrasəs qaynağının üstünlüyü ondadır ki, ultrasəs nəzərə çarpacaq qalınlıqlı oksid rlyonkası örtüklü lövhələri qaynaqlayır. Məsələn, N.A.Olşanskinin məlumatlarına görə anodlaşdırılmış düralüminium yaxşı qaynaqlanır, eynilə tərkibində 15% - dək alüminium oksidi olan sintetik alüminium ovuntu ərintisi (SAO).

Kontakt qaynağı ilə müqayisədə ultrasəs qaynağı xüsusi çatışmamazlığa malikdir. Ultrasəslə qaynaqda istilik ayrılmasının əsas ojağı detal və ujlüğün kontaktıdır və qaynaqlanan detailın xarici səthi detalla ujlüğün sürtünməsindən nəzərə çarpacaq izləri daşıyır. Bəzən hətta, ujluc detalla tutulur, neçə deyirlər, ona «yapışib qalır».

Ultrasəslə qaynaq prosesinin əsas texnoloci xarakteristikalarına qrafiklərin köməkliylə baxaq (şək.12).

Bir halda ki, ultrasəs gücü rəqslərin amplituduna düz mütənasibdir, qaynaqlanan kontaktda temperatur vaxta görə şəkl.12, b –yə görə elə artır ki, əgər verilən vərəqin qalınlığı üçün qaynaq təzyiqi dəyişməz qalır. Göründüyü kimi rəqslərin nisbətən kiçik amplituddakı temperaturdan az olur. Temperatur maksimumları vaxtın 0,1s –dən az olmayaraq uyğun gəlir.



Şəkl.12. Ultrasəsli qaynağın texnologiyası xarakteristikası: a – ujluq altında və qaynaqlanan kontaktda temperaturun yüksəlməsi; b – rəqslərin amplitudundan asılı olaraq qaynaqlanan kontaktda temperaturun dəyişməsi; v – qaynaqlanan kontaktda temperaturun yüksəlməsinə rəqslərin amplitudunun təsiri; q – pardaxlanmış (düz) və kələkötür ujluqlarda qaynaqlanan kontaktın sürəti; d – qaynaqlanan kontaktda temperaturun yüksəlişinə təzyiqin təsiri

Qaynağın sonunda qaynaqlanan kontaktda əldə olunan maksimal temperaturlar rəqslərin amplitudundan xətti o hədlərdə asılıdır ki (şəkl.10,v), onlar hal – hazırda texnologiyası zəruri hesab olunurlar.

Ujluğun işçi hissəsinin səthinin vəziyyəti tamamilə nəzərə cərpəjaq qaynaqlanan kontaktda temperaturun yüksəlişində özünü göstərir (şəkl.12, q).

Qaynaqlana detalların normal qəbul olunmuş basılma qüvvələri təxminən şəkl. 12, d – də göstərilən kimi qaynaqlanan kontaktda temperatura təsir göstərir.

Ultrasəsle qaynaq müxtəlif jinsli metalların bir – biri ilə möhkəm birləşmə yaratmağa, həmçinin, metallı keramik kompozisiyalarla qaynaqlamağa imkan verir. Nəhayət, ultrasəs plastik kütlələrin yüksək keyfiyyətli qaynağını təmin edir. Ən çox effektiv ultrasəsle qaynaq kiçik qalınlıqlı bir neçə mikrometrdən – 2 mm-dək birləşmələrin yaradılması üçün tətbiq olunur.

Ultrasəsle nəzarət üsulu.

Bu nəzarət üsulu, necə ki vətənimizdə, eləcə də xaricdə daha geniş tətbiqini tapmışdır. Ultrasəs defektoskopiyası qaynaq tikişlərinin nəzarətinin müstəqil növüdür, lakin rentgen nəzarəti və ya qamma defektoskopiyası ilə birgə də tətbiq oluna bilər. Bu halda ultrasəsin köməkliyi ilə qüsurlu yer aşkarlanır, sonra yuxarıda göstərilən üsullardan biri ilə işıqlandırılır. Ultrasəsle nəzarət üsulu ilk dəfə SSRİ-də prof. S.Y.Sokolov (1928-ci il) tərəfində işlənmişdir.

Ultrasəs titrəyişləri material mühitinin elastiki titrəyişləridir, onların tezliyi eşidilən səslərin həddindən yuxarıda, yəni saniyədə 16 min titrəyişdən yuxarı (16 khs) yerləşir. Səsə oxşar ultrasəs dalğaları müxtəlif mühitlərdən keçərək bu mühitləri ayıran sərhədlərdən əks olunurlar. Ultrasəs titrəyişləri qaz şəkilli, maye və bərk maddələrdən yayıla bilərlər. Ultrasəs dalğaları sonuncunun maddənin hissəciklərindən keçərkən titrəyirlər. O halda ki, ultrasəs dalğasının yayılma istiqamətinə titrəyişlərdə hissəciklərin yerdəyişmə istiqamətinə paraleldir, sonuncu uzununa adlanır, əgər perpendikulyardırsa – eninədir. Bərk cisimlərdə necə ki, uzununa, eləcə də eninə dalğalar, mayelərdə və qazlarda isə yalnız uzununa ultrasəs dalğaları yayıla bilərlər.

Ultrasəs dalğaları yayıldıqda onların titrəyişlərinin amplitudası azalır. Metal və mayelərdə ultrasəs dalğalarının sönməsi azdır, qazlarda – çox böyükdür. Ona görə də havada ultrasəs tez sönmür.

İki mühiti ayıran sərhədlə ultrasəs dalğası görüşdükdə o, qismən əks olunur. Əgər havadan ultrasəs dalğası bərk cismin səthinə düşürsə, onda, demək olar ki, bütün enerji əks olunur. Əgər bərk cisim, məsələn, polad məmulat maye ilə isladılıbsa, onda səthdən yalnız 88% enerji əks olunur. Bununla əlaqədar olaraq, tədqiq olunan metala ultrasəsin ötürülməsi üçün onun səthini nazik maye qatla örtülər (transformator, gənəgərçək, turbin və ya maşın yağı ilə).

Əgər ultrasəs dalğası metaldan keçərək yolunda qüsurlar şəklində maneəyə rast gəlirsə (məsamə, çatlar, posa qatışıqları və s.), onda o, qismən əks olunur. Əks olunmuş ultrasəsi tutmaqla biz metalda olan qüsurlar haqda mülahizə yürüdə bilərik. Bu prinsipə görə impulsu və rezonanslı ultrasəs defektoskopiya (USD) qurulmuşlar.

İkinci, ultrasəs defektoskopiya üçün kölgəli üsulu adlanan üsul tədqiq olunan detallardan keçən ultrasəsin tutulmasından ibarətdir. Bu halda qüsurlu yerlərdən ultrasəsin keçdiyi nəticəsində yerli ultrasəsin zəifləməsi qeyd olunur. Əgər detal qüsurlara malik deyilsə, onda ultrasəs ondan keçərək, öz enerjisini itirmir.

Bir neçə ultrasəs titrəyişlərinin alınma üsulları mövcuddur – pyezoelektrik, maqnitostruksion, mexaniki və s.

Ultrasəslə defektoskopiya ultrasəsin pyezoelektrik üsulla alınma üsulu tətbiq olunur. Kvars kristalından kəsilmiş və digər minerallardan kəsilmiş və ya titanat bariumdə hazırlanmış lövhələr gözəl xassəyə – pyezoelektrik effektdə malikdirlər elektrik yükləməsi baş verdikdə kvars lövhənin səthində lövhə deformasiyaya uğrayır (əks pyezoelektrik effekti), mexaniki təzyiqdə isə kvars lövhənin kənarında sonuncu elektricləşir (birbaşa pyezoelektrik effekti). Pyezolövhəyə dəyişkən elektrik yükü ötürərək, eyni tezlikli onun mexaniki titrəyişlərini yaratmaq olar, yəni ultrasəs titrəyişləri almaq olar.

USD iki tipi mövcuddurlar. Onlardan birincisi «səs kölgəsi» prinsipində qurulub. Bu halda ultrasəsin mənbəyi və qəbul edicisi məmulatın iki tərəfindən yerləşdirilir, qüsurlar onda nəzarət olunan məmulatdan keçən ultrasəs

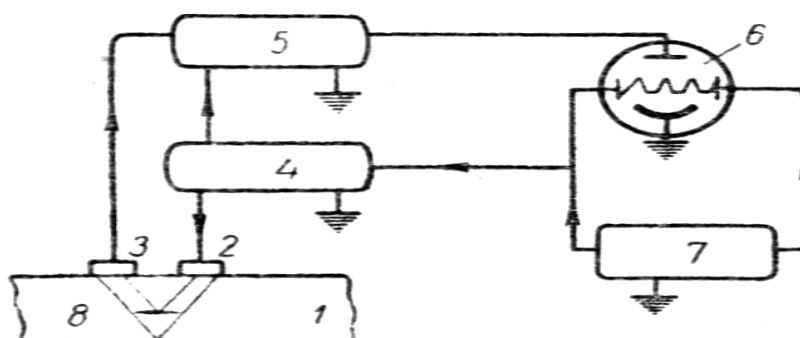
titrəyişlərinin intensivliyinin dəyişməsi üzrə aşkarlanırlar.

İkinci tip USD əks olunma prinsipində qurulmuşdur, bu halda ultrasəs mənbəyi və qəbuledici nəzarət olunan məmulatın bir tərəfində yerləşdirirlər və qüsurlardan ultrasəsin əks olunması ilə aşkar olunur.

«Səs kölgəsi» üsulu üzrə işləyən ultrasəs UZD-34M defektoskopu üç əsas hissədən ibarətdir: dəyişən tezlikli ultrasəs generatoru, gücləndirici və iki şupdan – qəbuledici və ötürücü. Tədqiq olunan detallı ötürücü və qəbul edici şuplar arasında yerləşdirirlər. Yaxşı akustik kontakt üçün şup və detal arasında, göstəriləndiyi kimi, onun səthinə transformator və ya maşın yağı ilə və ya hər hansı digər maye ilə yağlayırlar. Əgər tədqiq olunan detallın səthi kobud emal olunubsa, onda ultrasəsle nəzarət üçün

onu maye ilə qaba daldırırlar və ya rezin membranlı xüsusi yumşaq şuplar tətbiq edirlər, onları mayeyə daldırmadan detallın keyfiyyətinə nəzarətə imkan verir.

