

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

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

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ПЕДАГОГ КАДРЛАРИНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРИНИГ
МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ ТАРМОҚ МАРКАЗИ**

ТЕХНОЛОГИК МАШИНАЛАР ВА ЖИҲОЗЛАР

йўналиши

**“ЭРИТИБ 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**

**“ЭРИТИБ 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 201_ 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.

Ўқув -услубий мажмуа Тошкент давлат техника университети Кенгашининг 201_ 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 газ билан, ёйли дастакли, ҳимоя газ муҳитида, флюс остида, электр-шлакли, электрон-нурли ва лазерли пайвандлаш жараёнларининг замонавий аҳволи ва ривожлантиришнинг истиқболлари, эритиб пайвандлашда кенг тарқалган технологиялари, ишлатиладиган жиҳозлари, ускуналари бўйича янги билим, кўникма ва малакаларини шакллантиришни назарда тутди.

Ушбу дастурда газ билан, ёйли дастакли, ҳимоя газ муҳитида, флюс остида, электр-шлакли, электрон-нурли ва лазерли пайвандлашда кенг тарқалган технологиялари, ишлатиладиган жиҳозлари, ускуналари масалаларининг назарий ва амалий асосларини ўрганишни ўзида қамраб олган.

Модулнинг мақсади ва вазифалари

“Эритиб пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари” модулининг **мақсади**:

Газ билан, ёйли дастакли, ҳимоя газ муҳитида, флюс остида, электр-шлакли, электрон-нурли ва лазерли пайвандлаш жараёнларининг замонавий аҳволи ва ривожлантиришнинг истиқболлари, эритиб пайвандлашда кенг тарқалган технологиялари, ишлатиладиган жиҳозлари, ускуналари бўйича билим, кўникма ва малакаларни **шакллантиришдир**.

“Эритиб пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари” модулни **вазифаси**:

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

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

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

Тингловчи:

- эритиб пайвандлаш ривожининг тарихи ва истиқболи;
- эритиб пайвандлашнинг янги замонавий турлари;
- эритиб пайвандлашнинг физик асослари;
- машинасозликда эритиб пайвандлаш технологиясининг замонавий тенденциялари ҳақида **билимларга эга бўлиши лозим**.

Тингловчи:

- ёйли дастакли пайвандлаш режимини ҳисобини бажариш ва уларни таҳлил қилиш;
- химоя газлар мухитида пайвандлаш режимини ҳисобини бажариш ва уларни таҳлил қилиш;
- флюс остида пайвандлаш режимини ҳисобини бажариш ва уларни таҳлил қилиш **кўникма ва малакаларини эгаллаши зарур.**

Тингловчи:

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

Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар

“Эритиб 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, ақлий 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

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

Модулнинг олий таълимдаги ўрни

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

Модул бўйича соатлар тақсимоти

№	Модул мавзулари	Тингловчининг ўқув юкلامаси, соат					
		Ҳаммаси	Аудитория ўқув юкلامаси				Мустақил таълим
			жами	жумладан			
			Назарий	Амалий машғулот	Кўчма машғулот		
1.	Замонавий эритиб пайвандлаш усулларининг классификацияси	10	10	2	4	4	
2.	Газ билан ва ёйли дастакли пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари	8	6	2	4		2
3.	Ҳимоя газ муҳитида пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари	6	6	2	4		
4.	Флюс остида, электр-шлакли, электрон-нурли ва лазерли пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари	8	6	2	4		2
	Жами:	32	28	8	16	4	4

НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-мавзу: Замонавий эритиб пайвандлаш усулларининг классификацияси

Машинасозликда пайвандлаш услубларининг таснифи. Эритиб пайвандлаш ва пайвандлашнинг моҳияти. Ёй дастакли пайвандлаш. Флюс остида пайвандлаш. Ҳимоя газлар муҳитида пайвандлаш. Электр-шлак пайвандлаш. Лазерли пайвандлаш. Плазмали пайвандлаш. Электрон-нурли пайвандлаш.

