

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIV TA‘LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**OLIV TA‘LIM TIZIMI PEDAGOG VA RAHBAR KADRLARINI QAYTA  
TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI OSHIRISHNI TASHKIL ETISH  
BOSH ILMIV-METODIK MARKAZI**

**TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI HUZURIDAGI PEDAGOG  
KADRLARNI QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI  
OSHIRISH TARMOQ MARKAZI**

**PAYVANDLASH TEXNOLOGIYASI VA JIHOZLARI  
yo‘nalishi**

**“BOSIM OSTIDA PAYVANDLASHNING ZAMONAVIV  
TEXNOLOGIYALARI”  
modulidan**

**O‘QUV-USLUBIV MAJMUA**

**TOSHKENT -2024**

Mazkur o‘quv-uclubiy majmua Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 2023 yil 25-avgustdagi 391-sonli buyrug‘i bilan tasdiqlangan o‘quv dastur asosida tayyorlandi

**Tuzuvchilar:** TDTU “Texnologik mashinalar va jixozlar” kafedrası mudiri, t.f.d., professor N.S. Dunyashin; Professor, t.f.d. Z.D. Ermatov

**Taqrizchi:** TDTU “Texnologik mashinalar va jihozlar” kafedrası dotsenti, t.f.f.d (PhD), dotsent M.M Abralov.

O‘quv-uclubiy majmua Toshkent davlat texnika universiteti Kengashining 2024 yil 31-yanvardagi 5-sonli yig‘ilishida ko‘rib chiqilib, foydalanishga tavsiya etildi.

## MUNDARIJA

<b>I. ISHCHI DASTUR .....</b>	<b>4</b>
<b>II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA‘LIM METODLARI .....</b>	<b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.0</b>
<b>III. NAZARIY MATERIALLAR .....</b>	<b>17</b>
<b>IV. AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI.....</b>	<b>48</b>
<b>V. KEYSLAR BANKI .....</b>	<b>81</b>
<b>VI. GLOSSARIY .....</b>	<b>79</b>
<b>VII. FOYDALANGAN ADABIYOTLAR.....</b>	<b>83</b>

# I. ISHCHI O‘QUV DASTUR

## Kirish

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 7 fevraldagi PF-4947-sonli Farmoni bilan tasdiqlangan “2017-2021-yillarda O‘zbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustuvor yo‘nalishi bo‘yicha Harakatlar Strategiyasi”da milliy kadrlarning raqobatbardoshligi va umumjahon amaliyotiga asoslangan oliy ta‘lim milliy tizimining sifati oshishiga, Bolonya jarayoni ishtirokchi mamlakatlari diplomlarini o‘zaro tan olishga, o‘qituvchi va talabalar bilan almashuv dasturlarini amalga oshirishga ko‘maklashuvchi 1999 yil 19-iyundagi Bolonya deklaratsiyasiga qo‘shilish masalasini ko‘rib chiqish belgilab qo‘yilgan.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 8 oktabrdagi PF-5847-son Farmoni bilan tasdiqlangan “O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta‘lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasi”da oliy ta‘lim jarayonlariga raqamli texnologiyalar va zamonaviy o‘qitish usullarni joriy etish, yoshlarni ilmiy faoliyatga keng jalb etish, korrupsiyaga qarshi kurashish, muhandislik-texnik ta‘lim yo‘nalishlarida tahsil olayotgan talabalar ulushini oshirish, kredit-modul tizimini joriy etish, o‘quv rejalarida amaliy ko‘nikmalarni oshirishga qaratilgan mutaxassislik fanlari bo‘yicha amaliy mashg‘ulotlar ulushini oshirish bo‘yicha aniq vazifalar belgilab berilgan.

Shuningdek, mamlakatimizning barcha sohalarida islohotlarni amalga oshirish, odamlarning dunyoqarashini o‘zgartirish, yetuk va zamon talabiga javob beradigan mutaxassis kadrlarni tayyorlashni hayotning o‘zi taqozo etmoqda. Respublikada ta‘lim tizimini mustahkamlash, uni zamon talablari bilan uyg‘unlashtirishga katta ahamiyat berilmoqda. Bunda mutaxassis kadrlarni tayyorlash, ta‘lim va tarbiya berish tizimi islohatlar talablari bilan chambarchas bog‘langan bo‘lishi muhim ahamiyat kasb etadi. Zamon talablariga javob bera oladigan mutaxassis kadrlarni tayyorlash, Davlat talablari asosida ta‘lim va uning barcha tarkibiy tuzilmalarini takomillashtirib borish oldimizda turgan dolzarb masalalardan biridir.

Ushbu dasturda xorijiy davlatlardagi kontaktli, sovuq holatda, diffuzion, ultra tovush yordamida va ishqalab payvandlashda keng tarqalgan texnologiyalari, ishlatiladigan jihozlari, uskunalari masalalarining nazariy va amaliy asoslarini bayon etilgan.

Bugungi kunda kontaktli, sovuq holatda, diffuzion, ultra tovush yordamida va ishqalab payvandlash jarayonlar qo‘llanilmoqda. Lekin shu kunga qadar eritib payvandlashda keng tarqalgan texnologiyalari, ishlatiladigan jihozlari, uskunalari bo‘yicha yangi bilim, ko‘nikma va malakalarini amalda qo‘llanilishining nazariy va amaliy jihatlari deyarli o‘rganilmagan. Bu holatlar kontaktli, sovuq holatda, diffuzion, ultra tovush yordamida va ishqalab payvandlashning asoslarini har tomonlama nazariy va amaliy jihatdan o‘rganish va tahlil etishni dolzarbligidan dalolat beradi.

## Modulning maqsadi va vazifalari

**Modulning maqsadi:** Kontaktli, sovuq holatda, diffuzion, ultra tovush yordamida va ishqalab payvandlash jarayonlarining zamonaviy ahvoli va rivojlantirishning istiqbollari, eritib payvandlashda keng tarqalgan texnologiyalari, ishlatiladigan jihozlari, uskunalari bo‘yicha bilim, ko‘nikma va malakalarni to‘g‘risida ko‘nikma va malakalarini tarkib toptirish.

### **Modulning vazifalari:**

- bosim ostida payvandlash jarayonlarining zamonaviy ahvolini o‘rganish;
- mashinasozlikda qo‘llaniladigan yangi bosim ostida payvandlash usullarni qo‘llash;
- mashinasozlikda qo‘llaniladigan yangi bosim ostida payvandlash jihozlaridan foydalanish.

### **Modul bo‘yicha tinglovchilarning bilim, ko‘nikma, malaka va kompetensiyalariga qo‘yiladigan talablar**

“Bosim ostida payvandlashning zamonaviy texnologiyalari” modulini o‘zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

#### **Tinglovchi:**

- bosim ostida payvandlash rivojining tarixi va istiqboli;
- bosim ostida payvandlashning yangi zamonaviy turlari;
- kontaktli payvandlashning hozirgi kundagi o‘rni;
- kontaktli payvandlash jarayonlarining fizikaviy asoslarining dolzarb muammolari va zamonaviy yutuqlari.
- sovuq holatda payvandlashning rivojlanish tendentsiyalari;
- diffuzion payvandlashning dolzarb muammolari va ularni bartaraf etish yo‘llari;
- ultra tovush yordamida payvandlashning zamonaviy texnologiyalari;
- inersion, tebratib va orbital ishqalab payvandlash yuzaga keladigan muammolar va ularni bartaraf etish.
- mashinasozlikda bosim ostida payvandlash texnologiyasining zamonaviy tendensiyalariga haqida **bilimlarga ega bo‘lishi**;
- kontaktli nuqtali payvandlash rejimini hisobini bajarish va ularni tahlil qilish;
- kontaktli chokli payvandlash rejimini hisobini bajarish va ularni tahlil qilish;
- kontaktli payvandlash mashinalarining ikkilamchi konturini hisobini bajarish va ularni tahlil qilish **ko‘nikma va malakalarini egallashi**;
- egallagan bilim va ko‘nikmalarga asoslangan holda bosim ostida payvandlash ishlab chiqarish texnologik jarayonlarini tashkil etish;
- bosim ostida payvandlash jarayonlarining muammolarini yechish **kompetensiyalarni egallashi lozim.**

#### **Modulni tashkil etish va o‘tkazish bo‘yicha tavsiyalar**

“Bosim ostida payvandlashning zamonaviy texnologiyalari” moduli ma’ruza va amaliy mashg‘ulotlar shaklida olib boriladi.

Kursni o‘qitish jarayonida ta’limning zamonaviy metodlari, axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qo‘llanilishi, shuningdek, ma’ruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida taqdimot va elektron-didaktik texnologiyalarni;

- o‘tkaziladigan amaliy mashg‘ulotlarda texnik vositalardan, blits-so‘rovlar, aqliy hujum, guruhli fikrlash, kichik guruhlar bilan ishlash, va boshqa interfaol ta’lim metodlarini qo‘llash nazarda tutiladi.

## Modulning o'quv rejadagi boshqa modullar bilan bog'liqligi va uzviyligi

“Bosim ostida payvandlashning zamonaviy texnologiyalari” moduli bo'yicha mashg'ulotlar o'quv rejasidagi “Eritib payvandlash ishlatiladigan zamonaviy texnika va texnologiyalar” kabi modullar bilan uzviy aloqadorlikda olib boriladi.

### Modulning oliy ta'limdagi o'rni

Modulni o'zlashtirish orqali tinglovchilar ta'lim va tarbiya jarayonlarini normativ-huquqiy asoslarini o'rganish, ularni tahlil etish, amalda qo'llash va baholashga doir kasbiy kompetentlikka ega bo'ladilar.

## MODUL BO'YICHA SOATLAR TAQSIMOTI

№	Modul tarkibi	Auditoriyadagi o'quv yuklamasi			
		Jumladan:			
		Jami	Nazariy	Amaliy mashg'ulot	Kuchma mashgulot
1.	<b>Nuqtali va chokli kontaktli payvandlashning zamonaviy texnologiyasi va jihozlarining</b>  Bosim ostida payvandlashni kelajdagi rivoshlanishi, uni unumdorligini va ish sifatini oshirishning dolzarb muammolari va zamonaviy yutuqlari. Kontaktli payvandlashning hozirgi kundagi o'rni. Kontaktli payvandlash jarayonlarining fizikaviy asoslarining dolzarb muammolari va zamonaviy yutuqlari. Nuqtali kontaktli payvandlashning rivojlanish tendentsiyalari. Chokli kontaktli payvandlashning dolzarb muammolari va ularni bartaraf etish yo'llari.	4	2		2
2.	<b>Relyefli va uchma-uchli kontaktli payvandlash zamonaviy texnologiyasi va jihozlarining</b>  Relyefli kontaktli payvandlashning dolzarb muammolari va zamonaviy yutuqlari. Relyefli kontaktli payvandlashning fizikaviy asoslarining muammolari va istiqbollari. Uchma-uch kontaktli payvandlashning rivojlanish tendentsiyalari. Uchma-uch kontaktli payvandlash uchun zamonaviy texnika va texnologiyalari	4	2		2
3	<b>Sovuq holatda, diffuzion, ultra tovush yordamida va ishqalab payvandlashning dolzarb muammolari va zamonaviy yutuqlari</b>  Sovuq holatda payvandlashning rivojlanish tendentsiyalari.	2	2		

	Metallarni sovuq holatda payvandlashning fizikaviy asoslarining muammolari va istiqbollari. Sovuq holatda payvandlash uchun zamonaviy texnika va texnologiyalari. Diffuzion payvandlashning dolzarb muammolari va ularni bartaraf etish yo'llari. Ultra tovush yordamida payvandlashning zamonaviy texnologiyalari. Inersion, tebratib va orbital ishqalab payvandlash yuzaga keladigan muammolar va ularni bartaraf etish.				
4	<p><b>Termokompression, prokalkalab, portlatib, yuqori chastotali va magnit-impulsi payvandlashning dolzarb muammolari va zamonaviy yutuqlari</b></p> <p>Termokompression payvandlash payvandlashning rivojlanish tendentsiyalari. Termokompression payvandlash uchun zamonaviy texnika va texnologiyalari. Prokalkalab payvandlashning dolzarb muammolari va ularni bartaraf etish yo'llari. Portlatib payvandlashning zamonaviy texnologiyalari. Portlatib payvandlashning asoslarining muammolari va istiqbollari. Yuqori chastotali payvandlash yuzaga keladigan muammolar va ularni bartaraf etish. Yuzadagi effekt. Yaqinlashtirish effekti. Yuqori chastotali payvandlashda konduktiv tok uzatish. Yuqori chastotali payvandlashda induktiv tok uzatish. Magnit-impulsi payvandlashning rivojlanish tendentsiyalari. Magnit-impulsi payvandlash uchun zamonaviy texnika va texnologiyalari.</p>	4	2		2
5.	<p><b>Nuqtali va chokli kontaktli payvandlashning zamonaviy texnologiyasi va jihozlarining</b></p> <p>Nuqtali kontaktli rejimlarini hisoblashning zamonaviy tendentsiyalari. Chokli kontaktli rejimlarini hisoblash zamonaviy yondoshuvlari. Payvandlash elektrodni o'rganish</p>	2		2	
6.	<p><b>Relefl va uchma-uchli kontaktli payvandlash zamonaviy texnologiyasi va jihozlarining</b></p> <p>Relefl kontaktli rejimlarini hisoblash hisoblashning zamonaviy tendentsiyalari. Uchma-uchli kontaktli rejimlarini hisoblash zamonaviy yondoshuvlari. Payvandlash elektrodni o'rganish</p>	2		2	
7	<p><b>Sovuq holatda, diffuzion, ultra tovush yordamida va ishqalab payvandlashning dolzarb muammolari va zamonaviy yutuqlari</b></p> <p>Sovuq holatda payvandlash rejimlarini hisoblashning zamonaviy tendentsiyalari. Ishqalab payvandlash</p>	2		2	

	payvandlash rejimlarni hisoblash zamonaviy yondoshuvlari				
8	<b>Kontaktli payvandlash mashinalarining ikkilamchi konturini hisoblashning zamonaviy tendentsiyalari</b> Kontaktli payvandlash mashinalarining elektr zanjirlari o'rganish. Kontaktli payvandlash mashinalarining ikkilamchi konturini hisoblashning zamonaviy tendentsiyalari	2		2	
	<b>Hammasi</b>	<b>24</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>6</b>

## NAZARIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

### **1-MAVZU: NUQTALI VA CHOKLI KONTAKTLI PAYVANDLASHNING ZAMONAVIY TEXNOLOGIYASI VA JIHOZLARINING. (2 soat)**

Bosim ostida payvandlashni kelajdagi rivoshlanishi, uni unumdorligini va ish sifatini oshirishning dolzarb muammolari va zamonaviy yutuqlari. Kontaktli payvandlashning hozirgi kundagi o'rni. Kontaktli payvandlash jarayonlarining fizikaviy asoslarining dolzarb muammolari va zamonaviy yutuqlari. Nuqtali kontaktli payvandlashning rivojlanish tendentsiyalari. Chokli kontaktli payvandlashning dolzarb muammolari va ularni bartaraf etish yo'llari.

### **2-MAVZU: RELEFLI VA UCHMA-UCHLI KONTAKTLI PAYVANDLASH ZAMONAVIY TEXNOLOGIYASI VA JIHOZLARINING. (2 soat)**

Relyefli kontaktli payvandlashning dolzarb muammolari va zamonaviy yutuqlari. Relyefli kontaktli payvandlashning fizikaviy asoslarining muammolari va istiqbollari. Uchma-uch kontaktli payvandlashning rivojlanish tendentsiyalari. Uchma-uch kontaktli payvandlash uchun zamonaviy texnika va texnologiyalari

### **3-MAVZU: SOVUQ HOLATDA, DIFFUZION, ULTRA TOVUSH YORDAMIDA VA ISHQALAB PAYVANDLASHNING DOLZARB MUAMMOLARI VA ZAMONAVIY YUTUQLARI. (2 soat)**

Sovuq holatda payvandlashning rivojlanish tendentsiyalari. Metallarni sovuq holatda payvandlashning fizikaviy asoslarining muammolari va istiqbollari. Sovuq holatda payvandlash uchun zamonaviy texnika va texnologiyalari. Diffuzion payvandlashning dolzarb muammolari va ularni bartaraf etish yo'llari. Ultra tovush yordamida payvandlashning zamonaviy texnologiyalari. Inersion, tebratib va orbital ishqalab payvandlash yuzaga keladigan muammolar va ularni bartaraf etish.

### **4-MAVZU: TERMOKOMPRESSION, PROKATKALAB, PORTLATIB, YUQORI CHASTOTALI VA MAGNIT-IMPULSLI PAYVANDLASHNING DOLZARB MUAMMOLARI VA ZAMONAVIY YUTUQLARI. (2 soat)**

Termokompression payvandlash payvandlashning rivojlanish tendentsiyalari. Termokompression payvandlash uchun zamonaviy texnika va texnologiyalari. Prokatkalab



payvandlashning dolzarb muammolari va ularni bartaraf etish yo'llari. Portlatib payvandlashning zamonaviy texnologiyalari. Portlatib payvandlashning asoslarining muammolari va istiqbollari. Yuqori chastotali payvandlash yuzaga keladigan muammolar va ularni bartaraf etish. Yuzadagi effekt. Yaqinlashtirish effekti. Yuqori chastotali payvandlashda konduktiv tok uzatish. Yuqori chastotali payvandlashda induktiv tok uzatish. Magnit-impulsi payvandlashning rivojlanish tendentsiyalari. Magnit-impulsi payvandlash uchun zamonaviy texnika va texnologiyalari.

### **AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI**

#### **1- AMALIY MASHG'ULOT: NUQTALI VA CHOKLI KONTAKTLI PAYVANDLASHNING ZAMONAVIY TEXNOLOGIYASI VA JIHOZLARINING. (2 soat)**

Nuqtali kontaktli rejimlarini hisoblashning zamonaviy tendentsiyalari. Chokli kontaktli rejimlarini hisoblash zamonaviy yondoshuvlari. Payvandlash elektrodni o'rganish

#### **2-AMALIY MASHG'ULOT: RELEFLI VA UCHMA-UCHLI KONTAKTLI PAYVANDLASH ZAMONAVIY TEXNOLOGIYASI VA JIHOZLARINING. (2 soat)**

Releflil kontaktli rejimlarini hisoblash hisoblashning zamonaviy tendentsiyalari. Uchma-uchli kontaktli rejimlarini hisoblash zamonaviy yondoshuvlari. Payvandlash elektrodni o'rganish

#### **3-AMALIY MASHG'ULOT: SOVUQ HOLATDA, DIFFUZION, ULTRA TOVUSH YORDAMIDA VA ISHQALAB PAYVANDLASHNING DOLZARB MUAMMOLARI VA ZAMONAVIY YUTUQLARI. (2 soat)**

Sovuq holatda payvandlash rejimlarini hisoblashning zamonaviy tendentsiyalari. Ishqalab payvandlash payvandlash rejimlarini hisoblash zamonaviy yondoshuvlari

#### **4-AMALIY MASHG'ULOT: TERMOKOMPRESSION, PROKATKALAB, PORTLATIB, YUQORI CHASTOTALI VA MAGNIT-IMPULSLI PAYVANDLASHNING DOLZARB MUAMMOLARI VA ZAMONAVIY YUTUQLARI. (2 soat)**

Yuqori chastotali payvandlash rejimlarini hisoblashning zamonaviy tendentsiyalari. Yuqori chastotali payvandlash jihozlarni tanlash.

### **O'QITISH SHAKLLARI**

Mazkur modul bo'yicha quyidagi o'qitish shakllaridan foydalaniladi:

- ma'ruzalar, amaliy mashg'ulotlar (ma'lumotlar va texnologiyalarni anglab olish, motivatsiyani rivojlantirish, nazariy bilimlarni mustahkamlash);

- davra suhbatlari (koʻrilayotgan loyiha yechimlari boʻyicha taklif berish qobiliyatini rivojlantirish, eshitish, idrok qilish va mantiqiy xulosalar chiqarish);

- bahs va munozaralar (loyihalar yechimi boʻyicha dalillar va asosli argumentlarni taqdim qilish, eshitish va muammolar yechimini topish qobiliyatini rivojlantirish).

## II. MODULNI O'QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA'LIM METODLARI

### “SWOT-tahlil” metodi.

**Metodning maqsadi:** mavjud nazariy bilimlar va amaliy tajribalarni tahlil qilish, taqqoslash orqali muammoni hal etish yo'llarni topishga, bilimlarni mustahkamlash, takrorlash, baholashga, mustaqil, tanqidiy fikrlashni, nostandart tafakkurni shakllantirishga xizmat qiladi.



**Metodning qo'llanilishi:** Kontaktli payvandlashning SWOT tahlilini ushbu jadvalga tushiring.

<b>S</b>	Kontaktli payvandlashning kuchli tomonlari	Payvand chokning yuqori sifatligi...
<b>W</b>	Kontaktli payvandlashning kuchsiz tomonlari	Bir turli payvand birikmalarni payvandlash...
<b>O</b>	Kontaktli payvandlashdan foydalanishning imkoniyatlari (ichki)	Yupka metallni ustma-ust payvandlash...
<b>T</b>	Kontaktli payvandlash to'siqlar (tashqi)	Payvandlash sifati payvandlash rejimlaridan bog'liq...

### «Xulosalash» (Rezyume, Veer) metodi

**Metodning maqsadi:** Bu metod murakkab, ko'ptarmoqli, mumkin qadar, muammoli xarakteridagi mavzularni o'rganishga qaratilgan. Metodning mohiyati shundan iboratki, bunda mavzuning turli tarmoqlari bo'yicha bir xil axborot beriladi va ayni paytda, ularning har biri alohida aspektlarda muhokama etiladi. Masalan, muammo ijobiy va salbiy tomonlari, afzallik, fazilat va kamchiliklari, foyda va zararlari bo'yicha o'rganiladi.

Bu interfaol metod tanqidiy, tahliliy, aniq mantiqiy fikrlashni muvaffaqiyatli rivojlantirishga hamda o'quvchilarning mustaqil g'oyalari, fikrlarini yozma va og'zaki shaklda tizimli bayon etish, himoya qilishga imkoniyat yaratadi. "Xulosalash" metodidan ma'ruza mashg'ulotlarida individual va juftliklardagi ish shaklida, amaliy va seminar mashg'ulotlarida kichik guruhlardagi ish shaklida mavzu yuzasidan bilimlarni mustahkamlash, tahlili qilish va taqqoslash maqsadida foydalanish mumkin.

### Методни амалга ошириш тартиби:



тренер-ўқитувчи иштирокчиларни 5-6 кишидан иборат кичик гуруҳларга ажратади;



тренинг мақсади, шартлари ва тартиби билан иштирокчиларни таништиргач, ҳар бир гуруҳга умумий муаммони таҳлил қилиниши зарур бўлган қисмлари туширилган тарқатма материалларни



ҳар бир гуруҳ ўзига берилган муаммони атрофлича таҳлил қилиб, ўз мулоҳазаларини тавсия этилаётган схема бўйича тарқатмага ёзма баён қилади;



навбатдаги босқичда барча гуруҳлар ўз тақдимотларини ўтказадилар. Шундан сўнг, тренер томонидан таҳлиллар умумлаштирилади, зарурий ахборотлар билан тўлдирилади ва мавзу

### Metodning qo'llanilishi:

Kontaktli payvandlash					
Nuqtali		Chokli		Uchma-uchli	
afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi
<b>Xulosa:</b>					

## “Keys-stadi” metodi

«**Keys-stadi**» - inglizcha soʻz boʻlib, («case» – aniq vaziyat, hodisa, «stadi» – oʻrganmoq, tahlil qilmoq) aniq vaziyatlarni oʻrganish, tahlil qilish asosida oʻqitishni amalga oshirishga qaratilgan metod hisoblanadi. Mazkur metod dastlab 1921 yil Garvard universitetida amaliy vaziyatlardan iqtisodiy boshqaruv fanlarini oʻrganishda foydalanish tartibida qoʻllanilgan. Keysda ochiq axborotlardan yoki aniq voqea-hodisadan vaziyat sifatida tahlil uchun foydalanish mumkin. Keys harakatlari oʻz ichiga quyidagilarni qamrab oladi: Kim (Who), Qachon (When), Qaerda (Where), Nima uchun (Why), Qanday/ Qanaqa (How), Nima-natija (What).

### “Keys metodi” ni amalga oshirish bosqichlari

Ish bosqichlari	Faoliyat shakli va mazmuni
<b>1-bosqich:</b> Keys va uning axborot taʼminoti bilan tanishtirish	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ yakka tartibdagi audio-vizual ish;</li> <li>✓ keys bilan tanishish(matnli, audio yoki media shaklda);</li> <li>✓ axborotni umumlashtirish;</li> <li>✓ axborot tahlili;</li> <li>✓ muammolarni aniqlash</li> </ul>
<b>2-bosqich:</b> Keysni aniqlashtirish va oʻquv topshirigʻni belgilash	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ individual va guruhda ishlash;</li> <li>✓ muammolarni dolzarblik ierarxiasini aniqlash;</li> <li>✓ asosiy muammoli vaziyatni belgilash</li> </ul>
<b>3-bosqich:</b> Keysdagi asosiy muammoni tahlil etish orqali oʻquv topshirigʻining echimini izlash, hal etish yoʻllarini ishlab chiqish	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ individual va guruhda ishlash;</li> <li>✓ muqobil echim yoʻllarini ishlab chiqish;</li> <li>✓ har bir echimning imkoniyatlari va toʻsiqlarni tahlil qilish;</li> <li>✓ muqobil echimlarni tanlash</li> </ul>
<b>4-bosqich:</b> Keys echimini shakllantirish va asoslash, taqdimot.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ yakka va guruhda ishlash;</li> <li>✓ muqobil variantlarni amalda qoʻllash imkoniyatlarini asoslash;</li> <li>✓ ijodiy-loyiha taqdimotini tayyorlash;</li> <li>✓ yakuniy xulosa va vaziyat echimining amaliy aspektlarini yoritish</li> </ul>

## «FSMU» metodi

**Texnologiyaning maqsadi:** Mazkur texnologiya ishtirokchilardagi umumiy fikrlardan xususiy xulosalar chiqarish, taqqoslash, qiyoslash orqali axborotni oʻzlashtirish, xulosalash, shuningdek, mustaqil ijodiy fikrlash koʻnikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi. Mazkur texnologiyadan maʼruza mashgʻulotlarida, mustahkamlashda, oʻtilgan mavzuni soʻrashda, uyga vazifa berishda hamda amaliy mashgʻulot natijalarini tahlil etishda foydalanish tavsiya etiladi.

