

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА РАХБАР КАДРЛАРИНИ ҚАЙТА
ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ ТАШКИЛ
ЭТИШ БОШ ИЛМИЙ-МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ
МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ ТАРМОҚ МАРКАЗИ**

ТЕХНОЛОГИК МАШИНАЛАР ВА ЖИҲОЗЛАР

йўналиши

**“БОСИМ ОСТИДА ПАЙВАНДЛАШ ТЕХНОЛОГИЯСИ ВА
ЖИҲОЗЛАРИ” модулидан**

ЎҚУВ-УСЛУБИЙ МАЖМУА

ТОШКЕНТ -2018

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА РАЎБАР КАДРЛАРИНИ ҚАЙТА
ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ ТАШКИЛ
ЭТИШ БОШ ИЛМИЙ-МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ
МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ ТАРМОҚ МАРКАЗИ**

**“БОСИМ ОСТИДА ПАЙВАНДЛАШ ТЕХНОЛОГИЯСИ ВА ЖИҲОЗЛАРИ”
модули бўйича**

ЎҚУВ-УСЛУБИЙ МАЖМУА

**Тузувчилар : т.ф.н. доцент Дунияшин Н.С,
катта ўқитувчи Эрматов З.Д.**

ТОШКЕНТ -2018

Мазкур ўқув-услубий мажмуа Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2018 йил «__» _____даги _____-сонли буйруғи билан тасдиқланган ўқув режа ва дастур асосида тайёрланди.

Тузувчилар: ТДТУ “Технологик машиналар ва жиҳозлар”
кафедраси доценти, т.ф.н. Н.С Дуняшин.

ТДТУ “Технологик машиналар ва жиҳозлар”
кафедраси катта ўқитувчиси З.Д Эрматов.

Такризчи: ТДТУ “Материалшунослик” кафедраси
доценти, т.ф.н. К.К. Кадырбекова

Ўқув -услубий мажмуа Тошкент давлат техника университети Кенгашининг 2018 йил _____ даги _____-сонли қарори билан нашрга тавсия қилинган.

МУНДАРИЖА

I.	ИШЧИ ДАСТУР.....	5
II.	МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТРЕФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ.....	10
III.	НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР.....	16
IV.	АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ	59
V.	КЕЙСЛАР БАНКИ.....	71
VI	МУСТАҚИЛ ТАЪЛИМ МАВЗУЛАРИ.....	73
VII.	ГЛОССАРИЙ.....	74
VIII	АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ.....	76

І. ИШЧИ ЎҚУВ ДАСТУРИ

Кириш

Дастур Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июндаги “Олий таълим муассасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги ПФ-4732-сон Фармонидаги устувор йўналишлар мазмунидан келиб чиққан ҳолда тузилган бўлиб, у замонавий талаблар асосида қайта тайёрлаш ва малака ошириш жараёнларининг мазмунини такомиллаштириш ҳамда олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касбий компетентлигини мунтазам ошириб боришни мақсад қилади. Дастур мазмуни контактли, совуқ ҳолатда, диффузион, ультра товуш ёрдамида, ишқалаб, термокомпрессион, прокаткалаб, портлатиб, юқори частотали ва магнит-импульсли пайвандлаш жараёнларининг замонавий аҳволи ва ривожлантиришнинг истиқболлари, босим остида пайвандлашда кенг тарқалган технологиялари, ишлатиладиган жиҳозлари, ускуналари бўйича янги билим, кўникма ва малакаларини шакллантиришни назарда тутди.

Ушбу дастурда контактли, совуқ ҳолатда, диффузион, ультра товуш ёрдамида, ишқалаб, термокомпрессион, прокаткалаб, портлатиб, юқори частотали ва магнит-импульсли пайвандлашда кенг тарқалган технологиялари, ишлатиладиган жиҳозлари, ускуналари масалаларининг назарий ва амалий асосларини ўрганишни ўзида қамраб олган.

Модулнинг мақсади ва вазифалари

“Босим остида пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари” модулининг **мақсади:**

Контактли, совуқ ҳолатда, диффузион, ультра товуш ёрдамида, ишқалаб, термокомпрессион, прокаткалаб, портлатиб, юқори частотали ва магнит-импульсли пайвандлаш жараёнларининг замонавий аҳволи ва ривожлантиришнинг истиқболлари, босим остида пайвандлашда кенг тарқалган технологиялари, ишлатиладиган жиҳозлари, ускуналари бўйича билим, кўникма ва малакаларни шакллантиришдир.

“Босим остида пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари” модулни **вазифаси:**

- босим остида пайвандлаш жараёнларининг замонавий аҳволини ўрганиш;
- машинасозликда қўлланиладиган янги босим остида пайвандлаш усулларни қўллаш;
- машинасозликда қўлланиладиган янги босим остида пайвандлаш жиҳозларидан фойдаланиш.

Модул бўйича тингловчиларнинг билими, кўникмаси, малакаси ва компетенцияларига қўйиладиган талаблар

“Босим остида пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари” модулни ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида:

Тингловчи:

- босим остида пайвандлаш ривожининг тарихи ва истиқболи;

- босим остида пайвандлашнинг янги замонавий турлари;
- босим остида пайвандлашнинг физик асослари;
- машинасозликда босим остида пайвандлаш технологиясининг замонавий тенденциялари ҳақида **билимларга эга бўлиши лозим.**

Тингловчи:

- контактли нўқтали пайвандлаш режимини ҳисобини бажариш ва уларни таҳлил қилиш;
- контактли чокли пайвандлаш режимини ҳисобини бажариш ва уларни таҳлил қилиш;
- юқори частотали пайвандлаш режимини ҳисобини бажариш ва уларни таҳлил қилиш **кўникма ва малакаларини эгаллаши зарур.**

Тингловчи:

- эгаллаган билим ва кўникмаларга асосланган ҳолда босим остида пайвандлаш ишлаб чиқариш технологик жараёнларини ташкил этиш;
- босим остида пайвандлаш жараёнларининг муаммоларини ечиш **компетенцияларни эга бўлиши лозим.**

Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар

“Босим остида пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари” модули маъруза ва амалий машғулотлар шаклида олиб борилади.

Модулни ўқитиш жараёнида таълимнинг замонавий методлари, педагогик технологиялар ва ахборот-коммуникация технологиялари қўлланилиши назарда тутилган:

- маъруза дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида презентацион ва электрон-дидактик технологиялардан;
- ўтказиладиган амалий машғулотларда техник воситалардан, экспресс-сўровлар, тест сўровлари, аклий хужум, гуруҳли фикрлаш, кичик гуруҳлар билан ишлаш, коллоквиум ўтказиш, ва бошқа интерактив таълим усулларини қўллаш назарда тутилади.

Модулнинг ўқув режадаги бошқа модуллар билан боғлиқлиги ва узвийлиги

“Босим остида пайвадлаш технологияси ва жиҳозлари” модули ўқув режадаги куйидаги фанлар билан боғлиқ: “Эритиб пайвадлаш технологияси ва жиҳозлари”, “Пайвандлаш сифат назорати”.

Модулнинг олий таълимдаги ўрни

Модулни ўзлаштириш орқали тингловчилар эритиб пайвадлаш технологияси ва жиҳозларини ўрганиш, амалда қўллаш ва баҳолашга доир касбий компетентликка эга бўладилар.

Модул бўйича соатлар тақсимоти

№	Модул мавзулари	Тингловчининг ўқув юкلامаси, соат					Мустақил таълим
		Ҳаммаси	Аудитория ўқув юкلامаси				
			жами	жумладан			
			Назарий	Амалий машғулот	Кўчма машғулот		
1.	Нуқтали ва чокли контактли пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари	8	8	2	4	2	
2.	Релефли ва учма-учли контактли пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари	10	8	2	4	2	2
3.	Совуқ ҳолатда, диффузион, ультра товуш ёрдамида ва ишқалаб пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари	2	2	2			
4.	Контактли пайвандлаш машиналарининг иккиламчи контурини ҳисоблаш	2	2		2		
5.	Термокомпрессион, прокаткалаб, портлатиб, юқори частотали ва магнит-импульсли пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари	8	6	2	4		2
	Жами:	30	26	8	14	4	4

НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-мавзу: Нуқтали ва чокли контактли пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари

Босим остида пайвандлашнинг технологияси ва жиҳозларини қисқача ривожланиш тарихи. Босим остида пайвандлашни келаждаги ривожланиши, уни унумдорлигини ва иш сифатини ошириш. Контактли пайвандлаш. Контактли пайвандлашнинг технологик имкониятлари. Контактли пайвандлаш жараёнларининг таснифи. Нуқтали контактли пайвандлаш. Чокли контактли пайвандлаш.

2-мавзу: Релефли ва учма-учли контактли пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари

Рельефли контактли пайвандлаш. Рельефли контактли пайвандлашнинг физикавий асослари. Рельефли контактли пайвандлаш ишлатилиш соҳалари.

Усулнинг ўзига хос камчиликлари ва авзалликлари. Учма-уч контактли пайвандлаш. Учма-уч контактли пайвандлашнинг физикавий асослари. . Учма-уч контактли пайвандлаш ишлатилиш сохалари. Усулнинг ўзига хос камчиликлари ва авзалликлари.

3-мавзу: Совуқ ҳолатда, диффузион, ультра товуш ёрдамида ва ишқалаб пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари

Совуқ ҳолатда пайвандлаш. Металларни совуқ ҳолатда пайвандлашнинг физикавий асослари. Совуқ ҳолатда пайвандлаш усуллари. Диффузион пайвандлаш жараёнининг моҳияти. Диффузион пайвандлашнинг физикавий асослари. Диффузион пайвандлашда деформацияланиш чизмаси. Ультра товуш ёрдамида пайвандлашнинг физикавий асослари. Ультра товуш ёрдамида пайвандлаш ишлатилиш сохалари. Усулнинг ўзига хос камчиликлари ва авзалликлари. Технологик имкониятлар. Ультра товуш ёрдамида пайвандлашнинг режим параметрларини танлаш. Ишқалаб пайвандлаш. Ишқалаб пайвандлаш усулларининг таснифи. Инерцион ишқалаб пайвандлаш. Тебратиб ишқалаб пайвандлаш. Орбитал ишқалаб пайвандлаш.

4-мавзу: Термокомпрессион, прокаткалаб, портлатиб, юқори частотали ва магнит-импулсли пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари

Термокомпрессион пайвандлаш. Термокомпрессия моҳияти. Термокомпрессион пайвандлашнинг ишлатилиш сохалари. Термокомпрессион пайвандлаш усулларининг таснифи. Термокомпрессион пайвандлашда ишлатиладиган жиҳозлар. Прокаткалаб пайвандлаш. Прокаткалаб пайвандлашнинг моҳияти. Плакирловчи қатлам. Прокаткалаб пайвандлаш ишлатилиш сохалари. Усулнинг ўзига хос камчиликлари ва авзалликлари. Юзаларни тайёрлаш. Режим параметрларини танлаш. Прокаткалаб пайвандлашда ишлатиладиган жиҳозлар. Портлатиб пайвандлаш. Портлатиб пайвандлашнинг физикавий асослари. Портлатиб пайвандлаш технологияси. Юқори частотали пайвандлаш. Юқори частотали пайвандлашнинг моҳияти. Юқори частотали пайвандлашда токни узатиш усули. Юзадаги эффект. Яқинлаштириш эффекти. Юқори частотали пайвандлашнинг авзалликлари. Юқори частотали пайвандлашда кондуктив ток узатиш. Юқори частотали пайвандлашда индуктив ток узатиш. Магнит-импулсли пайвандлаш. Магнит-импулсли пайвандлаш технологияси. Магнит-импулсли пайвандлашда ишлатиладиган жиҳозлар.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ

1-амалий машғулот:

Нуктали ва чокли контактли пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари

Нуктали контактли режимларини ҳисоблаш. Чокли контактли режимларини ҳисоблаш. Пайвандлаш электродларни ўрганиш

2- амалий машғулот:

Релефли ва учма-учли контактли пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари

Релефли контактли режимларини ҳисоблаш. Учма-учли контактли режимларини ҳисоблаш. Пайвандлаш электродларни ўрганиш

3- амалий машғулот:

Контактли пайвандлаш машиналарининг иккиламчи контурини ҳисоблаш

Контактли пайвандлаш машиналарининг электр занжирлари ўрганиш
Контактли пайвандлаш машиналарининг иккиламчи контурини ҳисоблаш

4- амалий машғулот:

Термокомпрессион, прокаткалаб, портлатиб, юқори частотали ва магнит-импульсли пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари

Юқори частотали пайвандлаш режимларни ҳисоблаш. Юқори частотали пайвандлаш жиҳозларни танлаш.

Таълимни ташкил этиш шакллари

Таълимни ташкил этиш шакллари аниқ ўқув материали мазмуни устида ишлаётганда ўқитувчини тингловчилар билан ўзаро ҳаракатини тартиблаштиришни, йўлга қўйишни, тизимга келтиришни назарда тутати.

Модулни ўқитиш жараёнида қуйидаги таълимнинг ташкил этиш шаклларида фойдаланилади:

- маъруза;
- амалий машғулот;
- мустақил таълим.

Ўқув ишини ташкил этиш усулига кўра:

- жамоавий;
- гуруҳли (кичик гуруҳларда, жуфтликда);
- якка тартибда.

Жамоавий ишлаш – Бунда ўқитувчи гуруҳларнинг билиш фаолиятига раҳбарлик қилиб, ўқув мақсадига эришиш учун ўзи белгилайдиган дидактик ва тарбиявий вазифаларга эришиш учун хилма-хил методлардан фойдаланади.

Гуруҳларда ишлаш – бу ўқув топшириғини ҳамкорликда бажариш учун ташкил этилган, ўқув жараёнида кичик гуруҳларда ишлашда (2 тадан – 8 тагача иштирокчи) фаол роль ўйнайдиган иштирокчиларга қаратилган таълимни ташкил этиш шаклидир. Ўқитиш методига кўра гуруҳни кичик гуруҳларга, жуфтликларга ва гуруҳларора шаклга бўлиш мумкин. *Бир турдаги гуруҳли иш* ўқув гуруҳлари учун бир турдаги топшириқ бажаришни назарда тутати. *Табақалашган гуруҳли иш* гуруҳларда турли топшириқларни бажаришни назарда тутати.

Якка тартибдаги шаклда - ҳар бир таълим олувчига алоҳида- алоҳида мустақил вазифалар берилади, вазифанинг бажарилиши назорат қилинади.

БАҲОЛАШ МЕЗОНИ

№	Баҳолаш мезони	Балл	Максимал балл
1	Кейс	1.5 балл	2.5
2	Мустақил иш	1.0 балл	

II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТРЕФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ

“SWOT-таҳлил” методи.

Методнинг мақсади: мавжуд назарий билимлар ва амалий тажрибаларни таҳлил қилиш, таққослаш орқали муаммони ҳал этиш йўлларни топишга, билимларни мустаҳкамлаш, такрорлаш, баҳолашга, мустақил, танқидий фикрлашни, ностандарт тафаккурни шакллантиришга хизмат қилади.

S – (strength)	• кучли томонлари
W – (weakness)	• заиф, кучсиз томонлари
O – (opportunity)	• имкониятлари
T – (threat)	• тўсиқлар

Методнинг қўлланилиши: Лазерли пайвандлашнинг SWOT таҳлилини ушбу жадвалга туширинг.

S	Контактли пайвандлашнинг кучли томонлари	Пайванд чокнинг юқори сифатлилиги...
W	Контактли пайвандлашнинг кучсиз томонлари	Бир турли пайванд бирикмаларни пайвандлаш...
O	Контактли пайвандлашдан фойдаланишнинг имкониятлари (ички)	Юпка металлни устма-уст пайвандлаш...
T	Контактли пайвандлаш тўсиқлар (ташқи)	Пайвандлаш сифати пайвандлаш режимларидан боғлиқ...

«Хулосалаш» (Резюме, Веер) методи

Контактли пайвандлаш					
Нуқтали		Чокли		Учма-учли	
афзаллиги	камчилиги	афзаллиги	камчилиги	афзаллиги	камчилиги

Методнинг мақсади: Бу метод мураккаб, кўптармоқли, мумкин қадар, муаммоли характеридаги мавзуларни ўрганишга қаратилган. Методнинг моҳияти шундан иборатки, бунда мавзунинг турли тармоқлари бўйича бир хил ахборот берилади ва айти пайтда, уларнинг ҳар бири алоҳида аспектларда муҳокама этилади. Масалан, муаммо ижобий ва салбий томонлари, афзаллик, фазилат ва камчиликлари, фойда ва зарарлари бўйича ўрганилади. Бу интерфаол метод танқидий, таҳлилий, аниқ мантикий фикрлашни муваффақиятли ривожлантиришга ҳамда ўқувчиларнинг мустақил ғоялари, фикрларини ёзма ва оғзаки шаклда тизимли баён этиш, ҳимоя қилишга имконият яратади. “Хулосалаш” методидан маъруза машғулотларида индивидуал ва жуфтликлардаги иш шаклида, амалий ва семинар машғулотларида кичик гуруҳлардаги иш шаклида мавзу юзасидан билимларни мустаҳкамлаш, таҳлили қилиш ва таққослаш мақсадида фойдаланиш мумкин.

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 материаллари



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

Методнинг қўлланилиши:

Хулоса:

“Кейс-стади” методи

«Кейс-стади» - инглизча сўз бўлиб, («case» – аниқ вазият, ҳодиса, «stadi» – ўрганмоқ, таҳлил қилмоқ) аниқ вазиятларни ўрганиш, таҳлил қилиш асосида ўқитишни амалга оширишга қаратилган метод ҳисобланади. Мазкур метод дастлаб 1921 йил Гарвард университетиде амалий вазиятлардан иқтисодий бошқарув фанларини ўрганишда фойдаланиш тартибиде қўлланилган. Кейсде очик ахборотлардан ёки аниқ воқеа-ҳодисадан вазият сифатида таҳлил учун фойдаланиш мумкин. Кейс ҳаракатлари ўз ичига қуйидагиларни қамраб олади: Ким (Who), Қачон (When), Қаерде (Where), Нима учун (Why), Қандай/ Қанақа (How), Нима-натижа (What).

“Кейс методи” ни амалга ошириш босқичлари

Иш босқичлари	Фаолият шакли ва мазмуни
1-босқич: Кейс ва унинг ахборот таъминоти билан таништириш	<ul style="list-style-type: none"> ✓ якка тартибдаги аудио-визуал иш; ✓ кейс билан танишиш(матнли, аудио ёки медиа шаклда); ✓ ахборотни умумлаштириш; ✓ ахборот таҳлили; ✓ муаммоларни аниқлаш
2-босқич: Кейсни аниқлаштириш ва ўқув топшириғни белгилаш	<ul style="list-style-type: none"> ✓ индивидуал ва гуруҳда ишлаш; ✓ муаммоларни долзарблик иерархиясини аниқлаш; ✓ асосий муаммоли вазиятни белгилаш
3-босқич: Кейсдаги асосий муаммони таҳлил этиш орқали ўқув топшириғининг ечимини излаш, ҳал этиш йўллари ишлаб чиқиш	<ul style="list-style-type: none"> ✓ индивидуал ва гуруҳда ишлаш; ✓ муқобил ечим йўллари ишлаб чиқиш; ✓ ҳар бир ечимнинг имкониятлари ва тўсиқларни таҳлил қилиш; ✓ муқобил ечимларни танлаш
4-босқич: Кейс ечимини ечимини шакллантириш ва асослаш, тақдимот.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ якка ва гуруҳда ишлаш; ✓ муқобил вариантларни амалда қўллаш имкониятларини асослаш; ✓ ижодий-лойиҳа тақдимотини тайёрлаш; ✓ якуний хулоса ва вазият ечимининг амалий аспектларини ёритиш

«ФСМУ» методи

Технологиянинг мақсади: Мазкур технология иштирокчилардаги умумий фикрлардан хусусий хулосалар чиқариш, таққослаш, қийслаш орқали ахборотни ўзлаштириш, хулосалаш, шунингдек, мустақил ижодий фикрлаш кўникмаларини шакллантиришга хизмат қилади. Мазкур технологиядан маъруза машғулотларида, мустаҳкамлашда, ўтилган мавзуни сўрашда, уйга вазифа беришда ҳамда амалий машғулот натижаларини таҳлил этишда фойдаланиш тавсия этилади.

Технологияни амалга ошириш тартиби:

- қатнашчиларга мавзуга оид бўлган якуний хулоса ёки ғоя таклиф этилади;
- ҳар бир иштирокчига ФСМУ технологиясининг босқичлари ёзилган қоғозларни

тарқатилади:

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

- иштирокчиларнинг муносабатлари индивидуал ёки гуруҳий тартибда тақдимот қилинади.

ФСМУ таҳлили қатнашчиларда касбий-назарий билимларни амалий машқлар ва мавжуд тажрибалар асосида тезроқ ва муваффақиятли ўзлаштирилишига асос бўлади.

Мавзуга қўлланилиш:

Фикр: “Нуктали контактли пайвандлаш – бу юкори унумдорли пайвандлаш усулидир”.

Топшириқ: Мазкур фикрга нисбатан муносабатингизни ФСМУ орқали таҳлил қилинг.

“Ассесмент” методи

Методнинг мақсади: мазкур метод таълим олувчиларнинг билим даражасини баҳолаш, назорат қилиш, ўзлаштириш кўрсаткичи ва амалий кўникмаларини текширишга йўналтирилган. Мазкур техника орқали таълим олувчиларнинг билиш фаолияти турли йўналишлар (тест, амалий кўникмалар, муаммоли вазиятлар машқи, қиёсий таҳлил, симптомларни аниқлаш) бўйича ташҳис қилинади ва баҳоланади.

Методни амалга ошириш тартиби:

“Ассесмент” лардан маъруза машғулотларида талабаларнинг ёки қатнашчиларнинг мавжуд билим даражасини ўрганишда, янги маълумотларни баён қилишда, семинар, амалий машғулотларда эса мавзу ёки маълумотларни ўзлаштириш даражасини баҳолаш, шунингдек, ўз-ўзини баҳолаш мақсадида индивидуал шаклда фойдаланиш тавсия этилади. Шунингдек, ўқитувчининг ижодий ёндашуви ҳамда ўқув мақсадларидан келиб чиқиб, ассесментга қўшимча топшириқларни киритиш мумкин.

Методнинг қўлланилиши:

Ҳар бир катакдаги тўғри жавоб 5 балл ёки 1-5 балгача баҳоланиши мумкин.

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?

“Биламан /Билишни хоҳлайман/ Билиб олдим” методи (Б-Б-Б)

“Биламан /Билишни хоҳлайман/ Билиб олдим” методи - янги ўтиладиган мавзу бўйича талабаларнинг бирламчи билимларини аниқлаш ёки ўтилган мавзунини қай даражада ўзлаштирганлигини аниқлаш учун ишлатилади. Методни амалга ошириш учун синф доирасига янги ўтиладиган мавзу бўйича асосий тушунча ва иборалар ёзилади, талаба берилган вазифани ўзларига белгилайди. Юқорида берилган тушунча ибораларни билиш мақсадида қуйидаги чизма чизилади:

Биламан	Билишни хоҳлайман	Билиб олдим

Ушбу методда талабаи томонидан берилган вазифани яқка тартибда ёки жутликда жадвални тулдирди. Яъни тахминан биз нимани биламиз устунида рўйхат тузиш фикрларни тоифалар бўйича гуруҳлаш. Билишни хоҳлайман устуни учун саволлар олиш ва саволларни ўйлаб белгилар қўйиш. Биз нимани билдик устунига асосий фикрларни ёзиш.

Мавзуга қўлланилиши:

Биламан	Билимайман	Билишни хоҳлайман
Контактли нуқтали пайвандлаш		
Чокли контактли пайвандлаш.		
Релефли контактли пайвандлаш.		

Учма-чули пайвандлаш.	контактли	
--------------------------	-----------	--

“5 дақиқали эссе” методи

Эссе методи - французча тажриба, дастлабки лойиҳа, шахснинг бирор мавзуга оид ёзма равишда ифодаланган дастлабки мустақил эркин фикри. Бунда

Талаба ўзининг мавзу бўйича таассуротлари, ғояси ва қарашларини эркин тарзда баён қилади. Эссе ёзишда ҳаёлга келган дастлабки фикрларни зудлик билан қоғозга тушириш, иложи борича ручками қоғоздан узмасдан - тўхтамасдан ёзиш, сўнгра матнни қайта таҳлил қилиб, такомиллаштириш тавсия этилади. Мана шундагина ёзилган эссенинг ҳаққоний бўлиши эътироф этилган. Эссени муайян мавзу, таянч тушунча ёки эркин мавзуга бағишлаб ёзиш мақсадга мувофиқ. Баъзан, айниқса тарбиявий соатларда таълим олувчиларга ўзларига ёққан мавзу бўйича эссе ёздириш ҳам яхши натижа беради.

Ёзма топшириқнинг ушбу тури талабаларнинг мавзуга доир ўз мустақил фикрларини ифодалай олишга ёрдам бериш ва ўқитувчига ўз талабалари ўқув материални билан танишганда қайси жиҳатларига кўпроқ эътибор беришлари хусусида фикрлаш имконини беради. Аниқ қилиб айтганда, талабалардан қуйидаги икки топшириқни бажариш: мазкур мавзу бўйича улар нималарни ўрганганликларини мустақил баён этиш ва улар барибир жавобини ололмаган битта савол беришни сўралади.

“Венн диаграмма” методи

Методнинг мақсади: Бу метод график тасвир орқали ўқитишни ташкил этиш шакли бўлиб, у иккита ўзаро кесишган айлана тасвири орқали ифодаланadi. Мазкур метод турли тушунчалар, асослар, тасавурларнинг анализ ва синтезини икки аспект орқали кўриб чиқиш, уларнинг умумий ва фарқловчи жиҳатларини аниқлаш, таққослаш имконини беради.

Методни амалга ошириш тартиби:

- иштирокчилар икки кишидан иборат жуфтликларга бирлаштириладилар ва уларга кўриб чиқиладиган тушунча ёки асоснинг ўзига хос, фарқли жиҳатларини (ёки акси) доиралар ичига ёзиб чиқиш таклиф этилади;
- навбатдаги босқичда иштирокчилар тўрт кишидан иборат кичик гуруҳларга бирлаштирилади ва ҳар бир жуфтлик ўз таҳлили билан гуруҳ аъзоларини таништирадилар;
- жуфтликларнинг таҳлили эшитилгач, улар биргалашиб, кўриб чиқиладиган муаммо ёхуд тушунчаларнинг умумий жиҳатларини (ёки фарқли) излаб топадилар, умумлаштирадилар ва доирачаларнинг кесишган қисмига ёзадилар.