2-мавзу: Газ билан ва ёйли дастакли пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари

Газ билан пайвандлаш. Пайвандлаш алангасининг схемалари. Ацетилен-кислород, метан-кислород, пропан-бутан-кислород пайвандлаш алангасининг тузилиши ва ҳароратнинг аланга узунлиги бўйича тақсимланиши. Газ алангасида ишлов беришда ишлатиладиган материаллари. Газ билан пайвандлаш учун жиҳозлар. Ёйли дастакли пайвандлашнинг физик асослари. Ёйли дастакли пайвандлашда қўлланиладиган электродлар. Ёйли дастакли пайвандлашнинг режимлари. Ёйли дастаки пайвандлаш техникаси. Учма-уч чокларни пайвандлаш технологияси. Бурчак чокларни пайвандлаш технологияси. Вертикал чокларни пайвандлаш технологияси. Горизонтал чокларни пайвандлаш технологияси. Шифт чокларни пайвандлаш технологияси. Турли узунликдаги чокларни пайвандлаш усуллари. Калин металлларни пайвандлаш.

3-мавзу: Ҳимоя газ муҳитида пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари

Ҳимоя газларда ёйли пайвандлашнинг физикавий асослари. Ҳимоя газларда пайвандлаш жараёнининг таснифи. Ҳимоя газларда эрийдиган ва эримайдиган электродлар билан пайвандлаш. Ҳимоя газларда ёйли пайвандлаш учун га аппаратлари ва асбоблар. Ҳимоя газларда эрийдиган электродлар билан пайвандлаш учун жиҳозлар. Ҳимоя газларда эримайдиган электродлар билан пайвандлаш учун жиҳозлар.

4-мавзу: Флюс остида, электр-шлакли, электрон-нурли ва лазерли пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари

Флюс остида ёйли пайвандлашнинг физикавий асослари. Пайвандлашда флюснинг ўрни. Флюс остида ёйли пайвандлаш усулининг режим параметрлари. Флюс остида пайвандлаш учун жиҳозлар ҳақида умумий маълумот. Пайвандлаш аппаратларининг асосий элементлари ва қисмлари. Флюс остида автоматик пайвандлаш технологияси. Электр-шлак пайвандлашнинг моҳияти. Электр-шлак пайвандлаш режимлари. Электрон-нурли пайвандлашнинг моҳияти. Лазерли пайвандлаш жараёнининг моҳияти. Қаттиқ жисмли лазерлар. Газли технологик лазерлар.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ

1-амалий машғулот:

Замонавий эритиб пайвандлаш усуллариининг классификацияси

Эритиб пайвандлашда пайванд бирикмалар ва пайванд чокларнинг чизмаларда белгиланишини ўрганиш. Пайвандлаш симларни русумлаштиришини ўрганиш

2- амалий машғулот:

Газ билан ва ёйли дастакли пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари

Ёйли дастакли пайвандлаш режимларини ҳисоблаш. Ёйли дастакли пайвандлаш учун металл қопламали электродлар русумлашни ўрганиш

3- амалий машғулот:

Ҳимоя газ муҳитида пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари

Карбонат ангидрид газлари муҳитида пайвандлаш режимларни ҳисоблаш. Ҳимояловчи газларни урганиш

4- амалий машғулот:

Флюс остида, электр-шлакли, электрон-нурли ва лазерли пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари

Флюс остида пайвандлаш режимларини ҳисоблаш. Пайвандлаш флюсларни урганиш

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 тутди.

Модулни ўқитиш жараёнида қуйидаги таълимнинг ташкил этиш шаклларидадан 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 тутди. *Табақалашган гуруҳли иш* гуруҳларда турли топшириқларни бажаришни назарда тутди.

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.



Методнинг қўлланилиши: Лазерли пайвандлашнинг SWOT таҳлилини ушбу жадвалга туширинг.

S	Лазерли пайвандлашнинг кучли томонлари	Пайванд чокнинг юқори сифатлиги...
W	Лазерли пайвандлашнинг кучсиз томонлари	Киммат баҳолиги...
O	Лазерли пайвандлашдан фойдаланишнинг имкониятлари (ички)	Юпка металлни пайвандлаш, рангли металлларни пайвандлаш...
T	Лазерли пайвандлаш тўсиқлар (ташқи)	Пайвандлаш сифати газ аралашмаларидан боғлиқ...