### **Texnologiyani amalga oshirish tartibi:**

- qatnashchilarga mavzuga oid boʻlgan yakuniy xulosa yoki gʻoya taklif etiladi;
- har bir ishtirokchiga FSMU texnologiyasining bosqichlari yozilgan qogʻozlarni tarqatiladi:

Ф	• фикрингизни баён этинг
С	• фикрингизни баёнига сабаб кўрсатинг
М	• кўрсатган сабабингизни исботлаб мисол келтиринг
У	• фикрингизни умумлаштиринг

- ishtirokchilarning munosabatlari individual yoki guruhiy tartibda taqdimot qilinadi.

FSMU tahlili qatnashchilarda kasbiy-nazariy bilimlarni amaliy mashqlar va mavjud tajribalar asosida tezroq va muvaffaqiyatli o'zlashtirilishiga asos bo'ladi.

**Mavzuga qo'llanilish:**

**Fikr:** "Nuqtali kontaktli payvandlash – bu yukori unumdorli payvandlash usulidir".

**Topshiriq:** Mazkur fikrga nisbatan munosabatingizni FSMU orqali tahlil qiling.

#### **“Assesment” metodi**

**Metodning maqsadi:** mazkur metod ta'lim oluvchilarning bilim darajasini baholash, nazorat qilish, o'zlashtirish ko'rsatkichi va amaliy ko'nikmalarini tekshirishga yo'naltirilgan. Mazkur texnika orqali ta'lim oluvchilarning bilish faoliyati turli yo'nalishlar (test, amaliy ko'nikmalar, muammoli vaziyatlar mashqi, qiyosiy tahlil, simptomlarni aniqlash) bo'yicha tashhis qilinadi va baholanadi.

**Metodni amalga oshirish tartibi:**

“Assesment” lardan ma'ruza mashg'ulotlarida talabalarning yoki qatnashchilarning mavjud bilim darajasini o'rganishda, yangi ma'lumotlarni bayon qilishda, seminar, amaliy mashg'ulotlarda esa mavzu yoki ma'lumotlarni o'zlashtirish darajasini baholash, shuningdek, o'z-o'zini baholash maqsadida individual shaklda foydalanish tavsiya etiladi. Shuningdek, o'qituvchining ijodiy yondashuvi hamda o'quv maqsadlaridan kelib chiqib, assesmentga qo'shimcha topshiriqlarni kiritish mumkin.

**Metodning qo'llanilishi:**

Har bir katakdagi to'g'ri javob 5 ball yoki 1-5 balgacha baholanishi mumkin.

### Тест

- 1.Кайси пайвандлаш усуллари контактли пайвандлаш гурухига кирмийди?
- А. совуқ ҳолатда

### Қиёсий таҳлил

- Чокли контактли пайвандлаш жиҳозларидан фойдаланиш кўрсаткичларини таҳлил

### Тушунча таҳлили

- Диффузион пайвандлаш жиҳозлари изоҳланг...

### Амалий кўникма

- Нуқтали контактли пайвандлаш режимларни ҳисобланг?

### “Bilaman /Bilishni xohlayman/ Bilib oldim” metodi (B-B-B)

“Bilaman /Bilishni xohlayman/ Bilib oldim” metodi - yangi o'tiladigan mavzu bo'yicha talabalarning birlamchi bilimlarini aniqlash yoki o'tilgan mavzuni qay darajada o'zlashtirganligini aniqlash uchun ishlatiladi. Metodni amalga oshirish uchun sinf doskasiga yangi o'tiladigan mavzu bo'yicha asosiy tushuncha va iboralar yoziladi, talaba berilgan vazifani o'zlariga belgilaydi. Yuqorida berilgan tushuncha iboralarni bilish maqsadida quyidagi chizma chiziladi:

Bilaman	Bilishni xohlayman	Bilib oldim

Ushbu metodda talabai tomonidan berilgan vazifani yakka tartibda yoki jutlikda jadvalni tuldiradi. Ya`ni taxminan biz nimani bilamiz ustunida ro'yxat tuzish fikrlarni toifalar bo'yicha guruhlash. Bilishni xohlayman ustuni uchun savollar olish va savollarni o'ylab belgilar qo'yish. Biz nimani bildik ustuniga asosiy fikrlarni yozish.

### Mavzuga qo'llanilishi:

Bilaman	Bilimayman	Bilishni hohlayman
Kontaktli nuqtali payvandlash		
Chokli kontaktli payvandlash.		
Relefli kontaktli payvandlash.		
Uchma-chuli kontaktli payvandlash.		

## “5 daqiqali esse” metodi

Esse metodi - fransuzcha tajriba, dastlabki loyiha, shaxsning biror mavzuga oid yozma ravishda ifodalangan dastlabki mustaqil erkin fikri. Bunda

Talaba o'zining mavzu bo'yicha taassurotlari, g'oyasi va qarashlarini erkin tarzda bayon qiladi. Esse yozishda hayolga kelgan dastlabki fikrlarni zudlik bilan qog'ozga tushirish, iloji boricha ruchkani qog'ozdan uzmasdan - to'xtamasdan yozish, so'ngra matnni qayta tahlil qilib, takomillashtirish tavsiya etiladi. Mana shundagina yozilgan essening haqqoniy bo'lishi e'tirof etilgan. Esseni muayyan mavzu, tayanch tushuncha yoki erkin mavzuga bag'ishlab yozish maqsadga muvofik. Ba'zan, ayniqsa tarbiyaviy soatlarda ta'lim oluvchilarga o'zlariga yoqqan mavzu buyicha esse yozdirish ham yaxshi natija beradi.

Yozma topshiriqning ushbu turi talabalarning mavzuga doir o'z mustaqil fikrlarini ifodalay olishga yordam berish va o'qituvchiga o'z talabalari o'quv materialini bilan tanishganda qaysi jihatlariga ko'proq e'tibor berishlari xususida fikrlash imkonini beradi. Aniq qilib aytganda, talabalardan quyidagi ikki topshiriqni bajarish: mazkur mavzu bo'yicha ular nimalarni o'rganganliklarini mustaqil bayon etish va ular baribir javobini ololmagan bitta savol berishni so'raladi.

## “Venn diagramma” metodi

Metodning maqsadi: Bu metod grafik tasvir orqali o'qitishni tashkil etish shakli bo'lib, u ikkita o'zaro kesishgan aylana tasviri orqali ifodalanadi. Mazkur metod turli tushunchalar, asoslar, tasavurlarning analiz va sintezini ikki aspekt orqali ko'rib chiqish, ularning umumiy va farqlovchi jihatlarini aniqlash, taqqoslash imkonini beradi.

### Metodni amalga oshirish tartibi:

- ishtirokchilar ikki kishidan iborat juftliklarga birlashtiriladilar va ularga ko'rib chiqilayotgan tushuncha yoki asosning o'ziga xos, farqli jihatlarini (yoki aksi) doiralar ichiga yozib chiqish taklif etiladi;
- navbatdagi bosqichda ishtirokchilar to'rt kishidan iborat kichik guruhlariga birlashtiriladi va har bir juftlik o'z tahlili bilan guruh a'zolarini tanishtiradilar;
- juftliklarning tahlili eshitilgach, ular birgalashib, ko'rib chiqilayotgan muammo yoxud tushunchalarning umumiy jihatlarini (yoki farqli) izlab topadilar, umumlashtiradilar va doirachalarning kesishgan qismiga yozadilar.

Metodning mavzuga qo'llanilishi: Bosim ostida payvandlash turlari bo'yicha





### III. NAZARIY MASHG'ULOT MATERIALLARI

#### 1-ma`ruza. Nuqtali va chokli kontaktli payvandlashning zamonaviy texnologiyasi va jihozlarining

##### Reja:

1.1. Bosim ostida payvandlashni kelajdagi rivoshlanishi, uni unumdorligini va ish sifatini oshirishning dolzarb muammolari va zamonaviy yutuqlari

1.2. Kontaktli payvandlash jarayonlarining fizikaviy asoslarining dolzarb muammolari va zamonaviy yutuqlari

1.3. Nuqtali kontaktli payvandlashning rivojlanish tendentsiyalari

1.4. Chokli kontaktli payvandlashning dolzarb muammolari va ularni bartaraf etish yo'llari

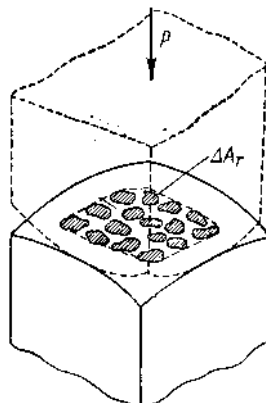
##### **1.1. Bosim ostida payvandlashni kelajdagi rivoshlanishi, uni unumdorligini va ish sifatini oshirishning dolzarb muammolari va zamonaviy yutuqlari**

Bosim ostida payvandlashda tanavorlarni biriktirishga biriktiriladigan yuzalarini tashqi kuch qo'yish hisobiga birgalikda plastik deformatsiyalash yo'li bilan erishiladi. Bunda biriktirish joyidagi material, qoidaga ko'ra, plastikligini oshirish maqsadida qizdiriladi. Deformatsiyalash jarayonida notekisliklar eziladi, oksid pardalari emiriladi, natijada toza yuzalarning tegish kontakt kattalashadi. Atomlararo bog'lanishlarning yuzaga kelishi detallarning mustahkam birlashishiga olib keladi.

Materiallarni payvandlash deb, ularni atomlarning o'zaro ta`sirlashish kuchlari hisobiga biriktirish jarayonini aytiladi. Ma'lumki, metall detallarning sirtqi atomlari to'yinmagan erkin bog'larga ega bo'ladi, bu bog'lar atomlararo kuchlar ta`sir qiluvchi masofada yaqinlashgan turli atomlar yoki molekulalarni qamrab oladi. Agar ikkita metall detallarning yuzalari atomlararo kuchlarning metall ichidatturadigan masofada yaqinlashtirilsa, ular (yuzalar) tegish yuzasida birlashib yaxlit bir narsaga aylanadi, uning mustahkamligi yaxlit metallning mustahkamligi bilan barobar bo'ladi. Birikish jarayoni energiya sarflanmasdan va juda tez, deyarli bir zumda o'z-o'zidan yuz beradi.

Oddiy metallar xona haroratida nafaqat bir-biriga oddiy tekkizilganda, hatto katta kuch bilan bosilganda ham o'zaro birkmaydi. Qattiq, metallarning birikishiga eng avvalo

ularning qattiqligi halaqit berali, ular yaqinlashtirilganda rosmana tegish (kontakt), ularga qanchalik yaxshi ishlov berilgan bo'lmasin, faqat bir necha nuqtada sodir bo'ladi.



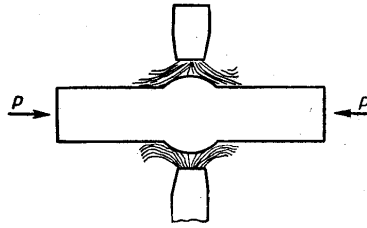
**1.1-rasm.** Metall detalning mexanik tutashishi:  $\Delta A_r$  - elementar (yagona) mikrotutashuv maydoni.

Birikish jarayoniga metallar sirtidagi iflosliklar - oksidlar, yog' pardalari va boshqalar, shuningdek gazlar molekularining singigan qatlamlari kuchli ta'sir qiladi. Sirtning tozaligini faqat yuqori vakuum sharoitida (kamida  $1 \cdot 10^{-8}$  mm simob ustunida) birmuncha uzoq muddat saqlab turish mumkin.

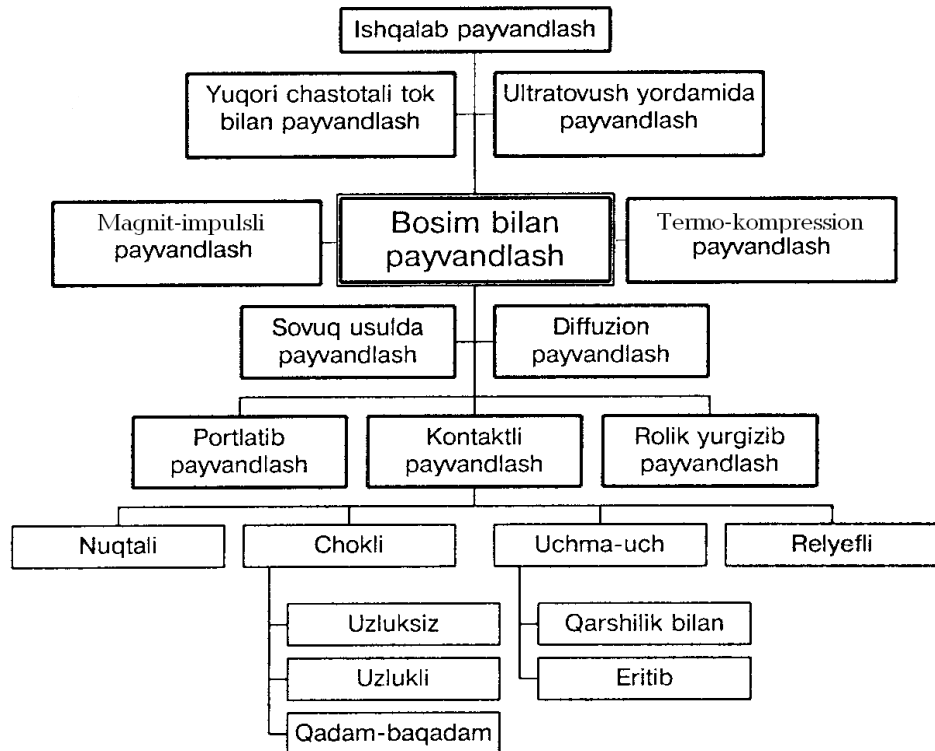
Mazkur qiyinchiliklarni bartaraf etish uchun, payvandlashda qizdirish va bosimdan foydalaniladi.

Qizdirilganda harorati ko'tarilishi bilan metall plastik bo'lib qoladi. Haroratni yanada ko'tarish orqali metallning zrishiga erishish mumkin. By holda suyuq metallning hajmlari umumiy payvandlash vannasiga o'z-o'zidan birlashadi.

Biriktiriladigan qismlarga beriladigan bosim metallning anchagina plastik deformatsiyalanishini yuzaga keltiradi, va u suyaklik kabi oqa boshlaydi. Metall ajralish yuzasi bo'ylab siljib o'zi bilan iflosliklar, pardalar va singigan gazlar bo'lgan sirtqi qatlamni olib ketadi. Yuzaga chiqib qolayotgan yangi qatlamlar bir-biriga zich tegadi va yaxlit bir narsani hosil kiladi. Payvandlash usuliga qarab metallda plastik deformatsiya yoki erish jarayonlari sodir bo'lib, eritmalar, kimyoviy birikmalar, suyuq holatdan krishtallanish jarayonlari va boshqa hodisalar yuz beradi.



**1.2-rasm.** *Bosim ostida payvandlash chizmasi.*



**1.3-rasm.** *Bosim bilan payvandlash usullarining klassifikatsiyasi.*<sup>1</sup>

## **1.2. Kontaktli payvandlash jarayonlarining fizikaviy asoslarining dolzarb muammolari va zamonaviy yutuqlari**

Kontaktli payvandlash detallarni ular orqali o'tuvchi elektr toki bilan qisqa muddat qizdirish va siqish kuchi yordamida plastik deformatsiyalash natijasida detallarning ajralmas metall birikmalarini hosil qilish texnologik jarayonidir.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p.4

<sup>2</sup> K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p.80

Kontaktli payvandlash biriktiriladigan detallarni payvandlanayotgan materialning erish nuqtasidan pastda yoki yuqorida yotuvchi haroratgacha mahalliy qizdirish yo'li bilan amalga oshiriladi.

Kontaktli payvandlashda detallar atomlararo ilashi kuchlari ta'sir qilishi hisobiga birikadi. Ushbu kuchlar ikkita metall detal orasida namoyon bo'lishi uchun yoki ular payvandlanishi uchun ular kristal panjara parametri bilan taqqoslanadigan masofada yaqinlashtirilishi lozim. Masalan, yuqori darajada plastik metallar: alyuminiy, mis yoki uning qotishmalarini sovuq, xolatda payvandlash bunga misol bula oladi. Plastikligi pastroq, materiallar, chunonchi, po'lattsovuq, xolatda deyarli payvandlanmaydi, chunki detallar siqilganda yuzaga keluvchi ancha kata qayishqoq zo'riqishlar tashqi kuch olinganda ayrim nuqtalarda vujudga kelgan elementar birikmalarni emiradi.

Kontaktli payvandlash sovuq holatda payvandlashdan asosan shunisi bilan farq qiladiki, qizdirishda atomlarning harakatchanligi ortadi, payvandlash uchun zarur bo'lgan plastik deformatsiya darajasi kamayadi. Issiq metallning deformatsiyasi kichikroq solishtirma bosimda amalga oshadi va payvandlashni kiyinlashtiruvchi qayishqoq; kuchlarni bartaraf etadi.

Bosim bermasdan, hatto eritish yo'li bilan kontaktli payvandlashni amalga oshirib bo'lmaydi. Bosimning ahamiyati quyidagilardan iborat:

1) payvandlanayotgan detallar bir-biriga zich tekkuncha yaqinlashadi, natijada payvandlash joyida issiqliq ajralish jadalligiga ta'sir qiluvchi, detallar orasida hosil bo'luvchi kontaktning holatini roptlash imkoniyati paydo bo'ladi;

2) berk xajmda krisstalanuvchi metall quymakorlik nuqsonlari (g'ovaklik, cho'kish bo'shliklari va b.) paydo bo'lmasdan zichlanadi;

3) payvandlash joyi ifloslangan va oksidlangan metallardan holi bo'ladi.

Kontaktli payvandlashning ma'lum usullari bir qator belgilariga ko'ra tasniflanadi:

1. Texnologik belgilariga kura:

- nuqtali payvandlash;
- chokli payvandlash;
- uchma-uch payvandlash;

- relefli payvandlash;<sup>3</sup>

2. Birikmaning tuzilitiga kura:

- ustma-ust payvandlash;
- uchma-uch payvandlash;

3. Payvandlash joyida (zonasida) metallning chokli holatiga ko'ra:

- eritib payvandlash;
- eritmasdan payvandlash;

4. Tokning berilish usuliga kura:

- kontaktli payvandlash;
- induksion payvandlash;

5. Payvandlash tokining turiga ko'ra:

- uzgaruvchan tok bilan payvandlash;
- uzgarmas tok bilan payvandlash;

- unipolyar tok, ya'ni impul's davomida kuchi o'zgaradigan bir qutbli tok bilan payvandlash;

6. Bir yo'la bajariladigan biriktirishlar soniga kura:

- bir nuqtali va ko'p nuqtali payvandlash;
- bir chok bilan yoki ko'p chok bilan payvandlash;
- bitta yoki bir nechta birikish joylarini bir yo'la payvandlash;

7. Chokli payvandlashda roliklarni siljitish turiga ko'ra:

- uzluksiz siljitib (roliklarni doimiy ravishda aylantirib) payvandlash;
- roliklarni qadam-baqadam siljitib (payvandlash vaqtida roliklarni to'xtatib)

payvandlash.

Kontaktli payvandlashning afzal tomonlari ushbulardan iborat:

1) jarayonning unumdorligi yuqori;

2) payvandlash jarayonini engil mexanizasiyalashtirish va avtomatlashtirish mumkin;

---

<sup>3</sup> K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p.80

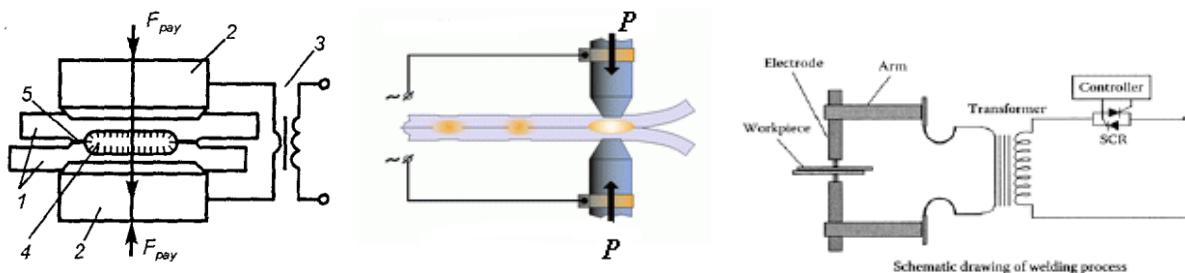
3) termodeformasiya sikli qulay bo'lib, ko'pgina konstruksiey materiallarni biriktirish sifati yuqori bo'lishini ta'minlaydi;

4) texnologii jarayonning gigienik sharoiti yaxshi.

### 1.3. Nuqtali kontaktli payvandlashning rivojlanish tendentsiyalari

Nuqtali payvandlash kontaktli payvandlashning bir usuli bo'lib, bunda detallar chegaralangan alohida tegish joylari bo'yicha (nuqtalar qatori bo'yicha) payvandlanadi.<sup>4</sup>

Nuqtali payvandlashda detallar ustma-ust yig'ilib, elektr toki manbai (masalan, payvandlash transformatori) ulangan elektrodlar yordamida  $F_{\text{pay}}$  kuchi bilan siqiladi. Qisqa muddati payvandlash toki  $I_{\text{pay}}$  o'tganda detallar ularning o'zaro erish zonasi paydo bo'lguncha kiziydi. Bu zona o'zak (yadro) deb ataladi. Payvandlash joyi (zonasi) qiziganda detallarning biriga tegish joyida (o'zak atrofida) metall plastik deformatsiyalanadi. Bu joyda zichlovchi belbog' hosil bo'lib, u suyuq metallni chayqalib to'kilishdan va atrof havosidan ishonchli tarzda himoyalaydi. Shu bois payvandlash joyini maxsus himoyalash talab kilinmaydi. Tok uzib qo'yilgandan so'ng, o'zakning erigan metali tez kristallanadi va biriktirilayotgan detallar orasida metall bog'lanishlar vujudga keladi. Shunday qilib, nuqtali payvandlashda detallarning birikishi metallning erishi bilan sodir bo'ladi.



### 1.4-rasm. Kontaktli nuqtali payvandlash sxemasi:<sup>5</sup>

1 - payvandalanayotgan detallar; 2 – elektrodlar; 3 – transformator; 4 - o'zak; 5 - zichlovi belbog'.

<sup>4</sup> K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p. 80

<sup>5</sup> K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p. 80

Nuqtali payvandlashda detallar 50 Gs sanoat chastotali o'zgaruvchan tok impulslari bilan, shuningdek o'zgarmas yoki unipolyar tok impulslari bilan qizdiriladi.

Nuqtali payvandlashda payvand chok to'rt bosqichda hosil bo'ladi.

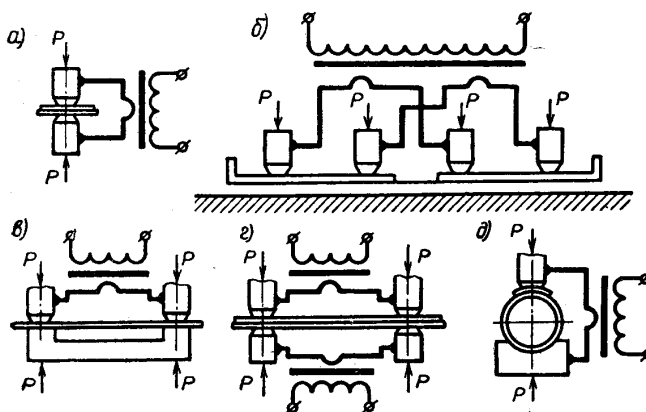
Birinchi tayyorgarlik (siqish) bosqichida payvandlanadigan yuzalar muayyan kuch ta'sirida bir-biriga tegadi. Tegish joylaridagi mikronotekisliklar deformatsiyalanadi va oksid pardalari emiriladi. Tegish qarshiliklari kamayadi va barqarorlashadi, birikma payvandlash tokini ulashga tayyorlanadi.

Ikkinchi bosqich payvanlash toki ulangan paytdan boshlanib, quyma o'zakning eriy boshlashi bilan nihoyasiga etadi. Mazkur bosqich vaqtida metall qiziydi va birikish joyida kengayadi. Metall qizishi bilan plastik deformatsiyalar ortadi, bu deformatsiyalar ta'sirida metall tirqishga siqib chikariladi va belbog' hosil bo'lib, u o'zakni zichlaydi.

Uchinchi bosqich erigan zona paydo bo'lishidan va uning quyma o'zakning nominal diametrigacha kattalashishidan boshlanadi. Bu bosqichda oksid pardalari bo'linib va emirilib, o'zakning erigan metalida aralashadi. Elektr-dinamik kuchlarning ta'sir ko'rsatishi ushbu jarayonga yordam beradi va suyuq metall jadal aralashishiga hamda turli xil metallarni payvandlashda uzakning tarkibi tvkislantishiga olib keladi. Bunday aralashishida oksid pardalar va iflosliklarning erimaydigan - zarralari erigan metall chetida to'planadi.

To'rtinchi bosqich tok uzib qo'yilgan paytdan boshlanadi. Ushbu bosqich vaqtida metall soviydi va kristallanadi hamda payvandlash joyi cho'kichlanadi.