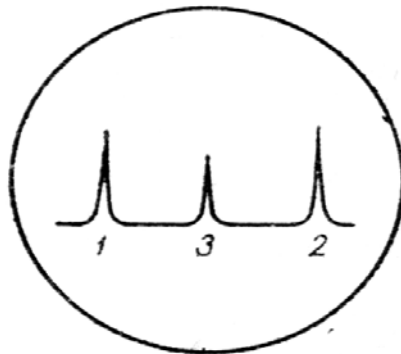
Radiolokasiyanın inkişafı impulsu ultrasəs defektoskoplarının işlənməsinə və tətbiqinə səbəb olmuşdur. Ultrasəs defektoskopunun tipik sxemi şəkl. 11.8-də göstərilmişdir.



Шякил 11.8

tərilmişdir. 4
impulsu generatoru
şüalandırıcı kvars
lövhəsini oyadır –
ötürücü 2 şupu.
Ultrasəs titrəyişləri

şupdan detala ötürülür detalın əks tərəfinə çataraq onlar əks olunurlar və qəbuledici kvarts lövhəsinə 3 – qəbuledici şupa düşürlər. Hər iki şup tədqiq olunan detalın bir tərəfində yerləşmişlər. Detalın əks tərəfində əks olunan titrəyişləri tez-tez dib signalı adlandırırlar. Ultrasəs titrəyişləri detalın qüsurlu yerinə düşərkən detalın əks hissəsindən tez ondan əks olunurlar və dib signalından əvvəl qəbuledici şupa düşür. İmpulslu generator uzun fasilələrlə qısa impulsar göndəririlər. Buna görə indikatora siqnallar qüsurdan və dib siqnallarına qəti ayırmaq olar. Qəbuledici şuplara düşərək bu siqnallar kvarsdan və barium titanatdan qəbuledici lövhənin titrəməsinə məcbur edir. Bu titrəyişlər 5 gücləndiricisi ilə gücləndirilirilər və sonra 6 elektron-şüa trubkasının sapdırıcı lövhəsinə düşürlər. Ekranda generatorun impulsları, qüsurlar və dib siqnallarını şaquli piklər şəklində üfüqi açılışda elektro-şüa trubkasında şüası yaranırlar (şək. 11.9).



Шякил 11.9

Generator impulsu açılmanın əvvəlində yerləşdirilir, dib signalının impulsu – açılmanın sonunda, qüsurların impulsu isə onların arasında yerləşir. Qüsurdan əks olunan impulsun vəziyyətinə görə onun yatağının dərinliyini müəyyən etmək olar. Qüsurların yerləşməsi ötürücü və qəbuledici şupaların vəziyyəti ilə müəyyən olunur.

Oxşar tərzdə impulsu ultrasəsli defektoskopları UZD-7, UZD-9, UZD-12 işləyir. Prizmatik axtarışlarla işdə sonuncular tikişin yaxınlığında əsas metalın

yağla yağlanmış səthi üzrə yerdəyişmə edirlər. Şüalandırıcı lövhə prizmatik başlıqda 30-dan 80°-dək bucaq altında quraşdırılır. Bucağın qiyməti metalın qalınlığından asılıdır. Ultrasəs titrəyişləri əsas metalın səthinə doğru bu bucaq altında istiqamətlənilər və qaynaq tikişinə düşürlər.

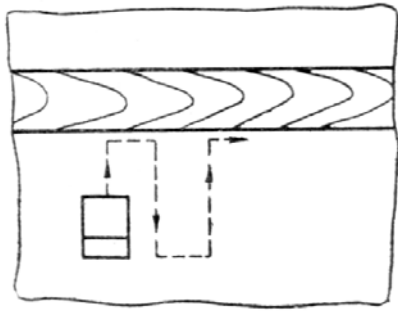
Bu üsulda dib signalı yoxdur, elektron-şüa trubkasının açılışında isə generatorun impulsları və qüsurlardan əks olunan impulslar müşahidə olunurlar. Bir ötürücü şupla iş mümkündür, sonra isə qəbuledici şupla əks olunan signal mümkündür.

Ultrasəs defektoskoplarının köməkliyi ilə qüsurun olmasını və onun məmulatda vəziyyətini müəyyən etmək olar, lakin qüsurun formasını, onun xarakterini və qiymətini bu yolla müəyyən etmək olmaz. Bu ultrasəslə defektoskopiyanın çatışmayan cəhətidir. Ona görə də qüsurun forma və ölçülərini aydınlaşdırmaq üçün defektoskopiyanın digər üsullarının tətbiqi tələb olunur. Adətən, bu məqsədlə rentgen və ya qamma-şüalarla işıqlandırmanı tətbiq edirlər. Qaynaq tikişlərində səthi çatları aydınlaşdırmaq üçün ultrasəslə defektoskopiya ilə birgə rəngli lüminessent nəzarət tətbiq olunur.

Nəzarət olunan məmulatın səthi ultrasəslə nəzarətdə aparılmasından əvvəl abraziv dövrə və ya yiyənin köməkliyi ilə metal sıçrantılarından, kələ-kötürlülüynü təmizlənməlidir. Nəzarət olunan səth təmizliyinə görə adi yaymaya uyğun gəlməlidir. Səth tikişin hər iki tərəfindən təmizlənir. Təmizlənmiş zolağın eni hər iki tərəfdən 80-100 mm-dən az olmamalıdır.

Ultrasəslə nəzarətdə çatlar, posa qatışıqları, məsamələr, tikişin gücləndirilməsi təmizlənmədən bisməməzliklər və məmulatın səthini əvvəlcədən mexaniki emal ilə aşkarlanırlar.

Defektoskopun iş hazırlığı onun işləməyə yoxlanılması və uyğun iş rejimində sazlanmasından ibarətdir. Sazlanmadan defektoskopun həssaslığı asılıdır. Sonuncu verilən qaynaq birləşməsində buraxıla bilməyən qüsurların ən kiçik ölçülərinə görə aydınlaşdırmaq kifayət qədər olmalıdır.



Шякил 11.10

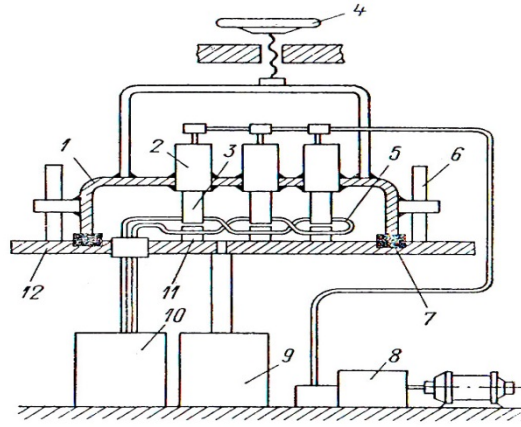
Defektoskopun iş rejiminə sazlanması nəzarət olunan məmulatla eyni markalı poladdan hazırlanmış, eyni qalınlığa malik və eyni qaynaq üsulu ilə yerinə yetirilmiş qaynaq nümunələridir. Etalon nümunələrini müxtəlif tipli və ölçülü süni qüsurlarla hazırlayırlar. Ultrasəsle nəzarət üsulunun həssaslığı bir çox amillərdən asılıdır, ona görə də defektoskopun etalon nümunələrdə sazlanmasının yoxlanması sistematik olaraq həyata keçirilir.

Əgər qaynaq tikişi gücləndirməyə malikdirsə, maili prizmatik şupla iş əsas metalın səthinin tikişinə yaxın onun yerdəyişməsi həyata keçirilir. Şup tikişə perpendikulyar yerləşdirilir və şəkl. 11.10-da göstərildiyi kimi qırıq-qırıq xətlə tikiş boyu yerdəyişmə edir. Bu xəttin addımı şupun eninə bərabərdir. Eyni zamanda şup hər iki tərəfə $5-10^\circ$ dönür. Bütün vaxtı şup nəzarət olunan səthə sıx yerləşməlidir. Şupun belə hərəkəti tikişin en kəsiyi üzrə müxtəlif müstəvilərdə yerləşmiş qüsurları aşkarlamağa imkan verir. Tikişin gücləndirilməsi təmizlənmiş halda şup həm tikişin səthində, həm də yaxın kənarlar üzrə yerdəyişmə edə bilər.

Diffuzion qaynaq.

Vakuumda diffuziyalı qaynaq prosesi sənayedə tətbiqi üçün prof.H.F.Kazakov tərəfindən kəşf olunub, tədqiq olunmuş və işlənmişdir.

Diffuziyalı qaynağın fərqləndiriji xüsusiyyəti nisbətən qızdırmanın yüksək temperaturu və müqayisəli dərəcədə aşağı xüsusi təzyiqi, qaynaqlama temperaturunda qaynaqlanan metalların kiçik axıjılıq həddidir. Diffuzion qaynağın böyük uzunmüddətli qaynağın həyata keçirildiyi mühitin yüksək qızma temperaturu əhəmiyyət kəsb edir. Əksər hallarda diffuzion qaynaqlama vakuumda aparılır, lakin inert atmosferin və mühafizəediji qazların tətbiqi vacibdir.



Şək.11. Vakuumda diffuzion qaynaq üçün əsas maşın tiplərinin qurğularının sxemi

Şək.11–də diffuzion qaynaq üçün qurğunun tipik sxemi verilmişdir. qaynaqlanan detalları 11 altlığının üzərinə quraşdırırlar. Qaynaqlanan kontaktın sıxılması hidravlik silindrlərdən 2 hərəkətə gələn odadavamlı 3 ştokları ilə həyata keçirilir. 2 silindrləri 1 möhkəm polad qapaqda bütöt birləşmə əmələ gətirir. 7 vakuum rezini ilə kipləşdirməklə onu 12 masasının üzərinə qoyulur. Kamerada vakuum 9 nasoslar sistemi vasitəsilə əldə olunur. Yağ hidrosilindrlərə 8 yağ nasosu vasitəsilə ötürülür. Pəstahların qızdırılması 10 lampa generatorundan qidalanan yüksək tezlikli 5 induktoru ilə həyata keçirilir. 1 qapağının qalxma və enməsi 6 istiqamətləndirijisi üzrə 4 vinti ilə aparılır. Təbii ki, bu sxem yalnız müxtəlif real konstruksiyalar haqqında prinsipial təsəvvür verir.