«Хулосалаш» (Резюме, Веер) методи

Электр ёйли пайвандлаш					
Ёйли дастакли		Флюс остида		Химоя газ муҳитида	
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 айна 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, химоя 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 материалларни



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



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

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 куйидагиларни қамраб олади: Ким (Who), Қачон (When), Қерде (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 йўлларини ишлаб чиқиш	<ul style="list-style-type: none"> ✓ индивидуал ва гуруҳда ишлаш; ✓ муқобил ечим йўлларини 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

Кейс. 09Г2С маркали пўлатдан тайёрланган косинка деворга пайвандланган ва горизонтал йўналган Р куч билан юкланган. 1)Пайванд бирикма мустаҳкамлиги ҳисоблансин. 2) Кучни вертикал холда йўналтириш мумкинлиги текширилсин. $H=200\text{mm}$, $a=160\text{mm}$, $k=5\text{mm}$, $P=4000\text{кг}$, $[\sigma]=2000\text{кг/см}^2$

«ФСМУ» методи

Технологиянинг мақсади: Мазкур технология иштирокчилардаги умумий фикрлардан хусусий хулосалар чиқариш, таққослаш, қиёслаш орқали ахборотни ўзлаштириш, хулосалаш, шунингдек, мустақил ижодий фикрлаш кўникмаларини шакллантиришга хизмат қилади. Мазкур технологиядан маъруза машғулотларида, мустаҳкамлашда, ўтилган мавзунини 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:



- 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: “Флюс остида 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 эритиб пайвандлаш гурухига кирмийди?
- А. ёйли дастакли

Қиёсий таҳлил

- Флюс остида пайвандлаш жиҳозларидан фойдаланиш кўрсаткичларини таҳлил

Тушунча таҳлили

- Ёйли дастакли пайвандлаш жиҳозлари изоҳланг...

Амалий кўникма

- Ҳимоя газларни муҳитида 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 доскасига 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
Ёй дастакли пайвандлаш		
Флюс остида пайвандлаш.		
Ҳимоя газлар муҳитида пайвандлаш.		

Электр-шлак пайвандлаш.		
Лазерли пайвандлаш.		
Плазмали пайвандлаш.		
Электрон-нурли пайвандлаш.		

“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.