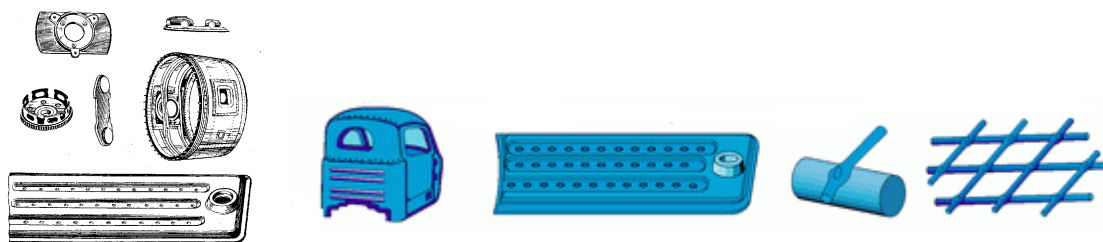
Nuqtali payvandlash quyidagilarga bo'linadi: bir nuqtaliva ko'p nuqtali, bir tomonli, ikki tomonli va bilvosita tok uzatishlar bilan.



**1.5-rasm.** Nuqtali payvandlash sxemalari.

**Nuqtali payvandlash qo'llaniladigan sohalar.** Nuqtalar payvandlash shtamplab-payvandlab salaligan konstruksiyalarni tayerlash keng qo'llaniladi. Funday konstruksiyalarda listdan shtamplab yasalgan ikki bundan ortiq detallar bikr uzellarga payvandlanadi (masalan, engil avtomobilning poli va kuzovi, yuk avtomobilning kabinasi va b.).

Sinchli konstruksiyalar (chunonchi yo'lovchi tashish vagonining yondorlari va tomi, kombayn bunkeri, samolyot uzellari va b.) odatda nuqtalar tarzida payvanaladi.



**1.6-rasm.** Nuqtali payvandlash bilan bajarilgan namunaviy detallar.

Nuqtali payvandlash nisbatan yupqa metallardan uzellar tayyorlashda yaxshi natijalar beradi. Nuqtali payvandlash qo'llaniladigan muhim soha elektr- vakuum texnikasida, asbobsozlik boshqa sohalarda yupqa detallarni biriktirishdir.

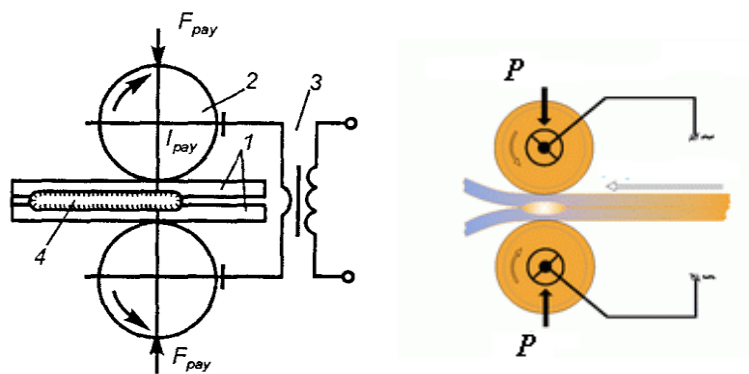
#### **1.4. Chokli kontaktli payvandlashning dolzarb muammolari va ularni bartaraf etish yo'llari.**

Chokli payvandlash bir-birni berkitib turuvchi nuqtalar qatorini hosil qilish yuli bilan zich birikma (chok) olish usulidir. Bunda aylanuvchi disksimon elektrodlar - roliklar yordamida tok keltiriladi va detallar siljiriladi.<sup>6</sup> Nuqtali payvandlashda bo'lgani kabi detallar ustma-ust yig'iladi va payvandlash tokining qisqa muddatli impulslari bilan qizdiriladi. Nuqtalarning bir-birini berkitib turishiga tok impulslari o'rtasidagi to'xtam (pauza)ni va roliklarning aylanish tezligini tegishlicha tanlash orqali erishiladi.

---

<sup>6</sup> K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p.87





**1.7-rasm.** Kontaktli choqli payvandlash sxemasi:<sup>7</sup>

1 - payvandalanayotgan detallar; 2 - roliklar; 3 - transformator; 4 - o'zak.

Chokli payvandlashning uzlukli, uzluksiz va qadam-baqadam turlari bo'ladi.

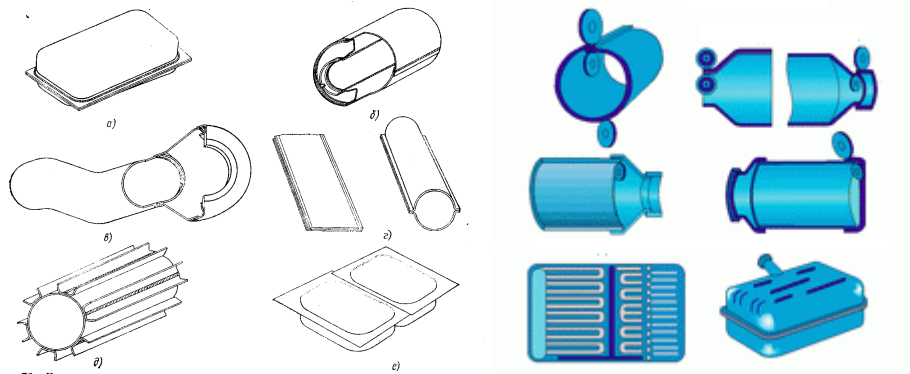
Roliklar yordamida uzluksiz payvandlashda payvandlanayotgan detallar uzgarmas tezlikda uzluksiz xarakatlanadi. Bunda payvandlash toki uzluksiz ulangan buladi.

Roliklar yordamida uzlukli payvandlashda qisqa muddatli tok impulslari ( $t_I$ ) to'xtamlar ( $t_T$ ) navbatlashib keladi va detallar uzluksiz herakatlanadi.

Roliklar yordamida qadam-baqadam payvandlashda payvandlash toki ulangan paytda roliklar vaqtincha to'xtaydi - detallar harakatlanmaydi, bu esa roliklarniig eyilishini, qoldiq, zo'riqishlarni va darzlar hamda kavaklarlar paydo bulishiga moyillikni kamaytirish imkonini yaratadi.

Chokli payvandlashda detallar ko'pincha ustma-ust yig'iladi va payvandlanadi. Ammo ayrim hollarda chokli uchma-uch payvandlashdan ham foydalaniladi, bu hol birikmalarning siklik mustaxamligi yuqorirok bo'lishini ta'minlaydi. Bunda payvalanayotgan detallar to'laroq, erishi uchun folgadan yasalgan ustqo'ymalardan foydalaniladi.

<sup>7</sup>K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p. 87



**1.8-rasm.** Chokli payvandlash bilan bajarilgan namunaviy detallar:

a – yoqilg'i baki, b – yurgizgichning chiqarib yuborish shovqin so'ndirgichi, v – qisqa quvur, g – tekis egiluvchi quvur, d – quvurlarni qovurg'alash, e – oshxona yuvgich idishi.

#### NAZORAT SAVOLLARI:

1. Bosim ostida payvandlashning mohimiyat nimadan iborat?
2. Bosim ostida payvandlash jarayonlarini qanday tasniflash mumkin?
3. Kontaktli payvandlashning mohiyat nimadan iborat?
4. Kontaktli payvandlash jarayonlarini qaysi parametrlariga ko'ra tasniflash mumkin?
5. Nuqtali kontaktli payvandlashning mohiyati aytib bering?
6. Nuqtali kontaktli payvandlash qaysi sohalarda ko'llaniladi?
7. Chokli payvandlash jaraenlarini qaysi parametrlariga kura tasniflash mumkin?

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. N. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – 446 p.
2. K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- 196 p
3. J. Norrish. Advanced welding processes – N.Y.: IOP published limited, 2002

## **2-ma`ruza. Relyfli va uchma-uchli kontaktli payvandlash zamonaviy texnologiyasi va jihozlarining**

### **Reja:**

2.1. Relyefli kontaktli payvandlashning dolzarb muammolari va zamonaviy yutuqlari

2.2. Uchma-uch kontaktli payvandlashning rivojlanish tendetsiyalari

### **2.1. Relyefli kontaktli payvandlashning dolzarb muammolari va zamonaviy yutuqlari**

Relyfli payvandlashni kontaktli payvandlashning bir turi sifatida ta`riflash mumkin. Bunda bo`lg`usi payvand birikmajoyidagi tokning zarur zichligi elektrodning ish yuzasi bilan emas, balki payvandalanadigan buyumlarning tegishli shakli bilan hosil qilinadi.<sup>8</sup> Buyumning bu shakli sun`iy ravishda, turli shakldagi mahalliy chiqiqlar (releflar) olish yo`li bilan hosil qillinadi. Birikmaning konstruktiv xususiyatlariga muvofiq buyumning shakli tabiy bo`lishi ham mumkin.

Relyfli payvandlashda biriktiriladigan detallar bir vaqtning o`zida bitta yoki bir necha nuqtada yoki butun tegish yuzasi bo`yicha payvandlanadi, bu detallarning birida maxsus tayyorlangan chiqiqlar (releflar)ga yoinki payvandlanadigan detallarning payvandlanadigan joyi shakliga bog`liq.

Payvandlash toki ulangandan so`ng payvandlash joyida tok miqdori juda ko`payadi va metall tez qiziydi. Bu hol plastik deformatsiyalar jadal kattalashuviga olib keladi.

Relyfli payvandlashda payvand birikma quyma o`zak hosil bo`lishi bilan yoki qattiq fazada shakllanadi.

Payvandlashning mazkur usulida, qoidaga ko`ra, agar mashinaning bir yurishida bir necha payvand birikmalar yoki katta yuzali bitta birikma hosil bo`lsa, jarayonning unumdorligi ortadi.

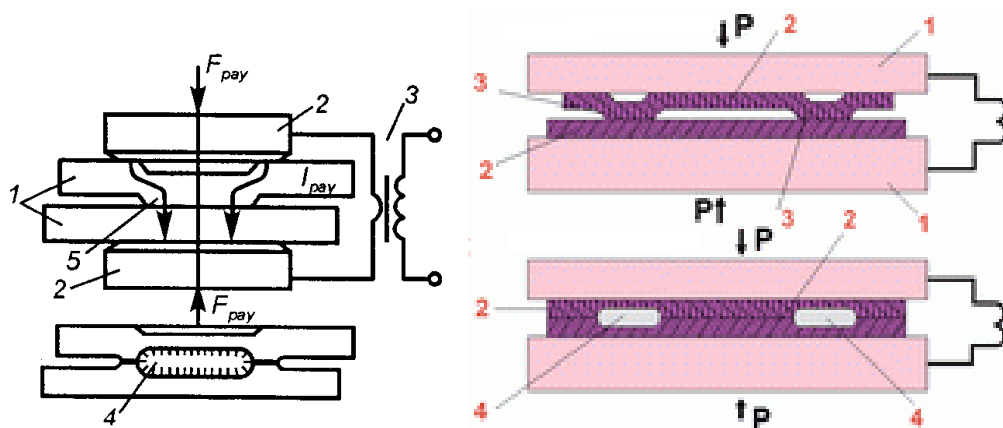
Ba`zi hollarda ushbu usuldan foydalanish payvand birikmaning tashqi ko`rinishini yaxshilash, payvandlash qo`llaniladigan sohalarni kengaytirish, eritib payvandlashning

---

<sup>8</sup> K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p.83

kam tejimli usullarini boshqasi bilan almashtirish vz elektrodning chidamliligini oshirish imkonini beradi.

Bir yo'la bir qancha (10 - 15 tagacha) nuqtalar tushirib relefli payvandlash eng samaralidir. Zalvorli elektrodlar vositasida barcha releflar buyicha siqilgan detallar qiziydi. Siqish kuchi ta'sirida chiqiqlar bir vaqtning o'zida cho'kadi. Ichki tegish joyida (kontaktda) me'yoridagi o'lchamli quyma o'zak yuzaga keladi. Shunday qilib, bir sikl ichida qo'shimcha belgilanmagan va nuqtalari berilgan tarzda joylashgan ko'p nuqtali payvand chok hosil bo'ladi



2.1-rasm. Relefli payvandlash sxemasi:<sup>9</sup>

1 - tok keltiruvchi elektrodlar; 2 - payvandlanayotgan detallar; 3 - relef; 4 - o'zak.

### Relefli payvandlashning afzal jihatlari quyidagilardir:

- mashinaning bir yurishida bir necha nuqtalar bir yo'la payvandlanadi, bu esa mehnat unumdorligini oshiradi. Bir vaqtning o'zida payvandlanadigan nuqtalar soni uskunaning elektrodlarda zarur payvandlash toki va kuchini hosil qilish imkoniyatiga bog'lik (yupqa po'latlarda bir yo'la 20 tagacha relef payvandlanadi);

- payvand birikmlar ko'p elektrodli mashinalarda nuqtali payvandlashga, list metallardan yasalgan kichikroq, o'lchamli detallarni payvandlashga qaraganda ixchamroq joylashadi;

- releflar nuqtali payvandlashdagiga nisbatan kichikroq oraliqda (kichikroq qadam bilan) va payvandlanayotgan detallarning chetiga yaqinroq joylashadi. Shu tufayli tayanch

<sup>9</sup> K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p. 83

yuzasi kichik bo'lgan, list po'latdan tayyorlangan detallarga turli mahkamlash detallarini bir necha joyidan payvandlab qo'yish (privarka) uchun relefli payvandlashdan foydalanish imkoni bo'ladi;

- nuqtalar oldindan releflar bilan belgilab qo'yilgan joylarda joylashadi. Payvandlash izlarining kamligi (kichikligi) birikmaning tashqi ko'rinishini yaxshilaydi;

- 1:6 va bundan katta nisbatli list metallarni payvandlash mumkin;

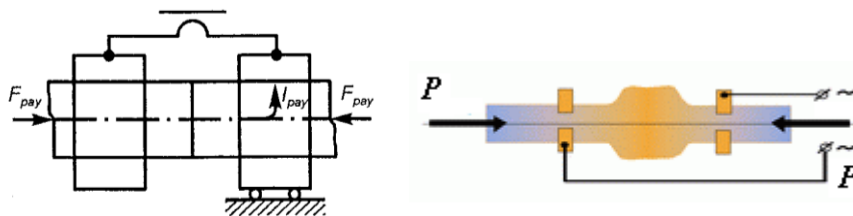
- yuzasi oksidlangan list po'latlar yaxshi payvandlanadi, chunki releflarni shtamplash va katta bosim oksid pardalarini qisman emiradi, tegish (kontakt) qarshiligini kamaytiradi hamda barqarorlashtiridan;

- relefli payvandlash uskunalari ko'p elektrodli nuqtali payvandlash mashinalariga nisbatan soddaroq.

**Relefli payvandlash ko'llaniladigan sohalari.** Relefli payvandlash har xil mayda mahkamlash detallari, vtulkalar, skobalar, o'qlar va shu kabilarni list po'latdan yasalgan yoirikroq, buyumlar bilan biriktirish uchun eng ko'p qo'llaniladi. Releflar odatda mayda detallarda ularni tayyorlash jarayoni bilan bir vaqtda sovuqlayin hosil qilinadi. Ularning umumiy yuzasi kattalashishi bilan payvand birikmaning mustaxkamligi ham mos ravishda ortadi. Halqasimon relefli buyumlarda zich (germetik) birikmalar hosil qilish mumkin.

## 2.2. Uchma-uch kontaktli payvandlashning rivojlanish tendetsiyalari

Uchma-uch payvandlash deb, kontaktli payvandlashning shunday turini aytiladiki, bunda payvandlash detallarning birlashtiriladigan butun yuzasi, butun uchma-uch birikish joyi buyicha amalga oshiriladi.<sup>10</sup>



2.2-rasm. Uchma-uch payvandlash sxemasi<sup>11</sup>

<sup>10</sup> K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p. 84

<sup>11</sup> K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p. 84

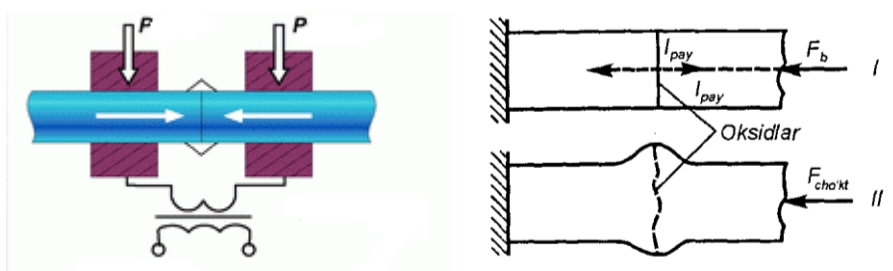
Payvandlash uchun detallar qisish kurilmasi yordamida pastki tok o'tkazuvchi elektrodlarga siqiladi. Bu elektrodlar kontaktli payvandlash mashinasi transformatori ikkilamchi chulg'amining har xil ishorali qutblari hisoblanadi. Tokni almashlab ulagich (pereklyuchatel) yordamida transformatorning ikkilamchi chulg'ami zanjirini tutashtirib, qarshilikka keltirilgan detallar orqali katta kuchli tok o'tkaziladi. Shunda ikki detalining tegish qarshiligi evaziga jadal ajralib chiqayotgan issiqlik payvandlanayotgan yuzalarning metallning erish haroratiga yaqin haroratgacha tez qizishini ta'minlaydi. Detaillar talab etilgan darajada qizigandan kegin cho'ktirish qurilmasi yordamida bosiladi.

Yuqori harorat va bosimning birgalikdagi ta'siri payvandlanayotgan qismlar materialidan umumiy kristal panjara hosil bo'lishi tufayli detallar payvandlanishini ta'minlaydi.

Uchma-uch payvandlash bajarilish usuliga qarab ikki asosiy turga ajratiladi:

**1) qarshilik bilan uchma-uch payvandlash.**

- qarshilik bilan uchma-uch payvandlashda detallar avval  $F_b$  kuch bilan siqiladi va payvandlash transformatori tarmoqqa ulanadi. Detaillar orqali payvandlash toki  $I_{pay}$  o'tadi va detallarning detallarning uchma-uch birikish joylari erish haroratiga yaqin haroratgacha asta-sekin qiziydi. Keyin payvandlash toki uchib qo'yiladi va cho'ktirish kuchi keskin oshiriladi, shunda ular uchma-uch birikish joyida deformatsiyalanadi. Bunda payvandlash joyidan sirdagi pardalarning bir qismi siqilib chiqadi, fizik kontakt shakllanadi va birikma hosil bo'ladi.



**2.3-rasm.** Qarshilik bilan uchma-uch payvandlashda birikma hosil bo'lish sxemasi<sup>12</sup> ( $F_b$  – boshlang'ich kuch;  $F_{cho'kt}$ .- cho'ktirish kuchi)

<sup>12</sup> K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p. 85

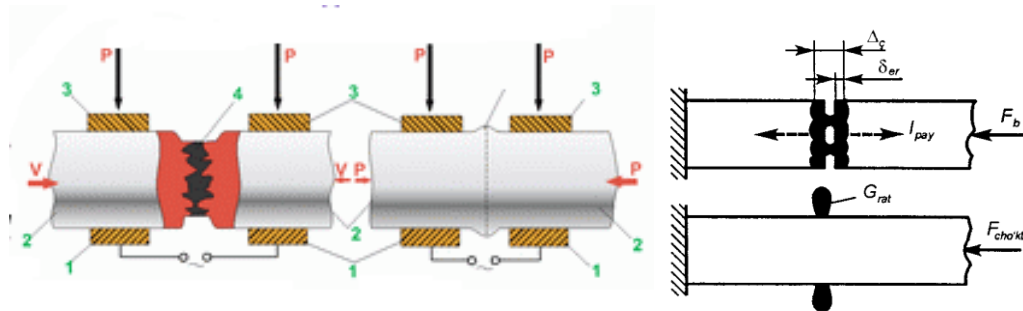
Qarshilik bilan uchma-uch payvandlashda birinchi tayyorgarlik bosqichida detallar katta kuch ta`sirida bir-biriga tegadi.

Ikkinchi bosqichda tok ulanib, birikmaning yon yuzalari asosiy metallning erish harorati  $T_{\text{Erish}}$  ning (0,8 - 0,9) qismi qadar qizdiriladi. Metallning tutash qismlari ma`lum chuqurlikkacha qiziydi va birgalikda plastik deformatsiyalanish sodir bo`ladi. Payvandlashning ayni usulida plastik deformatsiya vaqgida yon yuzalardan oksidlarning bir qismi siqilib chiqadi. Bu paytda atomlarning termik faollashuvi o`zaro ta`sirning aktiv markazi yuzaga kelishiga va qattiq fazada payvand birikmaning uzil-kesil shakllanishiga yordam beradi.

Detallarni uchidagi pardalari payvand birikma hosil bo`lishiga katta ta`sisir ko`rsatadi. Qizdirish vaqtida havo qizdirilayotgan uchlarga deyarli qarshiliksiz kirib, ularni oksidlaydi va atomlararo bog`lanishlar yuzaga kelishiga to`squinlik qiladi. Mazkur usulning ayrim turlarida qo`llaniluvchi payvandlash joyini himoyalash oksidlanish jarayonlarini sekinlashtiradi. Qarshilik bilan uchma-uch payvandlashda birikish joyida odatda oksidlarning bir qismi qolib ketadi, ular birikmaning sifatini yomonlashtiradi;

## **2) eritib uchma-uch payvandlash.**

Eritib uchma-uch payvandlashda dastlab detallarga payvandlash transformatoridan kuchlanish beriladi, keyin ular bir-biriga yakinlashtiriladi. Detallar bir-biriga tekkanda tokning zichligi kattalagi tufayli tegish joyining ayrim joylaridagi metall tez qiziydi va portlashsimon emiriladi. Tegish joylari, ya`ni ulagichlar uzluksiz hosil bo`lishi va emirilishi, ya`ni uchlarning erishi hisobiga detallarning uchlari qiziydi. Jarayonning oxiriga kelib uchlarda uzluksiz suyuq, metall qatlami yuzaga keladi. Bu paytda yakinlashtirish tezligi va cho`ktirish kuchi keskin oshiriladi; uchlar bir-biriga tutashadi, suyuq; metallning ko`p qismi sirdagi pardalar bilan birga payvandlash joyidan siqilib chiqib, qalinlashgan joy - grat hosil qiladi. Payvandlash toki cho`ktirish vaqtida o`z-o`zidan uziladi.



**2.4-rasm.** Eritib uchma-uch payvandlashda birikma hosil bo'lish sxemasi <sup>13</sup>

Eritib uchma-uch payvandlashda birinchi bosqichda detallarning uchlari faqat elektr kontakt uchun etarli bo'lgan kichikroq kuch bilan bir-biriga tekkiziladi. Ikkinchi bosqichda payvandlash joyi qizdiriladi va eritiladi. Uchlari avval qattiq holatda tekkiziladi, keyin esa eritilgan metall ulagichlar ko'rinishda tegadi, bu ulagichlar vaqt-vaqtida emiriladi. Eritib qizdirishda uchlarning harorati erish haroratiga yaqin bo'ladi. Katta kesimli detallar bu bosqichdan oldin uchlarni qisqa muddat tutashriish yo'li bilan yoki tores induktori orqali yuqori chaototali tok (YuChT) bilan bir oz qizdiriladi. Uchinchi bosqichda chuqtirish amalga oshiriladi. Uchlari bir-biriga tez yaqinlashtirilganda uchlarni berkitib turuvchi erigan metall pardalari umumiy suyuq yupqa qatlamga birlashadi va suyuq fazada umumiy bog'lanishlar vujudga keladi. Cho'ktirish va plastik deformatsiyalash davom ettirilganda suyuq metall tirkishdan siqilib chiqadi hamda birikma endi qattik, fazada uzil-kesil shakllanadi. Eritilgan metallning bir qismi siqilib chiqmasdan qolib ketishi mumkin va bu joyda payvand birikma birgalikda kristallanish natijasida hosil bo'ladi. Eritib payvandlashda oksid pardalarini yo'qotish ancha oson. Ularning ko'p qismi yuzada erigan metall holatida bo'lib, detallar uchlarni qoplab turadi va cho'ktirish chog'ida erigan metall bilan birga chiqib ketadi.

Eritib uchma-uch payvandlash usuli payvanlalanadigan detallar ko'ndalang kesimining materiali, katta-kichikligi va shakliga qarab, shuningdek mavjud uskunalarni hamda birikmaning sifatiga qo'yiladigan talablarni inobatga olingan holda tanlanadi:

- qarshilik bilan payvokdlash orqali asosan kichikroq kesimli (ko'pi bilan 250 mm<sup>2</sup>) detallar biriktiriladi;

<sup>13</sup> K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p. 84



- kesimi  $1000 \text{ mm}^2$  gacha bo'lgan detallar uzluksiz eritib payvandlanadi (erish jarayoning o'z-o'zidan rostlanishi yomon bulgani uchun bundan katta kesimli detallarni bu usulda payvandlab bo'lmaydi);

- bir oz qizdirgan holda eritib qarshilik bilan payvandlash  $5000-10000 \text{ mm}^2$  li kesiklar bilan chegaralanadi. Kesimi  $10000 \text{ mm}^2$  dan katta detallar payvandlash transformatorining kuchlanishi va harakatlanuvchi qisqichni uzatish tezligi dastur bilan boshqariluvchi mashinalarda uzluksiz eritib payvandlanadi.