Методнинг мавзуга қўлланилиши: Босим остида пайвандлаш турлари бўйича



III. Назарий машғулот материаллари

1-маъруза. Нуқтали ва чокли контактли пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари

Режа:

- 1.1. Босим остида пайвандлашнинг моҳияти ва классификацияси
- 1.2. Контактли пайвандлаш усулларининг таснифи ва классификацияси
- 1.3. Нуқтали контактли пайвандлаш
- 1.4. Чокли контактли пайвандлаш

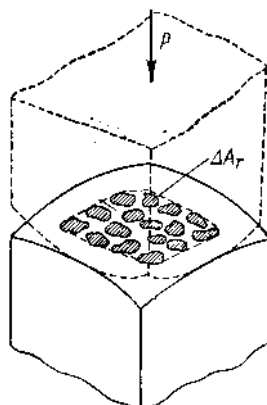
Таянч сўз ва иборалар: пайвандлаш, пластик деформацияси, атомлараро боғланиш, контактли пайвандлаш, нуқтали контактли пайвандлаш, чокли контактли пайвандлаш, пайвандлаш вақти

1.1. Босим остида пайвандлашнинг моҳияти ва классификацияси

Босим остида пайвандлашда танаворларни бириктиришга бириктириладиган юзаларини ташқи куч қўйиш ҳисобига биргаликда пластик деформациялаш йўли билан эришилади. Бунда бириктириш жойидаги материал, қоидага кўра, пластиклигини ошириш мақсадида қиздирилади. Деформациялаш жараёнида нотекикликлар эзилади, оксид пардалари емирилади, натижада тоза юзаларнинг тегиш контакт катталашади. Атомлараро боғланишларнинг юзага келиши деталларнинг мустаҳкам бирлашишига олиб келади.

Материалларни пайвандлаш деб, уларни атомларнинг ўзаро таъсирлашиш кучлари ҳисобига бириктириш жараёнини айтилади. Маълумки, металл деталларнинг сиртқи атомлари тўйинмаган эркин боғларга эга бўлади, бу боғлар атомлараро кучлар таъсир қилувчи масофада яқинлашган турли атомлар ёки молекулаларни қамраб олади. Агар иккита металл деталларнинг юзалари атомлараро кучларнинг металл ичидаттурадиган масофада яқинлаштирилса, улар (юзалар) тегиш юзасида бирлашиб яхлит бир нарсага айланади, унинг мустаҳкамлиги яхлит металлнинг мустаҳкамлиги билан баробар бўлади. Бирикиш жараёни энергия сарфланмасдан ва жуда тез, деярли бир зумда ўз-ўзидан юз беради.

Оддий металллар хона ҳароратида нафақат бир-бирига оддий теккизилганда, ҳатто катта куч билан босилганда ҳам ўзаро биркмайди. Қаттиқ, металлларнинг бирикишига энг аввало уларнинг қаттиқлиги ҳалақит берали, улар яқинлаштирилганда росмана тегиш (контакт), уларга қанчалик яхши ишлов берилган бўлмасин, фақат бир неча нуқтада содир бўлади.



Металл деталнинг механик туташishi:

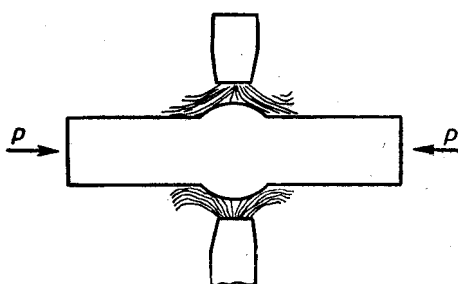
ΔA_r - элементар (ягона) микротуташув майдони.

Бирикиш жараёнига металллар сиртидаги ифлосликлар - оксидлар, ёғ пардалари ва бошқалар, шунингдек газлар молекулаларининг сингиган қатламлари кучли таъсир қилади. Сиртнинг тозалигини фақат юқори вакуум шароитида (камида $1 \cdot 10^{-8}$ мм симоб устунида) бирмунча узок муддат сақлаб туриш мумкин.

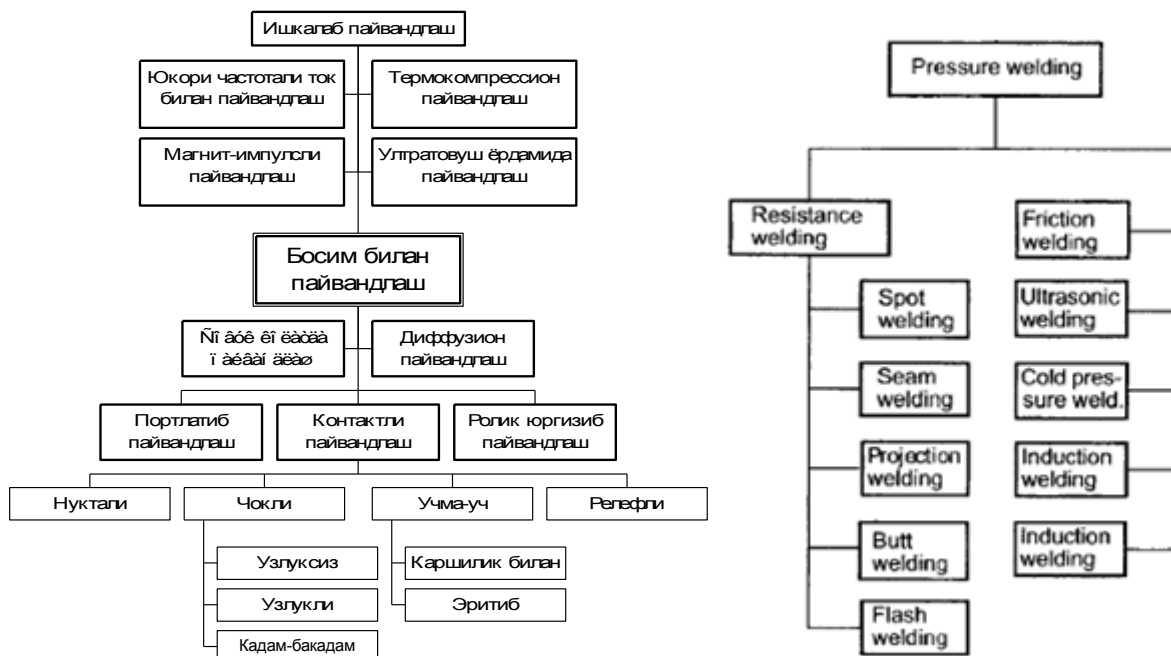
Мазкур қийинчиликларни бартараф этиш учун, пайвандлашда қиздириш ва босимдан фойдаланилади.

Қиздирилганда ҳарорати кўтарилиши билан металл пластик бўлиб қолади. Ҳароратни янада кўтариш орқали металлнинг зришига эришиш мумкин. Бу ҳолда суюқ металлнинг ҳажмлари умумий пайвандлаш ваннасига ўз-ўзидан бирлашади.

Бириктириладиган қисмларга бериладиган босим металлнинг анчагина пластик деформацияланишини юзага келтиради, ва у суюқлик каби оқа бошлайди. Металл ажралиш юзаси бўйлаб силжиб ўзи билан ифлосликлар, пардалар ва сингиган газлар бўлган сиртқи қатламни олиб кетади. Юзага чиқиб қолаётган янги қатламлар бир-бирига зич тегади ва яхлит бир нарсани ҳосил қилади. Пайвандлаш усулига қараб металлда пластик деформация ёки эриш жараёнлари содир бўлиб, эритмалар, кимёвий бирикмалар, суюқ ҳолатдан кристалланиш жараёнлари ва бошқа ҳодисалар юз беради.



Босим остида пайвандлаш чизмаси.



Босим билан пайвандлаш усулларининг классификацияси.¹

1.2. Контактли пайвандлаш усулларининг таснифи ва классификацияси

Контактли пайвандлаш деталларни улар орқали ўтувчи электр токи билан қисқа муддат қиздириш ва сиқиш кучи ёрдамида пластик деформациялаш натижасида деталларнинг ажралмас металл бирикмаларини ҳосил қилиш технологик жараёнидир.²

Контактли пайвандлаш бириктириладиган деталларни пайвандланаётган материалнинг эриш нуктасидан пастда ёки юқорида ётувчи ҳароратгача маҳаллий қиздириш йўли билан амалга оширилади.

Контактли пайвандлашда деталлар атомлараро илаши кучлари таъсир қилиши ҳисобига бирикади. Ушбу кучлар иккита металл детал орасида намоён бўлиши учун ёки улар пайвандланиши учун улар кристал панжара параметри билан таққосланадиган масофада яқинлаштирилиши лозим. Масалан, юқори даражада пластик металллар: алюминий, мис ёки унинг қотишмаларини совуқ, ҳолатда пайвандлаш бунга мисол була олаиди. Пластиклиги пастроқ, материаллар, чунончи, пўлаттсовуқ, ҳолатда деярли пайвандланмайди, чунки деталлар сиқилганда юзага келувчи анча ката қайишқоқ зўриқишлар ташқи куч олинганда айрим нукталарда вужудга келган элементар бирикмаларни емиради.

Контактли пайвандлаш совуқ ҳолатда пайвандлашдан асосан шуниси билан фарқ қиладики, қиздиришда атомларнинг ҳаракатчанлиги ортади, пайвандлаш учун зарур бўлган пластик деформация даражаси камаяди. Иссиқ металлнинг

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

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

деформацияси кичикроқ солиштирма босимда амалга ошади ва пайвандлашни кийинлаштирувчи қайишқоқ; кучларни баргараф этади.

Босим бермасдан, ҳатто эритиш йўли билан контактли пайвандлашни амалга ошириб бўлмайди. Босимнинг аҳамияти қуйидагилардан иборат:

1) пайвандланаётган деталлар бир-бирига зич теккунча яқинлашади, натижада пайвандлаш жойида иссиқлик ажралиш жадаллигига таъсир қилувчи, деталлар орасида ҳосил бўлувчи контактнинг ҳолатини роқтлаш имконияти пайдо бўлади;

2) берк хажмда кристалланувчи металл қуймакорлик нуқсонлари (ғоваклик, чўкиш бўшликлари ва б.) пайдо бўлмасдан зичланади;

3) пайвандлаш жойи ифлосланган ва оксидланган металлдан ҳоли бўлади.

Контактли пайвандлашнинг маълум усуллари бир қатор белгиларига кўра таснифланади:

1. Технологик белгиларига кура:

- нуқтали пайвандлаш;
- чокли пайвандлаш;
- учма-уч пайвандлаш;
- релефли пайвандлаш;³

2. Бирикманинг тузилитига кура:

- устма-уст пайвандлаш;
- учма-уч пайвандлаш;

3. Пайвандлаш жойида (зонасида) металлнинг чокли ҳолатига кўра:

- эритиб пайвандлаш;
- эритмасдан пайвандлаш;

4. Токнинг берилиш усулига кура:

- контактли пайвандлаш;
- индукцион пайвандлаш;

5. Пайвандлаш токининг турига кўра:

- узгарувчан ток билан пайвандлаш;
- узгармас ток билан пайвандлаш;
- униполяр ток, яъни импульс давомида кучи ўзгарадиган бир қутбли ток билан пайвандлаш;

6. Бир йўла бажариладиган бириктиришлар сонига кура:

- бир нуқтали ва кўп нуқтали пайвандлаш;
- бир чок билан ёки кўп чок билан пайвандлаш;
- битта ёки бир нечта бирикиш жойларини бир йўла пайвандлаш;

7. Чокли пайвандлашда роликларни силжитиш турига кўра:

- узлуксиз силжитиб (роликларни доимий равишда айлангириб) пайвандлаш;
- роликларни қадам-бақадам силжитиб (пайвандлаш вақтида роликларни тўхтатиб) пайвандлаш.

Контактли пайвандлашнинг афзал томонлари ушбулардан иборат:

1) жараённинг унумдорлиги юқори;

³ К. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p.80

2) пайвандлаш жараёнини енгил механизациялаштириш ва автоматлаштириш мумкин;

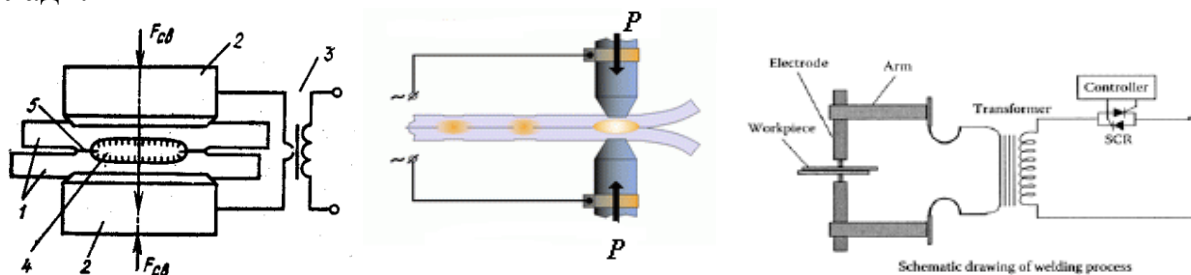
3) термодиформация цикли қулай бўлиб, кўпгина конструкцией материалларни бириктириш сифати юқори бўлишини таъминлайди;

4) технологии жараённинг гигиеник шароити яхши.

1.3. Нуқтали контактли пайвандлаш

Нуқтали пайвандлаш контактли пайвандлашнинг бир усули бўлиб, бунда деталлар чегараланган алоҳида тегиш жойлари бўйича (нуқталар катори бўйича) пайвандланади.⁴

Нуқтали пайвандлашда деталлар устма-уст йиғилиб, электр токи манбаи (масалан, пайвандлаш трансформатори) уланган электродлар ёрдамида $F_{\text{пай}}$ кучи билан сиқилади. Қисқа муддати пайвандлаш токи $I_{\text{пай}}$ ўтганда деталлар уларнинг ўзаро эриш зонаси пайдо бўлгунча кизийди. Бу зона ўзак (ядро) деб аталади. Пайвандлаш жойи (зонаси) қизиганда деталларнинг бирига тегиш жойида (ўзак атрофида) металл пластик деформацияланади. Бу жойда зичловчи белбоғ ҳосил бўлиб, у суюқ металлни чайқалиб тўкилишдан ва атроф ҳавосидан ишончли тарзда ҳимоялайди. Шу боис пайвандлаш жойини махсус ҳимоялаш талаб қилинмайди. Ток узиб қўйилгандан сўнг, ўзакнинг эриган метали тез кристалланади ва бириктириладиган деталлар орасида металл боғланишлар вужудга келади. Шундай қилиб, нуқтали пайвандлашда деталларнинг бирикиши металлнинг эриши билан содир бўлади.



Контактли нуқтали пайвандлаш схемаси:⁵

1 - пайвандаланаётган деталлар; 2 – электродлар; 3 – трансформатор; 4 - ўзак; 5 - зичлови белбоғ.

Нуқтали пайвандлашда деталлар 50 Гц саноат частотали ўзгарувчан ток импульслари билан, шунингдек ўзгармас ёки униполяр ток импульслари билан қиздирилади.

Нуқтали пайвандлашда пайванд чок тўрт босқичда ҳосил бўлади.

Биринчи тайёргарлик (сиқиш) босқичида пайвандланадиган юзалар муайян куч таъсирида бир-бирига тегади. Тегиш жойларидаги микронотекисликлар

⁴ К. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p. 80

⁵ К. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p. 80

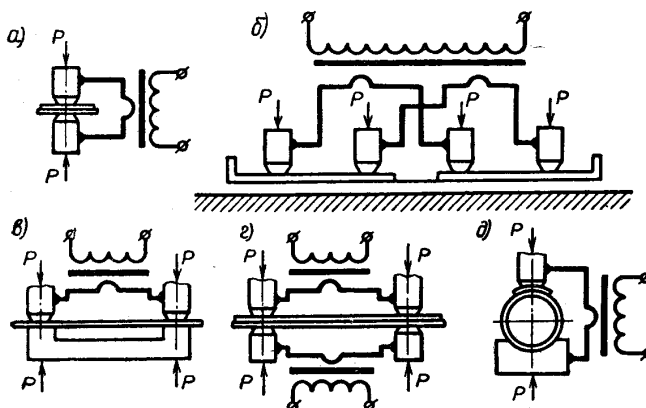
деформацияланади ва оксид пардалари емирилади. Тегиш қаршиликлари камаяди ва барқарорлашади, бирикма пайвандлаш токини улашга тайёрланади.

Иккинчи босқич пайванлаш токи уланган пайтдан бошланиб, қуйма ўзакнинг эрий бошлаши билан ниҳоясига етади. Мазкур босқич вақтида металл қизийди ва бирикиш жойида кенгайди. Металл қизиши билан пластик деформациялар ортади, бу деформациялар таъсирида металл тирқишга сиқиб чиқарилади ва белбоғ ҳосил бўлиб, у ўзакни зичлайди.

Учинчи босқич эриган зона пайдо бўлишидан ва унинг қуйма ўзакнинг номинал диаметригача катталатишишидан бошланади. Бу босқичда оксид пардалари бўлиниб ва емирилиб, ўзакнинг эригам металида аралашади. Электр-динамик кучларнинг таъсир кўрсатиши ушбу жараёнга ёрдам беради ва суяқ металл жадал аралашисига ҳамда турли хил металлларни пайвандлашда узакнинг таркиби твкисланишига олиб келади. Бундай аралашисида оксид пардалар ва ифлосликларнинг эримайдиган - зарралари эриган металл четида тўпланади.

Тўртинчи босқич ток узиб қўйилган пайтдан бошланади. Ушбу босқич вақтида металл совийди ва кристалланади ҳамда пайвандлаш жойи чўкичланади.

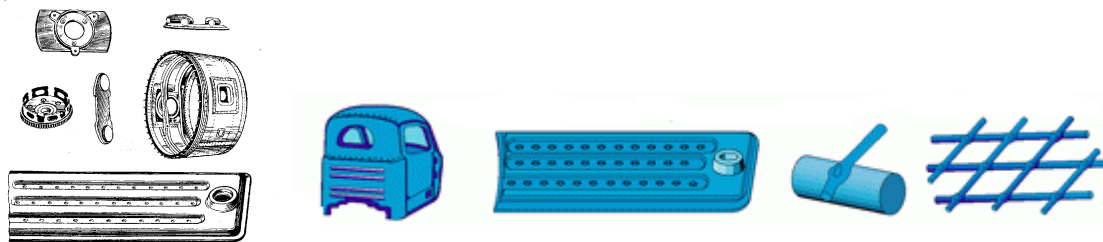
Нуқтали пайвандлаш қуйидагиларга бўлинади: бир нуқталива кўп нуқтали, бир томонли, икки томонли ва билвосита ток узатишлар билан.



Нуқтали пайвандлаш схемалари.

Нуқтали пайвандлаш қўлланиладиган соҳалар. Нуқталар пайвандлаш штамплаб-пайвандлаб салалиган конструкцияларни тайерлаш кенг қўлланилади. Ғундай конструкцияларда листдан штамплаб ясалган икки бундан ортиқ деталлар бикр узелларга пайвандланади (масалан, енгил автомобилнинг поли ва кузови, юк автомобилнинг кабинаси ва б.).

Синчли конструкциялар (чунончи йўловчи ташиш вагонининг ёндорлари ва томи, комбайн бункери, самолёт узеллари ва б.) одатда нуқталар тарзида пайваналади.

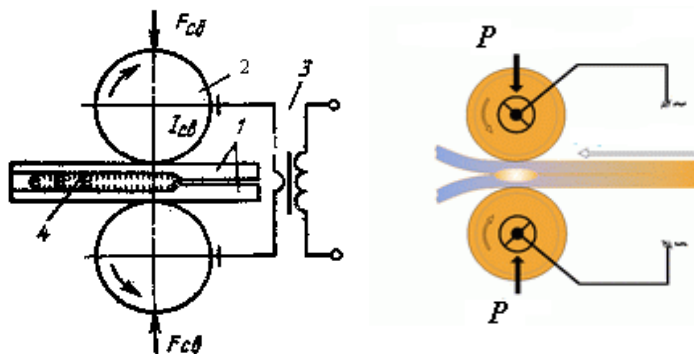


Нуқтали пайвандлаш билан бажарилган намунавий деталлар.

Нуктали пайвандлаш нисбатан юпка металлдан узеллар тайёрлашда яхши натижалар беради. Нуктали пайвандлаш қўлланиладиган муҳим соҳа электр- вакуум техникасида, асбобсозлик бошқа соҳаларда юпка деталларни бириктиришдир.

1.4. Чокли контактли пайвандлаш

Чокли пайвандлаш бир-бирни беркитиб турувчи нукталар қаторини ҳосил қилиш йули билан зич бирикма (чок) олиш усулидир. Бунда айланувчи дисксимон электродлар - роликлар ёрдамида ток келтирилади ва деталлар силжитилади.⁶ Нуктали пайвандлашда бўлгани каби деталлар устма-уст йиғилади ва пайвандлаш токининг қисқа муддатли импульслари билан қиздирилади. Нукталарнинг бир-бирини беркитиб туришига ток импульслари ўртасидаги тўхтам (пауза)ни ва роликларнинг айланиш тезлигини тегишлича танлаш орқали эришилади.



Контактли чокли пайвандлаш схемаси:⁷

1 - пайвандаланаётган деталлар; 2 - роликлар; 3 - трансформатор; 4 - ўзак.

Чокли пайвандлашнинг узлукли, узлуксиз ва кадам-бақадам турлари бўлади.

Роликлар ёрдамида узлуксиз пайвандлашда пайвандаланаётган деталлар узгармас тезликда узлуксиз ҳаракатланади. Бунда пайвандлаш токи узлуксиз уланган булади.

Роликлар ёрдамида узлукли пайвандлашда қисқа муддатли ток импульслари ($t_{и}$) тўхтамлар ($t_{т}$) навбатлашиб келади ва деталлар узлуксиз ҳаракатланади.

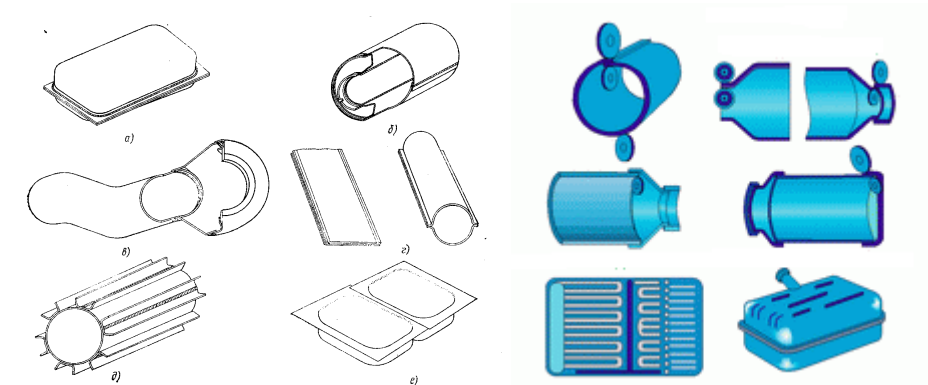
Роликлар ёрдамида кадам-бақадам пайвандлашда пайвандлаш токи уланган пайтда роликлар вақтинча тўхтади - деталлар ҳаракатланмайди, бу эса роликларнинг ейилишини, қолдик, зўриқишларни ва дарзлар ҳамда қавақлар пайдо булишига мойилликни камайтириш имконини яратади.

Чокли пайвандлашда деталлар кўпинча устма-уст йиғилади ва пайвандланади. Аммо айрим ҳолларда чокли учма-уч пайвандлашдан ҳам фойдаланилади, бу ҳол

⁶ К. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p.87

⁷ К. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p. 87

бирикмаларнинг циклик мустахамлиги юқорирок бўлишини таъминлайди. Бунда пайваланаётган деталлар тўлароқ, эриши учун фолгадан ясалган устқўймалардан фойдаланилади.



Чокли пайвандлаш билан бажарилган намунавий деталлар:

а – ёқилғи баки, б – юргизгичнинг чиқариб юбориш шовқин сўндиргичи, в – қисқа қувур, г – текис эгиловчи қувур, д – қувурларни қовурғалаш, е – ошхона ювгич идиши.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ:

1. Босим остида пайвандлашнинг моҳимият нимадан иборат?
2. Босим остида пайвандлаш жараёнларини қандай таснифлаш мумкин?
3. Контактли пайвандлашнинг моҳият нимадан иборат?
4. Контактли пайвандлаш жараёнларини қайси параметрларига кўра таснифлаш мумкин?
5. Нуқтали контактли пайвандлашнинг моҳияти айтиб беринг?
6. Нуқтали контактли пайвандлаш қайси соҳаларда қўлланилади?
7. Чокли пайвандлаш жараёнларини қайси параметрларига кура таснифлаш мумкин?

Фойдаланилган адабиётлар:

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

2-маъруза. Релефли ва учма-учли контактли пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари

Режа:

2.1. Релефли контактли пайвандлаш

2.2. Учма-уч контактли пайвандлаш

Таянч сўз ва иборалар: пайвандлаш, пластик деформацияси, атомлараро боғланиш, контактли пайвандлаш, релефли контактли пайвандлаш, учма-учли контактли пайвандлаш, пайвандлаш вақти

2.1. Релефли контактли пайвандлаш

Релефли пайвандлашни контактли пайвандлашнинг бир тури сифатида таърифлаш мумкин. Бунда бўлғуси пайванд бирикмажойидаги токнинг зарур зичлиги электроднинг иш юзаси билан эмас, балки пайвандаланадиган буюмларнинг тегишли шакли билан ҳосил қилинади.⁸ Буюмнинг бу шакли сунъий равишда, турли шаклдаги маҳаллий чиқиқлар (релефлар) олиш йўли билан ҳосил қилинади. Бирикманинг конструктив хусусиятларига мувофиқ буюмнинг шакли табиий бўлиши ҳам мумкин.

Релефли пайвандлашда бириктириладиган деталлар бир вақтнинг ўзида битта ёки бир неча нуқтада ёки бутун тегиш юзаси бўйича пайвандланади, бу деталларнинг бирида махсус тайёрланган чиқиқлар (релефлар)га ёинки пайвандланадиган деталларнинг пайвандланадиган жойи шаклига боғлиқ.

Пайвандлаш токи улангандан сўнг пайвандлаш жойида ток миқдори жуда кўпаяди ва металл тез қизийди. Бу ҳол пластик деформациялар жадал катталашувиغا олиб келади.