Əgər metallik rabitələrin yaranmasını çətinləşdirən oksid plyonkaları da daxil olmaqla hər hansı növ çirklərdən qaynaqlanan detallar azad olunarsa, metalların diffuzion qaynağı prosesi yüksək möhkəmliyi təmin edə bilər. Birbaşa qaynaqlamadan əvvəl detalların səthinin təmizlənməsinin kimyəvi aşılması ən geniş yayılmış üsullardandır. Lakin oksid plyonkalarının tam kənarlaşdırılması detalların vakuumda qızdırılması prosesində baş verir. vakuum güclü dərəcədə qaynaq birləşmələrinin möhkəmlik göstərijlərini də müəyyən edir. Məsələn, polad 45 – dən məmulların istehsalında dartılmada möhkəmlik 550N/mm^2 – dan

vakuumda $133 \cdot 10^{-2}$ Pa – dan 700 N/mm^2 – dək vakuumda $133 \cdot 10^{-4}$ Pa (10^{-4} mm.j.st) – dək yüksəlir.

Xüsusi təzyiqin təsiri (kontaktın nominal sahəsinə gətirilmiş) elə həmin nümunələr üçün aşağıdakı kimi özünü göstərir. 10 N/mm^2 təzyiqdə dartılmada möhkəmlik 550 N/mm^2 təşkil edib, xüsusi möhkəmlik 700 N/mm^2 isə 50 N/mm^2 təzyiqdə təmin olunub.

Qeyd etmək yerinə düşər ki, təzyiqlər verilən qızdırma temperaturunda axıjılıq həddindən 40% - dən çox olmayaraq təşkil etməlidir. Praktiki olaraq, təzyiq alüminium ərintiləri üçün $2 - 5 \text{ N/mm}^2$, miss ərintiləri üçün $5 - 8 \text{ N/mm}^2$, poladlar üçün $10 - 20 \text{ N/mm}^2$ tövsiyə olunur.

Axıjılıq həddinin qiyməti qızdırma temperaturundan asılı olaraq təxminən $\sigma_{T.T} = \sigma_{TO} \left(1 - \frac{T}{T_o}\right)^2$ düsturu ilə müəyyən etmək olar.

Qaynaqlanan detalların qızdırılması qaynaqlanan ərintilərin ərimə temperaturundan $0,78 - 0,88$ qədər temperaturadək həyata keçirirlər.

Qızdırmanın müddəti dəqiqələrlə və hətta on dəqiqələrlə ölçülür.

$Y = \frac{U_s \sigma_{sd}}{k \theta \sigma_A}$ düsturundan istifadə etməklə bəzi nümunəvi hesabları aparmaq olar. Bu məqsədlə iki miss silindrin uc– uca vakuumda diffuzion qaynağı prosesinə baxaq. Jədvəl 1 – yə (a) düsturuna əsasən mis üçün $E_0 = 340000 \text{ J/mol}$; $T = 900^\circ \text{J}$; $\theta = 1173 \text{ K}$; $T_{qayn.} = 2300^\circ \text{J}$; $\frac{4T}{T_{qayn}} = \frac{4 \cdot 900}{2300} = 1,56$.

(a) düsturuna görə $U_s = 30000 e^{-1,56} = 340000 \cdot 0,21 = 71500 \text{ J/mol}$

Deformasiyanın müqaviməti (pardaxlanmış yastı qaynaqlanan kəllələr) axıjılıq həddinə bərabər hesab etmək olar: $\sigma_{sd} = \sigma_T$. Mövjud təjribi məlumatlara görə $\sigma_A = 0,2 \sigma_T$ qəbul edirik. Onda

$$Y = \frac{71500}{8,3 \cdot 1173 \cdot 0,2} = 36$$

$$t_f = \tau_0 e^{\frac{U_s \sigma_{sd}}{k \theta \sigma_A}} = 10^{-13} e^{36} = 310 \text{ s} \approx 5 \text{ dəq}$$

Fiziki kontaktın formalaşmasının vaxt müddəti təxminən qaynaqlamanın tam vaxtı qədər alınır. Qeyd etmək lazımdır ki, rabitə enerjisinin qiyməti həqiqətən qaynaqlama vaxtında 340 – dan 71,5 kJ/mol hədlərində dəyişir və bizim hesab etdiyimiz kimi sabit deyildir. Bu hesabat bir daha yaxınlaşma mərhələsinin bitməsinin və fiziki kontaktın formalaşmasının başlanğıcının və hətta, tam qaynaqlama mərhələsinin çətin fərqlənməsinə diqqət edir.

Vakuumda diffuzion qaynağın xüsusi uğuru kimi müxtəlif jinsli metal və ərintilərin bir – biri ilə əvvəlcə hətta metalların keramik məmulatlarla möhkəm birləşmələr yaratması imkanını hesab etmək olar. Məsələn, titan ərintilərini poladlar və miss ərintilərilə qaynaqlamaq olar, araqatı nikeldən, poladdan və volframdan mürəkkəb kompozisiyalar yaratmaq olar. Praktiki olaraq belə mürəkkəb kompozisiyaların sayı sonsuz ola bilər. Mürəkkəb ərintilərin uyğunlaşmasında qaynaq reciminin seçilməsi ancaq təcrübə yolu ilə həyata keçirilir. Göstərilən nümunədən göründüyü kimi texnologiyanın layihələndirilməsinin mövcud hesabat üsulları hələ tamamilə təxminidirlər və bütün hallarda təcrübə nəticələri ilə kifayət qədər uyğun gəlirlər.

Ərimə nöqtəsindən aşağı temperaturalarda təzyiqlə qaynaq proseslərin metallofiziki mahiyyətinin əsaslı nəzəri tədqiqatları SSRİ EA – da N.N.Rıkalin, Y.L.Krasulin və Moskva Aviasiya Texnologiya institutunda Q.D.Nikiforovun rəhbərliyi altında son illərdə aparılmışdır.

Ehtimal etməyə əsas vardır ki, yaxın illərdə nəzəri tədqiqatlar əsasında təzyiqlə qaynağın normal atmosfer şəraitində, mühafizəedici mühitlərdə və kosmik vakuum şəraitində yeni üsullar işlənəcəkdir.

Partlayışla qaynaq.

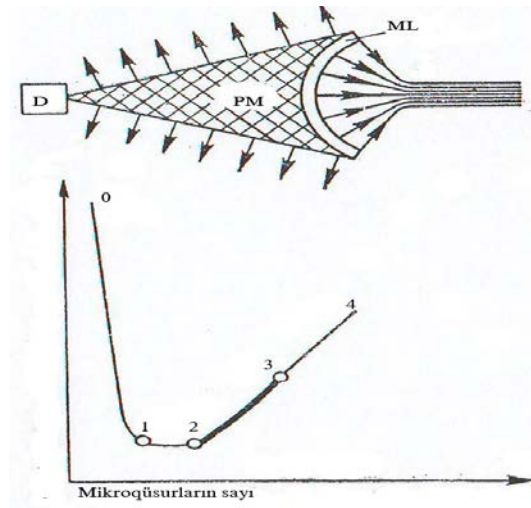
Müasir yüksək təzyiqlər texnikası $4 \cdot 10^8$ Pa (40000at)- dək təzyiqlə metallik məmulların uzunmüddətli hərtərəfli sıxılmasını təmin etməyə qabildir. $2,5 \cdot 10^9$ Pa (25000 at) – dən yüksək təzyiqlərdə çuqun, tunj, polad, qeyri – adi yüksək plastiklik əldə edirlər. Məsələn, polad məftil ilkin ölçüsü ilə müqayisədə dəfələrlə uzanaraq rezin kimi uzana bilər. Ehtimal etmək olar ki, belə hər tərəfli sıxılmada metalın strukturu ideal qüsursuz kristallik quruluşa yaxınlaşır, belə ki, əksər nöqtəvi mikroqüsurlar sağaldır, dislokasiyalar isə ideal quruluşu bərpa edərək əhəmiyyətli dərəcədə anniqulyasiya edirlər. partlayışda impulsu təzyiqlər $5 \cdot 10^{11}$ Pa (5000000 at)- dək çatı bilərlər. Lakin elə belə impuls təzyiqlərində metal mayeyə uyğun tamamilə xüsusi axıjılıq xassələrini əldə edir.

Partlayışla qaynağın texnoloci sxemlərin əksəriyyəti istiqamətlənmiş partlayışdan (kumulyativ) istifadəyə əsaslanmışdır.

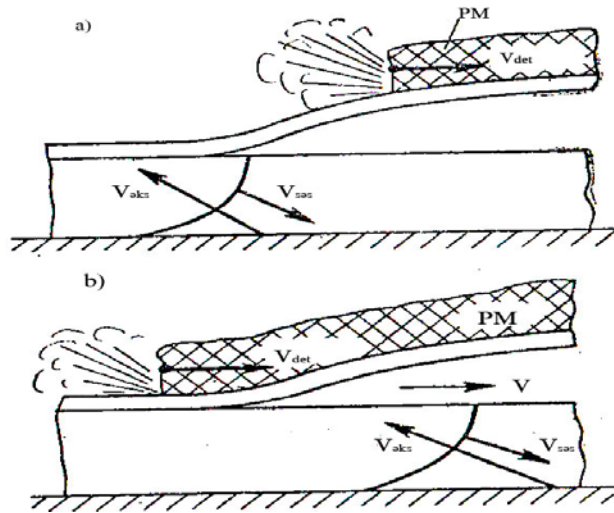
Kumulyasiyanın xarakter nümunəsi şək.4 – dəki modeldə baxıla bilər. Təsəvvür edək ki, partlayıcı maddənin bir qədər barıtın PM bir tərəfdən konus və digər tərəfdən çökdürülmüş sfera şəklində hazırlanıb. Konusun iti ujunə D detonatorunu quraşdırırıq. Çökük sferəyə partlayıcı maddənin forması üzrə metallik lövhəni ML qoyaq. Detonator D isə düşən kimi PM barıtı saniyənin yüz min (hətta million) payında həddən artıq yüksək təzyüqlü qaza çevriləjəkdir. Bu proses o qədər qısamüddətlidir ki, bu zaman qazların təzyiqi barıtın ilkin səthinə perpendikulyar olajaqdır. Bu effektdə görə D detonator olan konusun zirvəsində partlayışın təsiri ümumiyyətlə, nəzərə çarpmayajaqdır, lakin əks tərəfdən lövhənin sferası tərəfindən ML partlayış dalğasının istiqaməti istisna olunajaq qədər konsentrasiyalı olajaqdır. Metallik lövhə ML ani olaraq, A fokusunda $1 \cdot 10^{11}$ Pa təzyiq altında metall şırnağına çevriləjəkdir.