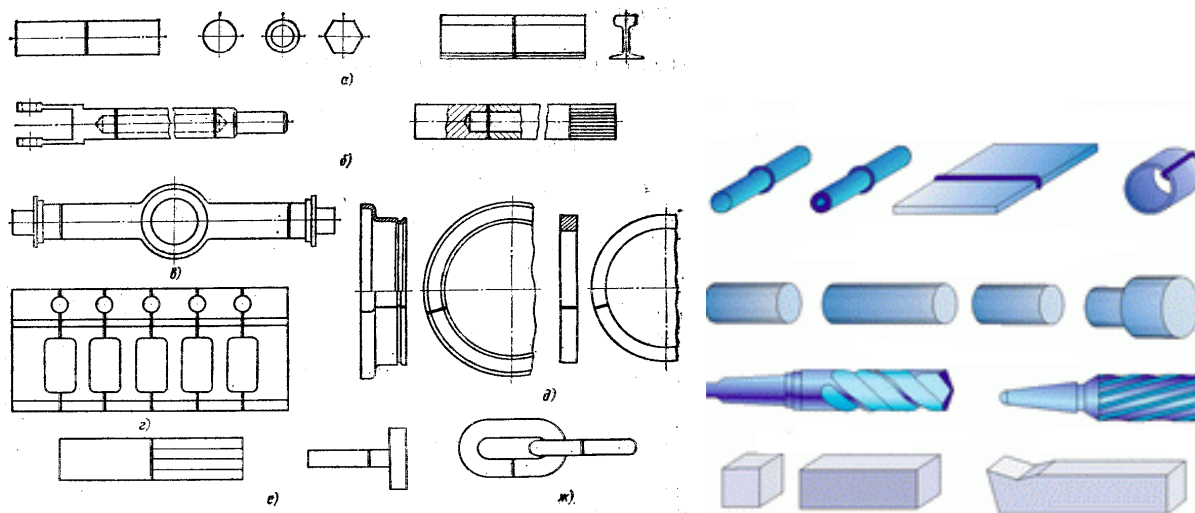
**Uchma-uch payvandlash qo'llaniladigan sohalar.** Kontaktli uchma-uch payvandlash quyidagi hollarda keng qo'llaniladi:

- prokatdan uzun buyumlar (qozonlarning qizish yuzasidagi quvurdan ishlangan zmeeviklar, temir yo'l relslari, temir-beton armaturasi, uzluksiz prokatlash sharoitida tanavorlar) olish uchun;

- oddiy tanavorlar (zagotovkalar)dan murakkab detallar (uchish apparatlari shassilarining qismlari, tortqilar, vallar, avtomobillarning kardanli vallari va b.) tayyorlash uchun;

- tutash shakldagi murakkab detallar (avtomobil g'ildiraklerining to'g'inlari, reaktiv dvigatellarning bikrik chambaraklari, shpangoutlar, zanjirlar bo'g'inlari va b.) yasash uchun;

- legirlangan po'latlarni tejash maqsadida (asbobning ish qismi tezkesar po'latdan, quyruq qismi esa uglerodli yoki kam legirlangan po'latdan ishlanadi).



**2.5-rasm.** Uchma-uch payvandlash bilan bajarilgan namunaviy detallar:

a – kompakt profilli uzun o'lchamli buyumlar, quvurlar, relslar; b – vallar; v – avtomobillar orqa ko'prigining g'ilofi; g – yurgizgich bloki; d – g'ildirak to'g'inni, halqalar; e – kesuvchi asbob, yurgizgichlar klapanlar; j – zanjir.

#### **NAZORAT SAVOLLARI:**

1. Relefi payvandlashning mohiyati niadan iborat?
2. Relefli payvandlash qaysi sohalarda qo'llaniladi?
3. Relefli payvandlashning qanday afzalliklari bor?
4. Qarshilik bilan uchma-uch payvandlashda birikma hosil qilish qanday bosqichlarni o'z ichiga oladi?
5. Eritib uchma-uch payvandlashning mohiyatini aytib bering.
6. Uchma-uch payvandlash usuli qanday parametrlarga qarab tanlanadi?
7. Uchma-uch payvandlash qaysi sohalarda qo'llaniladi?

#### **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:**

1. N. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – 446 p.
2. K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- 196 p
3. J. Norrish. Advanced welding processes – N.Y.: IOP published limited, 2002

### **3-mavzu. Sovuq holatda, diffuzion, ultra tovush yordamida va ishqalab payvandlashning dolzarb muammolari va zamonaviy yutuqlari**

#### **Reja:**

- 3.1. Sovuq holatda payvandlashning rivojlanish tendentsiyalari.
- 3.2. Diffuzion payvandlashning dolzarb muammolari va ularni bartaraf etish yo‘llari
- 3.3. Ultra tovush yordamida payvandlashning zamonaviy texnologiyalari
- 3.4. Inersion, tebratib va orbital ishqalab payvandlash yuzaga keladigan muammolar va ularni bartaraf etish.

#### **3.1. Sovuq holatda payvandlashning rivojlanish tendentsiyalari**

Metallarni sovuq holatda payvandlash chuqur o‘tmishdan beri qo‘llanilib kelmoqda. Sovuq holatda payvandlash tarixining zamonaviy davri 1948 yilda Angliyada bajarilgan tadqiqotlardan boshlanadi.

Sovuq holatda payvandlash - payvandlanadigan qismlarni anchagina plastik deformatsiyalagan holda, tashqi issiqlik manbalari bilan qizdirmasdan bosim bilan payvandlash.<sup>14</sup>

Sovuq holatda payvandlash usuli plastik deformatsiyalashdan foydalanishga asoslangan. Plastik deformatsiyalash yordamida, payvandlanayotgan yuzadagi mo‘rt oksid pardasi, ya‘ni metallarning birikishiga halaqit beruvchi asosiy to‘siq, parchalab tashlanadi. Biriktirilayotgan metallar orasida metali boglanishlar yuzaga kelishi hisobiga yaxlit metall birikma hosil bo‘ladi. Ushbu bog‘lanishlar biriktirilayotgan metallar yuzalari  $(2-8)10^{-7}$  mm atrofida yaqinlashtirilganda elektron bulut hosil bo‘lishi natijasida atomlar orasida yuzaga keladi. Bu bulut ikkala metall yuzaning ionlangan atomlari bilan o‘zaro ta‘sirlashadi.

Sovuq xolatda payvandlashning avzalliklari:

- narxi arzonligi;
- unumdorligi yuqori;
- yong‘in portlash xavfsizligi muxitida ishlarni avtomatizasiyalash imkoni mavjudligi;

---

<sup>14</sup> K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p. 92

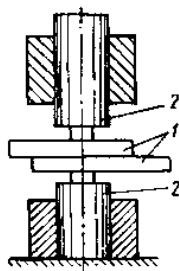
- izolyasiya qoplangan detallarni payvandlash imkoni borligi.

Sovuq xolatda payvandlash bilan yuqori plastik xususiyatga ega metallar payvandlash mumkin: alyuminiy va uning qotishmalari, mis va uning qotishmalari, kadmiy, nikel, qo'rg'oshin, qalay, sink, titan, kumush va boshqalar. Bu payvandlash usuli turli xil metallarni payvandlashda ishlatiladi, masalan, misni alyumin bilan payvandlashda. Sanoatda asosan ikki tur payvvdlash usuli ishlatiladi: ustma-ust payvandlash va uchma-uch payvandlash.

Ustma-ust payvandlashda payvaandlanayotgan detallarni ustma-ust taxlab press ostiga qo'yiladi. Payvand birikma detallarni plastik deformatsiyalanish xisobiga bo'ladi.

Amaliyotda quyidagi payvandlash usullari ishlatiladi: payvandlanayotgan detalni oldindan qismasdan, payvandlanayotgan detallarni oldindan qisib, payvandlanayotgan detallarni bir tomonini deformatsiyalab.

1) Detailarni oldindan qismasdan nuqtali payvandlash.



**3.1-rasm.** *Payvandlanayotgan detallarni oldindan qismasdan sovuq holatda nuqtali payvandlash sxemasi:*

1 - payvandlanayotgan detallar; 2 - puanson.

Payvandlashga tayorlangan detallar 1, o'qdoshli joylashgan puansonlar orasida o'rnatiladi 2. Kuchlanish ta'sir etganda puansonlarning ishchi do'ngliklari payvandlash uchun ma'lum deformatsiyaga ega bo'lguncha metallni ezadi. Puansonlarning ishchi do'ngliklarining eng rasional shakli – bu to'g'ri burchakli va dumaloq. Puansonning ishchi do'ngligining eni va diametrini payvandlanayotgan detal qalinligi 1-3 ga teng qilib olinadi.

### **3.2. Diffuzion payvandlashning dolzarb muammolari va ularni bartaraf etish yo'llari**

Diffuzion payvandlash bosim bilan payvandlash usullari guruhiga kiradi, bunda payvandlanayotgan qismlarning plastik deformatsiyalanish evaziga birikishi erish haroratidan past haroratda, ya`ni qattiq fazada amalga oshadi. Mazkur usulning o`ziga xos xususiyati shundaki, nisbatan uncha katta bo`lmagan qoldiq deformatsiya yuqori haroratdan foydalaniladi.<sup>15</sup>

Jarayonni payvandlashda ma`lum bo`lgan ko`pigina issiqlik manbalaridan foydalanib amalga oshirish mumkin. Induksion, radiasion, elektron-nur yordamida qizdirish, shuningdek o`tuvchi tok bilan qizdirish xamda tuzlar eritmasida qizdirishdan amalda eng ko`p foydalaniladi.

Payvandlash paytida biriktirilayotgan detallar bir-biriga to`g`ridan-to`g`ri yoki qatlamlar (folga yoxud kukun qistirmalar, koplamlar) orqali tekkiziladi.

Diffuzion payvandlash ko`pincha vakuumda olib boriladi. Ammo jarayonni himoya yoki tiklash gazlari yoxud ularning aralashmalari muhitida amalga oshirish ham mumkin (nazorat qilinadigan muhitda diffuzion payvandlash). Kislorodga uncha yaqin bo`lmagan materiallarni payvandlashda jarayonni hatto havoda ham olib borish mumkin. Diffuzion payvandlash uchun muhit sifatida tuzlar eritmalaridan ham foydalansa bo`ladi, ular ayni paytda issiqlik manbalari vazifasini ham bajaradi.

Diffuzion biriktirish orqali payvandlash jarayoni shartli rrvishda ikki bosqichga bo`linadi.

Birinchi bosqichda materiallar yuqori haroratgacha qizdiriladi va bosim beriladi, natijada bir-biriga tegib turgan yuzalardagi mikrochiquqlar plastik deformatsiyalanadi turli pardalar emiriladi hamma yo`qoladi. Bunda metali bir-biriga to`g`ridan-to`g`ri tegib turuvchi (kontakt) ko`plab qismlar (metall bog`lar) hosil bo`ladi.

Ikkinchi bosqichda qolib ketgan mikronotekisliklar yuqotiladi va singish (diffuziya) ta`sirida o`zaro birikish hajmiy zonasi yuzaga keladi.

Diffuzion payvandlashning avzalliklari:

---

<sup>15</sup> K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p. 92

- kiyinchiliksiz turli materiallarni payvandlash imkoniyati mavjud (po'lat bilan cho'yanni, po'lat bilan titanni, po'lat bilan niobiyni, po'lat bilan volframni, po'latni metallkeramika bilan, platinani titan bilan, oltinni bronza bilan va haqozo.);

- turli qalinlikdagi detallarni payvandlash imkoniyati mavjudligi;

- asosiy metall va payvand birikma metallarini mustaxkamligini bir tekis ta'minlaydi;

- payvandlash jarayonida metall erishi yo'k, oqibatda payvand birikmaga yomon ta'sir etuvchi metallurgik ta'sir etmaydi, konstruksiyani ishlab chiqish arzonlashadi.

Diffuzion payvandlashning kamchiliklari:

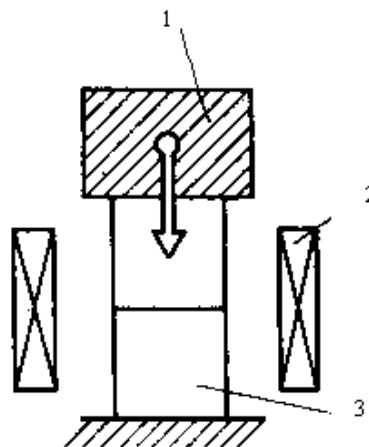
- payvandlash siklining davomiyligi uchun ishlab chiqish jarayoni unumdorligi past;

- jixozlar va texnologik moslamalarning murakkabligi, bir vaqtning o'zida qizish va yuklamaga ta'sirlanishi;

- kontaktli yuza sifatiga yuqori talablar qo'yilishi.

Diffuzion payvandlash amaliyotida ikkita texnologik jarayon qo'llanilishi ma'lum:

1) Erkin deformatsiyalash sxemasi bo'yicha diffuzion payvandlash – bunda oquvchanlik chegarasidan past bo'lgan doimiy kuchlanish ishlatiladi.



**3.2-rasm.** Erkin deformatsiyalash sxemasi bo'yicha diffuzion payvandlash:

1 - yuklash tizimi; 2 - qizdirgich; 3 - detallar.

### 3.3. Ultra tovush yordamida payvandlashning zamonaviy texnologiyalari

Ultratovush yordamida payvandlash – bu tadqiqotning rivojlanish davri 20 –chi asrning 30-40 yillaridan boshlangan. Ushbu jarayonning ochilishiga sabab kontaktli

payvandlash bilan bog'liq bo'lgan yuzalarni tozalashda qo'llaniladigan ultratovush to'lqinlar bilan bog'liqdir.<sup>16</sup>

Ultratovush yordamida payvandlash - ultratovush tebranishlari ta'sirida amalga oshiriluvchi bosim bilan payvandlash. Metallarni ultratovush yordamida payvandlashda ajralmas birikma biriktiriladigan qismlarni nisbatan kichik (mikrosxemalar va yarim o'tkazgichli asboblarning qismlarini biriktirishda nyutonning o'ndan bir ulushi yoki birligiga teng hamda nisbatan qalin tunukalarni biriktirishda  $10^4$  N dan katta bo'lmagan) kuch bilan siqish va ayni vaqtda tegish (kontakt) joyiga 15 - 80 kGs chastotali mexanik tebranishlar ta'sir etirish jarayonida hosil bo'ladi.

Ultratovush yordamida payvandlashda birikma hosil bo'lishi uchun zarur sharoit biriktirilayotgan kislmlarning bir-biriga tegish joyida mexanik tebranishlar mavjudligi natijasida yuzaga keladi. Tebranish energiyasi murakkab cho'zilish, siqilish va kesilish zo'riqilshlarini hosil qiladi. Biriktirilayotgan metallarning egiluvchanlik chegarasidan oshib ketganda ularning tegish joyida plastik deformatsiya sodir bo'ladi. Plastik deformatsiya va ultratovushning ajratuvchi (disperslovchi) ta'siri natijasida turli xil sirtqi pardalar emiriladi va yo'qoladi hamda payvand birikma hosil bo'ladi. Tegish joyidagi harorat odatda biriktirilayotgan metallar erish haroratining 0,3 - 0,5 qismidan ortiq bo'lmaydi.

Ultratovush yordamida payvandlashning avzalliklari:

- payvandlash metallni qattiq xolatida qizdirmasdan bajariladi, natijada birikma xududida mo'rt intermetallidlar xosil bo'lishiga moyil kimyoviy faol metallar va turli jinsli metallarni biriktirish imkonini beradi;

- ingichka detallarni payvandlash imkonini beradi;

- payvand birikma yuzalariga tozalik talablari uncha yuqori emasligi qoplangan, oksidlashgan detal yuzalarida, hamda turli izolyasion qatlami mavjud yuzalarni payvandlash imkonini yaratadi;

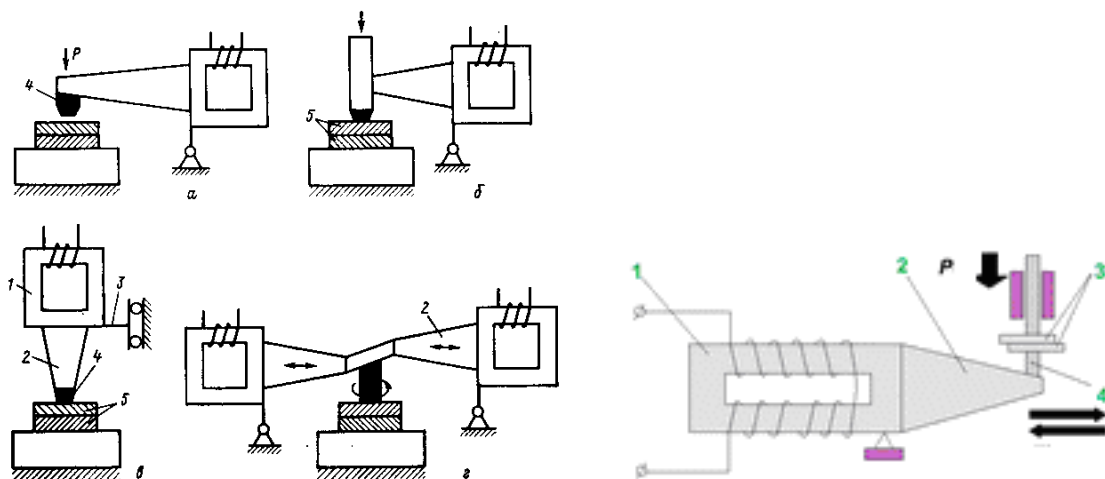
- past payvandlash kuchlanishlari ishlatilishi hisobiga detal yuzalari kam deformatsiyalanadi;

---

<sup>16</sup> K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p.89

- payvandlash jarayonining avtomatlashtirilishi sodda.

Ultratovush yordamida payvandlash buyumlarning turli elementlarini 0,005 – 3,0 mm qalinlikda yoki 0,01 – 0,5 mm diametrda bo'lgan o'lchamlarni payvandlash imkonini beradi. Ultratovush yordamida payvandlashning qo'llash sohasi quyidagilardir: yarimo'kazgichlar, elektronika uchun mikroasbob va mikroelementlar, kondensatorlar, rele, saqlagichlar va boshqalarni ishlab chikishda qo'llaniladi.



**3.3-rasm.** Ultratovush yordamida metallarni payvandlash uchun namunaviy tebranish tizimlari sxemasi<sup>17</sup>:

a – bo'ylama; b – bo'ylama-ko'ndalang; v – bo'ylama-vertikal; g – buralma;

1 - uzgartirgich; 2 - to'lqin o'tkazuvchi bo'g'in; 3 - akustik bushatqich; 4 - payvandlash uchligi; 5 - payvandlanayotgan detallar.

### **3.4. Inersion, tebratib va orbital ishqalab payvandlash yuzaga keladigan muammolar va ularni bartaraf etish**

Ishqalab payvandlash deb, bir-biriga siqilib turgan va nisbiy harakatda ishtirok etadigan ikkita tanavorning tegish yuzasida hosil bo'luvchi issiqlikdan foydalanish hisobiga amalga oshiriladigan ajralma birikma hosil qilish texnologik jarayonini aytiladi.<sup>18</sup> Nicbiy harakat uzilganda yoki batamom to'xtaganda ishqalab payvandlash cho'kichlash kuchini qo'yish bilan nihoyasiga etkachiladi.

<sup>17</sup> K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p.86

<sup>18</sup> K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p.86



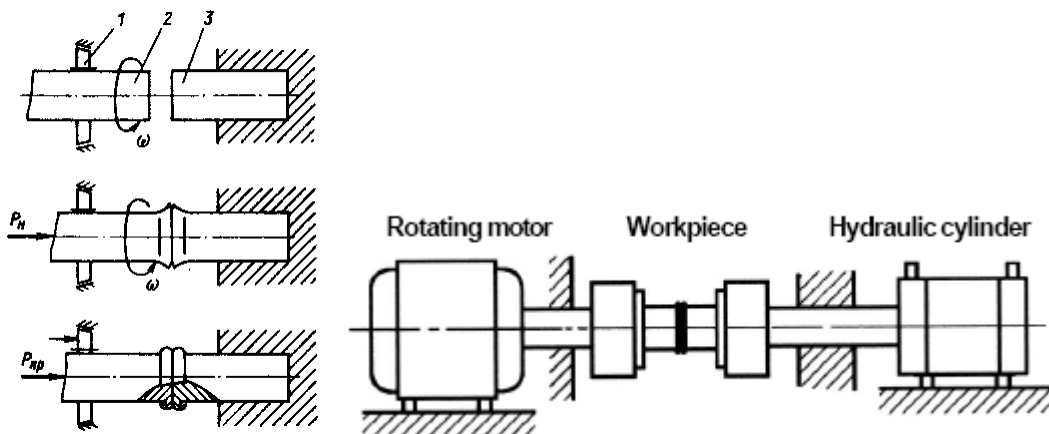
Payvand birikma, bosim bilan payvandlashning boshqa usullarida bo'lgani kabi, payvandlanayotgan tanavorlarning bir-biriga tegib turuvchi hajmlari plastik deformatsiyalanishi natijasida yuzaga keladi. Ishqali payvandlashning farqli xususiyati shundan iboratki, bunda issiqlik ishqalanuvchi yuzalar o'zaro harakatlanganda vujudga keluvchi ishqalanish kuchlarini engishga sarflanuvchi ishining to'g'ridan-to'g'ri o'zgarishi hisobiga hosil bo'ladi.

Ishqalab payvandlashning avzalliklari:

- payvand birikmaning yuqori sifatli bajarilishi;
- jarayonning yuqori unumdorligi;
- turli jinsli metallarni payvandlash imkoni mavjudligi.

Ishqalab payvandlashning kamchiliklari:

- mavjud ishqalab payvandlash mashinalari ko'ndalang kesim yuzalari  $150 \text{ mm}^2$  dan katta bo'lgan tanavorlarni biriktirish imkoniyati yo'k.



**3.4 -rasm.** Uzluksiz yurgizib ishqalab payvandlash sxemasi:<sup>19</sup>

1 - tormoz; 2 - payvandlanayotgan tanavorlar.

### Nazorat savollari:

1. Sovuq holatda payvandlashning mohiyati nimadan iborat?
2. Sovuq holatda payvandlash usullari kandy klassifikasiyalanadi?
3. Diffuzion payvandlashning mohiyati nimadan iborat?
4. Diffuzion payvandlash usullari kandy klassifikasiyalanadi?
5. Ultratovush yordamida payvandlashning qandy afzalliklari bor?

<sup>19</sup> K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p.86

6. Ishkalab payvandlashning mohiyatini aytib bering.

#### **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:**

1. N. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – 446 p.
2. K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- 196 p
3. J. Norrish. Advanced welding processes – N.Y.: IOP published limited, 2002

#### **4-mavzu. Termokompression, prokatkalab, portlatib, yuqori chastotali va magnit-impulsi payvandlashning dolzarb muammolari va zamonaviy yutuqlari**

##### **Reja:**

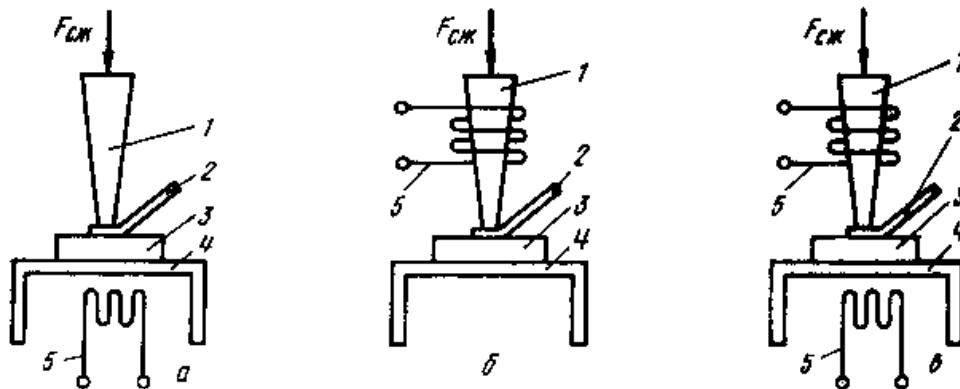
- 4.1. Termokompression payvandlash payvandlashning rivojlanish tendentsiyalari
- 4.2. Prokatkalab payvandlashning dolzarb muammolari va ularni bartaraf etish yo‘llari
- 4.3. Portlatib payvandlashning asoslarining muammolari va istiqbollari
- 4.4. Yuqori chastotali payvandlash yuzaga keladigan muammolar va ularni bartaraf etish.
- 4.5. Magnit-impulsi payvandlashning rivojlanish tendentsiyalari.

#### **4.1. Termokompression payvandlash payvandlashning rivojlanish tendentsiyalari**

Termokompression payvandlash – biriktirilayotgan detallarni qizdirib bosim ostida mikro payvandlashdir. Termokompression payvandlash yarim o‘tkazgichli mikro uskunalarni va simli o‘tkazgichli turli korpusli integral sxemalarni yig‘ishda juda keng qo‘llaniladi.

Termokompression payvandlashning turlari asosiy uch alomat bo‘yicha tavsiflanadi:

- 1) qizdirish usuli bo‘yicha;



**4.1-rasm.** Qizdirish usuliga nisbatan termokompressiyaning turliligi:

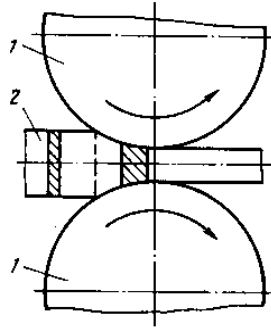
a – faqatgina ishchi stolining qizdirilishi; b – ishchi asbobning qizdirilishi; d – ishchi stol va asbobni baravar qizdirish; 1 – ishchi asbob; 2 – o‘lanuvchi sim; 3 – yarim o‘tkazgichli asbobning kristalli; 4 – ishchi stolcha; 5 – qizdirish uchun o‘ramasim.