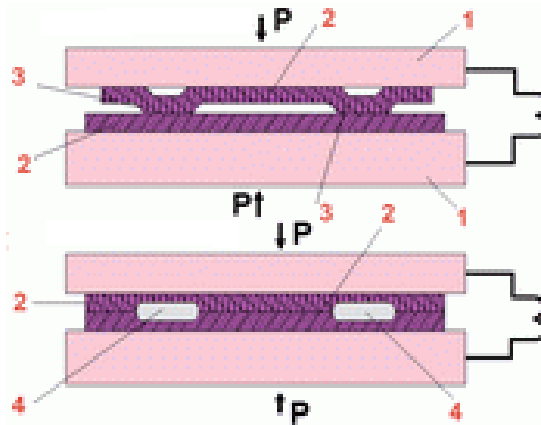
Релефли пайвандлашда пайванд бирикма қуйма ўзак ҳосил бўлиши билан ёки каттик фазада шаклланади.

Пайвандлашнинг мазкур усулида, қоидага кўра, агар машинанинг бир юришида бир неча пайванд бирикмалар ёки катта юзали битта бирикма ҳосил бўлса, жараённинг унумдорлиги ортади.

Баъзи ҳолларда ушбу усулдан фойдаланиш пайванд бирикманинг ташқи кўринишини яхшилаш, пайвандлаш қўлланиладиган соҳаларни кенгайтириш, эритиб пайвандлашнинг кам тежамли усуллари бошқаси билан алмаштириш вэ электродларнинг чидамлилигини ошириш имконини беради.

Бир йўла бир қанча (10 - 15 тагача) нуқталар тушириб релефли пайвандлаш энг самаралидир. Залворли электродлар воситасида барча релефлар бўйича сиқилган деталлар қизийди. Сиқиш кучи таъсирида чиқиқлар бир вақтнинг ўзида чўқади. Ички тегиш жойида (контактда) меъёридаги ўлчамли қуйма ўзак юзага келади. Шундай қилиб, бир цикл ичида кўшимча белгиланмаган ва нуқталари берилган тарзда жойлашган кўп нуқтали пайванд чок ҳосил бўлади

⁸ К. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p.83



Релефли пайвандлаш схемаси.⁹

1 - ток келтирувчи электродлар; 2 - пайвандланаётган деталлар; 3 - релеф; 4 - ўзак.

Релефли пайвандлашнинг афзал жихатлари қуйидагилардир:

- машинанинг бир юришида бир неча нуқталар бир йўла пайвандланади, бу эса меҳнат унумдорлигини оширади. Бир вақтнинг ўзида пайвандланадиган нуқталар сони усқунанинг электродларда зарур пайвандлаш токи ва кучини ҳосил қилишж имкониятига боғлиқ (юпқа пўлатларда бир йўла 20 тагача релеф пайвандланади);

- пайванд бирикмлар кўп электродли машинаналарда нуқтали пайвандлашга, лист металллардан ясалган кичикрок, ўлчамли деталларни пайвандлашга қараганда ихчамрок жойлашади;

- релефлар нуқтали пайвандлашдагига нисбатан кичикрок оралиқда (кичикрок қадам билан) ва пайвандланаётган деталларнинг четига яқинрок жойлашади. Шу туфайли таянч юзаси кичик бўлган, лист пўлатдан тайёрланган деталларга турли маҳкамлаш деталларини бир неча жойидан пайвандлаб қўйиш (приварка) учун релефли пайвандлашдан фойдаланиш имкони бўлади;

- нуқталар олдиндан релефлар билан белгилаб қўйилган жойларда жойлашади. Пайвандлаш изларининг камлиги (кичиклиги) бирикманинг ташқи кўринишини яхшилади;

- 1:6 ва бундан катта нисбатли лист металлларни пайвандлаш мумкин;

- юзаси оксидланган лист пўлатлар яхши пайвандланади, чунки релефларни штамплаш ва катта босим оксид пардаларини қисман емиради, тегиш (контакт) қаршилигини камайтиради ҳамда барқарорлаштиридан;

- релефли пайвандлаш усқуналари кўп электродли нуқтали пайвандлаш машиналарига нисбатан соддароқ.

Релефли пайвандлаш қўлланиладиган соҳалар. Релефли пайвандлаш ҳар хил майда маҳкамлаш деталлари, втулкалар, скобалар, ўқлар ва шу кабиларни лист пўлатдан ясалган ёирикрок, буюмлар билан бириктириш учун энг кўп қўлланилади. Релефлар одатда майда деталларда уларни тайёрлаш жараёни билан бир вақтда совуқлайин ҳосил қилинади. Уларнинг умумий юзаси катталашиши билан пайванд

⁹ К. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- р. 83

бирикманинг мустахкамлиги ҳам мос равишда ортади. Ҳалқасимон релефли буюмларда зич (герметик) бирикмалар ҳосил қилиш мумкин.

2.2. Учма-уч контактли пайвандлаш

Учма-уч пайвандлаш деб, контактли пайвандлашнинг шундай турини айтиладики, бунда пайвандлаш деталларнинг бирлаштириладиган бутун юзаси, бутун учма-уч бирикиш жойи буйича амалга оширилади.¹⁰



Учма-уч пайвандлаш схемаси¹¹

Пайвандлаш учун деталлар қисил қурилмаси ёрдамида пастки ток ўтказувчи электродларга сиқилади. Бу электродлар контактли пайвандлаш машинаси трансформатори иккиламчи чулғамининг ҳар хил ишорали қутблари ҳисобланади. Токни алмашлаб улагич (переключател) ёрдамида трансформаторнинг иккиламчи чулғами занжирини туташтириб, қаршиликка келтирилган деталлар орқали катта кучли ток ўтказилади. Шунда икки деталнинг тегиш қаршилиги эвазига жадал ажралиб чиқаётган иссиқлик пайвандланаётган юзаларнинг металлнинг эриш ҳароратига яқин ҳароратгача тез қизишини таъминлайди. Деталлар талаб этилган даражада қизигандан кегин чўктириш қурилмаси ёрдамида босилади.

Юқори ҳарорат ва босимнинг биргаликдаги таъсири пайвандланаётган қисмлар материалдан умумий кристал панжара ҳосил бўлиши туфайли деталлар пайвандланишини таъминлайди.

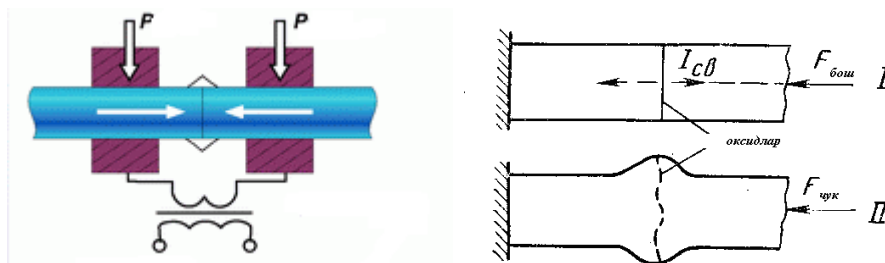
Учма-уч пайвандлаш бажарилиш усулига қараб икки асосий турга ажратилади:

1) қаршилик билан учма-уч пайвандлаш.

- қаршилик билан учма-уч пайвандлашда деталлар аввал F_6 куч билан сиқилади ва пайвандлаш трансформатори тармоққа уланади. Деталлар орқали пайвандлаш токи $I_{\text{пай}}$ ўтади ва деталларнинг деталларнинг учма-уч бирикиш жойлари эриш ҳароратига яқин ҳароратгача аста-секин қизийди. Кейин пайвандлаш токи учиб қўйилади ва чўктириш кучи кескин оширилади, шунда улар учма-уч бирикиш жойида деформацияланади. Бунда пайвандлаш жойидан сиртдаги пардаларнинг бир қисми сиқилиб чиқади, физик контакт шаклланади ва бирикма ҳосил бўлади.

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

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



Қаршилик билан учма-уч пайвандлашда бирикма ҳосил бўлиш схемаси¹² (F_6 – бошланғич куч; $F_{чүкт.}$ - чўктириш кучи)

Қаршилик билан учма-уч пайвандлашда биринчи тайёргарлик босқичида деталлар катта куч таъсирида бир-бирига тегади.

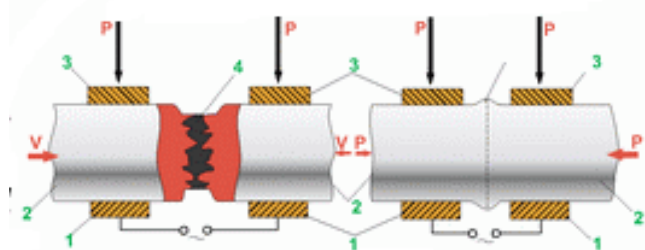
Иккинчи босқичда ток уланиб, бирикманинг ён юзалари асосий металлнинг эриш ҳарорати $T_{эриш}$ нинг (0,8 - 0,9) қисми қадар қздирилади. Металлнинг туташ қисмлари маълум чуқурликкача қизийди ва биргалиқда пластик деформацияланиш содир бўлади. Пайвандлашнинг айна усулида пластик деформация вақтида ён юзалардан оксидларнинг бир қисми сиқилиб чиқади. Бу пайтда атомларнинг термик фаоллашуви ўзаро таъсирнинг актив маркази юзага келишига ва қаттиқ фазада пайванд бирикманинг узил-кесил шаклланишига ёрдам беради.

Деталларни учидаги пардалари пайванд бирикма ҳосил бўлишига катта таъсир кўрсатади. Қиздириш вақтида ҳаво қиздирилаётган учларга деярли қаршиликсиз кириб, уларни оксидлайди ва атомлараро боғланишлар юзага келишига тўсқинлик қилади. Мазкур усулнинг айрим турларида қўлланилувчи пайвандлаш жойини ҳимоялаш оксидланиш жараёнларини секинлаштиради. Қаршилик билан учма-уч пайвандлашда бирикиш жойида одатда оксидларнинг бир қисми қолиб кетади, улар бирикманинг сифатини ёмонлаштиради;

2) эритиб учма-уч пайвандлаш.

Эритиб учма-уч пайвандлашда дастлаб деталларга пайвандлаш трансформаторидан кучланиш берилади, кейин улар бир-бирига яқинлаштирилади. Деталлар бир-бирига текканда токнинг зичлиги катталаги туфайли тегиш жойининг айрим жойларидаги металл тез қизийди ва портлашсимон емирилади. Тегиш жойлари, яъни улагичлар узлуксиз ҳосил бўлиши ва емирилиши, яъни учларнинг эриши ҳисобига деталларнинг учлари қизийди. Жараённинг охирига келиб учларда узлуксиз суяқ, металл қатлами юзага келади. Бу пайтда яқинлаштириш тезлиги ва чўктириш кучи кескин оширилади; учлар бир-бирига туташади, суяқ; металлнинг кўп қисми сиртдаги пардалар билан бирга пайвандлаш жойидан сиқилиб чиқиб, қалинлашган жой - грат ҳосил қилади. Пайвандлаш токи чўктириш вақтига ўз-ўзидан узилади.

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



Эритиб учма-уч пайвандлашда бирикма ҳосил бўлиш схемаси ¹³

Эритиб учма-уч пайвандлашда биринчи босқичда деталларнинг учлари фақат электр контакт учун етарли бўлган кичикроқ куч билан бир-бирига теккизилади. Иккинчи босқичда пайвандлаш жойи қиздирилади ва эритилади. Учлар аввал қаттиқ ҳолатда теккизилади, кейин эса эритилган металл улагичлар кўринишда тегади, бу улагичлар вақт-вақтида емирилади. Эритиб қиздиришда учларнинг ҳарорати эриш ҳароратига яқин бўлади. Катта кесимли деталлар бу босқичдан олдин учларини қисқа муддат туташриш йўли билан ёки торец индуктори орқали юқори чаототали ток (ЮЧТ) билан бир оз қиздирилади. Учинчи босқичда чуқтириш амалга оширилади. Учлар бир-бирига тез яқинлаштирилганда учларни беркитиб турувчи эриган металл пардалари умумий суюқ юпқа қатламга бирлашади ва суюқ фазада умумий боғланишлар вужудга келади. Чуқтириш ва пластик деформациялаш давом эттирилганда суюқ металл тиркишдан сиқилиб чиқади ҳамда бирикма энди қаттиқ, фазада узил-кесил шаклланади. Эриган металлнинг бир қисми сиқилиб чиқмасдан қолиб кетиши мумкин ва бу жойда пайванд бирикма биргаликда кристалланиш натижасида ҳосил бўлади. Эритиб пайвандлашда оксид пардаларини йўқотиш анча осон. Уларнинг кўп қисми юзада эриган металл ҳолатида бўлиб, деталлар учларини қоплаб туради ва чуқтириш чоғида эриган металл билан бирга чиқиб кетади.

Эритиб учма-уч пайвандлаш усули пайвандаланадиган деталлар кўндаланг кесимининг материали, катта-кичиклиги ва шаклига қараб, шунингдек мавжуд ускуналарни ҳамда бирикманинг сифатига қўйиладиган талабларни инобатга олинган ҳолда танланади:

- қаршилик билан пайвақдлаш орқали асосан кичикроқ кесимли (кўпи билан 250 мм²) деталлар бириктирилади;

- кесими 1000 мм² гача бўлган деталлар узлуксиз эритиб пайвандланади (эриш жараёнининг ўз-ўзидан ростланиши ёмон булгани учун бундан катта кесимли деталларни бу усулда пайвандлаб бўлмайди);

- бир оз қиздирган ҳолда эритиб қаршилик билан пайвандлаш 5000-10000 мм² ли кесиклар билан чегараланади. Кесими 10000 мм² дан катта деталлар пайвандлаш трансформаторининг кучланиши ва ҳаракатланувчи қисқични узатиш тезлиги дастур билан бошқарилувчи машиналарда узлуксиз эритиб пайвандланади.

Учма-уч пайвандлаш қўлланиладиган соҳалар. Контактли учма-уч пайвандлаш қуйидаги ҳолларда кенг қўлланилади:

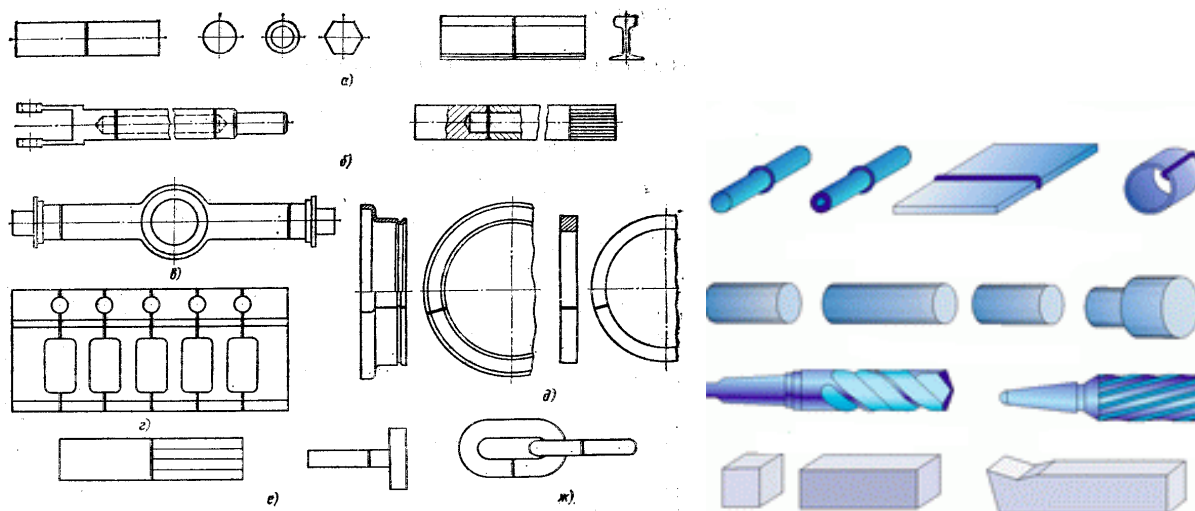
¹³ K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p. 84

- прокатдан узун буюмлар (қозонларнинг қизиш юзасидаги қувурдан ишланган змеевиклар, темир йўл релслари, темир-бетон арматураси, узлуксиз прокатлаш шароитида танаворлар) олиш учун;

- оддий танаворлар (заготовклар)дан мураккаб деталлар (учиш аппаратлари шассиларининг қисмлари, тортқилар, валлар, автомобилларнинг карданли валлари ва б.) тайёрлаш учун;

- туташ шаклдаги мураккаб деталлар (автомобил ғилдираклэрининг тўғинлари, реактив двигателларнинг бикрлик чамбараклари, шпангоутлар, занжирлар бўғинлари ва б.) яшаш учун;

- легирланган пўлатларни тежаш мақсадида (асбобнинг иш қисми тезкесар пўлатдан, куйруқ қисми эса углеродли ёки кам легирланган пўлатдан ишланади).



Учма-уч пайвандлаш билан бажарилган намунавий деталлар:

а – компакт профили узун ўлчамли буюмлар, қувурлар, релслар; б – валлар; в – автомобиллар орқа кўпригининг ғилофи; г – юргизгич блоки; д – ғилдирак тўғинни, ҳалқалар; е – кесувчи асбоб, юргизгичлар клапанлар; ж – занжир.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ:

1. Релефи пайвандлашнинг моҳияти ниадан иборат?
2. Релефли пайвандлаш қайси соҳаларда қўлланилади?
3. Релефли пайвандлашнинг қандай афзалликлари бор?
4. Қаршилиқ билан учма-уч пайвандлашда бирикма ҳосил қилиш қандай босқичларни ўз ичига олади?
5. Эритиб учма-уч пайвандлашнинг моҳиятини айтиб беринг.
6. Учма-уч пайвандлаш усули қандай параметрларга қараб танланади?
7. Учма-уч пайвандлаш қайси соҳаларда қўлланилади?

1. Н. 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-мавзу. Совуқ ҳолатда, диффузион, ультра товуш ёрдамида ва ишқалаб пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари

Режа:

- 3.1. Совуқ ҳолатда пайвандлаш
- 3.2. Диффузион пайвандлаш
- 3.3. Ультратовуш ёрдамида пайвандлаш
- 3.4. Ишқалаб пайвандлаш

Таянч сўз ва иборалар: пайвандлаш, совуқ ҳолатда пайвандлаш, диффузион пайвандлаш, диффузия, ультратовуш ёрдамида пайвандлаш, ишқалаб пайвандлаш, ишқаланиш

3.1. Совуқ ҳолатда пайвандлаш

Металларни совуқ ҳолатда пайвандлаш чуқур ўтмишдан бери қўлланилиб келмоқда. Совуқ ҳолатда пайвандлаш тарихининг замонавий даври 1948 йилда Англияда бажарилган тадқиқотлардан бошланади.

Совуқ ҳолатда пайвандлаш - пайвандланадиган қисмларни анчагина пластик деформациялаган ҳолда, ташқи иссиқлик манбалари билан қиздирмасдан босим билан пайвандлаш.¹⁴

Совуқ ҳолатда пайвандлаш усули пластик деформациялашдан фойдаланишга асосланган. Пластик деформациялаш ёрдамида, пайвандланаётган юзадаги мўрт оксид пардаси, яъни металларнинг бирикишига ҳалақит берувчи асосий тўсик, парчалаб ташланади. Бириктириляётган металлар орасида метали боғланишлар юзага келиши ҳисобига яхлит металл бирикма ҳосил бўлади. Ушбу боғланишлар бириктириляётган металлар юзалари $(2-8)10^{-7}$ мм атрофида яқинлаштирилганда электрон булут ҳосил бўлиши натижасида атомлар орасида юзага келади. Бу булут иккала металл юзанинг ионланган атомлари билан ўзаро таъсирлашади.

Совуқ ҳолатда пайвандлашнинг авзалликлари:

- нархи арзонлиги;
- унумдорлиги юқори;
- ёнғин портлаш хавфсизлиги муҳитида ишларни автоматизациялаш имкони мавжудлиги;
- изоляция қопланган деталларни пайвандлаш имкони борлиги.

Совуқ ҳолатда пайвандлаш билан юқори пластик хусусиятга эга металлар пайвандлаш мумкин: алюминий ва унинг қотишмалари, мис ва унинг қотишмалари, кадмий, никел, қўрғошин, қалай, цинк, титан, кумуш ва бошқалар. Бу пайвандлаш усули турли хил металларни пайвандлашда ишлатилади, масалан, мисни алюмин билан пайвандлашда.

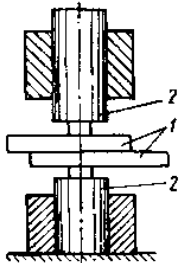
Саноатда асосан икки тур пайвандлаш усули ишлатилади: устма-уст пайвандлаш ва учма-уч пайвандлаш.

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

Устма-уст пайвандлашда пайвандланаётган деталларни устма-уст тахлаб пресс остига кўйилади. Пайванд бирикма деталларни пластик деформацияланиш хисобига бўлади.

Амалиётда қуйидаги пайвандлаш усуллари ишлатилади: пайвандланаётган детални олдиндан қисмасдан, пайвандланаётган деталларни олдиндан қисиб, пайвандланаётган деталларни бир томонини деформациялаб.

1) Деталларни олдиндан қисмасдан нуқтали пайвандлаш.

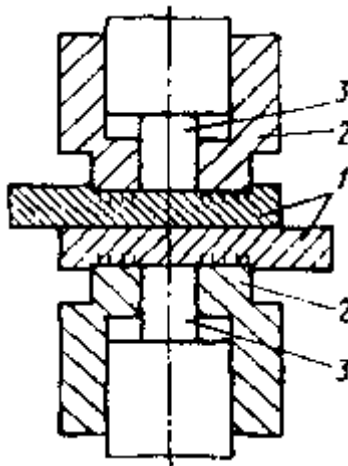


Пайвандланаётган деталларни олдиндан қисмасдан совуқ ҳолатда нуқтали пайвандлаш схемаси:

1 - пайвандланаётган деталлар; 2 - пуансон.

Пайвандлашга таёрланган деталлар 1, ўқдошли жойлашган пуансонлар орасида ўрнатилади 2. Кучланиш таъсир этганда пуансонларнинг ишчи дўнгликлари пайвандлаш учун маълум деформацияга эга бўлгунча металлни эзади. Пуансонларнинг ишчи дўнгликларининг энг рационал шакли – бу тўғри бурчакли ва думалоқ. Пуансоннинг ишчи дўнглигининг эни ва диаметрини пайвандланаётган детал қалинлиги 1-3 га тенг қилиб олинади.

2) Детални олдиндан қисиб бажариладиган нуқтали пайвандлаш.

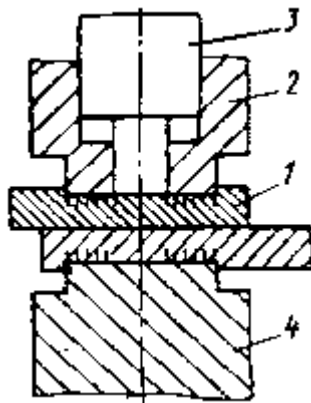


Пайвандланаётган деталларни олдиндан қисиб бажариладиган совуқ ҳолатда нуқтали пайвандлаш чизмаси.

Қисқичлар 2 орасидаги детални пуансоннинг ишчи дўнгликларигача 3 эзилади. Шунинг хисобига пайвандланаётган деталлар қийшайиши бартараф этилади ва пайванд бирикманинг мустаҳкамлиги оширилади. Бу усулда пайвандлашда қисқичда босимни 29,4-49МПа қилиб олиш тавсия этилади. Қисқич юзаси пуансоннинг ишчи дўнглик юзасидан 15-20 мартага ортиқ бўлиши керак.

3) Бир томонли деформациялаш билан нуқтали пайвандлаш.

Бундай пайвандлаш усули шундай ҳолатларда қўлланиладики, пайванд бирикманинг юзасига ўта текис ҳолатда бўлиши талаби қўйилган бўлсагина.



Пайвандланаётган детални бир томонли деформациялаш билан совуқ ҳолатда нуқтали пайвангдлаш чизмаси.

Бу ҳолатда устма-уст пайвандланаётган деталлар 1 текис асосда 4 жойлашади, ишчи пуансон 3 эса талаб этилган шакл ва ўлчам бўйича шу деталга босилади.

Бир томонли деформациялашда пайванд бирикманинг мустаҳкамлиги пайвандланаётган деталнинг қалинлигига нисбатан пуансон билан босиш чуқурлиги 60% чамасида бўлганда максимал даражага етади.

3.2. Диффузион пайвандлаш

Диффузион пайвандлаш босим билан пайвандлаш усуллари гуруҳига киради, бунда пайвандланаётган қисмларнинг пластик деформацияланиш эвазига бирикиши эриш ҳароратидан паст ҳароратда, яъни қаттиқ фазада амалга ошади. Мазкур усулнинг ўзига хос хусусияти шундаки, нисбатан унча катта бўлмаган қолдиқ деформация юқори ҳароратдан фойдаланилади.¹⁵

Жараёни пайвандлашда маълум бўлган кўпигина иссиқлик манбаларидан фойдаланиб амалга ошириш мумкин. Индукцион, радиацион, электрон-нур ёрдамида қиздириш, шунингдек ўтувчи ток билан қиздириш ҳамда тузлар эритмасида қиздиришдан амалда энг кўп фойдаланилади.

Пайвандлаш пайтида бириктирилаётган деталлар бир-бирига тўғридан-тўғри ёки қатламлар (фолга ёхуд кукун қистирмалар, копламалар) орқали теккизилади.

Диффузион пайвандлаш кўпинча вакуумда олиб борилади. Аммо жараёни ҳимоя ёки тиклаш газлари ёхуд уларнинг аралашмалари муҳитида амалга ошириш ҳам мумкин (назорат қилинадиган муҳитда диффузион пайвандлаш). Кислородга унча яқин бўлмаган материалларни пайвандлашда жараёни ҳатто ҳавода ҳам олиб бориш мумкин. Диффузион пайвандлаш учун муҳит сифатида тузлар эритмаларидан ҳам фойдаланса бўлади, улар айти пайтда иссиқлик манбалари вазифасини ҳам бажаради.

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

Диффузион бириктириш орқали пайвандлаш жараёни шартли рввишда икки босқичга бўлинади.

Биринчи босқичда материаллар юқори ҳароратгача қиздирилади ва босим берилади, натижада бир-бирига тегиб турган юзалардаги микрочиққлар пластик деформацияланади турли пардалар емирилади ҳамга йўқолади. Бунда метали бир-бирига тўғридан-тўғри тегиб турувчи (контакт) кўплаб қисмлар (металл боғлар) ҳосил бўлади.

Иккинчи босқичда қолиб кетган микронотекисликлар йуқотилади ва сингиш (диффузия) таъсирида ўзаро бириктириш ҳажмий зонаси юзага келади.