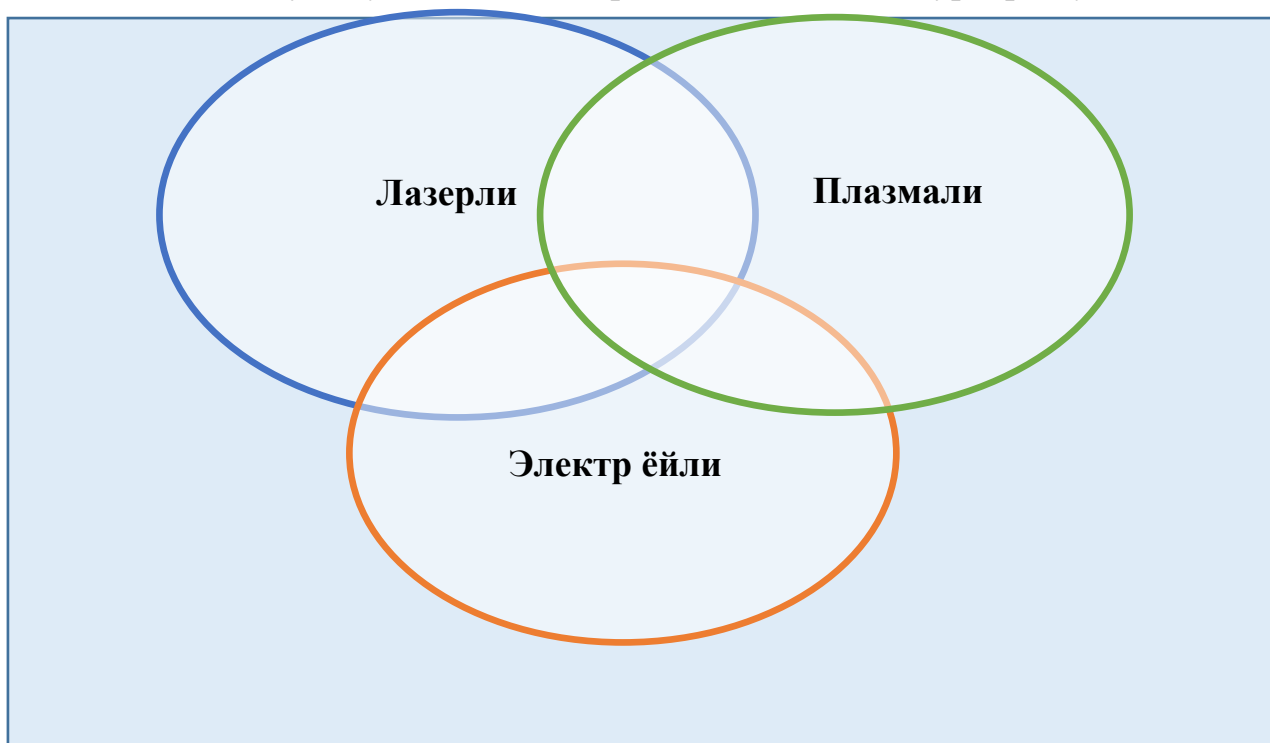
“Венн диаграмма” методи

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 таништирадидилар;
- жуфтликларнинг таҳлили эшитилгач, улар биргалашиб, кўриб чиқиладиган муаммо ёхуд тушунчаларнинг умумий жиҳатларини (ёки фарқли) излаб топадилар, умумлаштирадидилар ва доирачаларнинг кесишган қисмига ёзадилар.

Методнинг мавзуга қўлланилиши: Эритиб пайвандлаш турлари бўйича



III. Назарий машғулот материаллари

1-маъруза. Замоनावий пайвандлаш усулларининг классификацияси

Режа:

- 1.1. Металларга ишлов бериш тарихи
- 1.2. Эритиб пайвандлаш моҳияти
- 1.3. Эритиб пайвандлаш усуллари таснифи

Таянч иборалар: пайвандлаш, ёйли дастакли пайвандлаш, флюс остида ёйли пайвандлаш, ҳимоя газлар муҳитида пайвандлаш, электр-шлак пайвандлаш, лазерли пайвандлаш, плазмали пайвандлаш, электрон-нурли пайвандлаш

1.1 Металларга ишлов бериш тарихи

Металларга ишлов бериш милодий даврдаги иснонлардан бошланган, улар тошларни ёриш учун яна бир бошка уткир тошлар керак булишлигини англаб етишди. Биринчи ишлов берилган металл мис эди, чунки бу металл пластик юмшок ва кенг тарқалган метал хисобланган.¹ Асосан мис буюмлар пайвандланар эди, уни олдиндан қиздириб сўнг босим билан пайвандланар эди. Мис, бронза, қўрғошин хусусиятли металллардан буюмлар тайёрлашда, ўзига хос қўйма пайванд билан бажарилар эди. Бирикадиган деталлар қолипланиб, қиздирилар эди ва тутушадиган жойига олдиндан таёрланган эриган металл қуюлар эди. Темир ва унинг қотишмаларидан буюмларни таёрлашда темирчилик ўчоғида «пайванд тоби» даражасигача қиздириб сўнг тоблаш натижасида буюмлар таёрланар эди. Бу усул темирчилик ўчоғида пайвандлаш деб ном олган эди. Пайвандлаш усуллари жуда секин ривожланган, шунинг учун кўпинча пайвандлашнинг жихозлари, қурилмалари ва техник усуллари ўзгариши юз йиллар давомида сезиларли даражада ўзгармаган.