Partlayışla qaynağın texnoloci sxemində (şək.2,a) kumulyativlik qaynaqlanan detallar QD $\alpha=2 - 16^\circ$ bujaq altında bujağın zirvəsində bir – birindən $h = 2 - 3$ mm ilkin məsafəli yerləşdirməklə həyata keçirilir. Ehtimal olunur ki, partlayışla qaynaq prosesi aşağıdakı kimi gedir.

Detonasiyanın PM və verilən metalda səsin sürəti bir – biri ilə müqayisə oluna bilərlər. Məsələn, minimumda səsin sürəti 5240 m/s; misdə 3580 m/s, müxtəlif çeşidli ammonitlərin detonasiya sürəti 3,8 – dən 5,3 kJ/kq partlayış istiliyində 2500 – dən 6000 m/s – dək detonasiya sürətinə uyğundur, heksohenin detonasiya sürəti 6600m/s 4,2kJ/kq partlayış istiliyinə uyğun gəlir. Əgər detonasiya sürəti V_{det} səsin sürətindən $V_{səs}$ çoxdursa (şək.5,a), əks olunmuş səs dalğası $V_{əks}$ ol. Yeni yaradılmış qaynaq birləşməsinə dağıda bilər. Ona görə də partlayıcı maddəni PM elə seçirlər ki, (ammonitlər, qranulitlər və dənəqranulitlər), detonasiya sürətləri 2500 – dən 3500 m/s – dək alınsın. Onda əks olunmuş səs dalğası qaynaqlanan müstəviyə (şək.40,v) partlayış təzyiqi zərbə ilə üst və alt lövhələri birləşdirməmiş toxunur.



Şək.4. Partlayış zamanı kumulyativ şırnağın təsir sxemi və metalın möhkəmlik xassələrinə mikroqüsurların təsiri ayrılırları



Şək.5.Detonasiya və səsə müxtəlif sürətlərində partlayışla qaynaq prosesinin sxemi

Nəzərə almaq lazımdır ki, kumulyativ hava şırnağı səs və detonasiyaya nəzərən bütün hallarda daha böyük sürətlə hərəkət edir. α bujağının tilindən onun məhlulu tərəfinə istiqamətlənmiş bu kumulyativ hava şırnağı v (şək.2,a) 10^{11} Pa təzyiqə malikdir. Belə böyük təzyiq və tamamilə böyük sürətinə görə (6000 – 7000 m/s) yüksək temperaturlu kumulyativ şırnağı bütün çirklənmə şəkillərindən lövhənin səthinin ideal təmizliyini hər şeydən əvvəl yerinə yetirir.lakin elə bu şırnaq millimetrin onlarla payı qədər hündürlüklü və uzunluqlu dalğa ilə metalın səthində profil yaradır.

Kumulyativ hava şırnağı nəhəng təzyiqinə və ondan sonra gələn partlayışın detonasiya dalğasının ən güclü zərbəsinə baxmayaraq qaynaqlanan kontaktda plastiki deformasiyaların zonası nisbətən böyük deyil. Praktiki olaraq, bu zona kristallik qəfəsin 30 – 300 parametrlərin təxminən təşkil edən dalğa zərbəsi jəbhəsinin qalınlığını bir qədər üstələyir. Qaynaqlana detalların ilkin qalınlığı qaynaqlamadan sonra da demək olar ki, dəyişmir. Qaynaqlamanın tam mexanizmi saniyənin milyonlarla payı müddətində gedir və bu qaynaq birləşməsinin özünün əhəmiyyətli strukturu özünəməxsusluğunu müəyyən edir. Misin qaynağında

qaynaqlanan kontaktın müstəvisində kristallitlərin üst qatlarını hansı temperaturda əldə olunduğunu müəyyən edək.

Partlayışla qaynaq praktiki olaraq qaynaqlanan detalların başlanğıc ölçülərini dəyişmədiyinə görə hesab etmək olar ki, deformasiyanın müqaviməti $\sigma_{d,m}$ təsir edən təzyiqə bərabərdir. Qaynaqlanan detalların kristallitlərinin miqyası üçün deyil makroskopik miqyaslar üçün bu buraxıla bilən şərt həqiqidir. Lakin qaynaqlama məhz kristallitlər və kristallik blokların mikromiqyaslarında yerinə yetirilir. Buna görə ehtimal etmək lazımdır ki, bu miqyaslarda partlayış metala rabitə enerjisinə bərabər enerjini verir.

Jədvəl 1

Enerjinin növü	işarəsi	Metallar üçün enerji, kJ/mol - la			
		Al	Ju	Fe _γ	Ni
Otaq temperaturunda rabitələr	E _o	230-310	340	395-410	360-420
Kinetik ərimə	kθ _s	8	11	15	14
Buxarlanma (sublimasiyanın)	U _{bux}	285	305	350	380
Monovakansiyaların yaranması	ΔU	-	90	-	-
Monovakansiyaların hərəkəti	U	-	110	-	-
Atomların öz – özünə diffuziyasının aktivləşməsi	ΔU+U	165	200	250-290	-
Düynülərarası atomların yaranması	U _{d,a}	-	340	-	-
Düynülərarası atomların hərəkəti	U _{ma,h}	-	160	-	-
İki atomun yerlərinin birbaşa mübadiləsi	U _m	-	100	-	-

Jədvəl 1 – də mis üçün əsasən bu kəmiyyəti 340000 J/mol qəbul edirik.

$t_f = \tau_0 e^{\frac{U_s \sigma_{s,d}}{k\theta\sigma_A}}$ düsturuna əsasən $\tau_0 = 10^{-13}$ s. təjribi məlumatlara görə partlayış vaxtı təxminən $t_f = 10^{-6}$ s təşkil edir. Eksponentanın böhran göstərijisinə və qaynaq birləşməsinin formalaşmasına görə

$$e^y = 10^7 ; \quad Y = \frac{U_s \sigma_{s,d}}{k\theta\sigma_A} = \frac{340000}{k\theta} 1$$

Bu bərabərlikdən $k\theta = 21000$ J/mol alırıq. $K = 8,3$ J/(mol.dər) olduğu üçün

$\theta = 2525\text{K}$ və ya $T=2252^0\text{J}$ olur, yəni kristallitlərin mikromiqyasda metal qaynama temperaturunadək çatdırılır.

Bu hesabat qaynaq birləşmələrinin mikrofotografiyalari ilə tam təsdiq olunur.

Beləliklə, partlayışla hazırlanmış qaynaq tikişi tədriji qızdırma və nisbətən kiçik təzyiqlərdə alınan metallik strukturla eyni ola bilməz. Partlayışla qaynaqlanan birləşmələr kontakt müstəvisi üzrə aşılınmayan ağ qatların olması ilə xarakterizə olunur, bunu karbonsuzlaşma ilə izah etmək mümkün deyildir. Çünki onlar təkcə poladlarda alınmır. Belə ağ qatlar qığıljımlı zərbə nətişində də alınırlar.

Partlayışla qaynaqlanmış birləşmələr submikrostrukturuna görə özünəməxsusdur. Dalğışəkilli səth bərkidilmiş dislokasiyalarla doydurulmuşdur. Daha dərin mikroskopik qat əksinə, ideal qəfəsə əhəmiyyətli dərəcədə yaxınlaşa bilər, o, tamamilə yüksək hərtərəfli təzyiqə uğradıldığı üçün mikroqüsurların əksəriyyəti müalijə olunur.

Şək.4 – də metalın hər hansı növ mikroqüsurlarla doyma dərəcəsindən asılı olaraq, dartılma və uerdəyişməyə metalın möhkəmliyinin dəyişməsinin keyfiyyətli qrafiki göstərilmişdir. 1 – 2 nöqtələrində əyrinin sahəsi tabılınmış metala aiddir. Belə metal hər bir santimetr kuba $10^7 - 10^8$ mikroqüsura malikdir.

Hər hansı plastiki deformasiya mikroqüsurların sayını artırır. 2 – 3 sahəsindəki əyri üzrə möhkəmlik böyüyür.

Həddən yüksək zərbə təzyiqləri əyrinin 3 – 4 sahəsinə əsasən möhkəmlik göstərişlərini daha çox artırmağa qabildirlər. Lakin nəzəriyə yaxınlaşmaqla möhkəmliyin ən effektiv artırılmasını metalda qüsursuz ideal qurulmuş kristallik qəfəslə (1- 0 sahəsi) almaq olar. Ehtimal etmək lazımdır ki, partlayış eyni zamanda səthi qatlarda doymuş mikroqüsurlar strukturu və demək olar ki, daha dərinliklərdə qüsursuz strukturu yaradır. Burada partlayış zərbəsi öz qüvvəsini itirmir və hər tərəfli həddən yüksək sıxılmaya məruz qalır.

Bu proseslər nətişində metalın tamamilə nəzərə çarpacaq qədər möhkəmlənməsi baş verir. məsələn, məlumdur ki, partlayış zərbəsilə tabılınmış az karbonlu poladın bərkliyini 4 dəfə və axıjılıq həddini isə 6 dəfə artırmaq olar. Ona

görə də partlayışla qaynaqlanan birləşmələrin keyfiyyəti hər bir seçilmiş metal jütlüyü üçün seçilmiş qaynaq recimi düzgün olarsa, çox yüksək təmin olunur.