Диффузион пайвандлашнинг авзалликлари:

- кийинчиликсиз турли материалларни пайвандлаш имконияти мавжуд (пўлат билан чўянни, пўлат билан титанни, пўлат билан ниобийни, пўлат билан волфрамни, пўлатни металлкерамика билан, платинани титан билан, олтинни бронза билан ва ҳақозо.);

- турли қалинликдаги деталларни пайвандлаш имконияти мавжудлиги;

- асосий металл ва пайванд бирикма металлларини мустаҳкамлигини бир текис таъминлайди;

- пайвандлаш жараёнида металл эриши йўқ, оқибатда пайванд бирикмага ёмон таъсир этувчи металлургик таъсир этмайди, конструкцияни ишлаб чиқиш арзонлашади.

Диффузион пайвандлашнинг камчиликлари:

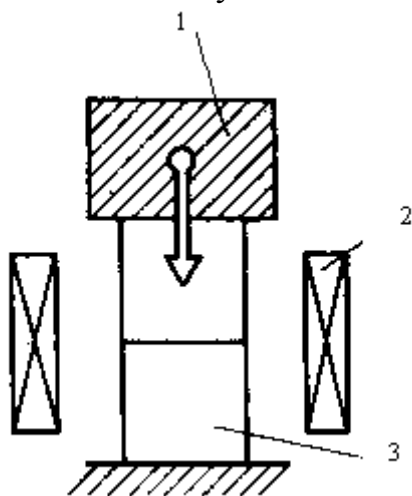
- пайвандлаш циклининг давомийлиги учун ишлаб чиқиш жараёни унумдорлиги паст;

- жихозлар ва технологик мосламаларнинг мураккаблиги, бир вақтнинг ўзида қизиш ва юкламага таъсирланиши;

- контактли юза сифатига юқори талаблар қўйилиши.

Диффузион пайвандлаш амалиётида иккита технологик жараён қўлланилиши маълум:

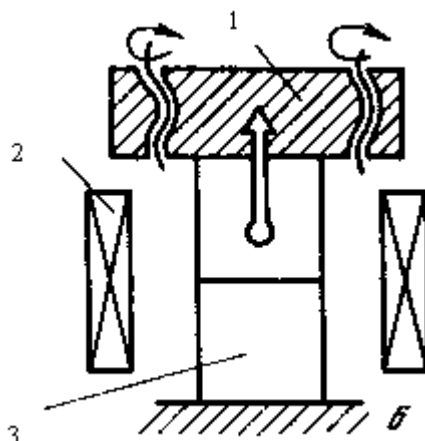
1) Эркин деформациялаш схемаси бўйича диффузион пайвандлаш – бунда оқувчанлик чегарасидан паст бўлган доимий кучланиш ишлатилади.



Эркин деформациялаш схемаси бўйича диффузион пайвандлаш:

1 - юклаш тизими; 2 - қиздиргич; 3 - деталлар.

2) Мажбурий деформациялаш схемаси бўйича диффузион пайвандлаш – бунда кучланиш ва пластик деформацияланиш пайвандлаш жараёнида ростланувчи тезлик билан харакатланувчи махсус қурилма билан таъминланади.



Мажбурий деформациялаш схемаси бўйича диффузион пайвандлаш:
1 - юклаш тизими; 2 - қиздиргич; 3 - деталлар.

3.3. Ультратовуш ёрдамида пайвандлаш

Ультратовуш ёрдамида пайвандлаш – бу тадқиқотнинг ривожланиш даври 20 – чи асрнинг 30-40 йилларидан бошланган. Ушбу жараённинг очилишига сабаб контактли пайвандлаш билан боғлиқ бўлган юзаларни тозалашда қўлланиладиган ультратовуш тўлқинлар билан боғлиқдир.¹⁶

Ультратовуш ёрдамида пайвандлаш - ультратовуш тебранишлари таъсирида амалга оширилувчи босим билан пайвандлаш. Металларни ультратовуш ёрдамида пайвандлашда ажралмас бирикма бириктириладиган қисмларни нисбатан кичик (микросхемалар ва ярим ўтказгичли асбоблар қисмларини бириктиришда нютоннинг ўндан бир улуши ёки бирлигига тенг ҳамда нисбатан қалин тунукаларни бириктиришда 10^4 Н дан катта бўлмаган) куч билан сиқиш ва айна вақтда тегиш (контакт) жойига 15 - 80 кГц частотали механик тебранишлар таъсир этириш жараёнида ҳосил бўлади.

Ультратовуш ёрдамида пайвандлашда бирикма ҳосил бўлиши учун зарур шароит бириктириладиган қисмларнинг бир-бирига тегиш жойида механик тебранишлар мавжудлиги натижасида юзага келади. Тебраниш энергияси мураккаб чўзилиш, сиқилиш ва кесилиш зўриқилшларини ҳосил қилади. Бириктириладиган металлларнинг эгилувчанлик чегарасидан ошиб кетганда уларнинг тегиш жойида пластик деформация содир бўлади. Пластик деформация ва ультратовушнинг ажратувчи (дисперсловчи) таъсири натижасида турли хил сиртки пардалар емирилади ва йўқолади ҳамда пайванд бирикма ҳосил бўлади. Тегиш жойидаги ҳарорат одатда бириктириладиган металллар эриш ҳароратининг 0,3 - 0,5 қисмидан ортиқ бўлмайди.

Ультратовуш ёрдамида пайвандлашнинг авзалликлари:

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

- пайвандлаш металлни қаттиқ ҳолатида қиздирмасдан бажарилади, натижада бирикма худудида мўрт интерметаллидлар ҳосил бўлишига мойил кимёвий фаол металллар ва турли жинсли металлларни бириктириш имконини беради;

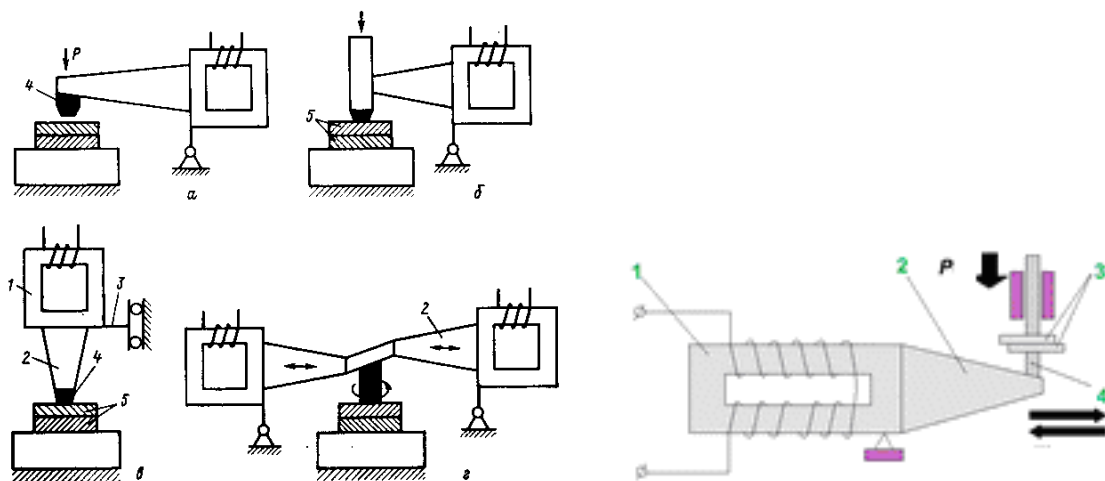
- ингичка деталларни пайвандлаш имконини беради;

- пайванд бирикма юзаларига тозалик талаблари унча юқори эмаслиги қопланган, оксидлашган детал юзаларида, ҳамда турли изоляцион қатлами мавжуд юзаларни пайвандлаш имконини яратади;

- паст пайвандлаш кучланишлари ишлатилиши ҳисобига детал юзалари кам деформацияланади;

- пайвандлаш жараёнининг автоматлиштирилиши содда.

Ультратовуш ёрдамида пайвандлаш буюмларнинг турли элементларини 0,005 – 3,0 мм қалинликда ёки 0,01 – 0,5 мм диаметра бўлган ўлчамларни пайвандлаш имконини беради. Ультратовуш ёрдамида пайвандлашнинг қўллаш соҳаси куйидагилардир: яримўказгичлар, электроника учун микроасбоб ва микроэлементлар, конденсаторлар, реле, сақлагичлар ва бошқаларни ишлаб чиқишда қўлланилади.



Ультратовуш ёрдамида металлларни пайвандлаш учун намунавий тебраниш тизимлари схемаси¹⁷:

а – бўйлама; б – бўйлама-кўндаланг; в – бўйлама-вертикал; г – буралма;

1 - узгартиргич; 2 - тўлқин ўтказувчи бўғин; 3 - акустик бушатқич; 4 - пайвандлаш учлиги; 5 - пайвандланаётган деталлар.

3.4. Ишқалаб пайвандлаш

Ишқалаб пайвандлаш деб, бир-бирига сиқилиб турган ва нисбий ҳаракатда иштирок этадиган иккита танаворнинг тегиш юзасида ҳосил бўлувчи иссиқликдан фойдаланиш ҳисобига амалга ошириладиган ажралма бирикма ҳосил қилиш технологик жараёнини айтилади.¹⁸ Нисбий ҳаракат узилганда ёки батамом

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

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

тўхтаганда ишқалаб пайвандлаш чўкичлаш кучини қўйиш билан ниҳоясига етказилади.

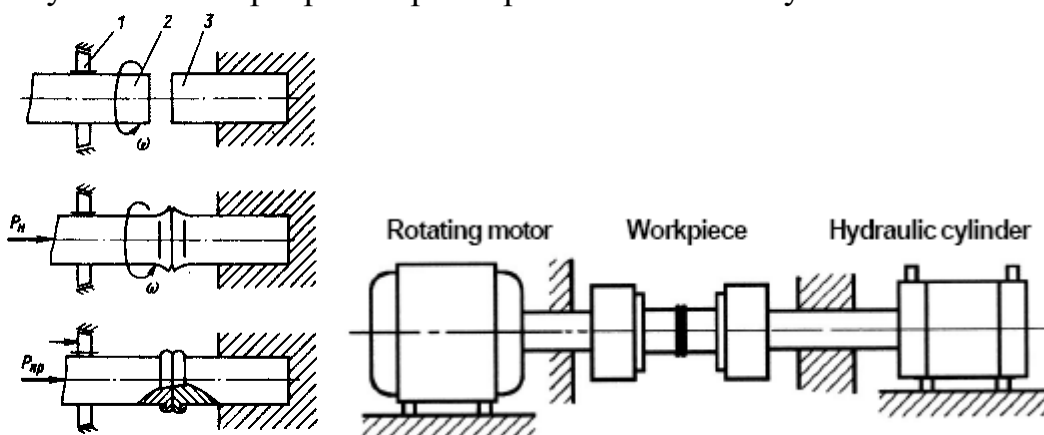
Пайванд бирикма, босим билан пайвандлашнинг бошқа усулларида бўлгани каби, пайвандланаётган танаворларнинг бир-бирига тегиб турувчи ҳажмлари пластик деформацияланиши натижасида юзага келади. Ишқали пайвандлашнинг фарқли хусусияти шундан иборатки, бунда иссиқлик ишқаланувчи юзалар ўзаро ҳаракатланганда вужудга келувчи ишқаланиш кучларини енгишга сарфланувчи ишининг тўғридан-тўғри ўзгариши ҳисобига ҳосил бўлади.

Ишқалаб пайвандлашнинг авзалликлари:

- пайванд бирикманинг юқори сифатли бажарилиши;
- жараённинг юқори унумдорлиги;
- турли жинсли металлларни пайвандлаш имкони мавжудлиги.

Ишқалаб пайвандлашнинг камчиликлари:

- мавжуд ишқалаб пайвандлаш машиналари кўндаланг кесим юзалари 150 мм² дан катта бўлган танаворларни бириктириш имконияти йўқ.



Узлуксиз юргизиб ишқалаб пайвандлаш схемаси:¹⁹

1 - тормоз; 2 - пайвандланаётган танаворлар.

Назорат саволлари:

1. Совуқ ҳолатда пайвандлашнинг моҳияти нимадан иборат?
2. Совуқ ҳолатда пайвандлаш усуллари қандай классификацияланади?
3. Диффузион пайвандлашнинг моҳияти нимадан иборат?
4. Диффузион пайвандлаш усуллари қандай классификацияланади?
5. Ультратовуш ёрдамида пайвандлашнинг қандай афзалликлари бор?
6. Ишқалаб пайвандлашнинг моҳиятини айтиб беринг.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Н. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – 446 p.
2. К. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- 196 p

¹⁹ К. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p.86

3. J. Norrish. Advanced welding processes – N.Y.: IOP published limited, 2002

4-мавзу. Термокомпрессион, прокаткалаб, портлатиб, юқори частотали ва магнит-импулсли пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари

Режа:

- 4.1. Термокомпрессион пайвандлаш
- 4.2. Прокаткалаб пайвандлаш
- 4.3. Портлатиб пайвандлаш.
- 4.4. Юқори частотали пайвандлаш.
- 4.5. Магнит-импулсли пайвандлаш.

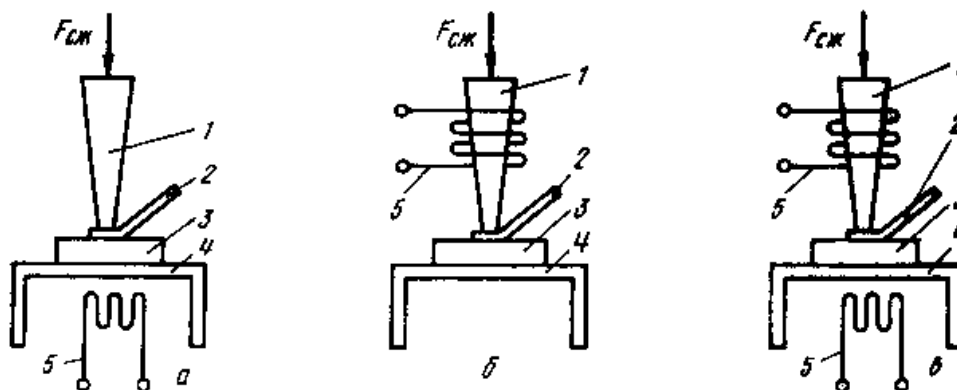
Таянч иборалар: термокомпрессион пайвандлаш, термокомпрессия, прокаткалаб пайвандлаш, портлатиб пайвандлаш, юқори частотали пайвандлаш, сиртки эффект, якинлик эффект, магнит-импулсли пайвандлаш

4.1. Термокомпрессион пайвандлаш

Термокомпрессион пайвандлаш – бириктирилаётган деталларни қиздириб босим остида микро пайвандлашдир. Термокомпрессион пайвандлаш ярим ўтказгичли микро ускуналарни ва симли ўтказгичли турли корпусли интеграл схемаларни йиғишда жуда кенг қўлланилади.

Термокомпрессион пайвандлашнинг турлари асосий уч аломат бўйича тавсифланади:

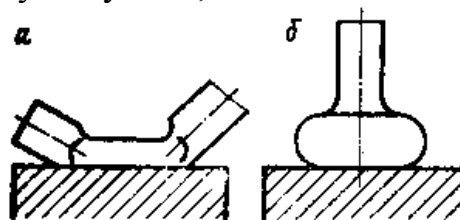
1) қиздириш усули бўйича;



Қиздириш усулига нисбатан термокомпрессиянинг турлилиги:

а – фақатгина ишчи столнинг қиздирилиши; б – ишчи асбобнинг қиздирилиши; в – ишчи стол ва асбобни баравар қиздириш; 1 – ишчи асбоб; 2 – ўланувчи сим; 3 – ярим ўтказгичли асбобнинг кристалли; 4 – ишчи столча; 5 – қиздириш учун ўрамасим.

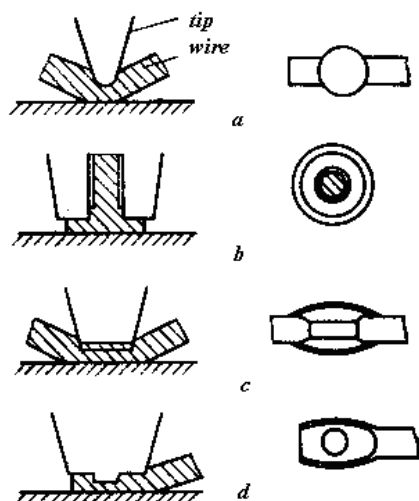
2) бирикмани бажариш усули бўйича;



Бирикма бажариш усули бўйича термокомпрессион пайвандлаш усуллари:

а – устма-уст; б – учма-уч.

3) ҳосил бўлган бирикма тури бўйича, ишлатилаётган асбоб шаклига боғлиқ бўлган



Ишлатилаётган асбоб шакли бўйича термокомпрессион бирикмаларнинг асосий турлари:²⁰

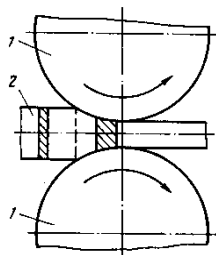
а – текис пайванд нуқта кўринишида (пона билан термокомпрессия); б – мих қалпоқ кўринишида; в – мустахам қирра билан; г - «балиқ кўзи» турли.

4.2. Прокатлаб пайвандлаш

Прокатлаб пайвандлаш йули билан турли вазифаларни бажарувчи икки ва ундан ортиқ қатламлар (таркибий қисмлар)дан ташкил топадиган металл конструкциялар ҳосил қилинади. Куч элементи вазифасини бажарувчи қатлам асосий қатлам дейилади. Конструкцияларга қуйиладиган талаблар билан белгиланувчи махсус хоссаларга эга бўлган қатлам қоплама қатлам деб аталади. Қоидага кўра, асосий қатлам қоплама қатламга нисбатан калинроқ бўлади ва арзонроқ, материалдан тайёрланади.

Пайвандлаш жараёни пластик металллардан кўп қатламли материаллар олишда бириктириладиган материалларни киздирган ҳолда (иссиқ, усулда прокатлаб пайвандлаш) ва совуқ ҳолатда (совуқлайин прокатлаб пайвандлаш) амалга оширилиши мумкин.

Прокатлаб пайвандлаш босим билан пайвандлашнинг бир тури бўлиб, бунда пайванд бирикма ўзаро таъсирлашув вақти кам бўлгани ҳолда мажбури деформациялаш шароитида ҳосил қилинади.

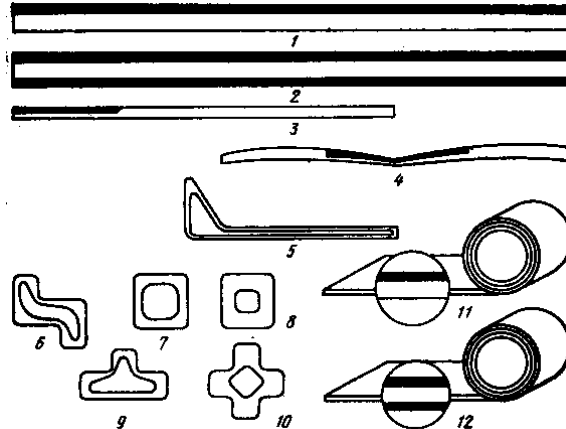


Прокатлаб пайвандлаш схемаси:

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

1 - валик; 2 - пайвандланаётган танаворлар.

Прокатлаб пайвандлаш билан коррозия бардош, антифрикцион, олов бардош ва декоратив кўп қатламли конструкцияларни пайвандлаш мумкин, уларнинг кўндаланг кесим юзалари расмда кўрсатилган.



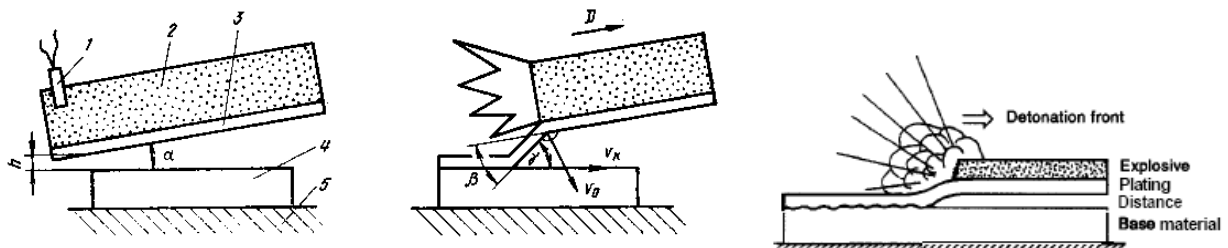
Пайванд бирикмаларнинг кўндаланг кесим профиллари:

1 – қалин тунукали коррозия бардош пўлат; 2 – қалин тунукали уч қатламли ишқаланишга чидамли; 3 – махалий қоплаш билан кесувчи асбоб учун тунукали; 4-10 – фасонли коррозия бардош; 11 – Fe-Ni икки қатламли тасма; 12 – Al-Fe-Ni уч қатламли тасма.

4.3. Портлатиб пайвандлаш

Портлатиб пайвандлаш – босим билан пайвандлашнинг портловчан молда заряди портлаганда ажралиб чиқадиган энергия таъсирида амалга оширилувчи бир туридир.²¹

Кўзралмас пластина 4 ва ҳаракатланувчи пластина 3 бурчак учидан берилган h масофада - α бурчак остида жойлаштириллади. Ҳаракатланувчи пластинага портловчан молда заряди 2 кўйилади. Бурчак учига детонатор 1 урнатилади. Пайвандлаш таянч 5 (металл, кум) устида бажарилади. Ҳаракатланувчи пластинанинг юзи, қоидага кўра, асосий пластинанинг юзидан катта бўлади. Портловчан молденинг текис заряди жуда тез портлаганда (детонация) портлаш маҳсулларининг ён томонга отилиш эффекти таъсирини камайтириш учун ҳаракатланувчи пластина асосий пластина тепасида осилиб туриши зарур.



Портлатиб бурчак остида пайвандлаш схемаси:²²

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

²² K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p.90

1 - детанатор; 2 - портлавчав мода заряди; 3 - ҳаракатланувчи қисм; 4 - кўзгалмас қисм; 5 - таянч.

Портлатиб пайвандлашнинг авзалликлари:

- қаттиқ ва мўрт интерметаллидлар ҳосил қилувчи металл ва қотишмаларини пайвандлаш мумкинлиги, масалан, пўлатни алюмин ёки титан билан;
- турли шакл ва ўлчамли буюмларни қоплаш мумкинлиги.

4.4. Юқори частотали пайвандлаш

20 аснинг 30 – 40-чи йилларида металлларни пайвандлаш учун юқори частотали ток ишлатиш қўлланиб кўрилган. 1944 йилда профессор В.П. Вологдин томонидан унинг лабораториясида қувурлани учма-уч пайвандлаш учун юқори частотали ток ишлатила бошланди.

Юқори частотали пайвандлаш ҳам босим билан пайвандлаш бўлиб, бунда пайвандланадиган юзаларни қиздириш учун юқори частотали токлардан фойдаланилади. Бу ток пайвандланаётган деталларга икки усулда келтирилиши мумкин:

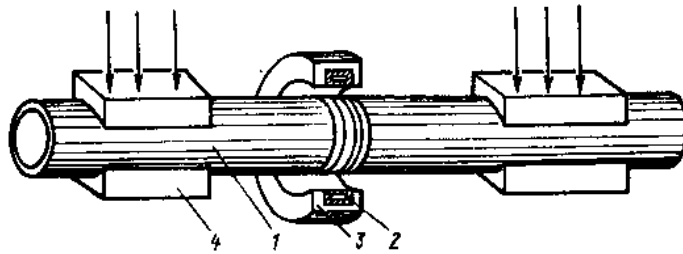
- пайвандланаётган деталларни ЮЧТ манбаига уловчи ўтказгичлар (кондуктор) ёрдамида (энергия узатишнинг кондуктив усули);
- пайвандланаётган деталларда ЮЧТ манбаига уланган ток ўтказувчи ўрам (индуктор) ёрдамида юқори частотали токни индукциялаш эвазига (энергия узатишнинг индукцион усули).

Ўтказгичдан юқори частотали ток ўтказилганда ўтказгичнинг атрофи ва ичида магнит майдони ҳосил бўлиб, у электромагнит индукцияси қонунига кўра ўтказгичда ўз индукция э.ю.к.ни юзага келтиради, бу э.ю.к. таъминлаш манбаининг э.ю.к.га қарама-қарши йўналган бўлади. Бунда ички ток линияларига таъсир қиладиган ўзиндукция э.ю.к. сиртки ток линияларига таъсир этувчи ўзиндукция э.ю.к.дан катта бўлади. Бу ҳол ўтказгичнинг сиртида токнинг зичлиги унинг ичидагидан каттарок бўлишига олиб келади. Бундай нотекислик ток частотаси ортганда, яъни узиндукция э.ю.к. миқдори ток частотасига мутаносиб бўлганда ошади. Шундай қилиб, ток частотаси ортиши билан ўтказгичнинг сиртидаги ток миқдори ошиб боради. Бу эффект сиртки эффект дейилади.

Сиртки эффект кучли намоён бўлганда ток ўтказгичнининг марказий қисмидан деярли оқмайди, бу эса ўтказгичнинг актив қаршилиги ортиши ва қизиш кучайишига олиб келади.

Яқинлик эффекти кўшни ўтказгичлардан оқаётган ток линиялари қайта тақсимланишидан иборат бўлиб, бунга уларнининг ўзаро таъсир курсат тиши сабаб бўлади. Бу ҳодиса сиртки эффект анча кучли намоён бўлгандагина, яъни токнинг сингиш чуқурлиги ўтказгичнинг кўндаланг улчамларига нисбатан анча кичик бўлганда ва ўтказгичнинг кўндаланг кесими фақат қисман ток билан банд бўлгандагина юз беради.

Агар юқори частотали токли ўтказгич (индуктор) ўтказувчи пластина тепасида жойлаштирилса, пластинадаги токнинг энг юқори зичлиги индуктор остида бўлади. Пластина сиртидаги ток гўё индуктор кетидан эргашгандек бўлади. Бу ҳодиса пайвандланаётган жисмларда токнинг қайта тақсимланишини бошқариб туриш имконини беради ва юқори частотали ток билан пайвандлашда муҳим аҳамият қасб этади.