Техника соҳасида кескин ўзгаришлар XIX аср охири XX аср бошларида сезила бошлади. 1801 йилда Хамфри Дэви биринчи бўлиб ёй зарядсизланишини тадқиқот қилди ва очди. Ёйли зарядсизланиш юқори даражали иссиқлик маънбаи ва юқори даражада ёритувчанлиги билан амалий қўлланишга тез киритилмади, чунки, ёй таъминланиши учун зарур бўлган ток кучланишини етказиб берувчи манба йўқ эди. Бундай манбалар фақатгина XIX аср охирида пайдо бўлди. Ёй зарядсизланиш очилиши даврига электротехника эндигина ташкил этилаётган эди, электротехник саноати йўқ эди. 1821 йилда инглиз етакчи физиги М. Фарадей электромагнетизмни экспериментал тадқиқот қилишида электромагнит индукцияни очди ва шу орқали электрорутувчи ва электр генераторни қурилмалар принципини ишлаб чиқди.

Инглиз физиги Д. Максвелл математик хисоблашлар билан жараёнда ҳосил бўладиган электромагнит майдон хусусиятларига тадқиқотлар натижасида тенглама ишлаб чиқди.

¹ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 3

1870 йилда француз олими З.Т. Грамм механик электромагнит машина учун узукли лангар ишлаб чиқди, бу электр генератор вазифасини бажариши мумкин, унинг иши механик энергияни электр энергияга айлантириб беради. 1881 йилда Август Де Меритенс эримайдиган кўмир электрод билан электрэйли пайвандлаш усулини ихтиро қилди. Н.Н. Бенардос ёйли пайвандлаш технологиясини ва пайванд бирикмалар турларини ихтиро қилди (учма-уч, устма-уст ва б.), булар хозирги кунда ҳам ишлатилмоқда; қалин металлларни пайвандланганда у пайванд бирикмани ёнбошлаб жойлаштириш усулини қўллаган. Юпқа тунука листларни пайвандлашда, пайванд бирикмани тайёрлаш лист чекасини бортини чиқариб пайвандлашга таёрланган. Пайвандлаш сифатини ошириш учун улар флюс ишлатишар эди: пўлатларни пайвандлашда – кварцли кум, мрамар; мисни пайвандлашда – бура ва нашатыр.

1888 йилларда рус инженери Н.Г. Славянов эрийдиган электрод металл билан ёйли пайвандлашни таклиф этди. Америка қушма штатларида эса С. Л. Коффин пайвандлаб ишлаб чиқаришни куллашни биринчилар каторидан булган.²

Француз олими Анри Луи Ле Шателье газ аралашмаларини ёнишини тадқиқот қилиш натижасида газ ёрдамида пайвандлашни ишлаб чиқди. 1895 йилда у француз фанлар академиясига ацетилен ва кислород аралашмаси ёрдамида юқори хароратли аланга ҳосил қилиш ҳақида ҳисобот берди. XX аср бошларида биринчи марта ёнувчи газларни кислород аралашмасида пайвандлаш учун қўлланиб кўрилди. Биринчи ацетилен-кислород горелкаси конструкциясини Эдмон Фуше ишлаб чиқди, унга Германияда 1903 йилда патент олди. 1904 йилда Францияда кесиш учун ацетилен-кислород горелкасини қўллашни синаб кўришди. Саноатнинг жадал ривожланиши ва техниканинг ҳамма соҳаларидаги металлларни пайвандлашда: термит аралашмалар, электрон нур, лазер, юқори хароратли плазма, ултратовуш ва бошқа янги эффектив пайвандлаш усуллари қўлланилади.

1.2 Эритиб пайвандлаш моҳияти

Пайвандлаш – металллар, қотишмалар ва турли материалларни пластик деформациялаш ёки бирикилаётган қисмлар орасини қиздириш билан атомлараро бирикиш натижасида ажралмас бирикма ҳосил қилувчи технологик жараён дир.³

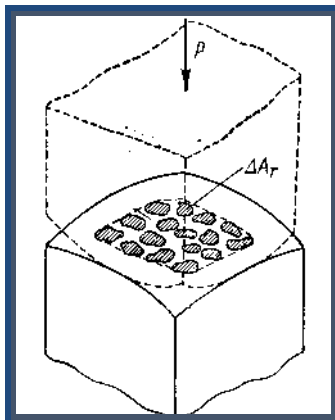
Атомлараро кучлар таъсири оқибатида бирикмалар ҳосил қилиш жараёнига материалларни пайвандлаш дейилади. Маълум бўлишича детал металлининг юзадаги атомлари, эркин, тўйинмаган алоқалари мавжуд, булар атомлараро куч таъсири масофасида бўлган ҳар хил атом ва молекулаларни ўз ичига олади. Агар икки металл детални атомлараро куч таъсири масофасигача яқинлаштирсак, яъни

² Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 4

³ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 2

металл ичида қандай масофада бўлишса шунгача, унда туташган юзаларнинг бир бутун уланишини кўрамиз. Бирикиш жараёни энергия харжисиз ва тез ўз ихтиёрий амалий оний кечади.