Qaynaqdan sonra qaynaq birləşmələri hər hansı mexaniki emala və termiki emala məruz qalırlar.

Adətən, böyük ölçülü detalları poliqonlarda qaynaqlayırlar. Kiçik qabaritli məmulları vakuumlu kameralarda qaynaqlamaq olar.

Yüksək tezlikli qaynaq.

Yüksək tezlikli qaynaq, Radio Frequency (RF) və ya Dielektrik qaynaq kimi tanınır, birləşdiriləcək əraziyə radio tezlik enerjisi tətbiq edərək materialların bir-birinə əridilməsidir. Nəticədə qaynaq orijinal materiallar qədər güclü ola bilər. HF Qaynaq, sürətlə dəyişən bir elektrik sahəsində istilik yaranmasına səbəb olmaq üçün qaynaqlanan materialın müəyyən xüsusiyyətlərinə əsaslanır. Bu, bu texnikadan istifadə edərək yalnız müəyyən materialların qaynaq edilə biləcəyi deməkdir. Proses, birləşdiriləcək hissələrin normal olaraq iki metal çubuq arasında tətbiq olunan yüksək tezlikli (ən çox 27.12MHz) elektromaqnit sahəsinə məruz qalmasını əhatə edir. Bu çubuqlar istilik və soyutma zamanı da təzyiq tətbiqedicisi rolunu oynayır. Dinamik elektrik sahəsi qütb termoplastikalarındakı molekulların salınmasına səbəb olur. Həndəsəsinə və dipol momentinə görə bu molekullar bu salınım hərəkətinin bir hissəsini istilik enerjisinə çevirə bilər və materialın istiləşməsinə səbəb ola bilər. Bu qarşılıqlı əlaqənin ölçüsü istilik və tezlikdən asılı olan zərər faktorudur.

Polivinilxlorid (PVC) və poliuretanlar, RF prosesi ilə qaynaqlanan ən çox yayılmış termoplastiklərdir. Neylon, PET, PET-G, A-PET, EVA və bəzi ABS qatranları daxil olmaqla digər polimerlərin RF-də qaynaqlanması mümkündür, lakin xüsusi şərtlər tələb olunur, məsələn neylon və PET, əvvəlcədən qızdırılmış qaynaq çubuqlarına əlavə olaraq qaynaq edilə bilər RF gücü.

HF qaynağı ümumiyyətlə PTFE, polikarbonat, polistiren, polietilen və ya polipropilen üçün uyğun deyil. Bununla birlikdə, PVC istifadəsindəki yaxınlaşan məhdudiyyətlər səbəbindən, HF qaynaq qabiliyyətinə malik olan xüsusi bir poliolefin dərəcəsi hazırlanmışdır.

HF qaynağının əsas vəzifəsi, təbəqə materialının iki və ya daha çox qalınlığında bir birləşmə yaratmaqdır. Bir sıra istəgə bağlı xüsusiyyətlər mövcuddur. Bütün qaynaq sahəsinə dekorativ bir görünüş vermək üçün qaynaq aləti həkk oluna bilər və ya profillənə bilər və ya qaynaqlanmış əşyalara yazı, loqotiplər və ya dekorativ effektlər yerləşdirmək üçün bir kabartma texnikası daxil edə bilər. Qaynaq səthinə bitişik bir kəsici kənar daxil edərək, proses eyni zamanda bir materialı qaynaqlaya və kəsə bilər. Kəsmə kənarı, artıq plastik qırıntıların qoparılmasına imkan vermək üçün isti plastiki kifayət qədər sıxır, buna görə də bu prosesə tez-tez gözyaşardıcı qaynaq deyilir. Tipik bir plastik qaynaqçı yüksək tezlikli generatordan (radio tezlik cərəyanı yaradan), pnevmatik presdən, radio tezlik cərəyanını qaynaqlanan materiala ötürən bir elektroddan və materialı yerində saxlayan bir qaynaq tezgahından ibarətdir. Maşın, elektrodun arxasına tez-tez quraşdırılmış bir topraklama çubuğuna da sahib ola bilər ki, bu da cərəyanı yenidən maşına aparır (topraklama nöqtəsi). Fərqli plastik qaynaq növləri var, ən çox yayılmış tarpaulin maşınları, qablaşdırma maşınları və avtomatlaşdırılmış maşınlar.

Maşın tənzimləməsini tənzimləyərək sahə gücü qaynaqlanan materiala uyğunlaşdırıla bilər. Qaynaq edərkən, maşın çox güclüdirsə, gövdəni bir qədər istiləşdirə bilən bir radio tezliyi sahəsi ilə əhatə olunur. Operatorun qorunması lazım olan budur. Radio tezlik sahəsinin gücü, istifadə olunan maşın növündən də asılıdır. Ümumiyyətlə, açıq elektrodları olan (ekranlaşdırılmamış) maşınlar, qapalı elektrodları olan maşınlarla nisbətən daha güclü sahələrə malikdir.

Radio tezliyi elektromaqnit sahələrini təsvir edərkən, sahənin tezliyindən tez-tez bəhs olunur. Plastik qaynaqçılar üçün icazə verilən frekanslar 13.56, 27.12 və

ya 40.68 megahertz (MHz) təşkil edir. HF qaynağı üçün ən populyar sənaye tezliyi 27.12MHz-dir.

Plastik bir qaynaqçının radio frekans sahələri dəzgahın ətrafına yayılmışdır, lakin əksər hallarda sahənin o qədər güclü olması üçün ehtiyat tədbirlərinin görülməsi lazımdır. Sahənin gücü mənbədən uzaqlaşdıqca kəskin şəkildə azalır. Sahənin gücü iki fərqli ölçmədə verilir: elektrik sahəsinin gücü metr başına volt (V / m), maqnit sahəsinin gücü isə metr başına amper (A / m) ilə ölçülür. Radio tezlik sahəsinin nə qədər güclü olduğuna dair bir fikir əldə etmək üçün bunların hər ikisi ölçülməlidir. Cihaza toxunduğunuz zaman içərinizdən keçən cərəyan (əlaqə cərəyanı) və qaynaq edərkən gövdədən keçən cərəyan (induksiya edilmiş cərəyan) da ölçülməlidir.



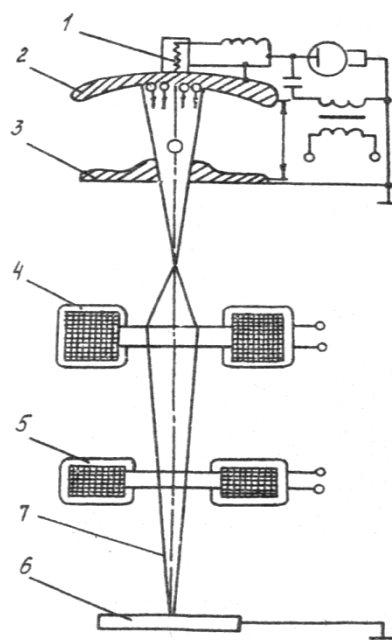
Elektron-şüa qaynağı.

Texnikanın inkişafı ilə əlaqədar çətinəriyən konstruksiya metallarının – niobium, molibden, volfram, titan, sirkonum və onların ərintilərinin qaynağı zərurəti yaranmışdı. Bu metallar kimyəvi cəhətdən otaq temperaturunda dayanıqlıdırlar, lakin yüksək temperaturlarda tamamilə aktivdirlər. Qaynaqlamada oksigenlə, azotla və hidrogenlə qarşılıqlı əlaqədə olaraq, onlar oksidlər, nitridlər və s. yaradırlar, onlar dənələrin sərhədləri üzrə ayrılaraq plastikliyi, sıxlığı və korroziyaya dayanıqlılığını, həmçinin qaynaqlama qabiliyyətini aşağı salırlar.

Bu metalların keyfiyyətli qaynaq birləşməsi yalnız vakuumda qaynaqlamada alınır. Qızdırma mənbəyi kimi elektron şüasından istifadə edirlər.

Qaynaqlanan səthin elektronlarla bombardımanında elektronların kinetik enerjisinin əsas hissəsi istiliyə çevrilir və metalın əridilməsi üçün istifadə olunur. Bu prosesin sxemi şəkl. 3.11-də göstərilmişdir. Vakuüm kamerasında katod yerləşdirilmişdir. O, məsələn, volframdan katod yüksək emission qabiliyyətinə malikdir. Katod 2000-2500°C-dək qızdırılır. Katodla anod arasında yüksək voltlu sabit cərəyan mənbəyindən 20-150 kV gərginlik yaradılır. Katodla emitirlənmiş elektronlar anod istiqamətində irəliləyirlər. Yüksək gərginliyin və vakuümün olması elektronların yüksək sürətli hərəkətini almağa imkan verir, onlar bir sıra hallarda işıq sürətinin yarısına çatırlar. Elektronları şüa kimi formalaşdırmaq üçün fokuslayıcı ekran və maqnit linzaları 4,5 xidmət edir, onların hesabına ləkənin diametrini 0,01 mm-dək və enerji sıxlığını elektroqövslə qaynaqlamada olduğundan bir neçə min dəfə çox almaq olar.