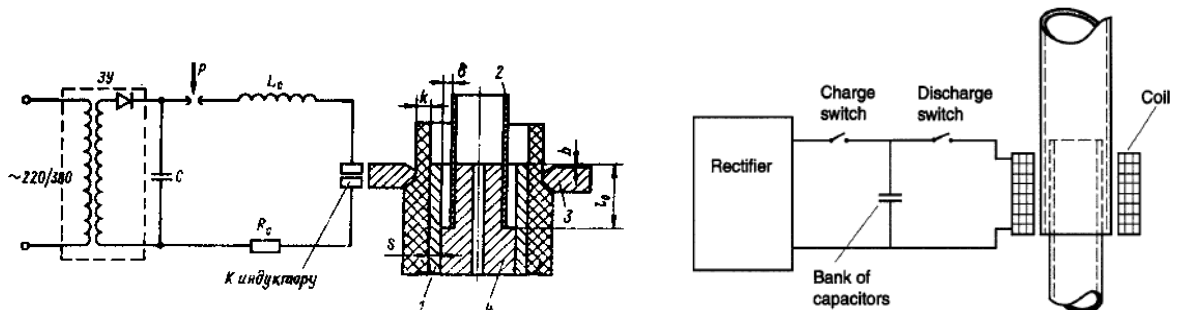


Қувурни юқори частотали ток бмлан пайвандлаш схемаси:

1 - пайвандланаётган қувур; 2 - индуктор; 3 - магнит ўтказич; 4 - пайвандланадиган қувурларни қотириб қўйиш ва чўқиш ҳосил қилиш учун қасмалар.

4.5. Магнит-импульсли пайвандлаш

Магнит-импульсли пайвандлаш – босимни қўллаш билан пайвандлаш, бунда импульсли магнит майдон таъсири оқибатида ҳосил бўлган пайвандланаётган қисмларнинг тўқнашиши ҳисобига бажарилади.²³



Магнит-импульсли пайвандлаш схемаси:²⁴

1 – улоқтириладиган детал; 2 – ҳаракатланмайдиган детал; 3 – индуктор-концентратор; 4 – марказловчи металл қисқич; ЗУ – заряд қурилмаси; С – конденсатор; 3 – зарядсизлантиргич.

Пайвандланаётган улоқтирилаётган 1 ва ҳаракатсиз 2 деталлар δ тирқиш билан индукторнинг ишчи ҳудудига 3, киритилади, у С конденсаторларнинг қувватли батареяларидан ток таъминланади. Конденсаторли батареяларнинг зарядсизланишида, индуктор орқали оқувчи ток, ташкил этиб турган муҳитда электрмагнит майдон ҳосил қилади, у эса ўз навбатида ҳаракатланувчи деталда уюрмаланган ток юборади. Иккита бир-бирига йўналтирилган тоқлар тўқнашуви улоқтирилаётган детални ҳаракатга келтиради, у эса ўз навбатида оний тезлик билан ҳаракатсиз детал билан тўқнаш келмасдан олдин силжиб уларни пайвандлашини содир этади.

Магнит-импульсли пайвандлаш билан 100 мм диаметрча бўлган қувурли, ҳамда 0,5 – 2,5 мм қалинликдаги текис деталларни пайвандлаш мумкин. Магнит-

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

²⁴ K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p.91

импулсли пайвандлаш билан алюминий, уларнинг қотишмалари, мис, зангламас пўлатлар ва титан қотишмаларни пайвандлаш мумкин.

Назорат саволлари:

1. Юқори частотали ток билан пайвандлашда сиртки эффект ва яқинлик эффектнинг аҳимияти нимада?
2. Прокатлаб пайвандлашда асосий ва қоплама қатламлар қандай вазифаларни бажаради?
3. Портлатиб пайвандлашнинг моҳияти нимадан иборат?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. H. 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

IV. Амалий машғулот материаллари

1- амалий машғулот: Нуқтали ва чокли контактли пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари

Ишдан мақсад: Нуқтали ва чокли контактли режимларини ҳисоблаш ҳамда пайвандлаш электродларни ўрганиш

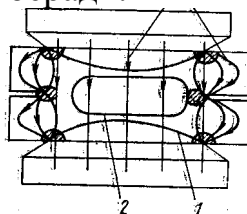
1.1. Нуқтали пайвандлаш режими

Пайвандлаш режими электр, механик ва вақт параметрлари мажмуидан иборат бўлиб, буларни сифатли бирикма олиш учун пайвандлаш ускуналари билан таъминланади.²⁵

Иссиқлик ажратиш ва иссиқлик четлатиш жараёнларининг тутган ўрнига қараб қаттиқ ҳамда юмшоқ пайвандлаш режимлари фарқ қилинади.

Қаттиқ режим 1 - 4 мм қалинликдаги деталларни пайвандлашда $t_{\text{пай}} < 0,02\text{s}(с)$ бўлганда пайвандлаш токининг қисқа муддатли кучли импульси билан ажралиб туради. Бу ҳолда ҳарорат майдони асосан ажралиб чиқалиган иссиқлик билан белгиланади. Қаттиқ режимда қизиш ва совиш тезлиги юкори бўлади. Бунда чайқалиб тўкилишга мойиллик ортади ва бунинг олдини олиш учун пайвандлаш кучи оширилади.

Юмшоқ режим учун токининг оқиш муддати анча узоқлиги ($I_{\text{пай}} > 0,1\text{s}$), кучнинг нисбатан кичиклиги хосдир. Бунда детал ичида ва электродлар орасида анча катта иссиқлик алмашинуви юз беради.



Қаттиқ (1) ва юмшоқ (2) режимларда пайвандлашда ядро шакли.

Нуқтали пайвандлаш режимига $I_{\text{пай}}$, $t_{\text{пай}}$, $F_{\text{пай}}$, баъзан эса $F_{\text{ч}}$, $t_{\text{ч}}$, шунингдек электродлар иш юзасининг ўлчамлари ($d_{\text{э}}$, $R_{\text{э}}$) киради.

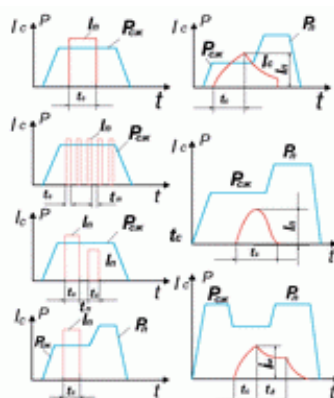
Режимларни ҳисоблаш, ҳисоблаш-тажриба ўткатиш ва тажриба ўтказиш усуллари билан аниқлаш мумкин. Режимларга оид кўплаб тавсиялар (одатда жадваллар, номограммалар, графиклар кўринишида) мавжуд. Аммо бу режимлар тахминий бўлиб, пайваннлашдан олдин текширишни, муайян шарт-шароитни (юзани ҳозирлаш, йиғиш, ускуналарнинг аҳволи ва б.) инобатга олиш учун тез-тез тузатишлар киритишни талаб килади.

Тузатишлар киритиш гувоҳ намуналарда, қуйма ўзакнинг диаметри ва режим параметрларига боғлиқ ҳолда амалга оширилади. Чунончи, агар диаметр етарли бўлмаса, $I_{\text{пай}}$ оширилади. Чайқалиб тўкилишнинг олдини олиш учун $F_{\text{пай}}$ оширилади. Агар ўзақда дарзлар бўлса, $F_{\text{ч}}$ оширилади.

²⁵ K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p.82

Гувоҳ намуналарни синаш натижалари ижобий бўлиб, сифатли бирикма ҳосил бўлганда пайвандлаш режими тегишли ҳужжатлар қайд этилади ва узелни пайвандлашга рухсат берилади. Аммо ҳақиқатан мавжуд (реал) деталларни пайвандлаш пайтида жараёнга турли ноқулай омиллар таъсир килиб, танланган режим параметрларини амалла ўзгартириб юбориши мумкин. Бундай омилларга электрод иш юзасининг ялпайишини, деталлар қаршилиги ва пайвандлаш контурининг ўзгаришини, тармоқ, кучланиши, пневмотармоқдаги хаво босими ўзгаришини ва ҳоказоларни кўрсатиш мумкин. Шу боис ҳар бир аниқ ҳолда ушбу ноқулай омиллар таъсирини камайтириш, параметрларни барқарорлаштириш ёки уларнинг автоматик роотланиши зарурлиги масаласи ҳал қилиб олинади.

Нуқтали ва чокли пайвандлаш қатор ўзига хос хусусиятларга эга бирикмаларнинг зичлиги ва атмосфера газларидан ҳимояланиши ишончлидир, бу эса легирловчи элементларнинг оксидланиши ёки буғланиб кетишига деярли барҳам беради; жараённинг ҳамма босқичларида пайвандлаш жойида босим юқори бўлади ҳамда цикл ичида уни ўзгартириш мумкин, натижада газ туфайли юз берадиган ғовақдорликка чек қўйиш, шунингдек қоллиқ кучланишлар қийматини ва ишорасини самарали бошқариш мумкин бўлади; металлнинг жадал силжиши юққа сирқи катламларнинг емирилиши ҳамда аралашиб кетишига ёрдам беради; ўзак металини легирлаш қийин бўлсада, аммо мумкин; қизиш муддати қисқа ва термик таъсир зонаси энг калта: нуқталарнинг чека қисмларида зўриқишларнинг тқпланиши жуда юқори; пайвандлаш цикли ичида олдиндан ва қайта қиздириш, қизиш ва совиш тезлигини ростлаш, пайвандлаш циклини буткул автоматлаштириш имконияти бор.



Нуқтали пайвандлашда куч ва ток циклограммаси²⁶.

Амалиётда узелларнинг қалинлиги, хоссалари, шакли ҳамда муҳимлигига, шунингдек пайвандлаш ускуналарининг бор имкониятларига қараб, нуқтали пайвандлашда куч ва токнинг қуйидаги циклограммалари қўлланилади:

а) ўзгармас пайвандлаш кучи $F_{\text{пай}}$ билан - 3 мм гача қалинликдаги металлларни нуқтали пайвандлашда кўпроқ қўлланилади;

б) ўзгармас пайвандлаш кучи $F_{\text{пай}}$ билан ва чўкичлаш кучи F_r ни қўйиш билан - қизиганда дарз кетишга мойил қалин детал ва металллар учун;

²⁶ Н. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – p.120

в) олдиндан қисиш $F_{кис}$ ва чуқичлаш билан - тиркишларни бартараф этиш ва чайқалиб тўкилишларнинг олдини олиш учун, шунингдек деталларни олдиндан суёқ, қопама (елим, лок, грунт) билан қопаб пайвандлашда;

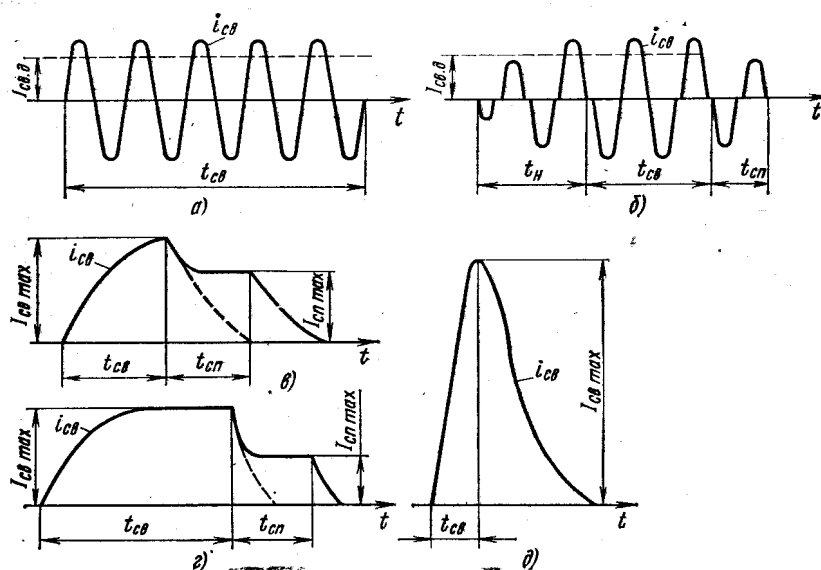
г) пайвандлаш кучини босқичма-босқич ошириб бориш ($F_{пай I}$ дан $F_{пай II}$ гача) ва чуқичлаш кучи $F_ч$ билан - 4 мм дан қалин деталларни пайвандлашда;

д) қўшимча ток импулси воситасида олдиндан қиздириш билан - пайвандлаш тиркишларини йўқотиш ва ички чайқалиб тўкилишларнинг олдини олиш учун;

е) кейин қиздириш билан - қизиганда дарз кетишга мойилликни камайтириш, термик ишловни амалга ошириш ёки $F_ч$ қийматини кичиклаштириш мақсадида;

ж) олдиндан ва кейин қиздириш бўлган уч импулсли дастур.

Пайвандлаш импулсининг давомлилиги ва қийматини мос равишда ростлаш оркали қаттиқ, ёки юмшоқ режим ҳосил қилинади.



Турли машиналаридаги пайвандлаш токи импулсининг шакллари:

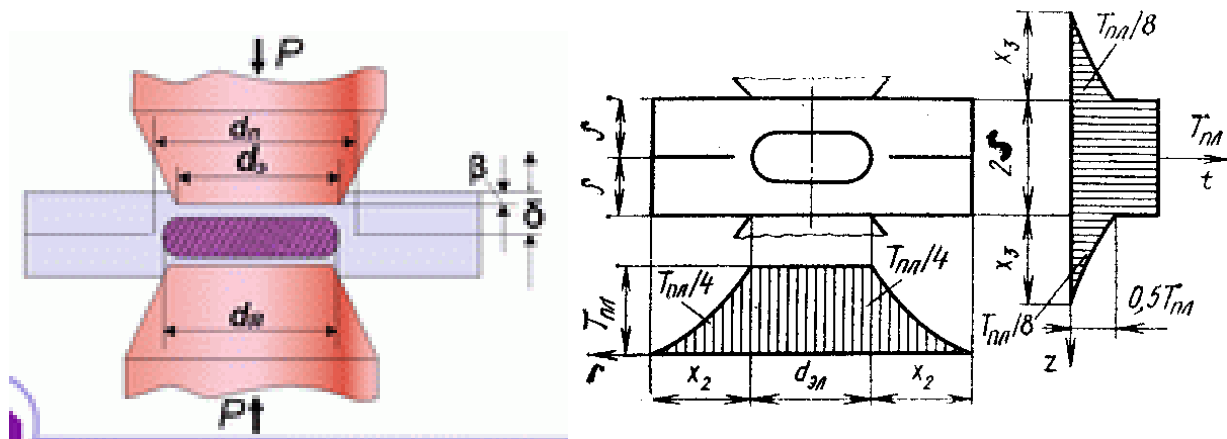
а – ўзгарувчан ток машиналаридаги; б – модуляцияли ўзгармас ток машиналаридаги; в – паст частотали ток машиналаридаги; г – ток иккиламчи контурда тўғриланадиган машиналардаги; д – конденсаторли машиналардаги; ($I_{пай}$ – оний пайвандлаш токи; $I_{и.пай.}$ – ишлаётган пайвандлаш токи; $I_{max пай}$ – энг катта (максимал) пайвандлаш токи; I_{max} – энг катта секин пасайиш токи; $t_{пай}$ – пайвандлаш токининг муддати (вақти); $t_{кат.}$ – токнинг катталашиш муддати; $t_{пас.}$ – пайвандлаш токнинг пасайиш муддати).

Пайвандлаш токи кучини тахминан ҳисоблаш учун асосий кўрсаткич электродлар оралиғида ажралиб чиқадиган $Q_{ЭЭ}$ иссиқлик бўлиб, у иссиқлик баланси тенгламасига мувофиқ аниқланади:

$$Q_{ЭЭ} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

бу ерда: Q_1 - баландлиги $2d$ ва асосининг диаметри $d_Э$ бўлган ($d_Э \approx d$) металл устунчасини $T_{эриш}$ гача қиздиришга сарфаланадиган энергия; Q_2 - ўзакни ўраб турувчи x_2 кенгликдаги ҳалқа кўринишидаги металлни қиздириш учун сарфаланадиган иссиқлик; ҳалқанинг ўртача харорати $0,25T_{эриш}$ га тенг қилиб олинади, бундай харорат делларнинг бир-бирига тегиб турадиган ички юзасида ҳосил бўлади; Q_3 - иссиқликнинг электродларда йўқолиши бўлиб, электродлардаги x_3 баландликдаги шартли цилиндрни ўртача $T_Э$ хароратгача

қиздириш билан ҳисобга олинади. Тегиш юзасида ҳарорат $T_{ЭД} \approx 0,5T_{эриш}$, $T_{э} \approx 0,25T_{ЭД}$ деб ҳисоблаб, $T_{э} \approx 0,125T_{ЭД}$ деб қабул қилиш мумкин.



Пайвандлаш токини ҳисоблаш схемаси.²⁷

Энергия Q_1 ўзак ҳажмидан катта металл ҳажмини $T_{эриш}$ гача қиздиришга сарфланади, бу эса яширин металлнинг эриш иссиқлигини ҳисобга олиш имконини беради:

$$Q_1 = \frac{\pi d^2}{4} 2Sc\gamma T_{эриш}$$

Q_2 ни ҳисоблашда ҳароратнинг сезиларли даражада кўтарилиши ўзак чегарасидан x_2 ораликда кузатилади, деб қиламиз килчмиз, бу кўтарилиш пайвандлаш вақти на металлнинг ҳарорат ўтказувчанлигига боғлиқ бўлади:

$$x_2 = 4\sqrt{at_{най}}$$

Кам углеродли пулатлар учун $x_2 = 1,2\sqrt{t_{най}}$ алюминий котишмалари учун $x_2 = 3,1\sqrt{t_{най}}$ ва мис учун $x_2 = 3,3\sqrt{t_{най}}$.

Агар ҳалқанинг юзи $\pi x_2(d_э + x_2)$ ва баландлиги 2 ўртача қизиш ҳарорати $T_{эриш}/4$ бўлса, у ҳолда тахминан

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

бўлади, бу ерда $k_1 = 0,8$ - ушбу ҳалқанинг эни бўйича ҳарорат мураккаб тарзда тақсимлангани учун ҳалқанинг ўртача ҳарорати ўртача ҳарорат $T_{эриш}/4$ дан бироз паст бўлишини, чунки энг жадал қизиган қисмлар ҳалқанинг ички юзасида жойлашганини ҳисобга олувчи коэффициент.

Иссиқликнинг электродларда йўқолишини иссиқлик ўтказувчанлиги эвазига электроднинг узунлиги $x_3 = 4\sqrt{a_э t_{най}}$ ва ҳажми $\frac{k_2 \pi d_э^2 x_3}{4}$ дан $T_{эриш}/8$ гача бўлган қисми қизийди, деб қабул қилиб баҳолаш мумкин. k_2 коэффициент электроднинг шаклини ҳисобга олади; цилиндрсимон электрод учун $k_2 = 1$, иш қисми конуссимон ва иш қисми ясси бўлган электродлар учун

²⁷ Н. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – p.126

$k_2=1,5$, иш қисми сферик электродлар учун $k_2= 2$. $a_{\text{Э}}$ - электрод материалнинг ҳарорат ўтказувчанлиги. У ҳолда

$$Q_3 = 2k_2 \frac{\pi d_{\text{Э}}^2}{4} \cdot \frac{x_3 c_{\text{Э}} \gamma_{\text{Э}} T_{\text{эриш}}}{8}$$

бу ерда $c_{\text{Э}}$ ва $\gamma_{\text{Э}}$ - электрод металнинг иссиқлик сизими ҳамда зичлиги.

Иссиқлик балансининг ташкил этувчилари маълум бўлса, пайвандлаш токи Жоул-Ленц қонуни формуласидан ҳисоблаб топилади:

$$I_{\text{пай}} = \sqrt{\frac{Q_{\text{ЭЭ}}}{m_R 2R_{\text{д}} t_{\text{пай}}}}$$

бу ерда m_R - пайвандлаш жараёнида $R_{\text{ЭЭ}}$ ўзгаришини ҳисобга олувчи коэффициент. Кам углеродли пўлатлар учун $m_R=1$; алюминий ва магний қотишмалари учун $m_R = 1,15$; коррозиябардош пўлатлар учун $m_R = 1,2$; титан қотишмалари учун $m_R=1,4$.

Мисол. Кам углеродли пўлатдан олинган 4 мм қалинликдаги листларни иш қисмининг диаметри 12 мм бўлган электродлар билан нуқтали пайвандлаш даги ток кучи аниқлансин; пайвандлаш вақти 1 сек. Пўлат ликвидуси ҳарорати 1500°C , с пўлат учун $0,67 \text{ кЖ}/(\text{кг}\cdot\text{К})$, мис учун $0,38 \text{ кЖ}/(\text{кг}\cdot\text{К})$, γ пўлат учун $7800 \text{ кг}/\text{м}^3$, мисс учун $8900 \text{ кг}/\text{м}^3$, a пўлат учун $9 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{сек}$, мисс учун $8 \times 10^{-5} \text{ м}^2/\text{сек}$. Пайвандлаш жараени охиридаги листларнинг қаршилиги 58 мкОм .

Ушбу ҳисоблаш чиқарамиз:

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

$k_1=0,8$ ва $x_2 = 4 \sqrt{9 \times 10^{-6} \times 1} = 1,2 \times 10^{-3}$ бўлганда Q_2 ни аниқлаймиз:

$$Q_2 = 0,8 \cdot 3,14 \cdot 12 \cdot 10^{-3} \cdot (12 \cdot 10^{-3} + 12 \cdot 10^{-3}) \cdot 2 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,67 \cdot 7800 \cdot 1500 / 4 \approx 11,3 \text{ кЖ}$$

$k_2=1,5$ ва $x_3 = 4 \sqrt{8 \cdot 10^{-6} \cdot 1} = 3,6 \cdot 10^{-3}$ бўлганда Q_3 ни аниқлаймиз:

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

У ҳолда $Q_{\text{ЭЭ}} = 7 + 11,3 + 7,7 = 26 \text{ кЖ}$,

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

1.2. Чокли пайвандлаш режими. Чокли пайвандлаш режимига $I_{\text{пай}}$, $t_{\text{пай}}$, $t_{\text{пай}}$, $F_{\text{пай}}$, $V_{\text{пай}}$ баъзан $F_{\text{ц}}$, $t_{\text{ц}}$, шунингдек роликлар иш юзасининг улчамлари ($f_{\text{и}}$, $R_{\text{и}}$, $D_{\text{и}}$) киради.

Чокли пайвандлашда пайвандлаш токининг кучи нуқтали пайвандлашдагидан 15-20 % катта бўлади, бунга пайвандлаш режимининг анча қаттиқлиги (пайвандлаш вақти кам) ва қисман, шунтланиш сабаб бўлади. Аммо қизиш жойи кенгроқлиги туфали металнинг қизишга қаршилиги камаяди ва камроқ муддатли имплус билан, чайқалиб тўкилишларсиз пайвандлаш имконияти пайдо бўлади. Пайвандлаш кучи тахминан нуқтали пайвандлашдагидек белгиланади.

Чокли пайвандлаш режимининг муҳим параметри пайвандлаш $t_{\text{пай}}$ импульслари билан пайвандлаш цикли вақти $t_{\text{ц}} = t_{\text{пай}} + t_{\text{т}}$ орасида нисбат бўлиб, у одатда $t_{\text{пай}} / t_{\text{ц}} = 0,15-0,85$ нисбат билан баҳоланади:

$t_{\text{пай}} / t_{\text{ц}} < 0,5$ – кам углеродли пўлатларни пайвандлашда;

$t_{\text{пай}} / t_{\text{ц}} = 0,5$ - ўртача углеродли пўлатларни пайвандлашда;

$t_{\text{пай}} / t_{\text{ц}} = 0,4-0,6$ – зангламайдиغان иссиққа чидамли пўлатлар ва титан қотишмаларини пайвандлашда;

$t_{\text{пай}} / t_{\text{ц}} < 0,5-0,85$ – химоя қопламали пўлатларни пайвандлашда;

$t_{\text{пай}} / t_{\text{ц}} = 0,15-0,35$ – алюминий қотишмаларини пайвандлашда.

Пайвандлаш тезлиги (м/мин) f нуқталарининг талаб этиладиган бир-бирини қоплаш катталигини ва улар ўртасидаги оралик (қалам) $t_{\text{к}}$ ниҳисобга олинган ҳолда танланади:

$$v_{\text{пай}} = 0,06 \frac{t_{\text{к}}}{t_{\text{пай}} + t_{\text{т}}}$$

бу ерда: $t_{\text{к}} = l(1 - \frac{f}{l})$; $t_{\text{пай}}$ ва $t_{\text{т}}$ – мос равишда ток импульсинг ва тўхтам (пауза)

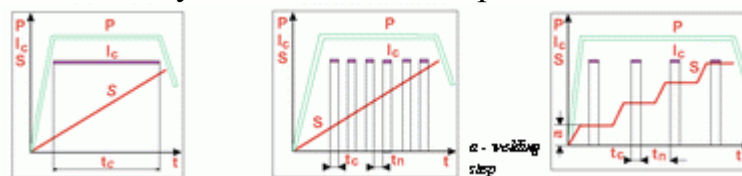
нинг давомлиги, сек.

Пайвандлаш тезлигининг энг юқори кийматлари қизиш ва кристалланиш тезлиги билан чекланган. Шу сабабли пайвандлашнинг юқори тезлигини сақлаб туриш учун $t_{\text{пай}}$ ва $t_{\text{т}}$ ни камайтиришга ҳаракат қилинади. Қизиш ва кристалланиш секинлиши муносабати билан металлнинг қалинлиги ортганда $v_{\text{пай}}$ камайтиради. Айнан шу сабабли, иссиқлик ўтказувчанлиги юқори бўлган металлларни қуйидаги турли цикллар билан амалга оширилади:

а) $I_{\text{пай}}$ ни узлуксиз улаш, роликларни узлуксиз айлантириш (силжитиш) S_v , ўзгармас $F_{\text{пай}}$ билан – юпқа листлардан ясалган конструкцияларни пайвандлаш учун. Токни узлуксиз улаш пайвандлаш тезлигини кескин оширишга имкон беради. Аммо бирикмалар сифати ва роликларнинг дамлилиги пасади;

б) $I_{\text{пай}}$ ни узлукли улаш, роликларни узлуксиз айлантириш S_v , ўзгармас билан - импульслар орасидаги тухтам (пауза) вақтида $t_{\text{т}}$ вақт ичига роликлар ва деталлар қисман совишга улгуради, шу боис роликларнинг чидамлилиги ортади, термик таъсир жойининг эни тораяди, қолдиқ деформациялар камаяди;

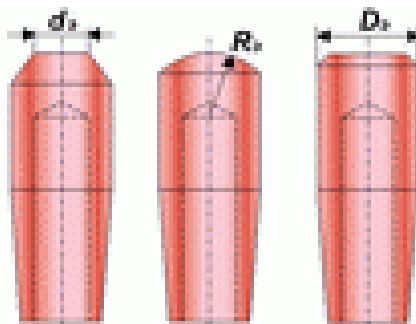
в) $I_{\text{пай}}$ ни узлукли улаш, роликларни узлукли (қадам-бақадам) айлантириш S_v , ўзгармас $F_{\text{пай}}$ ёки чокни чўкичлаш $F_{\text{ч}}$ билан - катта узунликдаги йирик деталларни пайвандлашда. Ток ўтказиш пайтида роликларни тўхтатиш деталлар ва роликларнинг иш юзаси жадал совишига ёрдам беради. Тегиш жойлари барқарорлашади, роликларнинг сирпаниши барҳам топади, электрод-детал тегиш жойидаги ҳарорат пасади, электрод ва детал металининг ўзаро кимёвий таъсирлашуви камади. Электродларнинг чидамлилиги ортади. Бундан ташқари, роликларни тўхтатиш $F_{\text{ч}}$ ни қўйиш имконини беради.