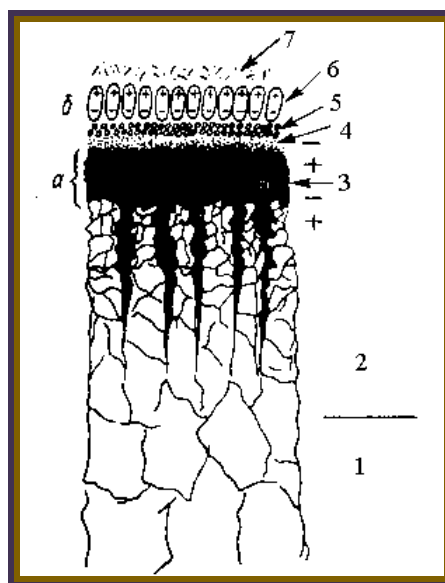
Айрим металллар хона хароратида нафақат оддий туташишда, балки кучли қиссишда ҳам бирикмайди. Қаттиқ металлларни бирикишига унинг қаттиқлиги халақит беради, туташиш қисмига қанчалик ишлов берилса ҳам уларни туташтиришда кўп жойлари туташмайди.⁴



Металли детални ва механик туташиши:

ΔA_r - элементар (ягона) микротуташув майдони.

Бирикиш жараёнига металл юзаларининг кирлиги қаттиқ таъсир этади – оксидлар, ёғли плёнкалар ва бошқалар, ҳамда газ молекулаларининг адсорблаган қатлами, ва қанчалик узоқ вақт тоза сақлаш фақат юқори вакуумга боғлиқ ($1 \cdot 10^{-8}$ мм сим. уст.).



Ҳаводаги металл юзаси:

1 – металлнинг чуқур қатлами, пластик деформация таъсир этмаган; 2 – юза қатлами кристаллитларни оксид қатламлари билан; 3 – оксид қатлам; 4 – кислород

⁴ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p.

анионларнинг адсорб қатлами ва ҳавонинг нейтрал молекуласи; 5 – сув молекулаларининг қатлами; 6 – ёғли молекулалар қатлами; 7 – ионлашган чанг зарралари.

Пайвандлашдаги кийинчиликларни бартараф этиш учун босим ва қиздириш қўлланилади.

Хароратни ошириб бориш билан қиздиришда металл майин бўла бошлайди. Металлни янада қиздириш билан уни суюқлантириш мумкин; бу ҳолатда суюқ металл ҳажми умумий пайвандлаш ванна ҳосил қилади.

Пайвандлаш даврида суюқ металл ҳавонинг азот ва кислород таркиби билан фаол таъсирлашади, бу эса чок мустаҳкамлигини пасайтиради ва нуқсонлар пайдо бўлишига олиб келади. Пайвандлаш зонасини ҳаво мухитидан химоя қилиш учун, ҳамда чок сифатини ошириш учун, керакли бўлган элементларни қўшиш учун, металл ўзакнинг юза қатламига махсус моддаларни қоплашади ёки куқунсимон ҳолатида қавак ўзак ичига прессланади. Пайвандлаш зонасини ҳаво мухитидан химоя қилиш учун, инерт ва фаол газлар ва уларнинг аралашмалари кенг қўлланилади. Шу мақсадда электрод атрофига зич қатлам билан донадор материал яъни флюс қопланади. Пайвандлаш жараёнида эриётган флюс ёки махсус моддалар, шлак қатламини ҳосил қилади, бу қатлам эриган металлни ҳаво мухитидан ишончли химоя қилади.