## 4.2. Prokatlab payvandlashning dolzarb muammolari va ularni bartaraf etish yo‘llari

**Prokatlab payvandlash** yuli bilan turli vazifalarni bajaruvchi ikki va undan ortiq qatlamlar (tarkibiy qismlar)dan tashkil topadigan metall konstruksiyalar hosil qilinadi. Kuch elementi vazifasini bajaruvchi qatlam asosiy qatlam deyiladi. Konstruksiyalarga quyiladigan talablar bilan belgilanuvchi maxsus xossalarga ega bo‘lgan qatlam qoplama qatlam deb ataladi. Qoidaga ko‘ra, asosiy qatlam qoplama katlamga nisbatan qalinroq bo‘ladi va arzonroq, materialdan tayyorlanadi.

Payvandlash jarayoni plastik metallarlan ko‘p qatlamli materiallar olishda biriktiriladigan materiallarni qizdirgan holda (issiq, usulda prokatlab payvandlash) va sovuq holatda (sovuqlayin prokatlab payvandlash) amalga Oshirilishi mumkin.

Prokatlab payvanlash bosim bilan payvandlashning bir turi bo‘lib, bunda payvand birikma o‘zaro ta`sirlashuv vaqti kam bo‘lgani holda majburi deformasiyalash sharoitida hosil qilinadi.



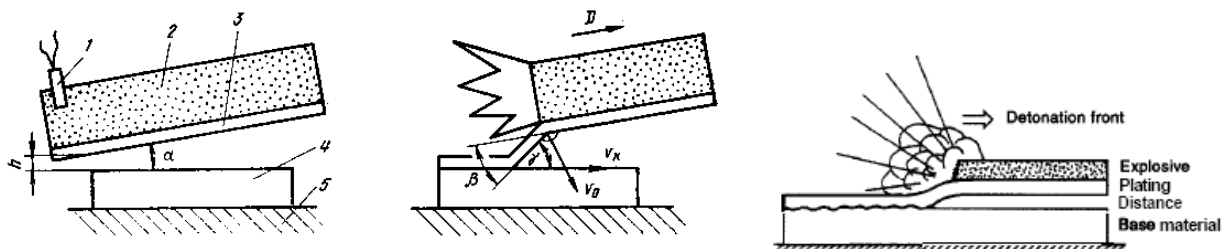
**4.2-rasm.** Prokatlab payvandlash sxemasi:

1 - valik; 2 - payvandlanayotgan tanavorlar.

### 4.3. Portlatib payvandlashning zamonaviy texnologiyalari

Portlatib payvandlash – bosim bilan payvandlashning portlovchan molda zaryadi portlaganda ajralib chiqadigan energiya taʼsirida amalga oshiriluvchi bir turidir.<sup>20</sup>

Koʻzralmas plastina 4 va harakatlanuvchi plastina 3 burchak uchidan berilgan  $h$  masofada -  $\alpha$  burchak ostida joylashtirilali. Harakatlanuvchi plastinaga portlovchan modda zaryadi 2 qoʻyiladi. Burchak uchiga detonator 1 urnatiladi. Payvandlash tayanch 5 (metall, kum) ustida bajariladi. Harakatlanuvchi plastinaning yuzi, qoidaga koʻra, asosiy plastinaning yuzidan katta boʻladi. Portlovchan moddening tekis zaryadi juda tez portlaganda (detonasiya) portlash mahsullarining yon tomonga otilish effekti taʼsirini kamaytirish uchun harakatlanuvchi plastina asosiy plastina tepasida osilib turishi zarur.



**4.3-rasm.** Portlatib burchak ostida payvandlash sxemasi:<sup>21</sup>

1 - detanator; 2 - portlavchav moda zaryadi; 3 - harakatlanuvchi qism; 4 - qoʻzgʻalmas qism; 5 - tayanch.

<sup>20</sup> K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p.90

<sup>21</sup> K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p.90

Portlatib payvandlashning avzalliklari:

- qattiq va mo'rt intermetallidlar hosil qiluvchi metall va qotishmalarini payvandlash mumkinligi, masalan, po'latni alyumin yoki titan bilan;
- turli shakl va o'lchamli buyumlarni qoplash mumkinligi.

#### **4.4. Yuqori chastotali payvandlash yuzaga keladigan muammolar va ularni bartaraf etish**

20 asrning 30 – 40-chi yillarida metallarni payvandlash uchun yuqori chastotali tok ishlatish qo'llanib ko'rilgan. 1944 yilda professor V.P. Vologdin tomonidan uning laboratoriyasida quvurlarni uchma-uch payvandlash uchun yuqori chastotali tok ishlatila boshlandi.

Yuqori chastotali payvandlash ham bosim bilan payvandlash bo'lib, bunda payvandlanadigan yuzalarni qizdirish uchun yuqori chastotali toklardan foydalaniladi. Bu tok payvandlanayotgan detallarga ikki usulda keltirilishi mumkin:

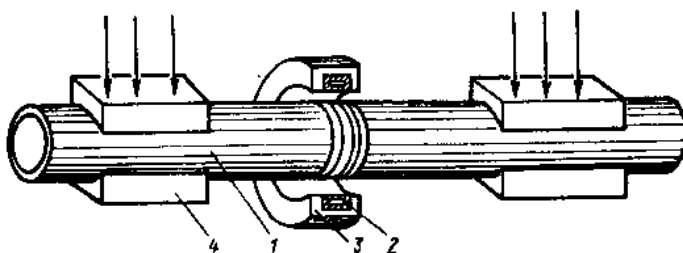
- payvandlanayotgan detallarni YuChT manbaiga ulovchi o'tkazgichlar (konduktor) yordamida (energiya uzatishning konduktiv usuli);
- payvandlanayotgan detallarda YuChT manbaiga ulangan tok o'tkazuvchi o'ram (induktor) yordamida yuqori chastotali tokni induksiyalash evaziga (energiya uzatishning induksion usuli).

O'tkazgichdan yuqori chastotali tok o'tkazilganda o'tkazgichning atrofi va ichida magnit maydoni hosil bo'lib, u elektromagnit induksiyasi qonuniga qo'ra o'tkazgichda o'z induksiya e.yu.k.ni yuzaga keltiradi, bu e.yu.k. ta'minlash manbaining e.yu.k.ga qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi. Bunda ichki tok liniyalariga ta'sir qiladigan o'zinduksiya e.yu.k. sirtqi tok liniyalariga ta'sir etuvchi o'zinduksiya e.yu.k.dan katta bo'ladi. Bu hol o'tkazgichning sirtida tokning zichligi uning ichidagidan kattarok bo'lishiga olib keladi. Bunday notekislik tok chastotasi ortganda, ya'ni uzinduksiya e.yu.k. miqdori tok chastotasiga mutanosib bo'lganda oshadi. Shunday qilib, tok chastotasi ortishi bilan o'tkazgichning sirtidagi tok miqdori oshib boradi. Bu effekt sirtqi effekt deyiladi.

Sirtqi effekt kuchli namoyon bo'lganda tok o'tkazgichning markaziy qismidan deyarli oqmaydi, bu esa o'tkazgichning aktiv qarshiligi ortishi va qizish kuchayishiga olib keladi.

Yaqinlik effekti qo'shni o'tkazgichlardan oqayotgan tok liniyalari qayta taqsimlanishidan iborat bo'lib, bunga ularning o'zaro ta'sir kursatishi sabab bo'ladi. Bu hodisa sirtqi effekt ancha kuchli namoyon bo'lgandagina, ya'ni tokning singish chuqurligi o'tkazgichning ko'ndalang ulchamlariga nisbatan ancha kichik bo'lganda va o'tkazgichning ko'ndalang kesimi faqat qisman tok bilan band bo'lgandagina yuz beradi.

Agar yuqori chastotali tokli o'tkazgich (induktor) o'tkazuvchi plastina tepasida joylashtirilsa, plastinadagi tokning eng yuqori zichligi induktor ostida bo'ladi. Plastina sirtidagi tok go'yo induktor ketidan ergashgandek bo'ladi. Bu hodisa payvandlanayotgan jismlarda tokning qayta taksimlanishini boshqarib turish imkonini beradi va yuqori chastotali tok bilan payvandlashda muhim ahamiyat qasb etadi.

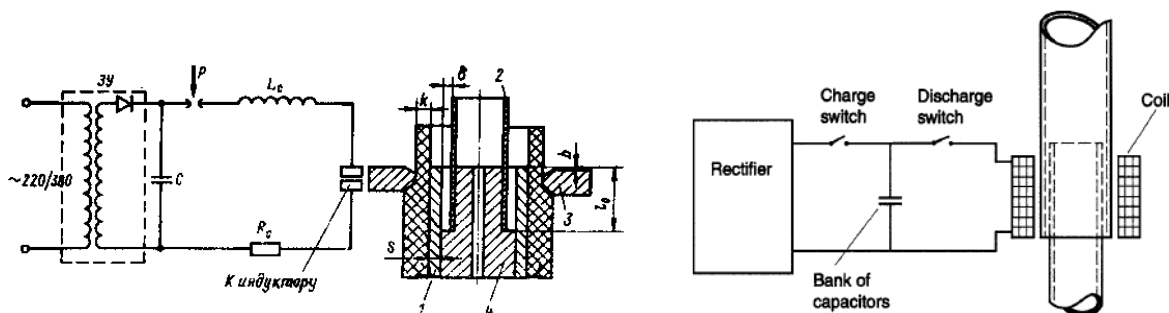


**4.4-rasm.** Quvurni yuqori chastotali tok bilan payvandlash sxemasi:

1 - payvandlanayotgan quvur; 2 - induktor; 3 - magnet o'tkazgich; 4 - payvandlanadigan quvurlarni qotirib qo'yish va cho'qish hosil qilish uchun qasmalar.

#### 4.5. Magnit-impulsi payvandlashning rivojlanish tendentsiyalari

Magnit-impulsi payvandlash – bosimni qo'llash bilan payvandlash, bunda impulsi magnet maydon ta'siri oqibatida xosil bo'lgan payvandlanayotgan qismlarning to'qnashishi hisobiga bajariladi. <sup>22</sup>



<sup>22</sup> K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p. 91

#### **4.8-rasm. Magnit-impulsli payvandlash sxemasi:**<sup>23</sup>

1 – uloqtiriladigan detal; 2 – xarakatlanmaydigan detal; 3 – induktor-konsentrator; 4 – markazlovchi metall qisqich; ZU – zaryad qurilmasi; S – kondensator; Z – zaryadsizlantirgich.

Payvandlanayotgan uloqtirilayotgan 1 va xarakatsiz 2 detallar  $\delta$  tirqish bilan induktorning ishchi xududiga 3, kiritiladi, u S kondensatorlarning quvvatli batareyalaridan tok ta'minlanadi. Kondensatorli batareyalarning zaryadsizlanishida, induktor orqali oquvchi tok, tashkil etib turgan muxitda elektrmagnit maydon xosil qiladi, u esa o'z navbatida xarakatlanuvchi detalda uyurmаланgan tok yuboradi. Ikkita bir-biriga yo'naltirilgan toklar to'knashuvi uloqtirilayotgan detalni xarakatga keltiradi, u esa o'z navbatida oniy tezlik bilan xarakatsiz detal bilan to'qnash kelmasdan oldin siljib ularni payvandlashini sodir etadi.

Magnit-impulsli payvandlash bilan 100 mm diametrgacha bo'lgan quvurli, hamda 0,5 – 2,5 mm qalinlikdagi tekis detallarni payvandlash mumkin. Magnit-impulsli payvandlash bilan alyuminiy, ularning qotishmalari, mis, zanglamas po'latlar va titan qotishmalarni payvandlash mumkin.

#### **Nazorat savollari:**

1. Yuqori chastotali tok bilan payvandlashda sirtqi effekt va yaqinlik effektining ahamiyati nimada?
2. Prokatlab payvandlashda asosiy va qoplama qatlamlar qanday vazifalarni bajaradi?
3. Portlatib payvandlashning mohiyati nimadan iborat?

#### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. N. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – 446 p.
2. K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- 196 p
3. J. Norrish. Advanced welding processes – N.Y.: IOP published limited, 2002

---

<sup>23</sup> K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p.91

## IV. AMALIY MASHG'ULOT MATERIALLARI

### 1- amaliy mashg'ulot: Nuqtali va chokli kontaktli payvandlashning zamonaviy texnologiyasi va jihozlarining

**Ishdan maqsad:** Nuqtali va chokli kontaktli rejimlarini hisoblash hamda payvandlash elektrodni o'rganish

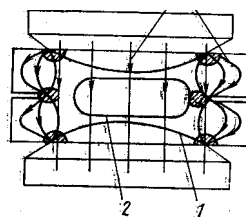
#### 1.1. Nuqtali kontaktli rejimlarini hisoblashning zamonaviy tendentsiyalari

Payvandlash rejimi elektr, mexanik va vaqt parametrlari majmuidan iborat bo'lib, bularni sifatli birikma olish uchun payvandlash uskunalari bilan ta'minlanadi.<sup>24</sup>

Issiqlik ajratish va issiqlik chetlatish jarayonlarining tutgan o'rniga qarab qattiq hamda yumshoq payvandlash rejimlari farq qilinadi.

Qattiq rejim 1 - 4 mm qalinlikdagi detallarni payvandlashda  $t_{\text{pay}} < 0,02\text{s}$  bo'lganda payvandlash tokining qisqa muddatli kuchli impulsi bilan ajralib turadi. Bu holda harorat maydoni asosan ajralib chiqaligan issiqlik bilan belgilanadi. Qattiq rejimda qizish va sovish tezligi yukori bo'ladi. Bunda chayqalib to'kilishga moyillik ortadi va buning oldini olish uchun payvandlash kuchi oshiriladi.

Yumshoq rejim uchun tokining oqish muddati ancha uzoqligi ( $I_{\text{pay}} > 0,1\text{s}$ ), kuchning nisbatan kichikligi xosdir. Bunda detal ichida va elektrodlar orasida ancha katta issiqlik almashinuvi yuz beradi.



**1.1-rasm.** Qattiq (1) va yumshoq (2) rejimlarda payvandlashda yadro shakli.

Nuqtali payvandlash rejimiga  $I_{\text{pay}}$ ,  $t_{\text{pay}}$ ,  $F_{\text{pay}}$ , ba'zan esa  $F_{\text{ch}}$ ,  $t_{\text{ch}}$ , shuningdek elektrod ish yuzasining o'lchamlari ( $d_E$ ,  $R_E$ ) kiradi.

<sup>24</sup> K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p.82

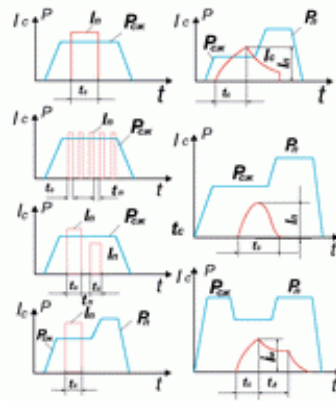


Rejimlarni xisoblash, xisoblash-tajriba o'tkatish va tajriba o'tkazish usullari bilan aniqlash mumkin. Rejimlarga oid ko'plab tavsiyalar (odatda jadvallar, nomogrammlar, grafiklar ko'rinishida) mavjud. Ammo bu rejimlar taxminiy bo'lib, payvannlashdan oldin tekshirishni, muayyan shart-sharoitni (yuzani hozirlash, yig'ish, uskunlarning ahvoli va b.) inobatga olish uchun tez-tez tuzatishlar kiritishni talab qiladi.

Tuzatishlar kiritish guvoh namunalarda, quyma o'zakning diametri va rejim parametrlariga bog'lik holda amalga oshiriladi. Chunonchi, agar diametr etarli bo'lmasa,  $I_{\text{pay}}$  oshiriladi. Chayqalib to'kilishning oldini olish uchun  $F_{\text{pay}}$  oshiriladi. Agar o'zakda darzlar bo'lsa,  $F_{\text{ch}}$  oshiriladi.

Guvoh namunalarni sinash natijalari ijobiy bo'lib, sifatli birikma hosil bo'lganda payvandlash rejimi tegishli hujjatlar qayd etiladi va uzelni payvandlashga ruxsat beriladi. Ammo haqiqatan mavjud (real) detallarni payvandlash paytida jarayonga turli noqulay omillar ta'sir kilib, tanlangan rejim parametrlarini amalla o'zgartirib yuborishi mumkin. Bunday omillarga elektrod ish yuzasining yalpayishini, detallar qarshiligi va payvandlash konturining o'zgarishini, tarmoq, kuchlanishi, pnevmotarmoqdagi xavo bosimi o'zgarishini va hokazolarni ko'rsatish mumkin. Shu bois har bir aniq holda ushbu noqulay omillar ta'sirini kamaytirish, parametrlarni barqarorlashtirish yoki ularning avtomatik rootlanishi zarurligi masalasi hal qilib olinadi.

Nuqtali va chokli payvandlash qator o'ziga xos xususiyatlarga ega birikmalarning zichligi va atmosfera gazlaridan himoyalaniishi ishonchlidir, bu esa legirlovchi elementlarning oksidlanishi yoki bug'lanib ketishiga deyarli barham beradi; jarayonning hamma bosqichlarida payvandlash joyida bosim yukori bo'ladi hamda sikl ichida uni o'zgartirish mumkin, natijada gaz tufayli yuz beradigan g'ovakdorlikka chek qo'yish, shuningdek qolliq kuchlanishlar qiymatini va ishorasini samarali boshqarish mumkin bo'ladi; metallning jadal siljishi yuqqa sirqi katlamlarning emirilishi hamda aralashib ketishiga yordam beradi; o'zak metalini legirlash qiyin bo'lsada, ammo mumkin; qizish muddati qisqa va termik ta'sir zonasi eng kalta: nuqtalarning cheka qismlarida zo'riqishlarning tqplanishi juda yuqori; payvandlash sikli ichida oldindan va qayta qizdirish, qizish va sovish tezligini rostlash, payvandlash siklini butkul avtomatlashtirish imkoniyati bor.



**1.2-rasm.** Nuqtali payvandlashda kuch va tok siklogrammasi<sup>25</sup>.

Amaliyotda uzellarning qalinligi, xossalari, shakli hamda muhimligiga, shuningdek payvandlash uskunalarning bor imkoniyatlariga qarab, nuqtali payvandlashda kuch va tokning quyidagi siklogrammalari qo'llaniladi:

a) o'zgarmas payvandlash kuchi  $F_{\text{pay}}$  bilan - 3 mm gacha qalinlikdagi metallarni nuqtali payvandlashda ko'proq qo'llaniladi;

b) o'zgarmas payvandlash kuchi  $F_{\text{pay}}$  bilan va cho'kichlash kuchi  $F_r$  ni qo'yish bilan - qiziganda darz ketishga moyil qalin detal va metallar uchun;

v) oldindan qisish  $F_{\text{qis}}$  va chuqichlash bilan - tirkishlarni bartaraf etish va chayqalib to'kilishlarning oldini olish uchun, shuningdek detallarni oldindan suyuq, qoplama (elim, lok, grunt) bilan qoplab payvandlashda;

g) payvandlash kuchini bosqichma-bosqich oshirib borish ( $F_{\text{pay I}}$  dan  $F_{\text{pay II}}$  gacha) va cho'kichlash kuchi  $F_{\text{ch}}$  bilan - 4 mm dan qalin detallarni payvandlashda;

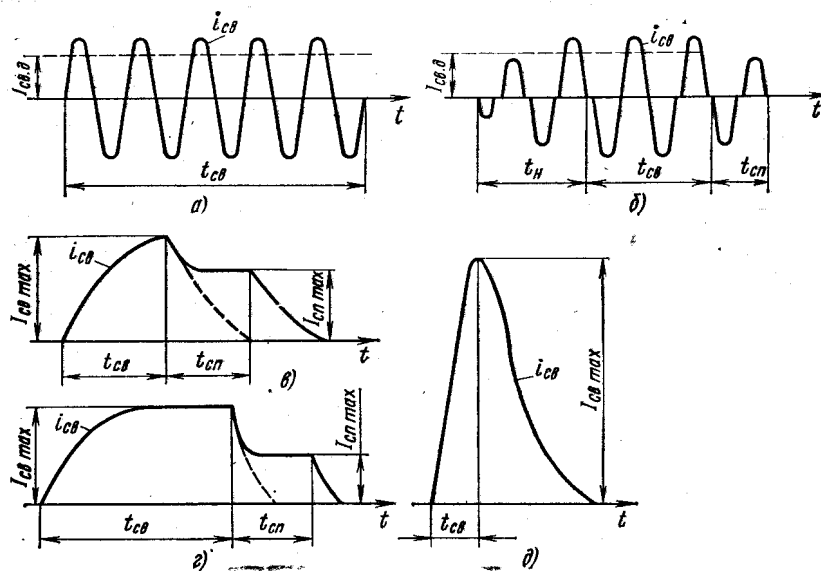
d) qo'shimcha tok impulsi vositasida oldindan qizdirish bilan - payvandlash tirqishlarini yo'qotish va ichki chayqalib to'kilishlarning oldini olish uchun;

e) keyin qizdirish bilan - qiziganda darz ketishga moyillikni kamaytirish, termik ishlovni amalga oshirish yoki  $F_{\text{ch}}$  qiymatini kichiklashtirish maqsadida;

j) oldindan va keyin qizdirish bo'lgan uch impulsi dastur.

Payvandlash impulsining davomlilikigi va qiymatini mos ravishda rostlash orkali qattiq, yoki yumshoq rejim hosil qilinadi.

<sup>25</sup> H. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – p.120



**1.3-rasm.** Turli mashinalaridagi payvandlash toki impulsining shakllari:

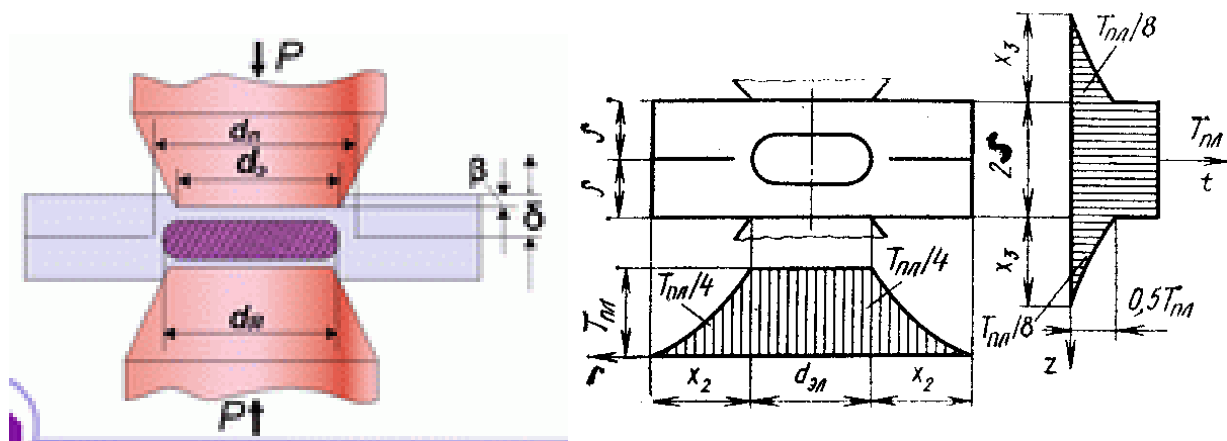
a – o'zgaruvchan tok mashinalaridagi; b – modulyasiyali o'zgaruvchan tok mashinalaridagi; v – past chastotali tok mashinalaridagi; g – tok ikkilamchi konturda to'g'rilanadigan mashinalardagi; d – kondensatorli mashinalardagi; ( $I_{\text{pay}}$  – oniy payvandlash toki;  $I_{i,\text{pay}}$  – ishlayotgan payvandlash toki;  $I_{\text{max pay}}$  – eng katta (maksimal) payvandlash toki;  $I_{\text{max}}$  – eng katta sekin pasayish toki;  $t_{\text{pay}}$  – payvandlash tokining muddati (vaqti);  $t_{\text{kat}}$  – tokning kattalashish muddati;  $t_{\text{pas}}$  – payvandlash tokning pasayish muddati).

Payvandlash toki kuchini taxminan hisoblash uchun asosiy ko'rsatkich elektrodlar oralig'ida ajralib chiqadigan  $Q_{EE}$  issiqlik bo'lib, u issiqlik balansi tenglamasiga muvofiq aniqlanadi:

$$Q_{\text{ЭЭ}} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

bu erda:  $Q_1$  - balandligi  $2d$  va asosining diametri  $d_E$  bo'lgan ( $d_E \approx d$ ) metall ustunchasini  $T_{\text{erish}}$  gacha qizdirishga sarfalanadigan energiya;  $Q_2$  - o'zakni o'rab turuvchi  $x_2$  kenglikdagi halqa ko'rinishidagi metallni qizdirish uchun sarfalanadigan issiqlik; halqaning o'rtacha xarorati  $0,25T_{\text{erish}}$  ga teng qilib olinadi, bunday harorat dellarning bir-biriga tegib turadigan ichki yuzasida hosil bo'ladi;  $Q_3$  - issiqlikning elektrodalarda yo'qolishi bo'lib, elektrodlardagi  $x_3$  balandlikdagi shartli silindrni o'rtacha  $T_E$  haroratgacha qizdirish bilan hisobga

olinadi. Tegish yuzasida harorat  $T_{ED} \approx 0,5T_{erish}$ ,  $T_E \approx 0,25T_{ED}$  deb hisoblab,  $T_E \approx 0,125T_{ED}$  deb qabul qilish mumkin.



1.4-rasm. Payvandlash tokini hisoblash sxemasi.<sup>26</sup>

Energiya  $Q_1$  o'zak hajmidan katta metall hajmini  $T_{erish}$  gacha qizdirishga sarflanadi, bu esa yashirin metallning erish issiqligini hisobga olish imkonini beradi:

$$Q_1 = \frac{\pi d_3^2}{4} 2Sc \gamma T_{erish}$$

$Q_2$  ni hisoblashda haroratning sezilarli darajada ko'tarilishi o'zak chegarasidan  $x_2$  oraliqda kuzatiladi, deb qilamiz kilchmiz, bu ko'tarilish payvandlash vaqti na metallning harorat o'tkazuvchanligiga bog'lik bo'ladi:

$$x_2 = 4\sqrt{at_{naü}}$$

Kam uglerodli pulatlar uchun  $x_2 = 1,2\sqrt{t_{naü}}$  alyuminiy kotishmalari uchun  $x_2 = 3,1\sqrt{t_{naü}}$  va mis uchun  $x_2 = 3,3\sqrt{t_{naü}}$ .