Чокли пайвандлашдаги куч ва ток циклограммалари.²⁸

²⁸ H. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – p.126

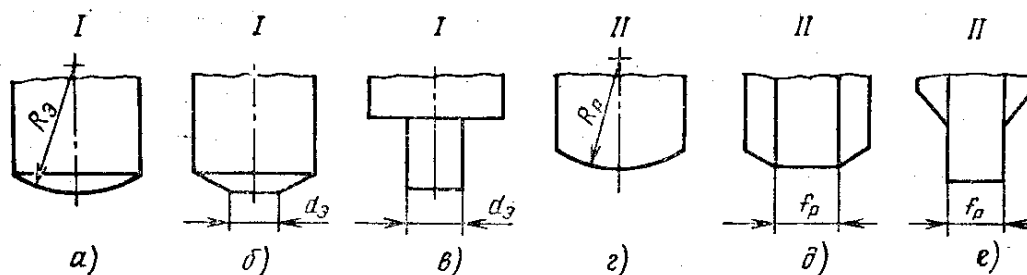
1.3. Электродларнинг тузилиши. Электродлар ва роликлар учта асосий қисм: иш қисми 1, ўрта 2 ва ўтказиш қисми 3, шунингдек совитиш каналлари 4 дан иборат.



Электродларнинг тузилиши. ²⁹

Иш қисми l_H узунликдаги ва D_D диаметрли сарфланадиган қисм бўлиб, узоқ муддат ишлатиш жараёнидани қайта-қайта чорхлаш мумкин. Янги электродларда $l_H = (0,7-0,8)D_3$ бўлади. Конуссимон иш қисмининг бурчаги $\alpha = 30^\circ$.

Бурчак катталашса, иш юзаси тезроқ эзилиши натижасида электродларнинг чидамлилиги пасаяди. Бурчак кичиклашганда эса хатто кичик деформацияларда ҳам d_3 нинг ўлчамлари ўзгариши ортади.



Электродлар I ва роликлар II нинг иш қисми шакллари:

а – ИЮ сферасимон бўлган сферасимон; б – ИЮ радиуси бўлган сферасимон; д – ИЮ цилиндрсимон бўлган конуссимон; е – ИЮ цилиндрсимон бўлган тўртбурчак.

Иш қисмида иш (тегувчи) юзаси (ИЮ) бўлиб, у деталлар билан бевосита механик ва электр контакт бўлишини таъминлайди. ИЮ нинг шакли ва ўлчамлари электродларнинг муҳим технологик тавсифи ҳамда пайвандлаш режими параметри ҳисобланади. Бундай юзанинг шакли деталнинг пайвандлаш жойидаги шаклида мос бўлмоғи керак.

Лист деталларни пайвандлашда ИЮ нинг бошланғич шакли ясси (роликларда цилиндрсимон) ёхуд сферик (роликларда радиал) бўлади. Биринчи ҳолда иш юзанинг шакли R_3 , R_H билан, иккинчи ҳолда эса диаметр d_3 ёки кенглик f_H билан тавсифланади.

Конуссимон қилиб чархланган ясси шакли иш юзаси деформация қаршилиги σ_D^* юқори бўлган металллар (пўлатлар, иссиққа чидамли пўлатлар, масса кўчишга

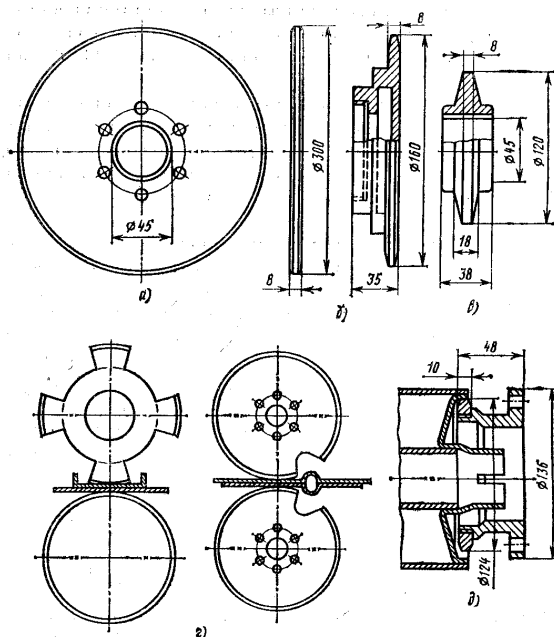
²⁹ Н. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – p.260

мойил бўлмаган металллар) пўлатлар, никел, титан қотишмалари учун қўлланилади.

Сферик шаклдаги иш юзасидан қизиган дарзлар ва бўшлиқлар ҳосил қилишга мойил σ^*_D юқори бўлган металл (алюминий, магний ва мисс қотишмалари) учун фойдаланилади.

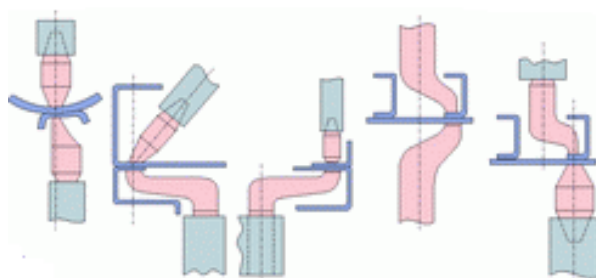
Электрод корпусига катта сиқиш кучлари ва тоқлар таъсир қилади, аммоу иш юзасига қараганда камрок кизийди. $D_{\text{Э}}$ ўлчамлари стандартлаштирилган: 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40 мм. Корпуснинг диаметри $D_{\text{Э}} = (0,015-0,03) F$ нисбатан келиб чиққан ҳолда энг катта кучи F га қараб танланади.

Роликларинг қалинлиги s_p одатда иш юзасини эни $f_{\text{И}}$ дан 2-3 барабар катта бўлади. Ўртача ва катта қуватли машиналарда роликлар диаметри D_p 100-400 мм ни ташкил этади.



Чокли машиналар электродлари.

Электроднинг конуссимон қуйруқ қисми электрод туткичининг конуссимон тешиги билан механик ва электр контакт ишончли, туташманинг зич ва ажратиб олиш осон бўлишини таъминлаши керак. Конуссимонлик электроднинг диаметр ива сиқиш кучига қараб белгиланади: $D_{\text{Э}} > 25$ ҳамда $P > 15$ кН да эса 1:5 бўлмоғи лозим.



Шаклдор ва махсус электродлар³⁰

³⁰ Н. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – p.128

Электродлар тузилишига кўра тўғри, шаклдор ва махсус хилларига ажратилиши мумкин. Тўғри электродлар нисбатан оддий, технологиябоп ва қаттиқ бўлади. Улардан пайвандлаш жойи қулай бўлган ҳолларда фойдаланилади. Шаклдор электродлар пайвандлаш қийин бўлган жойларда ишлатилади.

Ишлатиш пайтида электродларнинг иш юзаси циклик қизишга (кўпинча 400 – 700⁰С гача), юқори ҳароратларда зарбдан эзилишга, масса кўчиш туфайли ифлосланишга дучор бўлади.

Дастлабки икки омил бошланғич $d_{\text{Э}}$ ва иш юзасининг юзи аста-секин катталанишига сабаб бўлади. Маълум миқдордаги нукталар $n_{\text{кр}}$ пайвандлаб булингандан кейин иш юзаси фожиали тарзда ейила бошлайди ва деформацияланган юзада дарзлар, бўшлиқлар пайдо булади, деформацияга қаршилиги пасаяди. Пайванд бирикмаларнинг ўлчамлари кескин кичиклашади. ИЮ нинг ифлосланиши қаршилик ортишига ва электроднинг тегиш жойи олдида ҳарорат кўтарилишиги, бинобарин, масса кўчиш фаоллашуви ҳамда юзанинг ёрилишига олиб келади.

Электрод ва роликларнинг чидамлилиги уларнинг асосий сифат кўрсаткичи булиб, пировардида икки омил: маълум миқдорда нукталар пайвандланганда $d_{\text{Э}}$, $f_{\text{И}}$, $R_{\text{Э}}$, $R_{\text{И}}$ нинг ўзгармаслиги жоиз чегараларда сақланиш муддати ва иш юзасининг тозаллиги жоиз чегараларнинг сақланиш муддати билан тавсифланади.

Электрод ва роликларнинг чидамлилиги $d_{\text{Э}}$, $f_{\text{И}}$ 20% гача катталашганда нукталар сони $n_{\text{кр}}$ ва чокнинг узунлиги $l_{\text{кр}}$ билан баҳоланади.

Иш юзасини критик ўлчамлари андозалар билан аниқланади.

Электродларнинг чидамлилиги кўппгина омиллар: электрод қотишмаларига, электрод-детал тегиш жойидаги ҳароратга ва совитиш тизимига, пайвандлаш режими, пайвандланадиган металлларнинг хоссаларига, электродларни тайёрлаш ҳамда ишлатиш усулига боғлиқ.

Электродлар чидамлилигини оширишнинг муҳим шarti электрод-детал тегиш жойидаги ҳароратни пасайтиришдан иборат. Бу ҳарорат пайвандлаш жараёнида тез ўзгариб, ток импульсининг охирида энг катта (максимал) қийматга (T_{max}) етади, тўхтам вақтида эса T_{min} гача пасаяди. Пайвандлаш жараёнида бу ҳароратлар аста-секин, то иссиқлик мувозанатига етгунга қадар кўтариб боради. Энг юқори ҳароратлар энг хавфлидир. Уларни электродларни ички, аралаш ва ташқи усулларда совитиш орқали пасайтиришга ҳаракат қилинади.

Электрод ва роликларнинг материаллари юқори даражада иссиқлик ҳамда электр -ўтказувчан бўлмоғи даркор (электрод-детал тегиш жойидаги ҳарорат пасайиши, электр қуввати сарфи камайиши ва деталлар паррон эришининг олди олиниши учун). Уларнинг иссиққа чидамлилиги, қаттиқлиги ва қайта кристалланиш. Ҳарорати нисбатан юқори (материалларнинг мустаҳкамлиги ва иш юзасининг эзилиш жараёни секинлашиши учун), шунингдек масса кўчишга мойиллиги кам бўлиши (иш юзасининг ифлосланишга чидамлилиги ошириш учун) керак.

Конструкцион металллар ичида электр ўтказувчанлиги энг юқори бўлган мисс деярли барча электрод қотишмалари учу насос вазифасини ўтайди. Аммо афсуски, миснинг иссиққа чидамлилиги, қаттиқлиги унча юқори эмас ва қайта кристалланиш ҳарорати паст. Бу хоссаларни турли усуллар билан: парчинлаш, легирланган ҳолда қаттиқ эритма ҳосил қилиб ортикча фаза дисперс зарраларини

ўта тўйинган қаттиқ эритмадан ажратиб олиб, доналар чегараларида қийин эрийдиган синч юзага келтириб, мисни ичкаридан оксидлаб оширишга тўғри келади.

Совуқ ҳолатдаги деформациядан юзага келувчи эффект фақат $(0,3-0,5)T_{эриш}$ ҳароратгача, мисни легирлаш туфайли мустаҳкамланиш эса $(0,4-0,6)T_{эриш}$ гача сақланиб туради.

Легирлаш учу насосан Cd, Cr, Ag, Co, Ni ишлатилади. Қайта кристалланиш (рекристаллизация) ҳарорати ва қаттиқлик оз-оздан Ti, Be, Zr, Al, V, Si қўшимча равишда оширилади. Легирловчи элементлар миқдори ошиши билан миснинг электр ва иссиқлик ўтказувчанлиги камаяди. Шу сабабли легирловчи элементларнинг умумий миқдори одатда 2% дан ошмайди.

Алюминий, магний ва мисс қотишмаларини пайвандлаш учун совуқ ҳолатда чузилган М1 маркали мисс ҳамда қотишмалар ишлатилади, улар нагартовкалаб мустаҳкамланади (БрКд1, БрСр), электр ўтказувчанлиги энг юқори, аммо қаттиқлиги ва рекристаллизация ҳарорати энг паст бўлади.

Пулатлар, титан қотишмаларини пайвандлаш учун электр ўтказувчанлиги кам, бироқ рекристаллизация ҳарорати юқори бўлган электрод қотишмалари (Мц5Б, БрХКд, БрХЦр, МЦ2, МЦ4, БрНБТ) дан фойдаланилади. Булар дисперсион қаттиқлашувчи қотишмалар бўлиб, айримларида доналар чегаралари бўйлаб қийин эрийдиган скелет бўлади. Термомеханик ишлов бериш (тоблаш, совуқ ҳолатда деформациялаш ва бўшатиш) орқали мустаҳкамланади. Вольфрамнинг мисс билан (элконайт), вольфрам карбидининг мисс билан (НВ 490) композициясидан олинган кумоқ-кумоқ кукунлар, шунингдек вольфрам ва молибден қотишмалари алоҳида гуруҳни ташкил қилади. Уларнинг қаттиқлиги ва иссиққа чидамлилиги энг юқори, лекин электр ўтказувчанлиги паст (~30%) бўлади. Улар одатда рельефли пайвандлашда, турли қалинликдаги ва ҳар хил номлардаги деталларни, шунингдек мисс, кумушни нуқтали пайвандлашда ишлатилади.

Электрод қотишмаларининг таркиби ва хоссалари

Электрод қотишмаси ва унинг маркази	Таркиби, %	Миснинг электроўтказувчанлиги а нисбатан электр ўтказувчанлиги, %	Кристалланиш бошланиш ҳарорати, °С	Ишлов берилгандан кейинги қаттиқлиги, НВ
М1 маркали совуқ ҳолатда чузилган мис	100 Cu	98	200	80
БрКд1 маркали кадмийли бронза (МК)	0,9-1,2 Cd, қол. Cu	85-90	300	100-115
БрСр маркали миснинг кумуш билан қотишмаси	0,07-0,12 Ag, қол. Cu	97-99	360	95-100
БрХКд 0,5-0,3 маркали хром-кадмийли бронза (МЦ5Б)	0,25-0,5 Cr, 0,2-0,35 Cd, қол. Cu	83-85	370	110-125
БрХ маркали хромли бронза	0,4-1,0 Cr, қол. Cu	80-82	400	120-140
БрХКд маркали хромли	0,3-0,5 Cr, 0,2-	80-82	420	130-150

бронза	0,5 Cd, қол. Cu			
БрХЦр маркали хромцирконийли бронза, 0,6-0,05	0,3-0,8 Cr, 0,03-0,15 Zr, қол. Cu	78-80	500	140-160
БрНБТ маркали никел-бериллийли бронза	1,4-1,6 Ni, 0,2-0,4 Be, 0,05-0,15 Ti, қол. Cu	50-55	510	170-240
МЦ2 маркали никел-кремнийли бронза	1,5-1,8 Ni, 0,4-0,6 Si, 0,15-0,3 Mg, қол. Cu	45-50	520	150-180
МЦ4 котишмаси	0,4-0,7 Cr, 0,1-0,25 Al, 0,1-0,25 Mg, қол. Cu	75-80	380	110-135
ВМ элконайти	35-80 W, қол. Cu	20-45	1000	100-250
Вольфрам	100W	30-32	1000	400-500
ВМ1, ВМ2 молибден котишмаси	98-99 Mo	34-37	900	220-300

Назорат саволлари:

1. Пайвандлаш режими деганда нимани тушунаси?
2. Пайвандлашнинг каттиқ ва юмшоқ режимлари деб нимани айтилади?
3. Нуқтали пайвандлаш режимига қайси параметрлар киради?
4. Чокли пайвандлаш режимига қайси параметрлар киради?
5. Электродлар нимага мўлжаллаган?
6. Электродларнинг чидамлилиги деганда нимани тушунилади?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. H. 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- амалий машғулот:

Релефли ва учма-учли контактли пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари

Ишдан мақсад: Релефли ва учма-учли контактли режимларини ҳисоблаш ҳамда пайвандлаш электродларни ўрганиш.

2.1. Релефли контактли пайвандлаш режими. Совуқлайин штамплаб олинган турли шаклдаги релефли лист материалардан бирикмаларни релефли устма-уст пайвандлаб ҳосил қилиш энг кенг кўламда тарқалган.³¹

Утма-уст бирикма	<p>Пўлат листдаги штампланган релефлар</p> <p>Ўтказилган релефлар</p>	
Т-симон бирикмалар	Ўткир қиррали Сферасимон	
Хочсимон бирикмалар		
Қистирмали бирикмалар		



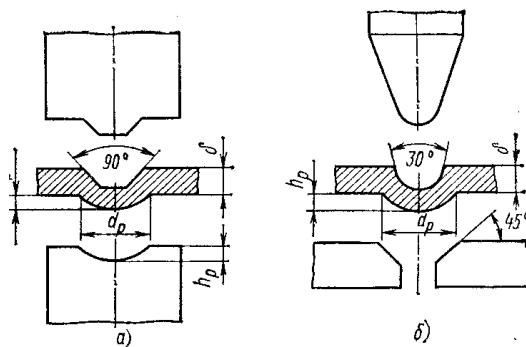
Релеф турлари.

³¹ K. Weman. Welding processes handbook – Cambridge: Woodhead publishing limited – 2003- p.83

Одатда думалоқ рельефдан фойдаланилади, у қизиш чоғида пайвандлаш кучларини қабул қилиш учун зарур бикрликни таъминлайди. Бундай бирикмада қизиш ва кейин нуқта қуйма ўзагининг шаклланиши четдан марказга томон бир текис юз беради. Бундай рельефлар учун мўлжалланган асбобларни тайёрлаш ва таъмирлаш осон. Думалоқ рельефлар сонини ошириш мумкин бўлмаган ва учма-уч бирикманинг ўлчамлари чегараланган ҳоларда пайвандлаш юзини катталаштириш учун узунчоқ, шаклдаги рельефлар қўлланилади. Зич бирикмани ҳалқасимон рельеф таъминлайди. Маҳкамлаш буюмларини тайёрлашда рельефлар совоклайин ҳосил қилинади. Бундай рельефларда чуқурчалар бўлмайди ва улар пайвандлашда сиқиш кучларини яхшироқ қабул қилди. Бундай рельефларни листда ҳам чуқурчаларсиз ҳосил қилиш мумкин. Бу турдаги рельеф қалинлиги кичик деталларни ҳамда эгилувчан металллар ва қотишмалардан тайёрланган деталларни пайвандлашда қўлланилади.

Зич бирикмалар учун қўлланиладиган ўткир киррали рельефлар алоҳида гуруҳни ташкил қилади. Бу Т-симон бирикмалар ката гуруҳининг бир туридир. Бундай бирикмада ҳалқасимон рельеф тешикларнинг ички қирраларидан бири билан деталнинг тешик ўқиға бурчак остила жойлашган ташқи текислиги орасида ҳосил бўлади. Амалиётда кенг қўламда қўлланилувчи Т-симон бирикмаларнинг бошқа гуруҳини деталларидан бири билан бошқа деталнинг кенг юзасида пайвандланадиган буюмлар ташкил этади. Агар деталлардан бири стержендан иборат бўлса, у ҳолда унинг учи тўлиқ, пайвандланади. Зарур рельеф стерженнинг охирида (учида) ёки пайвандланадиган текисликда ҳосил қилиниши мумкин. Қувур ва текисликни ёки иккита қувурни пайвандлашда, шунингдек рельефлар лист учида жойлашган ёхуд детал текислигида пайвандлаб ҳосил қилинган листларни пайвандлашда ҳам ана шундай бирикмадан фойдаланилиши мумкин. Релефли бирикмаларга симлар, стерженлар ёки қувурларнинг хочсимон бирикмалари киради. Бундай бирикмада рельефни деталнинг табиий шакли ҳосил қилади. Мустаҳкамлигини ошириш учуй пайвандлаш жойида қувур деформацияланади. Устма-уст ва Т-симон бирикмалардаги пайвандланадиган деталлар орасида жойлашувчи кистирма-концентраторлар ўзига хос рельефлар саналади. Улар қалинлиги катта деталларни пайвандлашда, шунингдек штамплаб ёки высадкалаб рельефлар ҳосил қилиш қийин бўлган ҳолларда қўлланилади. Қистирма пайвандлаш жойини легирлаши мумкин.

Релефли пайвандлашда бирикмалар эриган ўзакли ва қаттиқ ҳолатда бўлиши мумкин. Штампланган рельефлари бўлаган лист металллар ожатда ўйма ўзакли қилиб бириктирилади, ваҳонланки қаттиқ ҳолатда пайвандлашда бу турдаги бирикмаларнинг мустаҳкамлик кўрсаткичлари анча юқори бўлади. Бунга пайвандлаш жойининг радиал йўналишда жадал пластик деформацияланиши сабаб бўлади.



Релефлар шакли.

Штампланган думалоқ релефларнинг диаметри d_p ва баландлиги h_p ни куйидаги ўзаро нисбатлардан фойдаланиб, деталнинг қалинлиги δ га боғлиқ ҳолда тахминан ҳисоблаб топиш мумкин:

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

Бу ҳолда бирикманинг қуйма ўзаги диаметри $d = (1,2 - 1,5)d_p$ бўлади.

2.2. Учма-уч контактли пайвандлаш режими

1. **Каршилиқ билан пайвандлашда** сифатли бирикма ҳосил бўлиши учун асосий эътибор учлар ва деталларнинг бир текис қизишига ҳамда оксид паодаларининг емирилиши ва йўқотилишини энг кўп даражада таъминловчи металнинг бир текис дефоомацияланишига қаратилади. Режимнинг асосий параметрлари пайвандлаш токи $I_{\text{пай}}$ ёки токнинг зичлиги j , токнинг оқиш вақти $t_{\text{пай}}$, бошланғич сиқиш кучи F_6 ҳамда тир кучи $F_{\text{чўк}}$ (мос равишда бошланғич босим P_6 ва чўкиш босими $P_{\text{чўк}}$), пайвандлаш пайтида деталларнинг қисқариши $\Delta_{\text{пай}}$, ўрнатиш узунлиги l дир.

j ва t ни аниқлаш учун эмпирик формуладан фойдаланиладиб

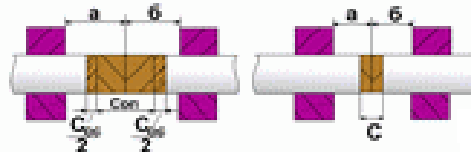
$$j\sqrt{t_{\text{пай}}} = k \cdot 10^3$$

бу ерда k – пўлатлар учун 8 – 10, алюминий учун 20, мисс учун 27 тенг коэффицент.

j ҳаддан ташқари ката бўлганда чайқалиб тўкилиш юз бериш мумкин. $t_{\text{пай}}$ нинг камайиши деталнинг кесими бўйича қизиши нотекис бўлишига олиб келади, ортиш эса оксидлаш жараёнлари кучайишига олиб келади. P_6 кичик бўлса, деталларнинг қизиш осонлашади, аммо чайқалиб тўкилишлар юз бериши ва деталлар учларининг оксидланиши кучайиши мумкин. $P_{\text{чўк}}$ нинг ортиши деталларнинг пластик деформациясини оширади, оксидларнинг емирилиш ва юзанинг янгиланиш жараёнларини фаолаштиришади.

Кам легирланган пўлатларни пайвандлашда эса 100 – 150 МПа бўлади.

Ихчам кесимларни пайвандлашда энг кичик ўрнатиш узунлиги l одатда пайвандланадиган деталларнинг диаметрига ёки уч-тўрт баравар қалинлигига тенг бўлади. l нинг ошиши деталларнинг қийшайишига, турғунлиги йўқолишига олиб келиш мумкин. l нинг қиймати кичик бўлганда пайвандлаш жойига иссиқликнинг электродларга ўтиб кетиши кучли таъсир қилади.



Учма-уч пайвандлашдаги ўрнатиш узунлиги:³²

а –эритиб пайвандлашда; б –каршилиқ билан пайвандлашда.

2. **Эритиб пайвандлашда** режимнинг электр параметрлари металлнинг иссиқлик ўтказувчанлиги ва эриш ҳароратига боғлиқ бўлиб, асосан эриш тезлиги билан аниқланади, бу тезлик ҳам металлнинг газлар билан ўзаро таъсирлашиш активлигини, шунингдек пайвандланадиган деталларнинг кесимини инобатга олинган ҳолда берилади.

Эритиб пайвандлашда:

1) учлари эриши учун деталларнинг қизишини ва оксидларни йўқотиш ҳамда пайвандлаш жойи яқинида ноқулай тузималар вужудга келишининг олдини олиш мақсадида деталларнинг деформацияланишини таъминлашга;

2) бир текис эриган металл қатламини шаклантириш, оксидланишнинг олдини олиш ва деталлар учлари юзаларидаги рельеф қулай бўлиши учун чўктириш олдида эриш жадаллиги маҳаллий бўлишини таъминлашга;

3) деталлар учларининг метали барвақт совишининг ва учма-уч бирикмада оксидлар тикилиб қолишининг олдини олиш учун деталларнинг етарлича ктга тезликда деформацияланишини таъминлашга ҳаракат қилинади.

Режимнинг асосий параметрлари: эриш тезлиги $v_{эриш}$, эриш пайтида токнинг зичлиги $j_{эриш}$ эришга қўйим $\Delta_{эриш}$, эриш вақти $t_{эриш}$, чўкиш катталиги $\Delta_{чўк}$, чўкиш тезлиги $v_{чўк}$, ток остида чўкиш давомлиги $t_{т.чўк}$, ток остида чўкиш катталиги $\Delta_{т.чўк}$, чўкиш кучи $P_{чўк}$ ёки чўкиш босим $P_{чўк}$, деталнинг ўрнатиш узунлиги l . Машинанинг салт юриш кучланиши U_{20} ва уни ўзгартириш дастури ҳам берилади.