Şüanın enerjisi mənbənin gərginliyi və şüanın cərəyan şiddəti hesabına səlis dəyişə bilər. Qaynaqlama üçün şüanı detal üzrə hərəkət etdirirlər və ya detalı şüaya nəzərən hərəkət etdirirlər. Enerjinin yüksək konsentrasiyasına görə elektron-şüa qaynağı ilə bir gedişə kənarlar hazırlanmadan 30-50 mm qalınlığı qaynaq etmək olar, bu halda termiki təsir zonasının kiçik eni təmin olunur. Tikiş forması xəncər kəsiyinə malikdir. Qaynaqlamada metalın



Şəkil 3.11. Elektron-şüa qaynağının sxemi:

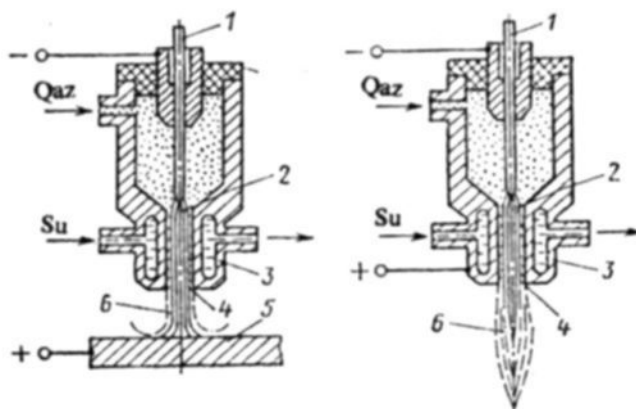
1 – katod; 2 – ekran; 3 – anod; 4, 5 – fokuslayıcı və

maqnit linzaları; 6 – məmulat; 7 – elektron şüa

yaxşı mühafizəsi keyfiyyətli qaynaq tikişi almağa imkan verir. Bundan başqa, elektron şüası çox kiçik sahədə cəmləşə bilər (10^{-7} sm²-dək) ki, bu da imkan verir ki, bu da imkan verir ki, ondan elektron qurğularının metal-şüşə korpuslarının hermetikləşməsində, çətinəriyən, kimyəvi aktiv və müxtəlif cinsli materialların, keyfiyyətli poladların, alüminium əsaslı yüksək möhkəm ərintilərin qaynaqlanması üçün istifadə etmək olar.

Elektron-şüa qaynağında metalın səthini elektronlar vasitəsilə «bombardman» etdikdə yaranan temperaturdan istifadə olunur (şəkil 7.9).

Elektron-şüa qaynağında qaynaqlanan hissələr, döndərici mexanizmlə birlikdə xüsusi germetik (vakuüm) kamerada



Şəkil 7.8. Qaynaq plazmatronları:

a – birbaşa təsiri; b – dolaylı təsirli: 1 – volfram elektrod;

2 – qövs; 3 – yandırıcının məməsi; 4 – məmənin kanalı;

5 – qaynaq olunan metal; 6 – plazma şırnağı.

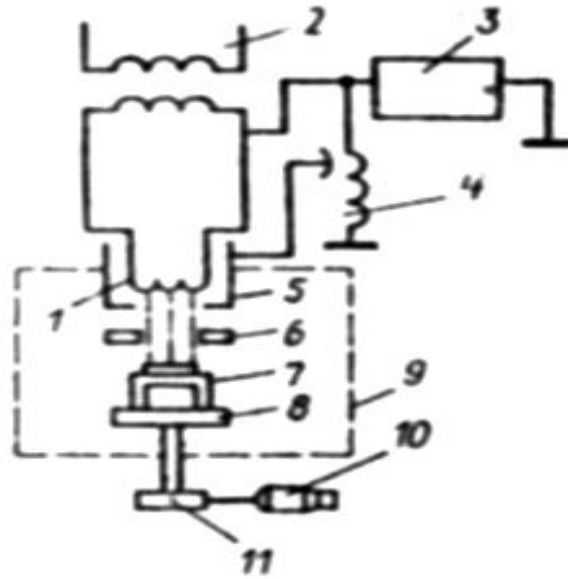
yerləşdirilir mühərrik reduktorun köməyi ilə, qaynaq sürətinə bərabər sürətlə hərəkət etdirilir. Aşağı gərginlik transformatorundan dəyişən jərəyan buraxıldıqda volfram və ya metal-keramik elektrodlar közərək özündən elektronlar buraxır. Elektron şüaları metalın səthini böyük sürətlə toxunaraq qızdırır, əridir və qaynaqlayır.

Elektron-şüa qaynağı vasitəsilə qalınlığı 300 mm-ə qədər olan hissələri birləşdirmək mümkündür. Bu üsulla hətta çətinəriyən metalları da (volframı, tantalı, molibden, niodnimu və s.) qaynaq etmək olur. Qaynaq prosesini aparmaq üçün ELU-Ç tipli elektron-şüa qurğusundan istifadə olunur.

Lazerlə qaynaq.

Lazerlə qaynaqlamanı işığı keçirən hər hansı mühitdə – havada, digər qazlarda, vakuumda həyata keçirmək olar. Qaynaq üçün istilik mənbəyi kimi lazer adlanan qurğularda (optik generatorlarda) alınan konsentrsiya olunmuş işıq şüasıdır. Müasir lazerlərdə almaq mümkün olan işıq şüalanmasının gücü şüalanan səthdə istilik gücünün sıxlığını 10^{13} vt/mm²-dən yuxarı təmin olunur. Belə şəraitlərdə bütün məlum materiallar təkcə ərimirlər, həm də buxarlanırlar ki, bu da işıqdan metalı qaynaqlamaq üçün geniş istifadə etməyə imkan verir. Lazerlə qaynaqlama yüksək qızma lokalığına malikdir. O, çətin əl çatan yerlərdə müxtəlif istilik-fiziki xarakteristikalarla metalları, həmçinin, hər hansı verilən şəffaf atmosfer və ya mühitdə qaynaqlamağa imkan verir. Lazer qaynağı mis, gümüş və digər ərintilərdən kiçik qabaritli cihaz elementlərini birləşdirmək üçün, dolaq məftillərini birləşdirmək üçün, elektron cihazlarının korpuslarını hermetikləşdirmək, silfonların qaynağı üçün və s. tətbiq olunur.

Lazerlə qaynaq xüsusi qurğularda alınan işıq şüalarını fokuslaşdıraraq yüksək (40-50 min⁰C) istilik effekti yaradılması və bundan istifadə edərək metalların qaynaq edilməsində və emalında istifadə edilir. Lazer şüaları almaq üçün kvant generatoru qidalandırıcı qurğu ilə birləşdirilir. Yaradılmış işıq axını süni yaqutdan hazırlanmış lazerə verilir.

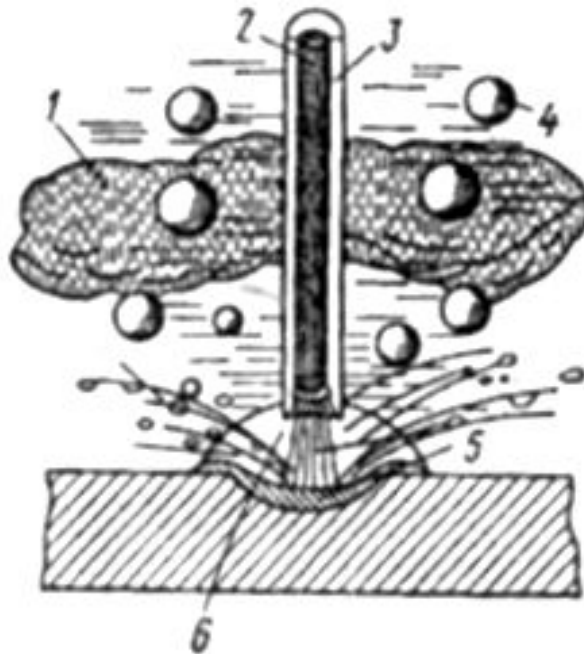


Şəkil 7.9. Elektron şüaları ilə qaynaq qurğusunun sxemi:

1 – metal-keramik katod; 2 – transformator; 3 – generator; 4 – patonsiometr; 5 – elektrostatik linza; 6 - maqnit sistemi; 7 – qaynaq olunan metal; 8 – döndəriji mexanizm; 9 – germetik (vakuum) kamerası; 10 – mühərrik –(mexanizm)

Sualtı qaynaq.

Sualtı qaynaq əsasən K.K.Xrenov tərəfindən işlənilmişdir. Sualtı qaynaq xüsusi kömür və metal örtüklü elektrodla aparılır. Elektrik qövsü suyun altında qaz qaynağına nisbətən keyfiyyətli qaynaq birləşməsi alınmasına imkan verir. Keyfiyyətli qaynaq birləşməsi almaq üçün xüsusi xassəli qalın örtüklü elektroddan istifadə edilir. (şəkil 7.10).



Şəkil 7.10. Sualtı qaynağın sxemi:

- 1- örtüyün əmələ gətirdiyi qaz məhsulları; 2 – elektrod metalı; 3 – qalın örtük; 4 – qaz qabarlıqları; 5 – ərimiş metal vannası; 6 – qövs ətrafında qaz qabaqçıqları.

Elektrik qövsünün alınması üçün qövsü qidalandırılan mənbələrin gərginliyi quru havada qaynağa nisbətən 15-16 V, cərəyan şiddəti isə 10-25 dəfə çox olmalıdır.

Hazırda «Vulkan» plazma qurğusunun köməyi ilə və əriyən elektrodla sualtı avtomatik qaynaq üsulları sınaqdan keçirilmişdir.

Sualtı qaynaq çay və dəniz nəqliyyatında qəza-xilasətmə və təmir işlərində, hidrotexniki və inşaat işlərində, habelə digər işlərdə tətbiq edilir. Suyun altında qaynaq etmək üçün örtük qatı daha qalın suya davamlı olan, məsələn, ÜM-7S, ANO-1 və OZS-3 markalı elektrodlardan istifadə olunmalıdır. Belə elektrodlarla örtük qatının çəkisi, məftilin ümumi çəkisinin 40-70%-i qədər olur. Belə örtük qatı əriyərkən elə çıxıntı əmələ gəlir ki, qövs bu çıxıntının içərisində, qövs qazlarının təzyiqi ilə suyu sıxışdırıb itələdiyindən, suyun altında da dayanıqlı yanır.

Sualtı qaynaq üçün olan elektrodların üzərinə parafin və ya asetonla həll edilmiş sellüloid lak qatı çəkirlər. Birinci lak qatı quruduqdan sonra daha iki dəfə lak qatı çəkirlər. Örtük qatı quruduqdan sonra elektrodu əridilmiş parafinə salıb çıxarırlar. Elektrod örtüyünün üzərinə parafini və ya sellüloid lakı aşağıdakı qalınlıqda yaxmaq lazımdır: diametri 4 mm olan çubuqda – 0,8 mm; diametri 5 mm çubuqda – 1 mm; diametri 6 mm olan çubuqda – 1,2 mm.