Agar halqaning yuzi  $\pi x_2(d_3 + x_2)$  va balandligi 2 o'rtacha qizish harorati  $T_{erish}/4$  bo'lsa, u holda taxminan

$$Q_2 = k_1 \pi x_2 (d_3 + x_2) 2Sc \gamma T_{erish} / 4$$

bo'ladi, bu erda  $k_1 = 0,8$  - ushbu halqaning eni bo'yicha harorat murakkab tarzda taqsimlangani uchun halqaning o'rtacha harorati o'rtacha harorat  $T_{ERISH}/4$

<sup>26</sup> H. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – p.126

dan biroz past bo'lishini, chunki eng jadal qizigan qismlar halkaning ichki yuzasida joylashganini hisobga oluvchi koeffitsient.

Issiqlikning elektrodalarda yo'qolishini issiqlik o'tkazuvchanligi evaziga elektrodning uzunligi  $x_3 = 4\sqrt{a_3 t_{naü}}$  va hajmi  $\frac{k_2 \pi d_3^2 x_3}{4}$  dan  $T_{Erish}/8$  gacha bo'lgan qismi qiziydi, deb qabul qilib baholash mumkin.  $k_2$  koeffitsient elektrodning shaklini hisobga oladi; silindrsimon elektrod uchun  $k_2=1$ , ish qismi konussimon va ish qismi yassi bo'lgan elektrodlar uchun  $k_2=1,5$ , ish qismi sferik elektrodlar uchun  $k_2= 2$ .  $a_E$  - elektrod materialining harorat o'tkazuvchanligi. U holda

$$Q_3 = 2k_2 \frac{\pi d_3^2}{4} \cdot \frac{x_3 c_3 \gamma_3 T_{\text{erish}}}{8}$$

bu erda  $s_E$  va  $\gamma_E$  - elektrod metalining issiqlik sigimi hamda zichligi.

Issiqlik balansining tashkil etuvchilari ma'lum bo'lsa, payvandlash toki Joule-Lens qonuni formulasidan hisoblab topiladi:

$$I_{naü} = \sqrt{\frac{Q_{\text{erish}}}{m_R 2R_d t_{naü}}}$$

bu erda  $t_R$  - payvandlash jarayonida  $R_{EE}$  o'zgarishini hisobga oluvchi koeffitsient. Kam uglerodli po'latlar uchun  $t_R=1$ ; alyuminiy va magniy qotishmalari uchun  $t_R = 1,15$ ; korroziyabardosh po'latlar uchun  $t_R = 1,2$ ; titan qotishmalari uchun  $t_R=1,4$ .

**Misol.** Kam uglerodli po'latdan olingan 4 mm qalinlikdagi listlarni ish qismining diametri 12 mm bo'lgan elektrodlar bilan nuqtali payvandlash dagi tok kuchi aniqlansin; payvandlash vaqti 1 sek. Po'lat likvidusi harorati  $1500^\circ\text{S}$ , s po'lat uchun  $0,67 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ , mis uchun  $0,38 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ,  $\gamma$  po'lat uchun  $7800 \text{ kg}/\text{m}^3$ , miss uchun  $8900 \text{ kg}/\text{m}^3$ ,  $a$  po'lat uchun  $9 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sek}$ , miss uchun  $8 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{sek}$ . Payvandlash jaraeni oxiridagi listlarning qarshiligi 58 mKOm.

Ushbu hisoblash chiqaramiz:

$$Q_1 = (\pi 12^2 \cdot 10^{-6} / 4) \cdot 2 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,67 \cdot 7800 \cdot 1500 \approx 7 \text{ kJ.}$$

$k_1=0,8$  va  $x_2 = 4\sqrt{9 \times 10^{-6} \times 1} = 1,2 \times 10^{-3}$  bo'lganda  $Q_2$  ni aniqlaymiz:

$$Q_2 = 0,8 \cdot 3,14 \cdot 12 \cdot 10^{-3} \cdot (12 \cdot 10^{-3} + 12 \cdot 10^{-3}) \cdot 2 \cdot 4 \cdot$$

$$\cdot 10^{-3} \cdot 0,67 \cdot 7800 \cdot 1500 / 4 \approx 11,3 \text{ kJ}$$

$k_2 = 1,5$  va  $x_3 = 4\sqrt{8 \cdot 10^{-6} \cdot 1} = 3,6 \cdot 10^{-3}$  bo'lganda  $Q_3$  ni aniqlaymiz:

$$Q_3 = 2 \cdot 1,5 \cdot (3,14 \cdot 12^2 \cdot 10^{-6} / 4) \cdot 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot 0,38 \cdot 8900 \cdot 1500 / 8 \approx 7,7 \text{ kJ.}$$

U holda  $Q_{EE} = 7 + 11,3 + 7,7 = 26 \text{ kJ}$ ,

$$I_{\text{pay}} = \sqrt{26000 / (1 \cdot 58 \cdot 10^{-6} \cdot 1)} \approx 21 \text{ kA}$$

## 1.2. Chokli kontaktli rejimlarini hisoblash zamonaviy yondoshuvlari

Chokli payvandlash rejimiga  $I_{\text{pay}}$ ,  $t_{\text{pay}}$ ,  $t_{\text{pay}}$ ,  $F_{\text{pay}}$ ,  $V_{\text{pay}}$  ba`zan  $F_{\text{ch}}$ ,  $t_{\text{ch}}$ , shuningdek roliklar ish yuzasining ulchamlari ( $f_i$ ,  $R_i$ ,  $D_i$ ) kiradi.

Chokli payvandlashda payvandlash tokining kuchi nuqtali payvandlashdagidan 15-20 % katta bo'ladi, bunga payvandlash rejimining ancha qattiqligi (payvandlash vaqti kam) va qisman, shuntlanish sabab bo'ladi. Ammo qizish joyi kengroqligi tufali metallning qizishga qarshiligi kamayadi va kamroq muddatli implus bilan, chayqalib to'kilishlarsiz payvandlash imkoniyati paydo bo'ladi. Payvandlash kuchi taxminan nuqtali payvandlashdagidek belgilanadi.

Chokli payvandlash rejimining muhim parametri payvandlash  $t_{\text{pay}}$  impul'slari bilan payvandlash sikli vaqti  $t_s = t_{\text{pay}} + t_t$  orasida nisbat bo'lib, u odatda  $t_{\text{pay}} / t_s = 0,15-0,85$  nisbat bilan baholanadi:

$t_{\text{pay}} / t_s < 0,5$  – kam uglerodli po'latlarni payvandlashda;

$t_{\text{pay}} / t_s = 0,5$  - o'rtacha uglerodli po'latlarni payvandlashda;

$t_{\text{pay}} / t_s = 0,4-0,6$  – zanglamaydigan issiqqa chidamli po'latlar va titan qotishmalarini payvandlashda;

$t_{\text{pay}} / t_s < 0,5-0,85$  – himoya qoplamali po'latlarni payvandlashda;

$t_{\text{pay}} / t_s = 0,15-0,35$  – alyuminiy qotishmalarini payvandlashda.

Payvandlash tezligi (m/min)  $f$  nuqtalarining talab etiladigan bir-birini qoplash kattaligini va ular o'rtasidagi oraliq (qalam)  $t_Q$  nihisobga olingan holda tanlanadi:

$$v_{\text{naü}} = 0,06 \frac{t_{\kappa}}{t_{\text{naü}} + t_T}$$

bu erda:  $t_{\kappa} = l(1 - \frac{f}{l})$ ;  $t_{\text{pay}}$  va  $t_T$  – mos ravishda tok impulsning va to'xtam (pauza)

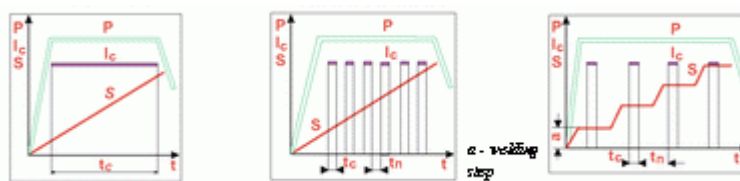
ning davomligi, sek.

Payvandlash tezligining eng yuqori qiymatlari qizish va kristallanish tezligi bilan cheklangan. Shu sababli payvandlashning yuqori tezligini saqlab turish uchun  $t_{\text{pay}}$  va  $t_T$  ni kamaytirishga harakat qilinadi. Qizish va kristallanish sekinishi munosabati bilan metallning qalinligi ortganda  $v_{\text{pay}}$  kamaytiriladi. Aynan shu sababli, issiqlik o'tkazuvchanligi yuqori bo'lgan metallarni quyidagi turli sikllar bilan amalga oshiriladi:

a)  $I_{\text{pay}}$  ni uzluksiz ulash, roliklarni uzluksiz aylantirish (siljitish)  $S_V$ , o'zgarmas  $F_{\text{pay}}$  bilan – yupqa listlardan yasalgan konstruksiyalarni payvandlash uchun. Tokni uzluksiz ulash payvandlash tezligini keskin oshirishga imkon beradi. Ammo birikmalar sifati va roliklarning damliligi pasadi;

b)  $I_{\text{pay}}$  ni uzlukli ulash, roliklarni uzluksiz aylantirish  $S_V$ , o'zgaruvchi bilan - impulslar orasidagi tuxtam (pauza) vaqtida  $t_T$  vaqt ichiga roliklar va detallar qisman sovishga ulguradi, shu bois roliklarning chidamliligi ortadi, termik ta'sir joyining eni torayadi, qoldiq deformatsiyalar kamayadi;

d)  $I_{\text{pay}}$  ni uzlukli ulash, roliklarni uzlukli (qadam-baqadam) ayl aylantirish  $S_V$ , o'zgarmas  $F_{\text{pay}}$  yoki chokni cho'kichlash  $F_{\text{ch}}$  bilan - katta uzunlikdagi yirik detallarni payvandlashda. Tok o'tkazish paytida roliklarni to'xtatish detallar va roliklarning ish yuzasi jadal sovishiga yordam beradi. Tegish joylari barqarorlashadi, roliklarning sirpanishi barham topadi, elektrod-detel tegish joyidagi harorat pasadi, elektrod va detal metalining o'zaro kimyoviy ta'sirlashuvi kamadi. Elektrodning chidamliligi ortadi. Bundan tashqari, roliklarni to'xtatish  $F_{\text{ch}}$  ni qo'yish imkonini beradi.

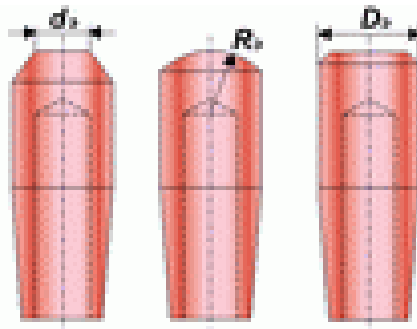


**1.5-rasm.** Chokli payvandlashdagi kuch va tok sikloqrammalari.<sup>27</sup>

### 1.3. Kontaktli payvandlash elektrodni o'rganish

Elektroddlar va roliklar uchta asosiy qism: ish qismi 1, o'rta 2 va o'tqazish qismi 3, shuningdek sovitish kanallari 4 dan iborat.

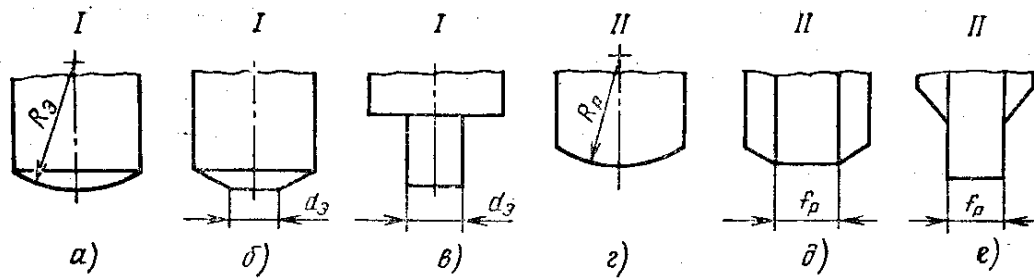
<sup>27</sup> H. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – p.126



**1.6-rasm.** Elektrolarning tuzilishi.<sup>28</sup>

Ish qismi  $l_I$  uzunlikdagi va  $D_d$  diametrlil sarflanadigan qism bo'lib, uzoq muddat ishlatish jarayonidani qayta-qayta chorxlash mumkin. Yangi elektrolarda  $l_I = (0,7-0,8)D_E$  bo'ladi. Konussimon ish qismining burchagi  $\alpha = 30^0$ .

Burchak kattalashsa, ish yuzasi tezroq ezilishi natijasida elektrolarning chidamliligi pasayadi. Burchak kichiklashganda esa hatto kichik deformatsiyalarda ham  $d_E$  ning o'lchamlari o'zgarishi ortadi.



**1.7-rasm.** Elektrolar I va roliklar II ning ish qismi shakllari:

a – IYu sferasimon bo'lgan sferasimon; b – IYu radiusi bo'lgan sferasimon; d – IYu silindrsimon bo'lgan konussimon; e – IYu silindrasimon bo'lgan to'rtburchak.

Ish qismida ish (teguvchi) yuzasi (IYu) bo'lib, u detallar bilan bevosita mexanik va elektr kontakt bo'lishini ta'minlaydi. IYu ning shakli va o'lchamlari elektrolarning muhim texnologik tavsifi hamda payvandlash rejimi parametri hisoblanadi. Bunday yuzaning shakli detalning payvandlash joyidagi shaklida mos bo'lmog'i kerak.

<sup>28</sup> H. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – p.260



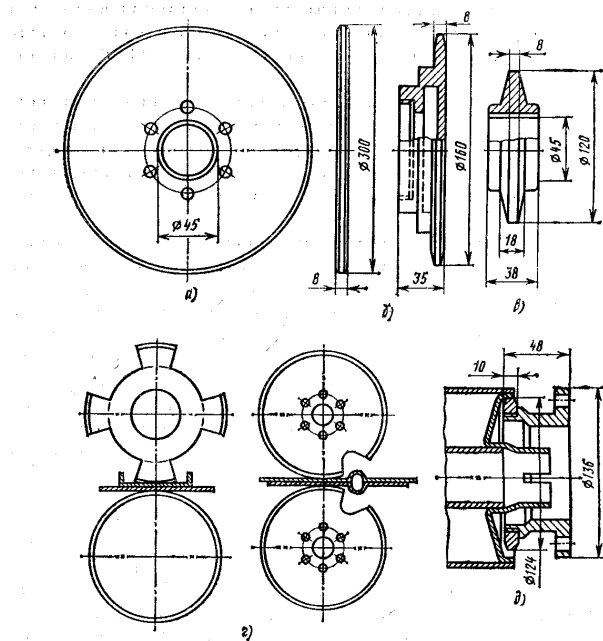
List detallarni payvandlashda IYu ning boshlang'ich shakli yassi (roliklarda silindrsimon) yoxud sferik (roliklarda radial) bo'ladi. Birinchi holda ish yuzaning shakli  $R_E$ ,  $R_I$  bilan, ikkinchi holda esa diametr  $d_E$  yoki kenglik  $f_I$  bilan tavsiflanadi.

Konussimon qilib charxlangan yassi shakli ish yuzasi deformatsiya qarshiligi  $\sigma_D^*$  yuqori bo'lgan metallar (po'latlar, issiqqa chidamli po'latlar, massa ko'chishga moyil bo'lmagan metallar) po'latlar, nikel, titan qotishmalari uchun qo'llaniladi.

Sferik shakldagi ish yuzasidan qizigan darzlar va bo'shliqlar hosil qilishga moyil  $\sigma_D^*$  yuqori bo'lgan metall (alyuminiy, magniy va miss qotishmalari) uchun foydalaniladi.

Elektrod korpusiga katta siqish kuchlari va toklar ta'sir qiladi, ammou ish yuzasiga qaraganda kamrok kiziydi.  $D_E$  o'lchamlari standartlashtirilgan: 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40 mm. Korpusning diametri  $D_E = (0,015-0,03) F$  nisbatan kelib chiqqan holda eng katta kuchi  $F$  ga qarab tanlanadi.

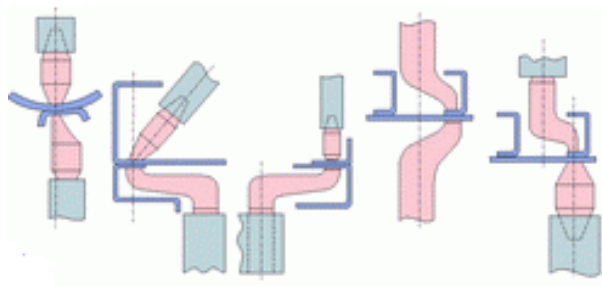
Roliklarning qalinligi  $s_r$  odatda ish yuzasini eni  $f_I$  dan 2-3 baravar katta bo'ladi. O'rtacha va katta quvatli mashinalarda roliklar diametri  $D_r$  100-400 mm ni tashkil etadi.



**1.8-rasm.** Chokli mashinalar elektrodleri.

Elektrodning konussimon quyruq qismi elektrod tutkichning konussimon teshigi bilan mexanik va elektr kontakt ishonchli, tutashmaning zich va ajratib olish oson

bo'lishini ta'minlashi kerak. Konussimonlik elektrodning diametr iva siqish kuchiga qarab belgilanadi:  $D_E > 25$  hamda  $R > 15$  kN da esa 1:5 bo'lmog'i lozim.



### 1.9-rasm. Shakldor va maxsus elektrodlar<sup>29</sup>

Elektrodlar tuzilishiga ko'ra to'g'ri, shakldor va maxsus xillariga ajratilishi mumkin. To'g'ri elektrodlar nisbatan oddiy, texnologiyabop va qattiq bo'ladi. Ulardan payvandlash joyi qulay bo'lgan hollarda foydalaniladi. Shakldor elektrodlar payvandlash qiyin bo'lgan joylarda ishlatiladi.

Ishlatish paytida elektrodning ish yuzasi siklik qizishga (ko'pincha  $400 - 700^{\circ}\text{S}$  gacha), yuqori haroratlarda zarbdan ezilishga, massa ko'chish tufayli ifloslanishga duchor bo'ladi.

Dastlabki ikki omil boshlang'ich  $d_E$  va ish yuzasining yuzi asta-sekin kattalashishiga sabab bo'ladi. Ma'lum miqdordagi nuqtalar  $n_{kr}$  payvandlab bulingandan keyin ish yuzasi fojiali tarzda eyila boshlaydi va deformatsiyalangan yuzada darzlar, bo'shliqlar paydo buladi, deformatsiyaga qarshiligi pasayadi. Payvand birikmalarning o'lchamlari keskin kichiklashadi. IYu ning ifloslanishi qarshilik ortishiga va elektrodning tegish joyi oldida harorat ko'tarilishigi, binobarin, massa ko'chish faollashuvi hamda yuzaning yorilishiga olib keladi.

Elektrod va roliklarning chidamliligi ularning asosiy sifat ko'rsatkichi bulib, pirovardida ikki omil: ma'lum miqdorda nuqtalar payvandlanganda  $d_E$ ,  $f_I$ ,  $R_E$ ,  $R_I$  ning o'zgarmasligi joiz chegaralarda saqlanish muddati va ish yuzasining tozaligi joiz chegaralarning saqlanish muddati bilan tavsiflanadi.

Elektrod va roliklarning chidamliligi  $d_E$ ,  $f_I$  20% gacha kattalashganda nuktalar soni  $n_{KR}$  va chokning uzunligi  $l_{kr}$  bilan baholanadi.

<sup>29</sup> H. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – p.128

Ish yuzasini kritik o'lchamlari andozalar bilan aniqlanadi.

Elektrodlarning chidamliligi ko'ppgina omillar: elektrod qotishmalariga, elektrod-detel tegish joyidagi haroratga va sovitish tizimiga, payvandlash rejimi, payvandlanadigan metallarning xossalariga, elektrodlarni tayyorlash hamda ishlatish usuliga bog'lik.

Elektrodlar chidamliligini oshirishning muhim sharti elektrod-detel tegish joyidagi haroratni pasaytirishdan iborat. Bu harorat payvandlash jarayonida tez o'zgarib, tok impulsining oxirida eng katta (maksimal) qiymatga ( $T_{\max}$ ) etadi, to'xtam vaqtida esa  $T_{\min}$  gacha pasayadi. Payvandlash jarayonida bu haroratlar asta-sekin, to issiqlik muvozanatiga etgunga qadar ko'tarib boradi. Eng yuqori haroratlar eng xavflidir. Ularni elektrodlarni ichki, aralish va tashqi usullarda sovitish orqali pasaytirishga harakat qilinadi.

Elektrod va roliklarning materiallari yuqori darajada issiqlik hamda elektr - o'tkazuvchan bo'lmog'i darkor (elektrod-detel tegish joyidagi harorat pasayishi, elektr quvvati sarfi kamayishi va detallar parron erishining oldi olinishi uchun). Ularning issiqqa chidamliligi, qattiqligi va qayta kristallanish. Harorati nisbatan yuqori (materiallarning mustahkamligi va ish yuzasining ezilish jarayoni sekinlashishi uchun), shunigdek massa ko'chishga moyilligi kam bo'lishi (ish yuzasining ifloslanishga chidamliligi oshirish uchun) kerak.

Konstruksion metallar ichida elektr o'tkazuvchanligi eng yuqori bo'lgan miss deyarli barcha elektrod qotishmalari uchu nasos vazifasini o'taydi. Ammo afsuski, misning issiqqa chidamliligi, qattiqligi uncha yuqori emas va qayta kristallanish harorati past. Bu xossalarni turli usullar bilan: parchinlash, legirlangan holda qattiq eritma hosil qilib ortiqcha faza dispers zarralarini o'ta to'yingan qattiq eritmadan ajratib olib, donalar chegaralarida qiyin eriydigan sinch yuzaga keltirib, misni ichkaridan oksidlab oshirishga to'g'ri keladi.

Sovuq holatdagi deformasiyadan yuzaga keluvchi effekt faqat  $(0,3-0,5)T_{\text{erish}}$  haroratgacha, misni legirlash tufayli mustahkamlanish esa  $(0,4-0,6)T_{\text{erish}}$  gacha saqlanib turadi.

Legirlash uchu nasosan Cd, Cr, Ag, Co, Ni ishlatiladi. Qayta kristallanish (rekristallizasiya) harorati va qattiqlik oz-ozdan Ti, Be, Zr, Al, B, Si qo'shimcha

ravishda oshiriladi. Legirlovchi elementlar miqdori oshishi bilan misning elektr va issiqlik o'tkazuvchanligi kamayadi. Shu sababli legirlovchi elementalarning umumiy miqdori odatda 2% dan oshmaydi.

Alyuminiy, magniy va miss qotishmalarini payvandlash uchun sovuq holatda chuzilgan M1 markali miss xamda qotishmalar ishlatiladi, ular nagartovkalab mustahkamlanadi (БрКд1, БрСр), elektr o'tkazuvchanligi eng yuqori, ammo qattiqligi va rekristallizasiya harorati eng past bo'ladi.

Pulatlar, titan qotishmalarini payvandlash uchun elektr o'tkazuvchanligi kam, biroq rekristallizasiya harorati yuqori bo'lgan elektrod qotishmalari (Мц5Б, БрХКд, БрХСр, МС2, МС4, БрНБТ) dan foydalaniladi. Bular dispersion qattiqlashuvchi qotishmalar bo'lib, ayrimlarida donalar chegaralari bo'ylab qiyin eriydigan skelet bo'ladi. Termomexanik ishlov berish (toblash, sovuq holatda deformatsiyalash va bo'shatish) orqali mustahkamlanadi. Vol'framning miss bilan (elkonayt), vol'fram karbidining miss bilan (HB 490) kompozitsiyasidan olingan qumoq-qumoq kukunlar, shuningdek vol'fram va molibden qotishmalari alohida guruhni tashkil qiladi. Ularning qattiqligi va issiqqa chidamliligi eng yukori, lekin elektr o'tkazuvchanligi past (~30%) bo'ladi. Ular odatda relefli payvandlashda, turli qalinlikdagi va har xil nomlardagi detallarni, shuningdek miss, kumushni nuqtali payvandlashda ishlatiladi.

*1.1-jadval*

### **Elektrod qotishmalarining tarkibi va xossalari**

<b>Elektrod qotishmasi va uning markasi</b>	<b>Tarkibi, %</b>	<b>Misning elektro o'tkazuvchanligig a nisbatan elektr o'tkazuvchanligi, %</b>	<b>Kristallanish boshlanish harorati, °C</b>	<b>Ishlov berilganda n keyingi qattiqligi, NV</b>
M1 markali sovuq holatda cho'zilgan mis	100 Cu	98	200	80
1 markali kadmiyli bronza (MK)	0,9-1,2 Cd, qol. Cu	85-90	300	100-115
БрСр markali misning kumush bilan qotishmasi	0,07-0,12 Ag, qol. Cu	97-99	360	95-100
БрХКд 0,5-0,3 markali	0,25-0,5 Cr,	83-85	370	110-125

xrom-kadmiyli bronza (MS5B)	0,2-0,35 Cd, qol. Cu			
БрХ markali xromli bronza	0,4-1,0 Cr, qol. Cu	80-82	400	120-140
БрХКД markali xromli bronza	0,3-0,5 Cr, 0,2-0,5 Cd, qol. Cu	80-82	420	130-150
БрХСр markali xromsirkoniyli bronza, 0,6-0,05	0,3-0,8 Cr, 0,03-0,15 Zr, qol. Cu	78-80	500	140-160
БрНБТ markali nikel-berilliyli bronza	1,4-1,6 Ni, 0,2-0,4 Be, 0,05-0,15 Ti, qol. Cu	50-55	510	170-240
MC2 markali nikel-kremniyli bronza	1,5-1,8 Ni, 0,4-0,6 Si, 0,15-0,3 Mg, qol. Cu	45-50	520	150-180
MC4 kotishmasi	0,4-0,7 Cr, 0,1-0,25 Al, 0,1-0,25 Mg, qol. Cu	75-80	380	110-135
VM elkonayti	35-80 W, qol. Cu	20-45	1000	100-250
Volfram	100W	30-32	1000	400-500
VM1, VM2 molibden qotishmasi	98-99 Mo	34-37	900	220-300

### Nazorat savollari:

1. Payvandlash rejimi deganda nimani tushunasiz?
2. Payvandlashning kattiq va yumshoq rejimlari deb nimani aytiladi?
3. Nuqtali payvandlash rejimiga qaysi parametrlar kiradi?
4. Chokli payvandlash rejimiga qaysi parametrlar kiradi?
5. Elektrodlar nimaga mo'ljallagan?
6. Elektrodning chidamliligi deganda nimani tushuniladi?