Импульсли частотаси $f_{теб}$ ва амплитудаси $A_{теб}$ ҳам кўрсатилади. Қиздириш ҳолда эритиб пайвандлашда қиздириш ҳарорати $T_{қизд.}$, қиздириш давомлилиги $t_{қизд.}$, қиздириш импульслари сони n ва уларнинг давомлилиги $t_{имп.}$, қиздиришга қўйим $\Delta_{қизд}$ берилади.

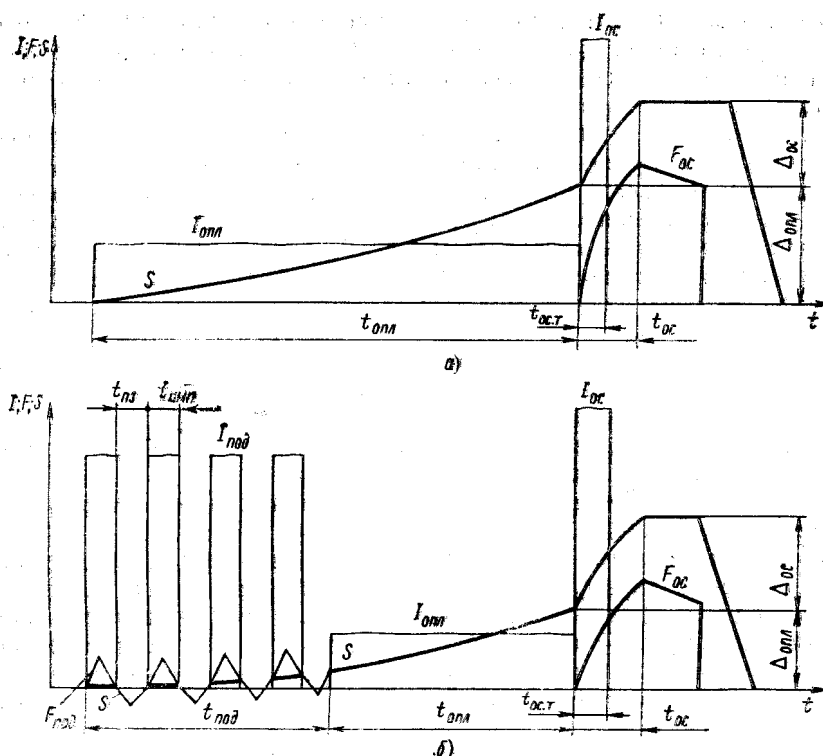
Эриш тезлиги $v_{эриш}$ деталларга ҳароратнинг муаян тарзда тақсимланиши шартидан келибчиқиб танланади. Чўктириш олдида деталларнинг учлари бир текис қизиши учун эришининг охириги тезлиги $v_{о.эриш}$ анча оширилади. Кесим бўйича қизиш бир текис бўлиши, ҳароратнинг деталлар бўйлаб энг мақбул тарзда тақсимланиши ва уларнинг учларида эриган металл катламтюзига келиши эришга қолдирилладиган қўйим $\Delta_{эриш}$ га боғлиқ. Одатда $\Delta_{эриш}$ пайвандлашга қолдирилувчи умумий пайвандлашда $\Delta_{эриш}$ 2-3 баробар камайтиради.

Токнинг зичлиги $j_{эриш}$ барқарор эриш жараёнини таъминламоғи лозим. У металлнинг λ ва $v_{эриш}$ ортиши билан ошади, қиздириб пайвандлашда, шунингдек ката кесимли деталларни пайвандлашда камаяди.

³² Н. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – p.357

Чўкишга кўйми $\Delta_{\text{чўк}}$ учма-уч бирикмадан қизиган металл ва оксидларнинг йўқотиш шартидан келиб чиқиб танланади:

$$\Delta_{\text{м.чўк}} = (0,5 - 0,8)$$



а – эритиб учма-уч пайвандлаш. б – қиздирган ҳолда учма-уч пайвандлаш жараёнинг циклограммаси.

Чўкиш босими $P_{\text{чўк}}$ пайвандладиган металлнинг хусусиятлари ва деталларнинг қизиш даражасига қараб танланади. Узлуксиз эритиб пайвандлашда:

- $P_{\text{чўк}} = 60-80$ МПа - кам углеродли пўлат учун;
- $P_{\text{чўк}} = 100-120$ МПа - кўп углеродли пулатлар учун;
- $P_{\text{чўк}} = 150-220$ МПа - аустенитли пўлатлар учун;
- $P_{\text{чўк}} = 120-150$ МПа - алюминий қотишмалари учун.

Чўкиш тезлиги $V_{\text{чўк}}$ унинг вақтида металлнинг оксидланишга ва учма-уч бирикмадан оксидлар ҳамда қизиган йўқотилишига таъсирини инобатга олинган ҳолда танланади:

- $V_{\text{чўк}} = 20-30$ м/сек - чўян учун;
- $V_{\text{чўк}} = 60-80$ м/сек - кам углеродли пўлатлар учун;
- $V_{\text{чўк}} = 80-100$ м/сек - кўп легирланган пўлатлар учун;
- $V_{\text{чўк}} = 150-200$ м/сек - алюминий қотишмалари ва бошқа осон оксидланувчи учун.

Салт юриши кучланиши U_{20} нинг барқарор эришини таъминловчи энг кичик қиймати танланади.

Деталларнинг ўрнатиш тезлиги:

$$2l = \Delta_{\text{эриши}} + \Delta_{\text{чўк}} + \Delta_o$$

бу ерда Δ_o – қисмалар ўртасидаги охириги (якуний) оралик. Одатда думалок стерженлар ва қалин деворли қувурларни пайвандлашда $l = (0,7 \div 1)d$ бўлади, бу ерда d – пайвандладиган деталларнинг диаметри.

Қиздирган ҳолда эритиб пайвандлашдаги қиздириш ҳарорати $T_{қизд.}$ Пайвандланадиган деталларнинг кесими ва металига қараб танланади:

$T_{қизд.} = 800-1000^{\circ}C$ - конструкцион металлдан ясалган 10000 мм^2 гача кесимли деталларни пайвандлашда;

$T_{қизд.} = 1000-1200^{\circ}C$ - конструкцион металлдан ишланган, кесими $10000-20000 \text{ мм}^2$ гача бўлган деталларни пайвандлашда;

$T_{қизд.} = 1100-1350^{\circ}C$ - қийин қолипланадиган (шакл оладиган) аустенитли пўлатлардан тайёрланган деталларни пайвандлашда.

Қиздириш вақти $t_{қизд.}$ деталлар кесимининг юзи катталашиси билан, $500-1000 \text{ мм}^2$ кесимли деталларни пайвандлашда бир неча секунддан $15000-20000 \text{ мм}^2$ кесимли деталларни пайвандлашда бир неча минутгача ортади.

Қиздириш импульсларининг давомлиги $t_{имп.}$ одатда 1-8 сек. ни ташқил этади, қиздиришга қўйим $\Delta_{қизд.}$ эса деталларнинг кесими ҳамда пайвандланадиган металлнинг хоссаларига қараб 1-12 мм атрофида ўзгаради.

Деталларни сиқиш кучи $F_{сик}$ чўктириш пайтида деталлар жағларда сирпанишининг олдини олиш шартданкелиб чиқиб, деталлар билан жағлар ўртасидаги ишқаланиш коэффициентлари f_1 ва f_2 ёки сиқиш коэффициентига $k_{сик}$ танланади:

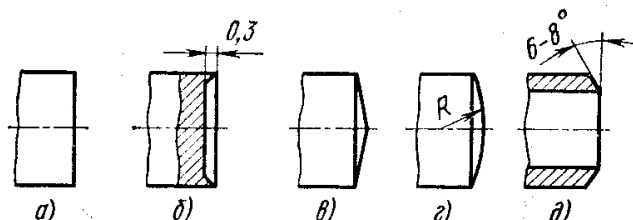
$$F_{сик} = \frac{F_{чук}}{f_1 + f_2} = k_{сик} F_{чук}$$

бунда углеродли пўлатдан қилинган қувурлар ва чивиклар учун $k_{сик} = 1,5 - 2$, хром-никель пўлатдан қувур ҳамда чивиклар учун $2,2 - 3,2$, кимёвий ишлов берилмаган (хурушланмаган) пўлат листлар учун $2,3 - 3,2$, кимёвий ишлов берилган пўлат листлар учун $2,7 - 3,5$.

Жағлардаги тишлар $k_{сик}$ ни $0,8-1$ гача камайтиради.

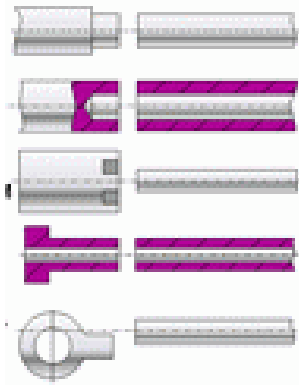
Легир пўлатларни тежаш учун учма-уч пайвандлашдан саноатда прокатдан узун буюмлар, туташ шаклдаги оддий танаворлар ва деталлардан мураккаб деталлар (қирқувчи асбоблар, двигателлар клапанлари ва б.) тайёрлашда кенг кўламда фойдаланилади.

Деталларнинг шакли уларни машина жағларида (электродларда) пухта маҳкамлаб қўйишни таъминламоғи лозим. Икала танавор бир текис қизиши ва бир хил пластик деформацияланиши учун зарур шароит яратилиши, танаворларнинг шакли ҳамда ўлчамлари тахминан бир хил қилиб танланиши керак. Уларнинг диаметрларидаги фарқ 15% дан, қалинлигидаги тафовут эса 10% дан ошмаслиги даркор.



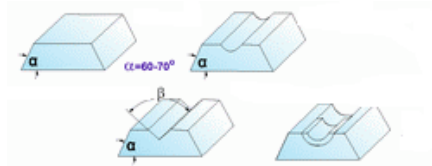
Контактли учма-учли қаршилик билан пайвандлаш учун деталлар учларининг шакли:

а – текис юза (аниқ мослашни талаб қилади); б – ҳалқсимон чиқиқ (маҳаллий иссиқлик ажралиб чиқишини таъминлайди ва учма-уч бирикиш жойига ҳаво келишини чеклайди); в – д – конус ёки сфера (қизишни маҳаллийлаштиради).



Контактли учма-учли эритиб пайвандлаш учун деталлар учларининг шакли.³³

Учма-уч пайвандлаш машиналарининг жағлар (электродлари) деталларга ток, сиқиш кучларини келтирибгина қолмасдан, балки чўктиришда деталларни сирпанишдан сақлаб туради ҳам. Жағларнинг шакли пайвандланадиган деталларнинг шаклига боғлиқ.



Учма-уч пайвандлаш машиналарининг жағлари.³⁴

Жағларнинг узунлиги шундай танланадики, пайвандланадиган деталларнинг ўқдошлиги таъминланадиган ва чўктиришда улар сирпанишининг олди олиндиган булсин. d диаметрли қувурлар ва стерженларни пайвандлашда u (3-4) d ни, тилимларни пайвандлашда эса камида $10s$ ни (s – тилимларнинг қалинлиги) ташкил этади.

Назорат саволлари:

1. Релефли пайвандлаб олинадиган бирикмаларнинг асосий конструктив қисмларини айтиб беринг.
2. Қаршилик билан учма-уч пайвандлаш режимига қайси параметрлар киради?
3. Эритиб учма-уч пайвандлаш режимига қайси параметрлар киради?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. H. 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

³³ H. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – p.372

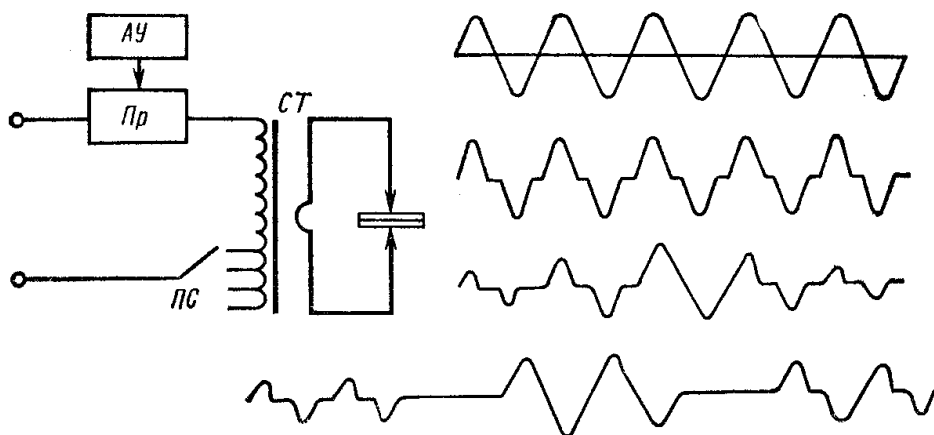
³⁴ H. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – p.374

3- амалий машғулот:

Контактли пайвандлаш машиналарининг иккиламчи контурини ҳисоблаш

Ишдан мақсад: контактли пайвандлаш машиналарининг электр занжирлари ўрганиш ҳамда иккиламчи контурини ҳисоблаш

Бир фазали ўзгарувчан ток машиналарида пайвандлаш токи бир фазали пайвандлаш трансформатори ПТр нинг иккиламчи чуғамида контактор-узгич Уз улангандан кейин пайдо булади.³⁵ Ток кучи босқич алмашлаб улагич БА билан ростланади. Импулснинг вақти ва шакли бошқариш аппаратлари БА воситасида ростланади.



Бир фазали ўзгарувчан ток машинаси куч қисмининг принципиал схемаси.

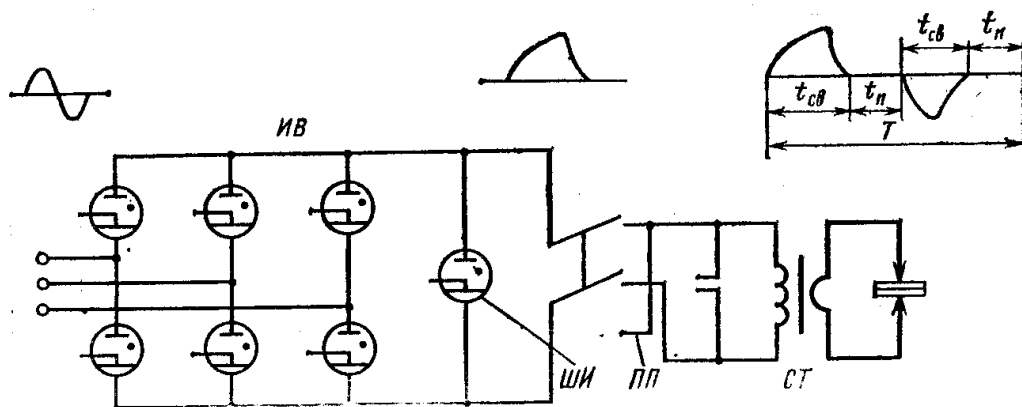
Бир фазали ўзгарувчан ток машиналарининг афзалликлари: тармоқнинг электр энергиясини узгартирувчи қурилма сода тузилган, шакли ва давомлилигига кўра турлича бўлган ток импулсларини ҳосил қилиш имконияти бор. Камчиликларига эса куч тармоғи фазаларининг нотекис юкланиши, анча катта қувватли машиналар улаганда ток импулслари катта бўлиши, қувват коэффиценти ($\cos\phi$) кичиклиги киради.

2) Уч фазали паст частотали машиналарда саноат частотасидаги ток уч фазали кўпроқ схема бўйича йиғилган куч тўғрилагичида 5 – 10 Гц частотали импулсларга айлантирилади. Тўғрилагич пайвандлаш трансформатори ПТр нинг бирламчи чуғамига уланган. У қисқа муддатли импулслар билан уланади. ПТр нинг бирламчи чуғамига тўғрилагич ИТ га иккита икки қутобли электромагнитли контактор ПП орқали уланади. Контактлар пайвандлар оралиғидаги тўхтамлар (паузлар) вақтида ишлайди ва узатилаётган ток импулсларининг қутбини навбати билан ўзгартиради. Бу эса пайвандлаш трансформаторидаги магнит ўтказгич тўйинишининг олдини олади.

Паст частотали машинади ток коммутацияси шундай амалга ошадики, пайванлаш трансформаторининг бирламчи унда ток импулсларини уйғотиб, унинг

³⁵ Н. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – p.380

амплитудаларини тобора ошириб боради (экспоненциал қонунга мувофиқ) ва ток энг катта киймати етганда уни пасайтира боради.



Паст частотали ток машинаси куч қисмининг принципиал схемаси.

Энергиянинг бир қисми машинанинг магнит майдонида тўпланади, шу сабабли ток уланганда у нолгача аста-секин камаяди. Бирламчи чулғамдаги кучланишнинг қутби ўзгаргандан сўнг уланадиган шунтланувчи игнитрон ШИ пайвандлаш трансформатори билан тўғрилагич орасида ўтиш жараёнлари юз беришининг олдини олади. Бунда пайвандлаш токининг кучи нолгача тезроқ пасаяди.

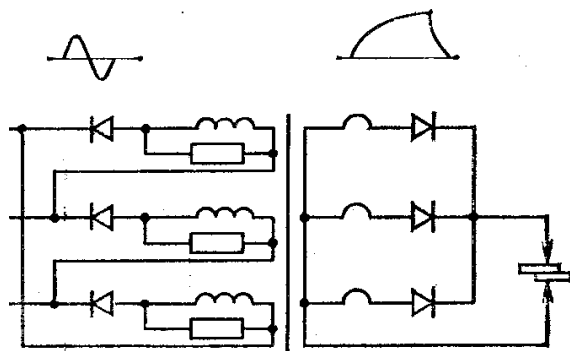
Ток частотаси режим параметрларига боғлиқ бўлиб, ушбу формула ёрдамида ҳисоблаб топиши мумкин:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2(t_{наи} + t_T)}$$

Паст частотали машиналарнинг афзалликлари: тармоқ фазалари бир текис юкланади: қувват коэффиценти катта; белгиланган қувват пасаяди (бир фазали машиналарга нисбатан); ток импульсининг шакли қулай.

Машиналарнинг камчиликларига пайвандлаш трансформаторининг ўлчамлари ва оғирлиги катталиги, тўғрилагичнинг схемаси мураккаблиги, машинанинг етарли даражада ишончли эмаслиги, тўғрилагичнинг уланиш вақти чекланганлиги (0,5 сек дан ортиқ эмас), ток импульсининг шаклини тез ўзгартириб бўлмаслиги киради. Бу камчиликлар ток кучининг барқарорлашини автоматик бошқарувчи аппаратлар яратилишига тўсқинлик қилади.

3) Уч фазали ўзгармас ток машиналарида (ток иккиламчи контурда тўғриланади) ўзгарувчан ток тармоғига уланган уч фазали пайвандлаш трансформаторининг бирламчи чугамлари «учбурчак» схемаси бўйича уланган, иккиламчи чулғамлари эса «юлдуз» схемасида уланган. Бошқарилувчи венти́ллар (тиристорлар) бишламчи чуғамларша кетма-кет уланган, улар токнинг уланиш пайтини ўзгартириш йўли билан уни равон ростлаш имконини беради. Бирламчи чулғамларга параллел уланган юклаш қаршиликлари венти́ллар ишини яхшилайти. Иккиламчи чуғамлар билан кетма-кет равишда, бошқарилмайдиган кремний кентиллар (диодлар) уланган бўлиб, улар кучланиши тўғри 1,6 – 2 В пасайганда ва 50 В тескари пасайганда 5 – 6 кА ли ток импульсини ўтказишга имконият беради.



Ўзгармас ток машинаси куч қисмининг принципиал схемаси.³⁶

Бириламчи чулқамларда ток униқутбий тарза қарамай, уч фазали магнит тизимининг стерженларидаги магнит оўимлари доимий ташкил этувчиларга эга эмас, чунки уч стерженли магнит тизимидаги магнит алгебралик оқимларининг йиғиндиси нолга тенг ва қолдиқ магнитланиш кузатилмайди. Бунда манба импульсининг исталган давомлигида яхши ишлайди. Тўхтамнинг давом этиш вақтига, шунингдек пайвандлаш трансформаторининг бирламчи чулғамига уланган тиристорларнинг уланиш бурчагига қараб импульслар битта қутбийлик ва турли шаклларга эга бўлади.³⁷

Тўғрилагич уланганда пайвандлаш токининг қиймати қуйидаги бўлади:

$$I_{наи} = \frac{U_2}{R_2} (1 - \exp(-\frac{t}{\tau})),$$

бу ерда: τ - эквивалент вақт доимийси, $\tau = L_2/R_2$; U – тўғриланган иккиламчи кучланиш; R_2 , L_2 , - машина иккиламчи занжирининг актив қаршилиги ва индуктивлиги. Токнинг ўсиб бориши 0,12-0,14 сек давом этади.

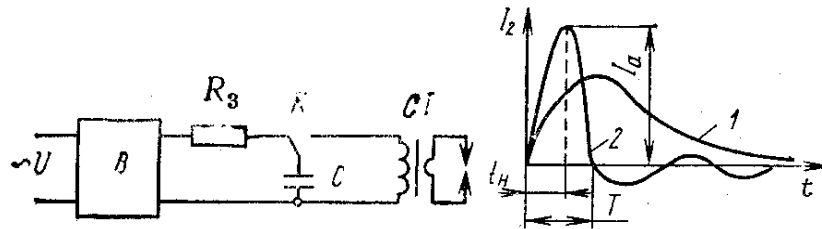
Тўғрилагич узилганда токнинг пасайиши экспонента бўйича боради, экспонентанинг ҳам шакли τ нинг қийматига боғлиқ.

Ўзгармас ток машинасининг афзалликлари: тармоқ фазалари бир текис юкланади; қувват коэффициенти каттароқ (бир фазали машиналарга нисбатан); ток импульсининг шакли қулай ва ростлаш имкониятлари кенг; пайвандлаш токига пайвандланадиган деталларнинг ферромагнит массалари таъсир қилмайди.

4) Конденсаторли машиналарда энергия конденсаторлар C батаресида тўпланади, бу батарея тўғрилагич T ва зарядлаш қаршилиги R_3 орқали тармоқдан зарядланади, кейин эса пайвандлаш трансформатори ПТр нинг бирламчи чулғами орқали зарядсизланади. Контакт К алмашлаб уланганда қисқа муддатли разряд импульси юзага келиб, ўзақда магнит оқимини уйғотадаи ва иккиламчи чулғамда пайвандлаш токи импульси ўтади.

³⁶ Н. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – p.382

³⁷ Н. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 –p. 383



Конденсатор машина куч схемасининг принципиал схемаси:

1- нодаврий; 2 - тебранма; $t_{\text{сн}}$ $t_{\text{ў}}$ - импульснинг ўсиш алишиш вақти; I_a – пайвандлаш токнинг амплитуда қиймати.

Конденсаторда тўпланадиган энергия (Ж):

$$W_c = \frac{CU_c^2}{2},$$

бу ерда U_c – конденсаторларни зарядлаш кучланиши; C – конденсаторлар сифими.

Конденсаторни зарядлаш вақти $t_3=3R_3C$ уни зарядлаш вақти t_{3c} дан узокроқдир. t_3/t_{3c} нисбат (3 - 10):1 атрофида бўлади. Бу ҳол унумдорликни жиддий камайтирмайди, чунки зарядланиш тўхтама вақтида юз беради.

Дастлабки пайтда зарядлаш токи $I_{3.ў}$ қаршилиқ R_3 билан аниқланади:

$$I_{3.ў} = \frac{U}{R_3},$$

чунки конденсатордаги кучланиш $U_c = 0$, бўлади.

Кейин зарядлаш токи экспоненциал қонун билан аниқланади:

$$i_3 = I_{3.ў} \cdot \exp\left(-\frac{t}{R_3C}\right),$$

Занжир параметрларининг нисбатига қараб, зарядлаш нодаврий бўлиши мумкин (агар $R > 2\sqrt{L/C}$ бўлса) ёки тебранма бўлиб, $R < 2\sqrt{L/C}$ да сўниши мумкин, бу ерда R ва L – пайвандлаш машинасининг унинг бирламчи занжирига келтирилган эквивалент параметрлари.

Импуснинг қиймати ва шакли зарядлаш кучланиши U_c , трансформация коэффициент ива конденсаторлар C батареясининг сифимини ўзгартириб торстланади.

Конденсаторли машиналарнинг афзалликлари: тармоқдан энергияни бир текис олади, қувват коэффициенти катта, қисқа муддатли импульс ҳосил қилиши мумкин. камчиликларига эса пайвандлаш импульсининг олдинги ўсиш майдони ҳаддан ташқари тиклиги, пайвандлаш жараёнида ток кучини ўзгартириш мумкин эмаслиги (автоматик бошқарувда), кудратли машиналардаги конденсаторлар батареясининг қўполлиги киради.

Конденсаторли машиналар қора ва рангли металлдан тайёрланган юпқароқ (0,7 мм гача) деталларни нуқтали ҳамда рельефли пайвандлаш учун ва алюминий қотишмаларидан ишланган 2,5 мм гача қалинликдаги деталларни қулочи катта машиналарда нуқтали пайвандлаш учун кенг қўлланилади.

3.2. Контактли пайвандлаш машиналарининг иккиламчи контурини ҳисоблаш. Контурнинг тузилиши схемаси, унинг асосий ўлчамлари ва УМ даги номинал пайвандлаш токи ҳисоблаш учун бошланғич маълумотлар саналади.

Иккиламчи контурни ҳисоблашда контур қисмаларининг кесимлари, контактли бирикмаларнинг ўлчамлари, контурнинг актив қаршилиги $R_{и.к.}$ ва индуктив қаршилиги $x_{и.к.}$ аниқланади.

1. Барча қисмларнинг кесимлари, уларни совитилиши, контактларнинг юзи шундай бўлиши керакки, узоқ муддатли номинал иккиламчи ток $I_{2у.м.}$ ўтганда контур қисмларининг ҳарорати жоиз қизиш ҳароратидан, яъни ток иккиламчи контурда тўғриланадиган машиналар в паст частотали машиналар учун 70°C дан ҳамда бир фазали ўзгарувчан ток машиналари учун 100°C дан юқори бўлмасин.

Контур қисмининг кесими q ва контактнинг юзи токнинг узоқ муддатли жоиз зичлиги j бўйича ҳисоблаш аниқланади:

$$q = \frac{I_{2у.м.}}{j}.$$

Иккиламчи контур қисмларидаги j нинг қийматлари:

а) $j = 20-30 \text{ А/мм}^2$ – БрХ, БрКд1 қотишмаларидан ясалган сув билан совитилувчи электродлар учун;

б) $j = 12-18 \text{ А/мм}^2$ – электрод туткичлар учун;

в) $j = 1-2 \text{ А/мм}^2$ – М1 маркали мисдан тайёрланган, сув билан совитилмайдиган консоллар учун;

г) $j = 1-2,5 \text{ А/мм}^2$ – эгилувчан шиналар учун.