Qaynaq üçün düzqütüblü sabit jərəyandan istifadə edirlər; bu zaman qövs dəyişən jərəyandakına nisbətən daha dayanıqlı yanır. Jərəyan mənbəyinin boşuna işləmə gərginliyi yüksək – təxminən 75-95 V, iş gərginliyi isə 30-40 V-a qədər olmalıdır. Jərəyan belə götürülür: diametri 4 mm olan elektrod üçün 300-340 A, diametri 5 mm olan elektrod üçün 350-360 A, diametri 6 mm olan elektrod üçün 500-580A. Jərəyan mənbəyi kimi PAS-400 (SAM-400; SAM-400-1) markalı qaynaq aqreqatlarından və ya sualtı qaynaq və kəsmə üçün ASUM-400 markalı universal aqreqatdan istifadə edilir.

Bundan başqa, qövsü əlavə mühafizə etmədən, ya da arqonla və ya karbon qazı ilə mühafizə etməklə Sv-08Q2S markalı məftillə yarımavtomatik sualtı qaynaqdan da istifadə olunur. Y.A.Paton adına Elektrik Qaynağı İnstitutunda xüsusi ovuntulu məftildən istifadə etməklə yarımavtomatik sualtı qaynağın yeni üsulu hazırlanmışdır. Bu üsul suyun altında qaynaq edərkən sıx, qənaətləndirici formalı, metalı lazımi qədər yüksək mexaniki möhkəmliyə malik olan tikişin alınmasına imkan verir. Məsələn, qalınlığı 12 mm olan, VMSt-3 markalı azkarbonlu poladı

qaynaq edərkən tikiş metalının qırılmaya müqaviməti 46 kq/mm^2 , nisbi uzanması 17,4%. Əyilmə bujağı 145° , zərbə özlülüyü $8-10 \text{ kq/sm}^2$ alınır.

Termit qaynaq.

Təzyiqlə aparılan termit qaynağı zamanı birləşdiriləcək hissələrin kənarı termit qatışıqının istiliyi hesabına plastik hala çatana qədər qızdırılır. Sonra xüsusi mexanizm vasitəsilə bu hissələrin kənarına təzyiq edilir. Nəticədə möhkəm qaynaq tikişi alınır. Termit qaynağı buxar qızdırıcılarının, relslərin və müxtəlif profilli qalın tirlərin birləşdirilməsində çox səmərəlidir.

Termit qaynağı — tozvari metallik [alüminium](#) və ya [maqneziumun](#), həmçinin dəmir yanığından ibarət qarışıqın qızdırılması üçün istifadə olunan qaynaq üsulu.

Alüminium əsasında termitdən istifadə etdikdə birləşdirici detallar oda davamlı metallarla qəliblənir qızdırılır qaynaq yerə əridici termitlə əvvəlcədən yandırılır (elektrik qövsü və ya qoruyucu ilə). Maye dəmir əsas metalla əridilərək möhkəm birləşmə əmələ gətirir. Alüminium əsasında termik qaynağı [polad](#) və [çuqun](#) detalların birləşmələri üçün – relslərin, boruların quraşdırılması, qatların örtülməsi, müxtəlif məmulatların (məsələn elementlərin torpaqlama kontutu) hazırlanmasında istifadə olunur. Maqnezium əsasında termit əsasən [telefon](#) və teleqraf xətlərinin cəkilməsində istifadə olunur. Termik qarışıqından mərkəzdən gedən kanalı olan damalar hazırlanır. Termik qarışıqından mərkəzindən kanal keçən damalar hazırlanır. Bu kanallardan qaynaq yaratmaq üçün məftillər keçir. Maqnezium əsaslı termit kiçik diametrlı boruların qaynağında istifadə oluna bilər.

Alüminium bir çox metalları (Fe, Mn, Cr, V, W) onların oksidlərindən ekzotermik reaksiya üzrə reduksiya edir. Oksidlərindən metalların alüminiumla reduksiyası alüminotermiya adlanır. Alüminium tozu ilə dəmir yanıqının (Fe_3O_4) 8:3 mol nisbətində götürülmüş qarışıqına termit, onlar arasında baş verən prosesə

isə termit qaynağı deyilir: Termit qaynağı zamanı ayrılan istiliyin hesabına dəmir əriyir və bu prosesdən relslərin qaynaq edilməsində istifadə edilir.

Termitli (alüminiumtermitli) qaynaq relslərin müəyyən hissə ilə qaynağı zamanı istifadə olunur. İş i iki-üç nəfərdən ibarət briqada yerinə yetirir. İstifadə olunan avadanlığın çəkisi 353-400 kq-dan artıq olmur. Qaynağın istifadəsi və müvafiq texnoloji əməliyyatların yerinə yetirilməsi zamanı avtonom enerji mənbəyindən istifadə olunur. Relslərin alümotermik qaynağı əlaqəli qaynağının qarşısında bir sıra üstünlüklərə malikdir. O, mürəkkəb bahalı qurğu və çoxlu fəhlə tələb etmir, qatarların hərəkəti zamanı fasilələr yaratmır. Bir relsin birləşməsi zamanı qaynaq prosesi 50 dəqiqəyə qədər davam edir. Bir neçə briqadaların işi nəticəsində yüksək məhsuldarlıq əldə etmək mümkündür.



Termit qaynağından dəmir yollarını birləşdirmək üçün istifadə olunur.

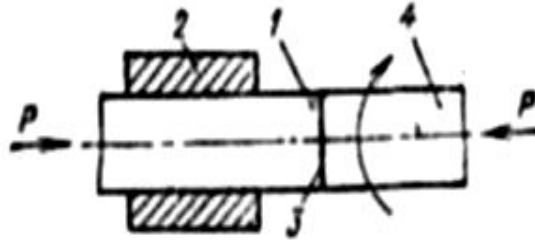


Termit qaynağı prosesi.

Sürtənmə ilə qaynaq. Geniş yayılmaqda olan bu üsul A.Y.Çudinov tərəfindən təklif edilmişdir. Qaynaq ediləcək hissələrdən biri xüsusi dəzgahda bərkidilərək hərəkətsiz saxlanılır, digəri isə fırladılır. Bəzi hallarda hissələrin hər ikisi bir-birinə əks istiqamətdə fırladılır.

Hissələrin səthləri bir-birinə sıxılaraq sürtünməsi nəticəsində külli miqdarda istilik ayrılır. Nəticədə qaynaq edilən hissələr ərimə temperaturuna yaxın

temperaturadək qızdırılır, plastik hala salınır fırlanma dayandırılır və onlar müəyyən qüvvə ilə bir-birinə sıxılaraq qaynaq edilir (şəkil 7.11).



Şəkil 7.11. Sürtünmə ilə qaynağın sxemi:

1 – hərəkətsiz hissə; 2 – sıxıcı qurğu; 3 – sürtünmə səthləri; 4 – fırlanan hissə; P – sıxma qüvvəsi.

Sürtünmə ilə qaynağın aşağıdakı üstünlükləri vardır: yüksək keyfiyyətli qaynaq birləşməsi yaradır; qaynaq üçün az güc və enerji sərf edilir; qaynaq texnologiyası sadədir; müxtəlif tərkibli metalların bir-birinə qaynaq etməyə imkan verir; yüksək məhsuldarlığa malikdir, mexanikləşdirilməsi və avtomatlaşdırılması asandır, ekoloji baxımdan zərərsizdir.

Sürtünmə ilə qaynaq əsasən, alət istehsalında burğuların, frezlərin və s. hazırlanmasında tətbiq edilir (alətin kəsici hissəsi gövdəyə qaynaq olunur). Maşınqayırmada bu üsulla klapanlar, vallar, oxlar, puansonlar və s. hissələr qaynaq olunur.

Sürtünmə ilə qaynaq prosesi torna, frez, dəşmə və xüsusi dəzgahlarda yerinə yetirilir.

Qaynaq tikişlərinin texnoloji qüsurları.

Qaynaq tikişlərinin texnoloji qüsurlarına yanmalar, bişməməzliklər və əriməməzliklər, posa makroqatışıqları aiddirlər. Yanmalar bütün ərimə ilə qaynağın növlərində, nöqtəvi və diyircəkli kontakt qaynağında yerə malikdirlər. Bişməməzlik və əriməməzlik bütün qaynaq növlərində mümkündür. Posa makroqatışıqları yalnız ərimə ilə qaynaqlamada olurlar.

Yanmalar, adətən, qaynaq cərəyanının həddən artıq qiymətinin, odluğun həddən artıq güclü məşəli, kənarlar arasında böyük ara boşluğunun və bəzi hallarda flüs yastığının və ya metallik lövhənin kifayət qədər sıxılmasının nəticəsidir. Hər şeydən əvvəl yanmalar qaynaqlanan metalın böyük olmayan qalınlığında və uc-uca tikişlərin qaynaqlanan metalın qalınlığına yaxın dərin bişməsilə qaynaqlamada müşahidə olunur. Yanmaların yaranmasına digər yaxın yerləşmiş tikişlərin qoyulması ilə yaranan kənarların qızması səbəb olur. Yanmaların qarşısının alınmasının radikal vasitəsi qaynaq cərəyanının və qaynaq alovunun gücünün azaldılmasıdır. Qaynaq şəraitindən asılı olaraq yanmaların qarşısını almaq üçün, həmçinin, qaynaqlama sürətini artırmaq və elektrodun mailliyini dəyişmək və s. olar. Yanmalar kənarlaşdırmaya uğradılan buraxıla bilməyən qüsurdur. Yanmalar xaricdən baxışla aydınlaşır.

Bişməməzlik və əriməmələr qaynaq rejiminin düzgün seçilməməsindən və qaynaqlamaya detalların hazırlığının aşağı keyfiyyəti səbəb olurlar. Ərimə ilə qaynaqlamada bişməməzliklər tikişin kökündə və detalların kənarları üzrə yerə malik ola bilirlər. Elektroqövs qaynağında bişməməzlik qaynaq cərəyanının qiymətinin kifayət qədər olması nəticəsi, qaynaq xətti üzrə elektrodun qeyri-dəqiq aparılması və həddən artıq böyük qaynaq sürətidir.

Qaz ilə qaynaqlamada bişməməzlik və əriməmə qaynaq odluğunun kifayət qədər güclü olmaması, qaynaqlamada odluğun müştüyünün düzgün olmayan mailliyilə, qaynaqlanan detallar arasında araboşluğunun az qiyməti və ya olması

ilə yarana bilər.