## Foydalanilgan adabiyotlar:

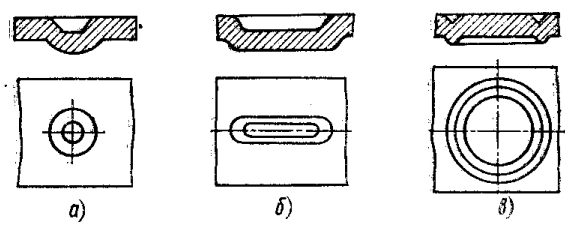
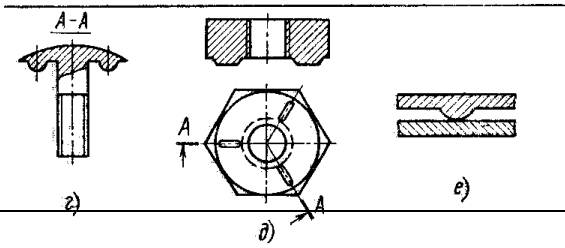
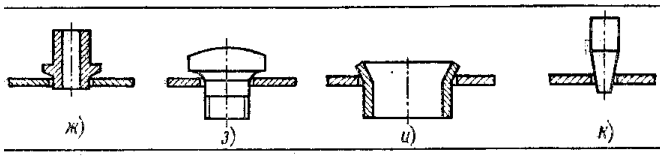
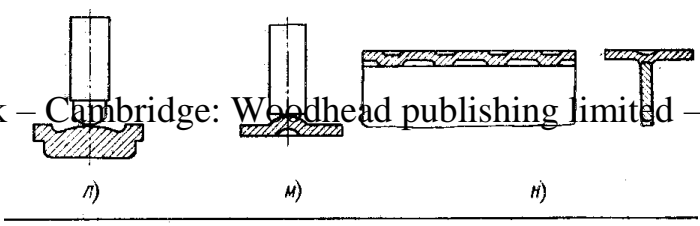
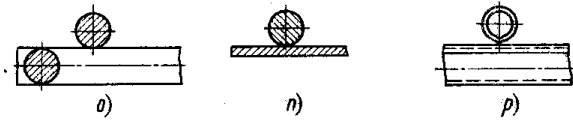
1. N. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – 446 p.
2. K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- 196 p
3. J. Norrish. Advanced welding processes – N.Y.: IOP published limited, 2002

## 2- amaliy mashg'ulot: Relefli va uchma-uchli kontaktli payvandlash zamonaviy texnologiyasi va jihozlarining

**Ishdan maqsad:** Relefli va uchma-uchli kontaktli rejimlarini hisoblash hamda payvandlash elektrodni o'rganish.

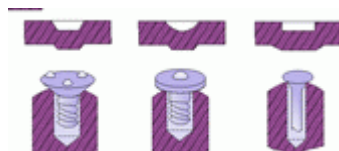
### 2.1. Relefli kontaktli rejimlarini hisoblash hisoblashning zamonaviy tendentsiyalari.

Sovuqlayin shtamplab olingan turli shakldagi relefli list materialardan birikmalarni relefli ustma-ust payvandlab hosil qilish eng keng ko'lamda tarqalgan.<sup>30</sup>

Utma-ust birikma	Po'lat listdagi shtamplangan releflar	 <p>a)                      b)                      g)</p>
	O'tqazilgan releflar	 <p>z)                      d)                      e)</p>
		 <p>m)                      j)                      u)                      k)</p>
		 <p>n)                      m)                      n)</p>
		 <p>o)                      n)                      p)</p>

<sup>30</sup> K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p.83

T-simon birikmalar	O'tkir qirrali	
	Sferasimon	
	Xochsimon birikmalar	
Qistirmali birikmalar		



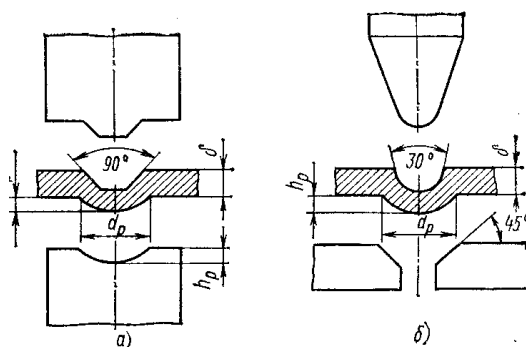
### 2.1-rasm. *Relief turlari.*

Odatda dumaloq relefdan foydalaniladi, u qizish chog'ida payvandlash kuchlarini qabul qilish uchun zarur bikrligni ta`minlaydi. Bunday birikmada qizish va keyin nuqta quyma o'zagining shakllanishi chetdan markazga tomon bir tekis yuz beradi. Bunday releflar uchun mo'ljallangan asboblarni tayyorlash va ta`mirlash oson. Dumaloq releflar sonini oshirish mumkin bo'lmagan va uchma-uch birikmaning o'lchamlari chegaralangan holarda payvandlash yuzini kattalashtirish uchun uzunchoq, shakldagi releflar qo'llaniladi. Zich birikmani halqasimon relief ta`minlaydi. Mahkamlash buyumlarini tayyorlashda releflari sovuqlayin hosil qilinadi. Bunday releflarda chuqurchalar bo'lmaydi va ular payvandlashda siqish kuchlarini yaxshiroq qabul qildi. Bunday releflarni listda ham chuqurchalarsiz hosil qilish mumkin. By turdagi relief qalinligi kichik detallarni hamda egiluvchan metallar va qotishmalardan tayyorlangan detallarni payvandlashda qo'llaniladi.

Zich birikmalar uchun qo'llaniladigan o'tqir qirrali releflar alohida guruhni tashkil qiladi. Bu T-simon birikmalar kata guruhining bir turidir. Bunday birikmada halqasimon relief teshiklarning ichki qirralaridan biri bilan detallning teshik o'qiga burchak ostila joylashgan tashqi tekisligi orasida hosil bo'ladi. Amaliyotda keng ko'lamda qo'llaniluvchi T-simon birikmalarning boshqa guruhini detallaridan biri bilan boshqa detalining keng yuzasida payvandlanadigan buyumlar tashkil etadi. Agar detallardan biri sterjendan iborat bo'lsa, u holda uning uchi to'liq, payvandlanadi. Zarur relief sterjening oxirida (uchida) yoki payvandlanadigan tekislikda hosil kilinishi mumkin. Quvur va tekislikni yoki ikkita quvurni payvandlashda, shuningdek releflar list uchida joylashgan yoxud detal tekisligida

payvandlab hosil qilingan listlarni payvandlashda ham ana shunday birikmadan foydalanilishi mumkin. Relefli birikmalarga simlar, sterjenlar yoki quvurlarning xochsimon birikmalari kiradi. Bunday birikmada reliefni detalning tabiiy shakli hosil qiladi. Mustahkamligini oshirish uchun payvandlash joyida quvur deformatsiyalanadi. Ustma-ust va T-simon birikmalardagi payvandlanadigan detallar orasida joylashuvchi kistirma-konsentratorlar o'ziga xos releflar sanaladi. Ular qalinligi katta detallarni payvandlashda, shuningdek shtamplab yoki visadkalab releflar hosil qilish qiyin bo'lgan hollarda qo'llaniladi. Qistirma payvandlash joyini legirlashi mumkin.

Relefli payvandlashda birikmalar erigan o'zakli va qattiq holatda bo'lishi mumkin. Shtamplangan releflari bo'lgan list metallar ojatda o'yma o'zakli qilib biriktiriladi, vahonlanki qattiq holatda payvandlashda bu turdagi birikmalarning mustahkamlik ko'rsatkichlari ancha yuqori bo'ladi. Bunga payvandlash joyining radial yo'nalishda jadal plastik deformatsiyalanishi sabab bo'ladi.



**2.2-rasm. Releflar shakli.**

Shtamplangan dumaloq releflarning diametri  $d_r$  va balandligi  $h_r$  ni quyidagi o'zaro nisbatlardan foydalanib, detalning qalinligi  $\delta$  ga bog'lik holda taxminan hisoblab topish mumkin:

$$d_p = 2\delta + 0,75; h_p = 0,4\delta + 0,25.$$

Bu holda birikmaning quyma o'zagi diametri  $d = (1,2 - 1,5)d_r$  bo'ladi.

## **2.2. Uchma-uchli kontaktli rejimlarini hisoblash**

1. **Karshilik bilan payvandlashda** sifatli birikma hosil bo'lishi uchun asosiy e'tibor uchlar va detallarning bir tekis qizishiga hamda oksid paodalarining emirilishi va yo'qotilishini eng ko'p darajada ta'minlovchi metalning bir tekis deformatsiyalanishiga



qaratiladi. Rejimning asosiy parametrlari payvandlash toki  $I_{\text{pay}}$  yoki tokning zichligi  $j$ , tokning oqish vaqti  $t_{\text{pay}}$ , boshlang'ich siqish kuchi  $F_b$  hamda tir kuchi  $F_{\text{cho'k}}$  (mos ravishda boshlang'ich bosim  $R_b$  va cho'kish bosimi  $R_{\text{cho'k}}$ ), payvandlash paytida detallarning qisqarishi  $\Delta_{\text{pay}}$ , o'rnatish uzunligi  $l$  dir.

$j$  va  $t$  ni aniqlash uchun empirik formuladan foydalaniladi<sup>6</sup>

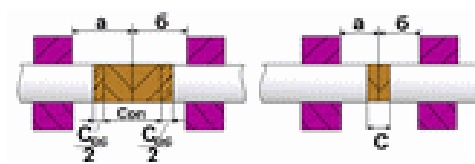
$$j\sqrt{t_{\text{naü}}} = k \cdot 10^3$$

bu erda  $k$  – po'latlar uchun 8 – 10, alyuminiy uchun 20, miss uchun 27 teng koeffisient.

$j$  haddan tashqari kata bo'lganda chayqalib to'kilish yuz berish mumkin.  $t_{\text{pay}}$  ning kamayishi detallning kesimi bo'yicha qizishi notekis bo'lishiga olib keladi, ortish esa oksidlash jarayonlari kuchayishiga olib keladi.  $R_b$  kichik bo'lsa, detallarning qizish osonlashadi, ammo chayqalib to'kilishlar yuz berishi va detallar uchlarining oksidlanishi kuchayishi mumkin.  $R_{\text{cho'k}}$  ning ortishi detallarning plastik deformatsiyasini oshiradi, oksidlarning emirilish va yuzaning yangilanish jarayonlarini faolashtirishadi.

Kam legirlangan po'latlarni payvandlashda esa 100 – 150 MPa bo'ladi.

Ixcham kesimlarni payvandlashda eng kichik o'rnatish uzunligi  $l$  odatda payvandlanadigan detallarning diametriga yoki uch-to'rt baravar qalinligiga teng bo'ladi.  $l$  ning oshishi detallarning qiyshayishiga, turg'unligi yo'qolishiga olib kelish mumkin.  $l$  ning qiymati kichik bo'lganda payvandlash joyiga issiqlikning elektrodlanga o'tib ketishi kuchli ta'sir qiladi.



**2.3-rasm.** Uchma-uch payvandlashdagi o'rnatish uzunligi.<sup>31</sup>

$a$  – eritib payvandlashda;  $b$  – karshilik bilan payvandlashda.

<sup>31</sup> H. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – p.357

2. **Eritib payvandlashda** rejimining elektr parametrlari metallning issiqlik o'tkazuvchanligi va erish haroratiga bog'lik bo'lib, asosan erish tezligi bilan aniklanadi, bu tezlik ham metallning gazlar bilan o'zaro ta'sirlashish aktivligini, shuningdek payvandlanadigan detallarning kesimini inobatga olingan holda beriladi.

Eritib payvandlashda:

1) uchlari erishi uchun detallarning qizishini va oksidlarni yo'qotish hamda payvandlash joyi yaqinida noqulay tuzimlar vujudga kelishining oldini olish maqsadida detallarning deforasiyalanishini ta'minlashga;

2) bir tekis erigan metall qatlamini shaklantirish, oksidlanishning oldini olish va detallar uchlari yuzalaridagi relef qulay bo'lishi uchun cho'ktirish oldidan erish jadalligi mahalliy bo'lishini ta'minlashga;

3) detallar uchlarining metali barvaqt sovishining va uchma-uch birikmada oksidlar tiqilib qolishining oldini olish uchun detallarning etarlicha katta tezlikda deforasiyalanishini ta'minlashga harakat qilinadi.

Rejimning asosiy parametrlari: erish tezligi  $v_{erish}$ , erish paytida tokning zichligi  $j_{erish}$  erishga qo'yim  $\Delta_{erish}$ , erish vaqti  $t_{erish}$ , cho'kish kattaligi  $\Delta_{cho'k}$ , cho'kish tezligi  $v_{cho'k}$ , tok ostida cho'kish davomligi  $t_{t.cho'k}$ , tok ostida cho'kish kattaligi  $\Delta_{t.cho'k}$ , cho'kish kuchi  $R_{cho'k}$  yoki cho'kish bosim  $R_{cho'k}$ , detalning o'rnatish uzunligi  $l$ . Mashinaning salt yurish kuchlanishi  $U_{20}$  va uni o'zgartirish dasturi ham beriladi.

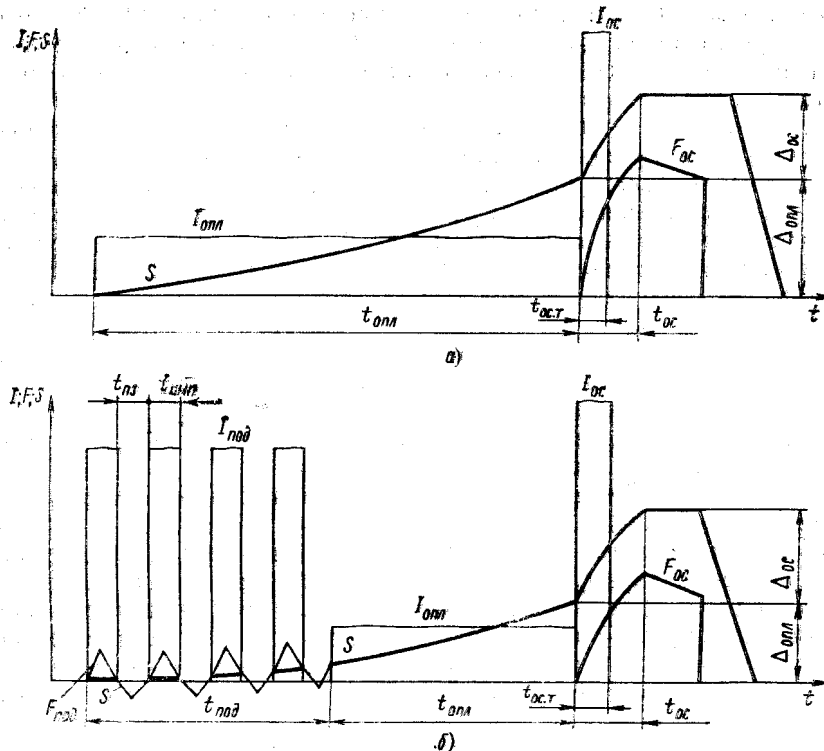
Impulsi chastotasi  $f_{teb}$  va amplitudasi  $A_{teb}$  ham ko'rsatiladi. Qizdirish holda eritib payvandlashda qizdirish harorati  $T_{qizd.}$ , qizdirish davomligi  $t_{qizd.}$ , qizdirish impulslari soni  $n$  va ularning davomligi  $t_{imp.}$ , qizdirishga qo'yim  $\Delta_{qizd}$  beriladi.

**Erish tezligi**  $v_{ERISH}$  detallarga haroratning muayan tarzda taqsimlanishi shartidan kelibchiqib tanlanadi. Cho'qtirish oldidan detallarning uchlari bir tekis qizishi uchun erishining oxirgi tezligi  $v_{o.erish}$  ancha oshiriladi. Kesim bo'yicha qizish bir tekis bo'lishi, haroratning detallar bo'ylab eng maqbul tarzda taksimlanishi va ularning uchlarida erigan metall katlamtyuziga kelishi erishga qoldiriladigan qo'yim  $\Delta_{erish}$  ga bog'lik. Odatda  $\Delta_{erish}$  payvandlashga qoldiriluvchi umumiy payvandlashda  $\Delta_{erish}$  2-3 barobar kamaytiriladi.

**Tokning zichligi**  $j_{erish}$  barqaror erish jarayonini ta'minlamog'i lozim. U metallning  $\lambda$  va  $v_{erish}$  ortishi bilan oshadi, qizdirib payvandlashda, shuningdek kata kesimli detallarni payvandlashda kamayadi.

**Cho'kishga qo'ymi**  $\Delta_{cho'k}$  uchma-uch birikmadan qizigan metall va oksidlarning yo'qotish shartidan kelib chiqib tanlanadi:

$$\Delta_{m.ox} = (0,5 - 0,8)$$



**2.4-rasm.** Payvandlash jarayoning siklogrammasi:

a – eritib uchma-uch payvandlash. b – qizdirgan holda uchma-uch.

**Cho'kish bosimi**  $R_{cho'k}$  payvandlanadigan metallning xususiyatlari va detallarning qizish darajasiga qarab tanlanadi. Uzluksiz eritib payvandlashda:

$R_{cho'k} = 60-80$  MPa - kam uglerodli po'lat uchun;

$R_{cho'k} = 100-120$  MPa - ko'p uglerodli pulatlar uchun;

$R_{cho'k} = 150-220$  MPa - austenitli po'latlar uchun;

$R_{cho'k} = 120-150$  MPa - alyuminiy qotishmalari uchun.

**Cho'kish tezligi**  $v_{cho'k}$  uning vaqtida metallning oksidlanishga va uchma-uch birikmadan oksidlar hamda qizigan yo'qotilishiga ta'sirini inobatga olingan holda tanlanadi:

$V_{cho'k} = 20-30$  m/sek - cho'yan uchun;

$V_{cho'k} = 60-80$  m/sek - kam uglerodli po'latlar uchun;

$V_{cho'k} = 80-100$  m/sek - ko'p legirlangan po'latlar uchun;

$V_{cho'k} = 150-200$  m/sek - alyuminiy qotishmalari va boshqa oson oksidlanuvchi uchun.

**Salt yurishi kuchlanishi**  $U_{20}$  ning barqaror erishini ta'minlovchi eng kichik qiymati tanlanadi.

### **Detallarning o'rnatish tezligi:**

$$2l = \Delta_{\text{puyu}} + \Delta_{\text{yuk}} + \Delta_o$$

bu erda  $\Delta_o$  – qismalar o'rtasidagi oxirgi (yakuniy) oraliq. Odatda dumalok sterjenlar va qalin devorli quvurlarni payvandlashda  $l=(0,7\div 1)d$  bo'ladi, bu erda  $d$  – payvandlanadigan detallarning diametri.

Qizdirgan holda eritib payvandlashdagi **qizdirish harorati**  $T_{qizd.}$  Payvandlanadigan detallarning kesimi va metaliga qarab tanlanadi:

$T_{qizd.} = 800-1000^0S$  - konstruksion metallardan yasalgan  $10000$  mm<sup>2</sup> gacha kesimli detallarni payvandlashda;

$T_{qizd.} = 1000-1200^0S$  - konstruksion metallarga ishlangan, kesimi  $10000-20000$  mm<sup>2</sup> gacha bo'lgan detallarni payvandlashda;

$T_{qizd.} = 1100-1350^0S$  - qiyin qoliplanadigan (shakl oladigan) austenitli po'latlardan tayyorangan detallarni payvandlashda.

**Qizdirish vaqti**  $t_{kizd.}$  detallar kesimining yuzi kattalashish bilan,  $500-1000$  mm<sup>2</sup> kesimli detallarni payvandlashda bir necha sekunddan  $15000-20000$  mm<sup>2</sup> kesimli detallarni payvandlashda bir necha minutgacha ortadi.

**Qizdirish impulslarining davomliligi**  $t_{imp.}$  odatda 1-8 sek. ni tashqil etadi, qizdirishga qo'yim  $\Delta_{qizd.}$  esa detallarning kesimi hamda payvandlanadigan metallning xossalriga qarab 1-12 mm atrofida o'zgaradi.

**Detallarni siqish kuchi**  $F_{siq}$  cho'ktirish paytida detallar jag'larda sirpanishining oldini olish shartdankelib chiqib, detallar bilan jag'lar o'rtasidagi ishqalanish koefisientlari  $f_1$  va  $f_2$  yoki siqish koefisientiga  $k_{siq}$  tanlanadi:

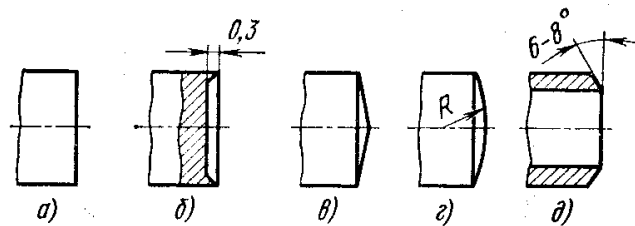
$$F_{cuk} = \frac{F_{yuk}}{f_1 + f_2} = k_{cuk} F_{yuk}$$

bunda uglerodli po'latdan qilingan quvurlar va chiviqlar uchun  $k_{sik} = 1,5 - 2$ , xrom-nikel po'latdan quvur hamda chiviqlar uchun  $2,2 - 3,2$ , kimyoviy ishlov berilmagan (xurushlanmagan) po'lat listlar uchun  $2,3 - 3,2$ , kimyoviy ishlov berilgan po'lat listlar uchun  $2,7 - 3,5$ .

Jag'lardagi tishlar  $k_{sik}$  ni  $0,8-1$  gacha kamaytiradi.

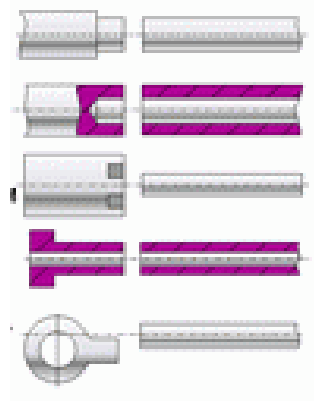
Legir po'latlarni tejash uchun uchma-uch payvandlashdan sanoatda prokatdan uzun buyumlar, tutash shakldagi oddiy tanavorlar va detallardan murakkab detallar (qirquvchi asboblari, dvigatellar klapanlari va b.) tayyorlashda keng ko'lamda foydalaniladi.

Detallarning shaqli ularni mashina jag'larida (elektrodlarda) puxta mahkamlab qo'yishni ta'minlamog'i lozim. Ikala tanavor bir tekis qizishi va bir xil plastik deformatsiyalanishi uchun zarur sharoit yaratilishi, tanavorlarning shakli hamda o'lchamlari taxminan bir xil qilib tanlanishi kerak. Ularning diametrlaridagi farq 15% dan, qalinligidagi tafovut esa 10% dan oshmasligi darkor.



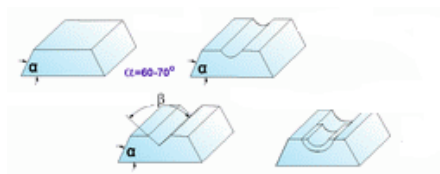
**2.5-rasm.** Kontaktli uchma-uchli qarshilik bilan payvandlash uchun detallar uchlarining shakli:

a – tekis yuza (aniq moslashni talab qiladi); b – halqsimon chiqiq (mahalliy issiqlik ajralib chiqishini ta'minlaydi va uchma-uch birikish joyiga havo kelishini cheklaydi); v – d – konus yoki sfera (qizishni mahalliyashtiradi).



**2.6-rasm.** Kontaktli uchma-uchli eritib payvandlash uchun detallar uchlarining shakli.<sup>32</sup>

Uchma-uch payvandlash mashinalarining jag'lar (elektrodlari) detallarga tok, siqish kuchlarini keltiribgina qolmasdan, balki cho'ktirishda detallarni sirpanishdan saqlab turadi ham. Jag'larning shakli payvandlanadigan detallarning shakliga bog'lik.



**2.7-rasm.** Uchma-uch payvandlash mashinalarining jag'lari.<sup>33</sup>

Jag'larning uzunligi shunday tanlanadiki, payvandlanadigan detallarning o'qdoshligi ta'minlanadigan va cho'ktirishda ular sirpanishining oldi olindigan bulsin. d diametrli quvurlar va sterjenlarni payvandlashda u (3-4)d ni, tilimlarni payvandlashda esa kamida 10s ni (s – tilimlarning qalinligi) tashkil etadi.

#### **Nazorat savollari:**

1. Releflı payvandlab olinadigan birikmalarning asosiy konstruktiv qismlarini aytib bering.
2. Qarshilik bilan uchma-uch payvandlash rejimiga qaysi parametrlar kiradi?
3. Eritib uchma-uch payvandlash rejimiga qaysi parametrlar kiradi?

#### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. N. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – 446 p.
2. K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- 196 p
3. J. Norrish. Advanced welding processes – N.Y.: IOP published limited, 2002

<sup>32</sup> H. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – p.372

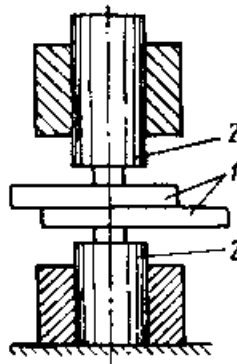
<sup>33</sup> H. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – p.374

### 3- amaliy mashg'ulot: Sovuq holatda, diffuzion, ultra tovush yordamida va ishqalab payvandlashning dolzarb muammolari va zamonaviy yutuqlari

**Ishdan maqsad:** Sovuq holatda, diffuzion, ultra tovushli va ishqalab payvandlash zamonaviy texnologiyasi va jihozlari o'rganish

1. Sovuq holatda payvandlash texnologiyasi va jihozlari. Amaliyotda quyidagi payvandlash usullari ishlatiladi: payvandlanayotgan detalni oldindan qismasdan, payvandlanayotgan detallarni oldindan qisib, payvandlanayotgan detallarni bir tomonini deformatsiyalab.

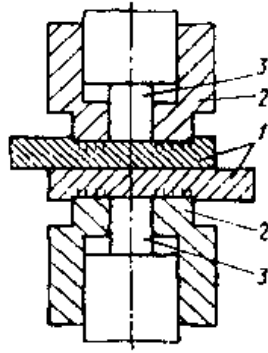
1) Detallarni oldindan qismasdan nuqtali payvandlash (3.1-rasm).



**3.1-rasm.** *Payvandlanayotgan detallarni oldindan qismasdan sovuq holatda nuqtali payvandlash sxemasi: 1 – payvandlanayotgan detallar; 2 – puanson.*

Payvandlashga tayorlangan detallar (1), o'qdosli joylashgan puansonlar orasida o'rnatiladi (2). Kuchlanish ta'sir etganda puansonlarning ishchi do'ngliklari payvandlash uchun ma'lum deformatsiyaga ega bo'lguncha metallni ezadi. Puansonlarning ishchi do'ngliklarining eng ratsional shakli – bu to'g'ri burchakli va dumaloq. Puansonning ishchi do'ngligining eni va diametrini payvandlanayotgan detal qalinligi 1–3 ga teng qilib olinadi.

2) Detalni oldindan qisib bajariladigan nuqtali payvandlash. (3.2-rasm).

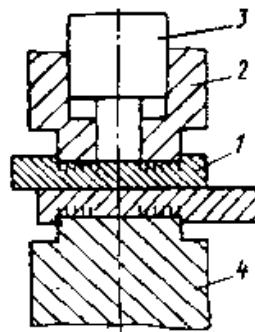


**3.2-rasm.** *Payvandlanayotgan detallarni oldindan qisib bajariladigan sovuq holatda nuqtali payvandlash chizmasi.*

Qisqichlar (2) orasidagi detalni puansonning ishchi do‘ngliklarigacha (3) eziladi. Shuni hisobiga payvandlanayotgan detallar qiyshtayishi bartaraf etiladi va payvand birikmaning mustahkamligi oshiriladi. Bu usulda payvandlashda qisqichda bosimni 29,4–49MPa qilib olish tavsiya etiladi. Qisqich yuzasi puansonning ishchi do‘nglik yuzasidan 15–20 marta ortiq bo‘lishi kerak.

3) Bir tomonli deformatsiyalash bilan nuqtali payvandlash.

Bunday payvandlash usuli bilan, payvand birikmaning yuzasi o‘ta tekis bo‘lgan detallar payvandlanadi.



**3.3-rasm.** *Payvandlanayotgan detalni bir tomonli deformatsiyalash bilan sovuq holatda nuqtali payvandlash chizmasi.*

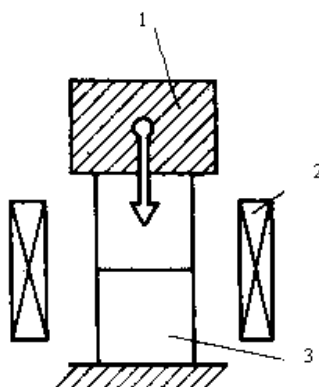
Bu holatda ustma-ust payvandlanayotgan detallar (1) tekis asosda (4) joylashadi, ishchi puanson (2) esa talab etilgan shakl va o‘lcham bo‘yicha shu detalga bosiladi.

Bir tomonli deformatsiyalashda payvand birikmaning mustahkamligi payvandlanayotgan detalning qalinligiga nisbatan puanson bilan bosish chuqurligi chamasi 60% bo‘lganda maksimal darajaga yetadi.



2. Diffuzion payvandlash texnologiyasi va jihozlari. Diffuzion payvandlash amaliyotida ikkita texnologik jarayon qo'llanilishi ma'lum:

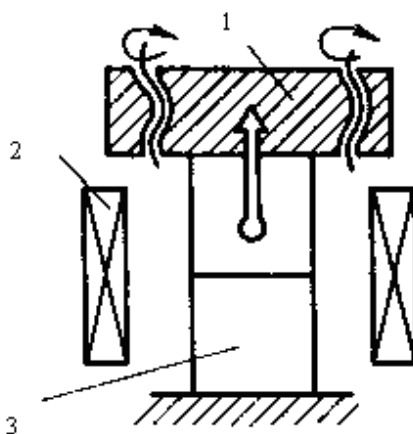
1) Erkin deformatsiyalash sxemasi bo'yicha diffuzion payvandlash – bunda oquvchanlik chegarasidan past bo'lgan doimiy kuchlanish ishlatiladi.



**3.4-rasm.** *Erkin deformatsiyalash sxemasi bo'yicha diffuzion payvandlash:*

1 – yuklash tizimi; 2 – qizdirgich; 3 – detallar.

2) Majburiy deformatsiyalash sxemasi bo'yicha diffuzion payvandlash – bunda kuchlanish va plastik deformatsiyalanish payvandlash jarayonida rostlanuvchi tezlik bilan harakatlanuvchi maxsus qurilma bilan ta'minlanadi.



**3.5-rasm.** *Majburiy deformatsiyalash sxemasi bo'yicha diffuzion payvandlash:*

1 – yuklash tizimi; 2 – qizdirgich; 3 – detallar.

### Nazorat savollari

1. Sovuq holatda va diffuzion payvandlashning mohiyati nimadan iborat?
2. Sovuq holatda payvandlash qaysi sohalarda qo'llaniladi?

3. Diffuzion payvandlashning qanday avzalliklari bor?
4. Sovuq holatda payvandlash bilan qanday metallar payvandlanadi?

#### Foydalanilgan adabiyotlar:

1. N. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – 446 p.
2. K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- 196 p
3. J. Norrish. Advanced welding processes – N.Y.: IOP published limited, 2002

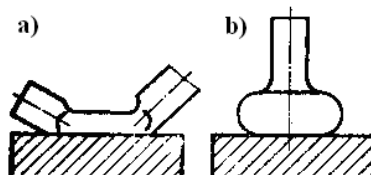
#### 4- amaliy mashg'ulot: Termokompression, prokatkalab, portlatib, yuqori chastotali va magnit-impulsi payvandlashning dolzarb muammolari va zamonaviy yutuqlari

**Ishdan maqsad:** Termokompression, prokatkalab, portlatib, yuqori chastotali va magnit-impulsi payvandlash zamonaviy texnologiyasi va jihozlari o'rganish

1. Termokompression payvandlash texnologiyasi va jihozlari o'rganish. Termokompression payvandlash – biriktirilayotgan detallarni qizdirib bosim ostida mikro payvandlashdir. Termo-kompression payvandlash yarim o'tkazgichli mikro uskunalarni va simli o'tkazgichli turli korpusli integral sxemalarni yig'ishda juda keng qo'llaniladi.

Termo-kompression payvandlashning usullari asosiy uchta jihatlari bilan tavsiflanadi:

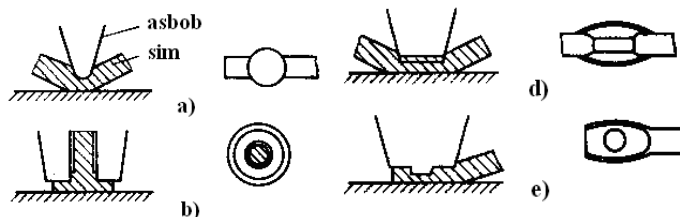
2) birikmani bajarish usuli bo'yicha (4.1 - rasm);



**4.1-rasm.** Birikma bajarish usuli bo'yicha termokompression payvandlash usullari:

a – ustma-ust; b – uchma-uch.

3) hosil bo'lgan birikma turi bo'yicha, ishlatilayotgan asbob shakliga bog'liq bo'lgan (4.2-rasm).



**4.2-rasm.** *Ishlatilayotgan asbob shakli bo'yicha termokompression birikmalarning asosiy turlari:*

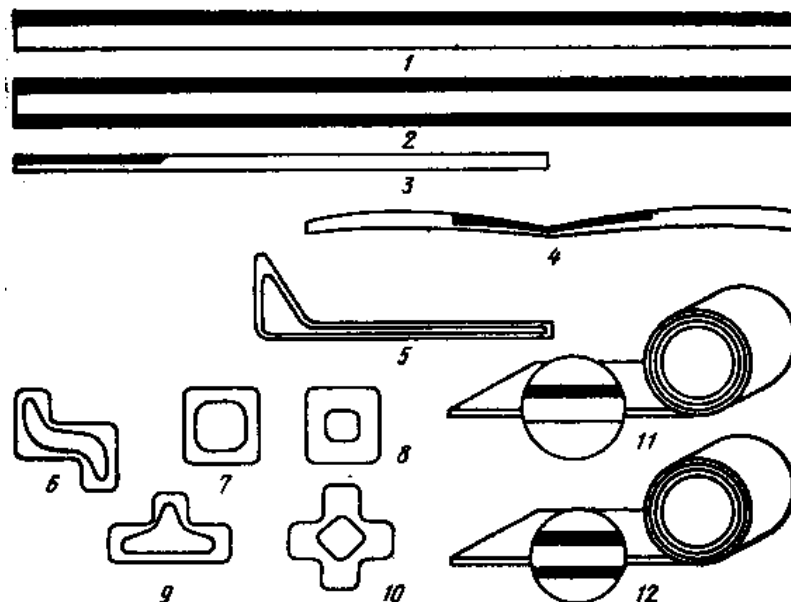
a – tekis payvand nuqta qo‘rinishida (pona simon termokompressiya); b - mix qalpoq qo‘rinishida; d – mustaxkam qirra bilan; e – "baliq ko‘zi" turli.

2. Prokatlab payvandlash texnologiyasi va jihozlari o‘rganish. Prokatlab payvandlash yo‘li bilan turli vazifalarni bajaruvchi ikki va undan ortiq qatlamlar (tarkibiy qismlar)dan tashkil topadigan metall konstruksiyalar hosil qilinadi. Kuch elementi vazifasini bajaruvchi qatlam asosiy qatlam deyiladi. Konstruksiyalarga qo‘yiladigan talablar bilan belgilanuvchi maxsus xossalarga ega bo‘lgan qatlam qoplama qatlam deb ataladi. Qoidaga ko‘ra, asosiy qatlam qoplama qatlamga nisbatan qalinroq bo‘ladi va arzonroq materialdan tayyorlanadi.

Payvandlash jarayoni plastik metallardan ko‘p qatlamli materiallar olishda biriktiriladigan materiallarni qizdirgan holda (issiq usulda prokatlab payvandlash) va sovuq holatda (sovuqlayin prokatlab payvandlash) amalga oshirilishi mumkin.

Prokatlab payvanllash bosim bilan payvandlashning bir turi bo‘lib, bunda payvand birikma o‘zaro ta’sirlashuv vaqti kam bo‘lgani holda majburiy deformatsiyalash sharoitida hosil qilinadi.

Prokatlab payvandlash bilan korroziya bardosh, antifriksion, olov bardosh va dekorativ ko‘p qatlamli konstruksiyalarni payvandlash mumkin, ularning ko‘ndalang kesim yuzalari 4.3 – rasmda ko‘rsatilgan.



**4.3-rasm.** Payvand birikmalarning ko'ndalang kesim profillari:

1 – qalin tunukali korroziya bardosh po‘lat; 2 – qalin tunukali uch qatlamli ishqalanishga chidamli; 3 – mahalliy qoplash bilan kesuvchi asbob uchun tunukali; 4 – 10 – fasonli korroziya bardosh; 11 – Fe-Ni ikki qatlmali tasma; 12 – Al-Fe-Ni uch qatlamli tasma.

3. Yuqori chastotali payvandlash rejimlarni hisoblash hamda jihozlarni tanlash.

Quvurlarni yuqori chastotali payvandlash rejimini hisoblash

Dastlabki ma'lumotlar:

1. Quvur diametri  $D=219$  mm
2. Devor qalinligi  $s=6$  mm
3. O'rnacha payvandlash tezligi 80m/daq

1. O'rtacha quvvatni aniqlash  $p_0$

Diametri  $D=219$  mm bo'lgan quvur uchun bir o'ramli ajraluvchi indutkorni qo'llash tavsiya etiladi.

O'rtacha quvvat qiymatini tanlaymiz  $p_0=1,4kVt/(mm \cdot m/daq)$ , nisbiy chegaralar  $D/2s = 219/6=36$  bo'lganda.

4.1-jadval

**To'g'ri chokli po'lat qo'vurlarni payvandlash uchun kritik tezligi  $v_{kr}$  va o'rtacha quvvatning  $p_0$  qiymatlari**

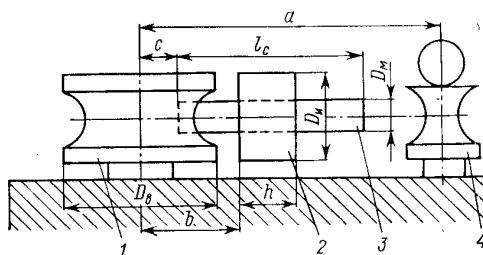
Quvurning tashki diametri, mm	Qirralarning burchak og'ishi va egilishi, °		$p_0, \text{kVt}/(\text{mm}\cdot\text{m}/\text{daq})$			$v_{kr}, \text{m}/\text{daq}$
	$\alpha$	$\beta$	D/2s	O'zak bilan	o'zaksiz	
219	3,5	$\leq 10$	$> 20$	2,3	-	8

2. Ta'minlash manbaining quvvati P, kVt

$$P = p_0 \cdot 2s \cdot v_{kr}$$

$$P = p_0 \cdot 2s \cdot v_{kr} = 2,3 \cdot 2 \cdot 6 \cdot 8 = 220 \text{ kVt}$$

Kuvur tunukasini payvandlash, payvandlash mashinasining stanida bajariladi.



**4.3-rasm.** Payvandlash mashinasining stanining sxemasi.<sup>34</sup>

1 –  $D_v$  diametrlilik chok shaklini keltiruvchi valok, 2 – Ichki diametri  $D_i$  va balandiligi  $h$  bo'lgan va chokni kisuvchi valoklardan  $b$  masofada joylashgan induktor 3 – valok o'qidan  $s$  masofada joylashgan uzunligi  $l_s$ , diametri  $D_m$ , bo'lgan ferritli o'zak 4 – chokni kisuvchi valoklardan  $a$  masofada joylashgan, chokga yo'naltiruvchi kletining valogi.

Quvur diametri  $D=219$  mm bo'lgan bir o'ramli ajraluvchi induktordan foydalanish tavsiya etadi.

4.2-jadval

### **Diametri 219mm bo'lgan to'g'ri chokli quvurlarni ishlab chiqarish uchun payvandlash mashinalarining asosiy parametrlari**

<sup>34</sup> H. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – p.421

Quvurning tashki diametri trubi, mm	Payvandlash mashinasi		Induktor			Ferritli o'zak				
	Dv, mm	a, mm	Konstruksiya	O'lchamlari, mm			Konstruksiya	o'lchamlari, mm		
				D <sub>i</sub>	b	h		D <sub>M</sub>	l <sub>c</sub>	C
219	500	1600	Bir o'ramli ajraluvchi induktor	250	150	220	Cegmentli kesimli	150	750	30

### Nazorat savollari

1. Termo-kompression va prokatlab payvandlashning mohiyati nimadan iborat?
2. Termo-kompression payvandlash qaysi sohalarda qo'llaniladi?
3. Prokatlab payvandlashda asosiy va qoplama qatlamlar qanday vazifalarni bajaradi?
4. Termo-kompression payvandlash qanday bajariladi?
5. Prokatlab payvandlash qanday bajariladi?
6. Termo-kompression payvandlashning avzalliklari va kamchiliklari nimalardan iborat?
7. Payvandlash rejimi deb nimaga aytiladi?
8. Yuqori chastotali payvandlashning rejim parametrlariga nimalar kiradi?
9. O'rtacha quvvat qanday hisoblanadi?

### Foydalanilgan adabiyotlar:

1. N. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – 446 p.
2. K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- 196 p
3. J. Norrish. Advanced welding processes – N.Y.: IOP published limited, 2002

## V. KEYSLAR BANKI

### Keys-1.

09Г2С markali po'latdan tayyorlangan, devor kalingi 2 mm, avtomobil bakni yigish va chokli kontaktli payvandlash texnologik jarayonni ishlab chiqish.

#### Vazifalar:

1. Chokli kontaktli payvandlash rejimi hisoblash
2. Payvandlash jihozlarini tanlash
3. Payvand uzellar ishlab chiqarish texnologik jarayoni

#### Keysni bajarish bosqchilari va topshiriqlar:

- Keysdagi muammoni keltirib chiqargan asosiy sabablar va hal etish yo'llarini jadval asosida izohlang (individual va kichik guruhda).

Muammo turi	Kelib chiqish sabablari	Hal etish yo'llari

### Keys-2

СТ3 markali po'latdan tayyorlangan, diametri 10 mm, armaturani yigish va no'ktali kontaktli payvandlash texnologik jarayonni ishlab chiqish.

#### Vazifalar:

1. Nuqtali kontaktli payvandlash rejimi hisoblash
2. Payvandlash jihozlarini tanlash
3. Payvand uzellar ishlab chiqarish texnologik jarayoni

#### Keysni bajarish bosqchilari va topshiriqlar:

- Keysdagi muammoni keltirib chiqargan asosiy sabablar va hal etish yo'llarini jadval asosida izohlang (individual va kichik guruhda).

Muammo turi	Kelib chiqish sabablari	Hal etish yo'llari

### Keys-3.

Po'lat 10 markali po'latdan tayyorlangan, diametri 20 mm, avtomobil amortizatorni yigish va relefli kontaktli payvandlash texnologik jarayonni ishlab chiqish.

#### Vazifalar:

1. Relefli kontaktli payvandlash rejimi hisoblash
2. Payvandlash jihozlarini tanlash
3. Payvand uzellar ishlab chiqarish texnologik jarayoni

#### Keysni bajarish bosqchilari va topshiriqlar:

- Keysdagi muammoni keltirib chiqargan asosiy sabablar va hal etish yo'llarini jadval asosida izohlang (individual va kichik guruhda).

Muammo turi	Kelib chiqish sabablari	Hal etish yo'llari

### Keys-4

40X markali po'latdan tayyorlangan, relslarni yigish va relefli kontaktli payvandlash texnologik jarayonni ishlab chiqish.

#### Vazifalar:

1. Uchma-uchli kontaktli payvandlash rejimi hisoblash
2. Payvandlash jihozlarini tanlash
3. Payvand uzellar ishlab chiqarish texnologik jarayoni

#### Keysni bajarish bosqchilari va topshiriqlar:

- Keysdagi muammoni keltirib chiqargan asosiy sabablar va hal etish yo'llarini jadval asosida izohlang (individual va kichik guruhda).

Muammo turi	Kelib chiqish sabablari	Hal etish yo'llari



## VI. Glossariy

Termin	O'zbek tilidagi sharhi	Ingliz tilidagi sharhi
<b>Payvandlash</b>	payvandlanadigan qismlarni mahalliy yoki umumiy qizdirib, plastik deformatsiyalab yoi ularning birgalikdagi ta'sirida atomlararo boglanishni hosil qilish yuli bilan mashina detallari, konstruktsiyalar va inshootlarni ajralmas qilib biriktirish jarayoni	a fabrication or sculptural process that joins materials, usually metals or thermoplastics, by causing fusion, which is distinct from lower temperature metal-joining techniques such as brazing and soldering, which do not melt the base metal. In addition to melting the base metal, a filler material is often added to the joint to form a pool of molten material (the weld pool) that cools to form a joint that can be as strong, or even stronger, than the base material. Pressure may also be used in conjunction with heat, or by itself, to produce a weld.
<b>Kontaktli payvandlash</b>	detallarni ular orqali o'tuvchi elektr toki bilan qisqa muddat qizdirish va siqish kuchi yordamida plastik deformatsiyalash natijasida detallarning ajralmas metall birikmalarini hosil qilish texnologik jarayonidir	The resistance welding processes are commonly classified as pressure welding process although they involve fusion at the interface of material being joined.
<b>Nuqtali kontaktli payvandlash</b>	kontaktli payvandlashning bir usuli bo'lib, bunda detallar chegaralangan alohida tegish joylari bo'yicha (nuqtalar qatori bo'yicha) payvandlanadi	Two electrodes clamp the two sheets of metal together with a considerable force, while passing a high current through the metal. Thermal energy is produced as the current passes the electrical contact resistance between the two sheets
<b>Chokli kontaktli payvandlash</b>	bir-birni berkitib turuvchi nuqtalar qatorini hosil qilish yuli bilan zich birikma (chok) olish usulidir. Bunda aylanuvchi disksimon elektrodlar - rolklar yordamida tok keltiriladi va detallar siljiriladi	Seam welding is used in the same way as spot welding, and operates on essentially the same principle. The difference is that two wheel-shaped electrode are used, rolling along the workpiece.
<b>Releflı kontaktli payvandlash</b>	kontaktli payvandlashning bir turi sifatida ta'riflash mumkin. Bunda bo'lg'usi payvand birikmajoyidagi tokning zarur zichligi elektrodning ish yuzasi bilan emas, balki payvandlanadigan buyumlarning tegishli shakli bilan hosil qilinadi. Buyumning bu shakli sun'iy ravishda, turli shakldagi mahalliy chiqiqlar (releflar) olish yo'li bilan hosil qillinadi.	Projection welding is used to join two overlappin sheets of relatively thin metal. The process involves pressing a number of dimples in one of the plates, welding the two plates together at the same time.
<b>Sovuq holatda payvandlash</b>	payvandlanadigan qismlarni anchagina plastik deformatsiyalagan holda, tashqi issiqlik manbalari bilan qizdirmasdan	If sufficient pressure is applied to the cleaned matın surfaces to cause substantial plastic deformation the

	bosim bilan payvandlash.	surface layers of the material are disrupted, metallic bonds form across the interface and a cold pressure weld is formed
<b>Ishqalab payvandlash</b>	bir-biriga siqilib turgan va nisbiy harakatda ishtirok etadigan ikkita tanavorning tegish yuzasida hosil bo'luvchi issiqlikdan foydalanish hisobiga amalga oshiriladigan ajralma birikma hosil qilish texnologik jarayonini.	In friction welding a high temperature is developed at the joint by the relative motion of the contact surfaces
<b>Diffuzion payvandlash</b>	bosim bilan payvandlash usullari guruhiga kiradi, bunda payvandlanayotgan qismlarning plastik deformatsiyalanish evaziga birikishi erish haroratidan past haroratda, ya'ni qattiq fazada amalga oshadi.	In diffusion bonding the mating surfaces are cleaned and heated in an inert atmosphere. Pressure is applied to the joint and local plastic deformation is followed by diffusion during which the surface voids are gradually removed.
<b>Portlatib payvandlash</b>	bosim bilan payvandlashning portlovchan molda zaryadi portlaganda ajralib chiqadigan energiya ta'sirida amalga oshiriluvchi bir turidir.	In explosive welding the force required to deform the interface is generated by an explosive charge

## VII. ADABIYOTLAR RO'YXATI

### Maxsus adabiyotlar:

1. Дуняшин Н.С., Эрматов З.Д., Гальперин Л.В., Никитин В.Н., Заиркулов Э.Ё. Сварка давлением. Учебник. Т:Fan va texnologiyalar nashriyot-matbaa uyi, 2021 – 263 с.
2. Дуняшин Н.С., Эрматов З.Д., Гальперин Л.В., Никитин В.Н., Худоёров С.С. Технология и оборудование контактной сварки. Учебник. Т:Fan va texnologiyalar nashriyot-matbaa uyi, 2022. -216 с.
3. Дуняшин Н.С., Эрматов З.Д., Гальперин Л.В., Худоёров С.С., Заиркулов Э.Ё. Основные методы сварки. Учебник. Т:Fan va texnologiyalar nashriyot-matbaa uyi, 2021 – 224с.
4. Duniyashin N.S., Ermatov Z.D., Galperin L.V., Xudoyorov S.S., Begatov J.M. Kontaktli payvandlash texnologiyasi va jihozlari. Darslik. Т:Fan va texnologiyalar nashriyot-matbaa uyi, 2022. -224 b.
5. Abralov M.A., Duniyashin N.S. Bosim ostida payvandlash. Darslik– Т.: Noshirlik Yogdusi, 2015– 260b.
6. Ermatov Z.D. Payvandlashning asosiy uslublari. Darslik. Т:Fan va texnologiyalar nashriyot-matbaa uyi, 2021 - 224b.
7. Duniyashin N.S. Payvandlash texnologiyalari. Darslik. – Т.: Fan va texnologiyalar, 2018 – 160 b
8. Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - Connect Learn Success, 2012. – 1147 p.

### Internet resurslari:

1. <http://www.welding.su>
2. <http://www.aws.org>
3. [welding.com](http://welding.com)