2. Контур айрим қисмларининг узунлиги ҳамда кесими ва контурнинг ўзининг ўлчамлари маълум бўлса, иккиламчи контурнинг тўлиқ қаршилиги аниқланади.

а) Аткив қаршилиқ $R_{и.к.}$ контур айрим қисмларининг ва улар орасидаги топиш учун контур кўндаланг кўндаланг кесимларининг ташқи шакли ва материалининг тури бўйича бўлақларга бўлинади.

20°C да i -нчи қисмнинг аткив қаршилиги:

$$R_i = K_{сирт.} \rho_i l_i / q_i,$$

бу ерда: ρ_i – 20°C даги солиштирма электр қаршилиқ; $K_{сирт.}$ – сиртки эффект коэффициент; l_i ва q_i – i -нчи қисмнинг узунлиги ва кўндаланг кесими.

Қисм t ҳароратгача қиздирилгандаги солиштирма қаршилиқ куйидагича бўлади:

$$\rho_{it} = \rho_i (1 + \alpha(t - t_{сов.})).$$

Юзаларининг ўлчамлари, ҳолатига ва сиқиш кучига боғлиқ бўлган контактларнинг қаршилиги кўзғалмас доимий контактлар учун 1-8 мкОм (кўпинча 1-2 мкОм), кўзғалмас -ўзғалмас ўзгарувчан контактлар учун 4-8 мкОм, ҳаракатланувчи контактлар учун эса 8-20 мкОм қилиб олинади.

б) Иккиламчи контурнинг индуктив қаршилиги:

$$x_{и.к.} = 2\pi f L_{и.к.},$$

бу ерда $L_{и.к.}$ - контурнинг индуктивлиги.

$L_{и.к.}$ нинг қиймати юзлар бўйича ҳисоблаш ва айрим қисмлар (участкалар) услубларидан фойдаланиб аниқланади. Контактли машиналар контурларининг индуктивликларини ўчлаш бўйича тажриба маълумотлари асосида 50 Гц частотада контур индуктивлигининг унинг юзига боғлиқлиги $\pm 25\%$ аниқлик билан аниқланган:

$$L_{и.к.} = \frac{S_{и.к.}^{0,73} \cdot 10^{-6}}{(2\pi f)}, \text{ Гн};$$

$$x_{u.k.} = S_{u.k.}^{0.73} \cdot 10^{-6}, \text{ Ом},$$

бу ерда $S_{u.k.}$ – машинанинг пайвандлаш контури қамрайдиган майдони, см².

Индуктивликни айрим қисмлар услуби билан ҳисоблашда иккиламчи контур учида улагич бўлган икки симли линия деб қаралади. Кўндаланг кесими бир хил ва бир-биридан оралиғи бир хил бўлган қисмларда қулочнинг узунлик бирлигига тўғри келувчи индуктивлик ўзгармасдир. Шундай келиб чиқиб, иккиламчи контур ўзгармас кесимларга эга бўлган қисмларга булинади; ҳисоблаб топилган айрим қисмларнинг индуктив қаршиликлари қўшилади ва $x_{u.k.}$ топилади:

$$x_{u.k.} = \sum x_{u.k.i} l_i,$$

бу ерда: l_i – ҳисобланаётган қисмнинг узунлиги, см; $x_{u.k.i}$ – қуйидагилар учун ток симининг ҳисобланаётган қисми элементалари жуфлиги («тўғри» ҳамда «тескари») узунлигининг 1 см ига тўғри келувчи индуктив қаршилик (Ом/см) бўлиб, у:

а) ўқлари ўртасидги оралиқ, b бўлган r_1 ва r_2 радиусли думалоқ кесимлар учун:

$$x_{u.k.i} = 1,37 \left(\frac{b-r}{r} \right)^{0.38} \cdot 10^{-6},$$

бунда

$$r = \sqrt{r_1 r_2};$$

б) эни δ_1 ва δ_2 , узунлиги β_1 ва β_2 ўқлари ўртасидаги оралиқ b бўлган тўртбурчак кесимлар учун:

$$x_{u.k.i} = 0,38 \left(\frac{b-\delta}{\delta} \frac{\beta}{\delta} \right)^{0.45} \cdot 10^{-6},$$

бунда

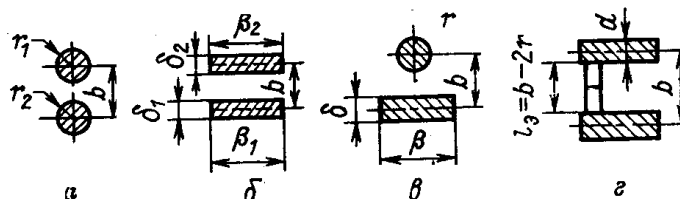
$$\delta = \sqrt{\delta_1 \delta_2}, \beta = \sqrt{\beta_1 \beta_2}$$

в) r радиусли думалоқ ҳамда эни δ ва узунлиги β , ўқлари ўртасидаги оралиқ b бўлган тўртбурчак кесимлар учун:

$$x_{u.k.i} = 0,97 \left(\frac{b-r}{r} \frac{b-\delta}{\delta} \frac{\beta}{\delta} \right)^{0.17} \cdot 10^{-8};$$

г/ электродлар учун:

$$x_{u.k.i} = 0,95 \exp \left(0,05 \left(\frac{b-r}{r} \right) \right) \cdot 10^{-8}.$$



«Тўғри» ва «тескари» ток сими кесимининг шаклари:

а – думалоқ, б – туртбурчак; в – думалоқ ва туртбурчак; г – электродлар.

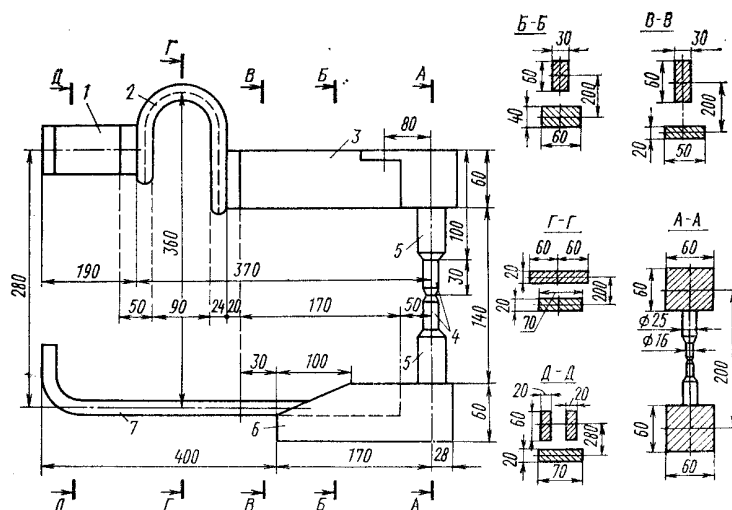
Ушбу услуб аниқроқ бўлиб, хатолик $\pm 5\%$ дан ошмайди.

Контурнинг кичик (5 Гц гача) частота даги индуктив қаршилиги $x_{u.k.}$ нинг $f/50$ баравар, $K_{сирт}$ коэффициент учун эса $\sqrt{f/50}$ баравар кичрайтирилган қиймати бўйича ҳисоблаб топилади.

Контурнинг қулочи 1 ва очилиши h катталашини, яъни юзи $S_{и.к} = lh$ нинг ортиши билан унинг индуктив қаршилиги тер зи'длашади, бу эса машинанинг созланиши ўзгармас бўлганда пайвандлаш токининг кичиклашувиغا олиб келади. Контурга ферромагнит массалар (деталлар, мосламалар) нинг киритилиши ҳам $\chi_{и.к}$ нинг қийматини (контурнинг магнит сингдирувчанлиги ўзгариши эвазига) ва $R_{и.к}$ нинг қийматини катталаштиради (ана шу массаларда уюрма тоқлар уйғониши оқибатида).

МТ, МШ ва бошка турдаги универсал ўзгарувчан ток машиналари иккиламчи контурининг қаршилиги $R_{и.к}=30-120$ мкОм, $\chi_{и.к} = (1,5 - 4)R_{и.к}$ атрофида бўлади; ток иккиламчи контурда тўғриланадиган паст частотали, конденсаторли машиналарнинг пайвандлаш трансформаторининг иккиламчи чулғами бўлган иккиламчи контурнинг ўзгармас токка актив қаршилиги (вентилларнинг қаршилиги ҳисобга олинмайди) қулоч 1,5 м бўлганда 40-100 мкОм ни ташкил этади.

Мисол. Кўчмас нуқтали пайвандлаш машинасининг иккиламчи контури қаршилиги ҳисоблансин.



Нуқтали пайвандлаш машинасининг иккиламчи контур ива унинг асосий қисмлари кесилари.

Актив қаршилигини ҳисоблаш учун контур ташкил этувчи қисмларининг шакли ва кесими буйича еттита бир хил бўлақларга бўлинган. Индуктив қаршилиқни ҳисоблаш осон бўлиши учун контур қисмларининг ўқлари орасида жойлашган контурнинг умумий юзини топамиз: $28 \cdot 19 + 36 \cdot 11,4 + 20 \cdot 19 = 1322,4$ см²

Индуктив қаршилиқнинг контур юзига боғлиқлигидан $\chi_{и.к} = 13220,73 = 190$ мкОм ни топамиз.

БрХ маркали хромли бронзадан тайёрланган иккита электрод 4 нинг актив қаршилиги:

$$R_4 = 2K_{сирт} \cdot \rho_T / q = 2 \cdot 1,2 \cdot 0,03 \cdot 0,03 \cdot 4 / (3,14 \cdot 0,016^2) = 9,2 \text{ мкОм}$$

($K_{сирт}$ – сиртки эффеќти коэффиќенти, $K_{сирт} = 1,02$).

М1 маркали мисдан ясалган, сув билан совитиладиган иккита электрод туткич 5 нинг қаршилиги қуйидагичадир (электрод туткичдаги ички тешиќ 18 мм ва $K_{сирт} = 1,08$ бўлганда):

$$R_5 = 2 \cdot 1,08 \cdot 0,017 \cdot 0,04 \cdot 4 / (3,14 \cdot (0,025^2 - 0,016^2)) = 6,4 \text{ мкОм.}$$

M1 маркали мисдан тайёрланган, ҳаво билан совитиладиган тўртбурчак кесимли юқориги консол 3 нинг ($K_{\text{сирт}}=1,54$) қаршилиги қуйидагича бўлади:

$$R_3=1,54 \cdot 0,0175 \cdot 0,24 / (0,06 \cdot 0,03) = 3,6 \text{ мкОм.}$$

Пастки консол 6 нинг ($K_{\text{сирт}}=2,06$) қаршилиги эса қуйидагичадир:

$$R_6=2,06 \cdot 0,0175 \cdot 0,17 / (0,06 \cdot 0,04) = 2,6 \text{ мкОм.}$$

Юпқа мис фолгасидан йиғилган юқориги эгилувчан шина 2 нинг қаршилиги ($K_{\text{сирт}}=1,6$) да ҳисоблаб топилади:

$$R_2=1,6 \cdot 0,0175 \cdot 0,235 / (0,12 \cdot 0,02) = 2,7 \text{ мкОм.}$$

M1 маркали мисдан тайёрланган, ҳаво билан соитилувчи тўртбурчак кесимли пастки қаттиқ шина 7 нинг қаршилиги ($K_{\text{сирт}}=1,54$) ушбуни ташкил этади:

$$R_7=1,54 \cdot 0,0175 \cdot 0,4 / (0,07 \cdot 0,02) = 7,7 \text{ мкОм.}$$

M1 маркали мисдан ишланган, ҳаво билан совитиладиган юқориги колодка 1 ($K_{\text{сирт}}=1,6$) ушбу қаршиликка эга:

$$R_1=1,6 \cdot 0,0175 \cdot 0,19 / (0,06 \cdot 0,02) = 2,2 \text{ мкОм.}$$

Барча ток келтирувчи қисмларнинг $T=20^\circ\text{C}$ даги актив қаршилиги R_a ўшбуга тенг:

$$R_a = R_1 + R_2 + \dots + R_7 = 2,2 + 7,7 + 2,7 + 2,6 + 3,6 + 6,4 + 9,2 = 34,4 \text{ мкОм}$$

Мазкур қисмларнинг иш ҳарорати $T_{\text{и}}=80^\circ\text{C}$ га келтирилган актив қаршилиги:

$$R_{\text{и}} = R_a (1 + (T_{\text{и}} - T)) = 34,4 (1 + 0,00393(80 - 20)) = 42,5 \text{ мкОм.}$$

Оралиқ контактлар сони 9 та. Битта контактнинг актив қаршилигини мос равишда 2 мкОм қилиб оламиз, у ҳолда $R_{\text{о.к}} = 9 \cdot 2 = 18 \text{ мкОм}$ бўлади.

Иккиламчи контур ҳамма қисмлари ва оралиқ контактларининг актив қаршилиги ушбуни ташкил этади:

$$R_{\text{и.к}} = R_{\text{и}} + R_{\text{о.к}} = 42,5 + 18 = 60,5 \text{ мкОм}$$

Пайвандлаш жойининг қаршилиги $R_{\text{ЭЭ}} = 90 \text{ мкОм}$ иккиламчи чулғамга келтирилган пайвандлаш трансформатори чулғамларининг актив ва индуктив қаршиликлари $R_{\text{п.т}} = 17 \text{ мкОм}$, $X_{\text{п.т}} = 25 \text{ мкОм}$ бўлганда пайвандлаш контурининг тўлиқ қаршилиги қуйидагига тенг:

$$Z = \sqrt{(R_{\text{и.к}} + R_{\text{п.т}} + R_{\text{ЭЭ}})^2 + (x_{\text{и.к}} + x_{\text{п.т}})^2} = \sqrt{(60,5 + 17 + 90)^2 + (190 + 25)^2} = 272,5 \text{ мкОм}$$

Назорат саволлари:

1. Контактли пайвандлаш электр занжирларининг асосий турларини айтиб беринг.
2. Бир фазали ўзгарувчан ток машиналарининг афзалликлари ва камчиликларини айтинг.
4. Пайвандлаш симининг диаметри нимага қараб танланади?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. H. 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- амалий машғулот:
Термокомпрессион, прокаткалаб, портлатиб, юқори частотали ва магнит-импульсли пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари

Ишдан мақсад: Юқори частотали пайвандлаш режимларни ҳисоблаш ҳамда жиҳозларни танлаш.

Қувурларни юқори частотали пайвандлаш режимини ҳисоблаш
 Дастлабки маълумотлар:

1. Қувур диаметри $D=219$ мм
2. Девор қалинлиги $s=6$ мм
3. Ўртача пайвандлаш тезлиги 80м/дақ

1. Ўртача қувватни аниқлаш p_0

Диаметри $D=219$ мм бўлган қувур учун бир ўрамли ажралувчи индукторни қўллаш тавсия этилади.

Ўртача қувват қийматини танлаймиз $p_0=1,4$ кВт/(мм·м/дақ), нисбий чегаралар $D/2s = 219/6=36$ бўлганда.

Тўғри чокли пўлат қўвурларни пайвандлаш учун критик тезлиги $v_{кр}$ ва ўртача қувватнинг p_0 қийматлари

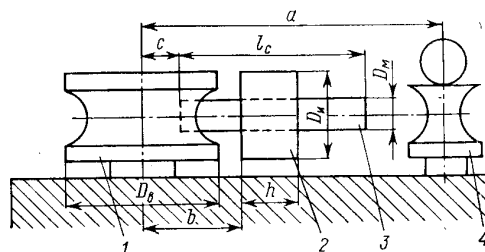
Қувурнинг ташки диаметри, мм	Қирраларнинг бурчак оғиши ва эгилиши, °		p_0 , кВт/(мм·м/дақ)			$v_{кр}$, м/дақ
	α	β	$D/2s$	Ўзак билан	ўзаксиз	
219	3,5	≤ 10	> 20	2,3	-	8

2. Таъминлаш манбаининг қуввати P , кВт

$$P = p_0 \cdot 2s \cdot v_{кр}$$

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

Қувур тунукасини пайвандлаш, пайвандлаш машинасининг станида бажарилади.



Пайвандлаш машинасининг станининг схемаси.³⁸

³⁸ Н. Zhang, J. Senkara. Resistance welding. Fundamentals and application – CRC Press – 2016 – p.421

1 – Дв диаметри чок шаклини келтирувчи валок, 2 – Ички диаметри $D_{и}$ ва баландилги h бўлган ва чокни кисувчи валоклардан b масофада жойлашган индуктор 3 – валок ўқидан с масофада жойлашган узунлиги l_c , диаметри D_m , бўлган ферритли ўзак 4 – чокни кисувчи валоклардан a масофада жойлашган, чокга йўналтирувчи клетининг валогли. .

Кувур диаметри $D=219$ мм бўлган бир ўрамли ажралувчи индуктордан фойдаланиш тавсия этади.

Диаметри 219мм бўлган тўғри чокли кувурларни ишлаб чиқариш учун пайвандлаш машиналарининг асосий параметрлари

Кувурнинг ташки диаметри трубы, мм	Пайвандлаш машинаси		Индуктор			Ферритли ўзак				
	Дв, мм	а, мм	Конструкция	Ўлчамлари, мм			Конструкция	Ўлчамлари, мм		
				$D_{и}$	b	h		D_m	l_c	C
219	500	1600	Бир ўрамли ажралувчи индуктор	250	150	220	Сегментли кесимли	150	750	30

Назорат саволлари:

1. Пайвандлаш режими деб нимага айтилади?
2. Юқори частотали пайвандлашнинг режим параметрларига нималар кирази?
3. Ўртача кувват кандай хисобланади?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. H. 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. Кейслар банки

Кейс-1.

09Г2С маркали пўлатдан тайёрланган, девор калинги 2 мм, автомобил бакни йиғиш ва чокли контактли пайвандлаш технологик жараёни ишлаб чиқиш.

Вазифалар:

1. Чокли контактли пайвандлаш режими ҳисоблаш
2. Пайвандлаш жиҳозларини танлаш
3. Пайванд узеллар ишлаб чиқариш технологик жараёни

Кейсни бажариш босқчилари ва топшириқлар:

- Кейсдаги муаммони келтириб чиқарган асосий сабаблар ва ҳал этиш йўлларини жадвал асосида изоҳланг (индивидуал ва кичик гуруҳда).

Муаммо тури	Келиб чиқиш сабаблари	Ҳал этиш йўллари

Кейс-2

Ст3 маркали пўлатдан тайёрланган, диаметри 10 мм, арматурани йиғиш ва нўқтали контактли пайвандлаш технологик жараёни ишлаб чиқиш.

Вазифалар:

1. Нўқтали контактли пайвандлаш режими ҳисоблаш
2. Пайвандлаш жиҳозларини танлаш
3. Пайванд узеллар ишлаб чиқариш технологик жараёни

Кейсни бажариш босқчилари ва топшириқлар:

- Кейсдаги муаммони келтириб чиқарган асосий сабаблар ва ҳал этиш йўлларини жадвал асосида изоҳланг (индивидуал ва кичик гуруҳда).

Муаммо тури	Келиб чиқиш сабаблари	Ҳал этиш йўллари

Кейс-3.

Пўлат 10 маркали пўлатдан тайёрланган, диаметри 20 мм, автомобил амортизаторни йигиш ва релефли контактли пайвандлаш технологик жараёни ишлаб чиқиш.

Вазифалар:

1. Релефли контактли пайвандлаш режими ҳисоблаш
2. Пайвандлаш жиҳозларини танлаш
3. Пайванд узеллар ишлаб чиқариш технологик жараёни

Кейсни бажариш босқчилари ва топшириқлар:

- Кейсдаги муаммони келтириб чиқарган асосий сабаблар ва ҳал этиш йўллари жадвал асосида изоҳланг (индивидуал ва кичик гуруҳда).

Муаммо тури	Келиб чиқиш сабаблари	Ҳал этиш йўллари

Кейс-4

40X маркали пўлатдан тайёрланган, релсларни йигиш ва релефли контактли пайвандлаш технологик жараёни ишлаб чиқиш.

Вазифалар:

1. Учма-учли контактли пайвандлаш режими ҳисоблаш
2. Пайвандлаш жиҳозларини танлаш
3. Пайванд узеллар ишлаб чиқариш технологик жараёни

Кейсни бажариш босқчилари ва топшириқлар:

- Кейсдаги муаммони келтириб чиқарган асосий сабаблар ва ҳал этиш йўллари жадвал асосида изоҳланг (индивидуал ва кичик гуруҳда).

Муаммо тури	Келиб чиқиш сабаблари	Ҳал этиш йўллари

VI. Мустақил таълим мавзулари

Мустақил таълим модули бўйича ишлаб чиқилган топшириқлар асосида ташкил этилади ва унинг натижасида тингловчилар битирув иши (лойиҳа иши) ни тайёрлайди.

Битирув иши (лойиҳа иши) талаблари доирасида ҳар бир тингловчи ўзи дарс бераётган фани бўйича электрон ўқув модулларининг тақдимотини тайёрлайди.

Электрон ўқув модулларининг тақдимоти қуйидаги таркибий қисмлардан иборат бўлади:

Кейслар банки;

Мавзулар бўйича тақдимотлар;

Бошқа материаллар (фанни ўзлаштиришга ёрдам берувчи қўшимча материаллар: электрон таълим ресурслари, маъруза матни, глоссарий, тест, кроссворд ва бошқ.)

Электрон ўқув модулларини тайёрлашда қуйидагиларга алоҳида эътибор берилади:

- тавсия қилинган адабиётларни ўрганиш ва таҳлил этиш;
- соҳа тараққиётининг устувор йўналишлари ва вазифаларини ёритиш;
- мутахассислик фанларидаги инновациялардан ҳамда илғор хорижий тажрибалардан фойдаланиш.

Мустақил таълим мавзулари

1. Уч қатламли панелларни нуқтали пайвандлаш
2. Катак-катак панелларни пайвандлаш
3. Чокли учма-уч пайвандлаш
4. Четларини эзиб, чокли пайвандлаш
5. Учта ва ундан ортиқ деталлардан иборат тўплами пайвандлаш
6. Қалинлиги ката деталларни пайвандлаш
7. Қумоқ-қумоқ алюминий кукуни (ҚАК)ни пайвандлаш
8. Ғовакдор қумоқ-қумоқ материалларни пайвандлаш
9. Қопламали металлларни пайвандлаш
10. Контактли пайвандлаш машиналарининг пайвандлаш трансформаторлари
11. Пайвандлаш трансформаторининг тузилиши
12. Пайвандлаш трансформаторини ҳисоблаш
13. Контактли пайвандлаш ускуналарини бошқариш аппаратлари
14. Контактли пайвандлаш жараёнларини назорат қилиш ва автоматик бошқариш тизимларида ЭҲМ нинг қўлланилиши
15. Контактли пайвандлашда механизация-лаштириш ва автоматлаштириш
16. Йиғиш ва пайвандлаш мосламалари
17. Поток ва автоматик линиялар
18. Саноат роботлари

VII. Глоссарий

Термин	Ўзбек тилидаги шарҳи	Инглиз тилидаги шарҳи
Пайвандлаш	пайвандланадиган қисмларни маҳаллий ёки умумий қиздириб, пластик деформациялаб ёи уларнинг биргаликдаги таъсирида атомлараро боғланишни ҳосил қилиш йули билан машина деталлари, конструксиялар ва иншоотларни ажралмас қилиб бириктириш жараёни	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.
Контактли пайвандлаш	деталларни улар орқали ўтувчи электр токи билан қисқа муддат қиздириш ва сиқиш кучи ёрдамида пластик деформациялаш натижасида деталларнинг ажралмас металл бирикмаларини ҳосил қилиш технологик жараёнидир	The resistance welding processes are commonly classified as pressure welding process although they involve fusion at the interface of material being joined.
Нуктали контактли пайвандлаш	контактли пайвандлашнинг бир усули бўлиб, бунда деталлар чегараланган алоҳида тегиш жойлари бўйича (нукталар қатори бўйича) пайвандланади	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
Чокли контактли пайвандлаш	бир-бирни беркитиб турувчи нукталар қаторини ҳосил қилиш йули билан зич бирикма (чок) олиш усулидир. Бунда айланувчи дисксимон электродлар - роликлар ёрдамида ток келтирилади ва деталлар силжитилади	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.
Релефли контактли пайвандлаш	контактли пайвандлашнинг бир тури сифатида таърифлаш мумкин. Бунда бўлғуси пайванд бирикмажойидаги токнинг зарур зичлиги электроднинг иш юзаси билан эмас, балки пайвандаланадиган буюмларнинг тегишли шакли билан ҳосил қилинади. Буюмнинг бу шакли	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.

	сунъий равишда, турли шаклдаги маҳаллий чиқиқлар (релефлар) олиш йўли билан ҳосил қиллинади.	
Совуқ ҳолатда пайвандлаш	пайвандланадиган қисмларни анчагина пластик деформациялаган ҳолда, ташқи иссиқлик манбалари билан қиздирмасдан босим билан пайвандлаш.	If sufficient pressure is applied to the cleaned mating surfaces to cause substantial plastic deformation the surface layers of the material are disrupted, metallic bonds form across the interface and a cold pressure weld is formed
Ишқалаб пайвандлаш	бир-бирига сиқилиб турган ва нисбий ҳаракатда иштирок этадиган иккита танаворнинг тегиш юзасида ҳосил бўлувчи иссиқликдан фойдаланиш ҳисобига амалга ошириладиган ажралма бирикма ҳосил қилиш технологик жараёнини.	In friction welding a high temperature is developed at the joint by the relative motion of the contact surfaces
Диффузион пайвандлаш	босим билан пайвандлаш усуллари гуруҳига киради, бунда пайвандланаётган қисмларнинг пластик деформацияланиш эвазига бирикиши эриш ҳароратидан паст ҳароратда, яъни қаттиқ фазада амалга ошади.	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.
Портлатиб пайвандлаш	босим билан пайвандлашнинг портловчан молда заряди портлаганда ажралиб чиқадиган энергия таъсирида амалга оширилувчи бир туридир.	In explosive welding the force required to deform the interface is generated by an explosive charge

VIII. Адабиётлар рўйхати

Махсус адабиётлар:

1. H. 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. Abralov M.A., Dunyashin N.S. Bosim ostida payvandlash. Darslik– T.: Noshirlik Yogdusi, 2015– 260b.

Интернет ресурслари:

1. <http://www.welding.su>
2. <http://www.aws.org>
3. welding.com