Kontakt qaynağı halında bişməməzlik oturtmadan qabaq detalların aşağı temperaturu nəticəsi, söndürülmüş cərəyanda oturtmanın əvvəlində kifayət qədər təzyiqin olmaması və az qiymətli olması nəticəsində ola bilər. Bişməməzlik qaynaq birləşməsinin dağıdılmasında kristallik sınımanın olmaması, oksid təbəqəsinin və qeyri-metallik qatışıqların olması ilə xarakterizə olunur.

Bişməməzlik və əriməməzlik əhəmiyyətli dərəcədə konstruksiyaların statiki və dinamiki möhkəmliyini aşağı salırlar, ona görə də təhlükəli, buraxıla bilməyən qüsurlar olurlar. Bu qüsurlar xaricdən baxmaqla, rentgen və ya qamma-şüalar ilə işıqlandırma ilə və ultrasəsle defektoskopiya ilə aşkar olunurlar.

Posa makroqatışıqları ərimə ilə qaynağın müxtəlif növlərində mümkündür.

Elektroqövs qaynağında posa makroqatışıqları elektrod örtüyünün həddən artıq çətin əriyən olması ilə, çox gedişli tikişin posadan alt qatlarının müfəssəl kifayət qədər təmizlənməməsi, qaynaq cərəyanının kifayət qədər qiymətinin olmaması və həddən artıq böyük qaynaqlama sürətinin olması ilə yarana bilər.

Aşağıdan yuxarı istiqamətlənmiş silindrik formalı posa makroqatışıqları kənarları hazırlıqsız araboşluqlu uc-uca birləşmələrdə iki tərəfli bir gedişli flüs altında avtomatik qaynaq üçün xarakterik qüsurdur. Birinci qatın qaynaqlanmasında ara boşluğuna səpilmiş flüs əriyir və maye metalda səthə yuxarı üzüb çıxır. Posa qaynaq vannasının tez kristallaşan metalı nəticəsində üzüb çıxmağa imkan tapmır və hərdən tikişin səthinə çıxan posa qatışıqları şəklində tikişdə qalır. Əks tərəfdən qaynaqlamada birinci qatın metalı qismən bişir. Ona görə də posa makroqatışıqları onda qalırlar.

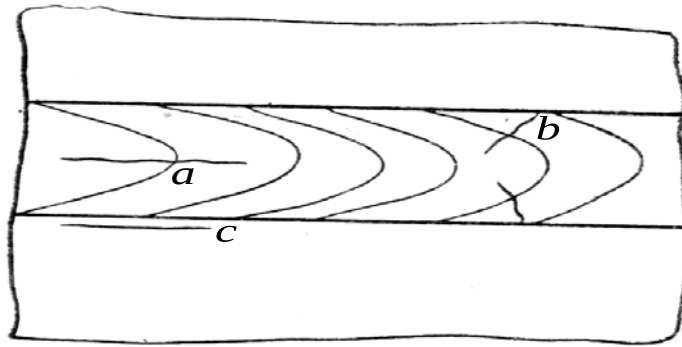
Qazla qaynaqlamada posa makroqatışıqları qaynaqlanan metalın səthinin oksigenlə, qumla və s. ilə çirklənməsi nəticəsində ola bilər.

Posa makroqatışıqları qaynaq birləşmələrinin statiki və dinamiki

möhkəmliyini aşağı salırlar. Rentgen və qamma-şüa ilə işıqlandırma ilə, metalloqrafik tədqiqatla, ultrasəs və maqnit defektoskopiyası ilə aşkarlanırlar.

Tikişlərin metallurji qüsurları (çatlar və məsamələr)

Tikişdə və əsas metalın termiki təsir zonasında **çatlar** tamamilə təhlükəli qaynaq qüsurudur. Tikişlərdə və qaynaq birləşmələrində çatların olması buraxıla bilmir, belə ki, onlar qaynaq konstruksiyasının dağılmasına səbəb ola bilər. Yaranma səbəbindən və çatın xarakterindən asılı olaraq kristallizasion (isti) və soyuq çatlara bölürlər. Şək. 11.4-də müxtəlif növ çatların yerləşməsi göstərilmişdir.



Шякил 11.4

Kristallizasion çatlar tikişlərdə aşağıdakı yolla yaranırlar. Qövsün arxasında qalan qaynaq vannasının metalı qaynaq prosesində elektrik qövsünün yerdəyişməsində soyuyur, bərkiyir və tikişi yaradırlar. Tikiş metalının kristallaşması bütöv kütlə halında yox, seçmə baş verir. Əvvəlcə qaynaq vannasının daxilinə bərkiyən metalın səthindən artan ayrı-ayrı sütunlar kristallaşırlar. Bu sütunlardan ətrafa istiqamətlənmiş budaqlar budaqlanırlar, dendritlər – metallik ağac şəkilli kristallar yaradırlar. Dendritlər ətrafa budaqlanırlar və fəzanı maye metalla doldururlar.

Sonra ayrı-ayrı dendritlər arasında yalnız maye qatlar qalırlar, onlar bir neçə

vaxtdan sonra, həmçinin, bərkiyirlər. Bununla metal tikişinin qatının kristallaşması qurtarır.

Tikişin sonrakı qatlarının kristallaşması analoji xarakter daşıyır. Belə ki, ilk növbədə qatışıqlardan ən çox təmiz metal kristallaşır, onda dendritlərdə kristallararası qatlardan əhəmiyyətli dərəcədə kiçik qatışıqlar vardır. Bu qatlarda nə qədər çox qatışıqlar olarsa, bir o qədər onların bərkimə temperaturu aşağıdır və verilən qatın dendritlərinin kristallaşmasının başlanğıc vaxtı ilə dendritlərarası qatlarda bərkimənin qurtarma vaxtı arasındakı fərq bir o qədər çox olacaqdır. Kükürd dendritlərarası qatlarda ən çox toplanan elementdir və bununla da onların bərkimə temperaturunu aşağı salır. Karbon və silisium, həmçinin, qatların bərkimə temperaturunu aşağı salırlar. Bununla əlaqədar olaraq kristallararası qatların bərkiməsi tikişdə nəzərə çarpacaq dartıcı gərginliklərin yaranmasınadək gecikir. Belə halda maye qatların yerində cızıqlar yaranırlar, onların adı kristallizasiya və ya isti çatlardır, belə ki, qaynaq vannasının kristallaşması prosesində yaranırlar.

Soyuq çatlar tikiş və termiki təsir zonasında həddən artıq soyuma sürəti olduqda baş verir.

Tikişyanı soyuq çatlar əsas metalda yaranırlar, qaydaya görə, legirli və yüksək karbonlu poladların qaynaqlanmasında yaranırlar. Onlar ərimə xəttindən bir qədər məsafədə tikişin oxuna paralel və perpendikulyar yerləşirlər. Dağılmanın xarakterinə görə bu çatlar, adətən, kristal daxilidirlər. Poladın tikişyanı çatların yaranmasına qarşı dayanıqlığı onun tərkibində karbon və legirləyici qatışıqların miqdarını artırıdıqca aşağı düşürlər. Azkarbonlu poladın qaynaqlanmasında tikişyanı çatların yaranması müşahidə olunmur. Çatlar xaricdən baxmaqla, rentgen və qamma-şüalarla işıqlandırmada, metalloqrafik tədqiqatda, lüminessentlə, maqnitlə və ultrasəslə aşkar olunurlar.

Qaynaq tikişlərində məsamələr ərimə ilə qaynağın müxtəlif növlərində müşahidə olunan qüsurdur. Məsamələr silindrik, bəzən kürəşəkilli boşluqlardır. Tikişin səthinə çıxan məsamələrə donqarlar deyirlər. Tez-tez məsamələr tək-tək və

ya zəncirvari tikişin oxu üzrə, nadir hallarda isə tikişin bütün səthi boyu və tikişin əsas metalla birləşdiyi sərhəddə yerləşirlər. Məsamələrin yaranması qaynaq vannası bərkiyərkən ondan qazların ayrılması ilə bağlıdır. Qaynaq vannasının maye metalında yaranan qaz qabarcıqları kristallaşmanın sonunadək ondan tam çıxıbilmirlər. Qaz qabarcıqlarının yaranması qaynaq vannasının qazlarla doymuş halı ilə şərtlənir ki, metalda olan qazın miqdarı onun həll olmasını əhəmiyyətli dərəcədə üstələyir.

Poladda qaynaq tikişlərində məsamələrin yaranması qazşəkilli hidrogenlə, azotla, karbon oksidi nəticəsində yaran bilər. Hidrogen və azotun bərk metalda həll olması maye metala nəzərən əhəmiyyətli dərəcədə azdır. Qaynaq vannasının kristallaşma prosesində bu qazlar maye metalda ayrılırlar və orada məsamələr yaradırlar. Qazşəkilli karbon oksidinin yaranması qaynaq vannasının maye metalında həll olmuş karbon və oksigen arasında qarşılıqlı təsirlə şərtlənir. Mis, alüminium, həmçinin austenin poladlarının tikişlərində məsamələrin yaranmasında əsasən hidrogenin təsiri ilə şərtlənir.

Məsamələr xaricdən baxmaqla, rentgen və qamma-şüalarla işıqlandırmaqla aşkar olunurlar. Qaynaq birləşmələrinin sıxlığının yoxlanılması ağ neftlə, sıxılmış hava ilə və ya hidravlik sınaqlarla həyata keçirilir.

İstifadə olunan ədəbiyyat

1. Гелман А.С. Технология и оборудование контактной электросварки. – М, Машгиз, 1960, 460с.
2. Гелман А.С. Основы сварки давлением. - М, Машгиз, 1970, 220с.
3. Орлов Б. Д. и др. Технология и оборудование контактной сварки. М., Машиностроение, 1987, 196 с.

Əlavə ədəbiyyat.

1. Глебов Л.В. и др. Расчет и конструирование машин контактной сварки. М., Энергия, 1968, 220 с.
2. Патон Б.Е., Лебедев В.К. Электрооборудование для контактной сварки. М., Машиностроение. 1969, 184с.
3. Рыскова З.А. Трансформаторы для контактной электросварочной машин М., Энергия, 1975, 160с.