1.3 Эритиб пайвандлаш усуллари таснифи



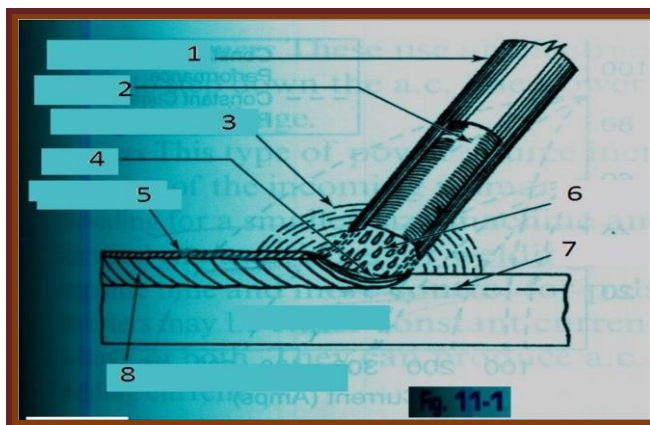
Эритиб пайвандлашнинг асосий усуллари таснифининг схемаси

Ёйли дастакли пайвандлаш – ёйли пайвандлашда, ёй ёниши, электрод узатилиши ва силжитиши қўлда бажарилади.

1907 йилда Швед муҳандиси Келберг электродлар учун копламага патент олди⁵.

Ёйли дастакли пайвандлашда, ёй ёниши, пайвандлаш даврида уни ушлаб туриш, пайвандланаётган юза бўйича силжитиш пайвандчи қўлда бажаради. Нармал ёй узунлиги 0,5-1,1 га электрод диаметридан ошмайди. Электрод диаметри 3-6 мм ни ташкил этади. Пайвандлаш ишлари асосий ҳажмини 90-350 А ва 18-30 В кучланишда бажарилади.

⁵ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 3



Ёйли дастакли пайвандлаш чизмаси.⁶

1 – электрод қопламаси; 2 – электрод ўзаги; 3 – газ химоя; 4 – пайвандлаш ваннаси; 5 – шлак қопламаси; 7 – асосий металл; 8 – пайванд чок.

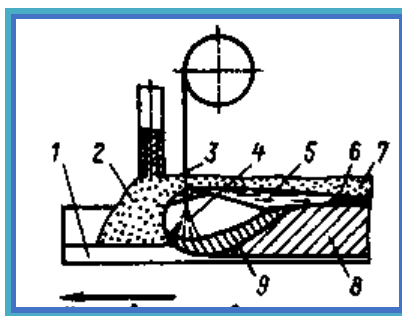
Флюс остида ёйли пайвандлаш – бу ёйли эритиб пайвандлашдир, бунда ёй пайвандлаш флюси остида ёнади.

Флюс остида пайвандлашда пайванд ёй буюм ва пайвандлаш сими орасида ёнади. Ёй таъсири билан сим эрийди ва эришувчанлигига қараб пайвандлаш зонага узатилади. Ёй флюс қатлами билан қопланган. Пайвандлаш сими (ёй билан бирга) махсус механизм ёрдамида (автоматик пайвандлаш) ёки қўлда (ярим автоматик пайвандлаш) пайвандлаш йўналишига қараб силжитилади. Ёй иссиқлиги таъсирида асосий металл ва флюс эрийди. Эриган симлар, флюс ва асосий металл пайвандлаш ваннани ҳосил қилади. Флюс суюқ парда кўринишида пайвандлаш зонани хаводан химоялайди. Ёй ёрдамида эриган пайвандлаш симнинг металл пайвандлаш ваннасига томчилаб ўтади, у ерда эриган асосий металл билан аралашади. Ёйни узоклаштирган сари пайвандлаш ваннанинг металл совушни бошлайди, чунки иссиқлик йўқала бошлайди, сўнг қотиб чок ҳосил қилади. Эриган флюс (шлак), чок юзасида шлакли қатлам ҳосил қилиб қотади. Эрмаган ортиқча флюс қисми совутилиб қайта ишлатилади

Флюс остида химояланган пайванд чок юкори пластикликка, талаб этилган мустахкамликка, зичликка, коррозияга бардошликка эга булади, ҳамда водороднинг микдори анча паст булади⁷.

⁶ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 347

⁷ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 794



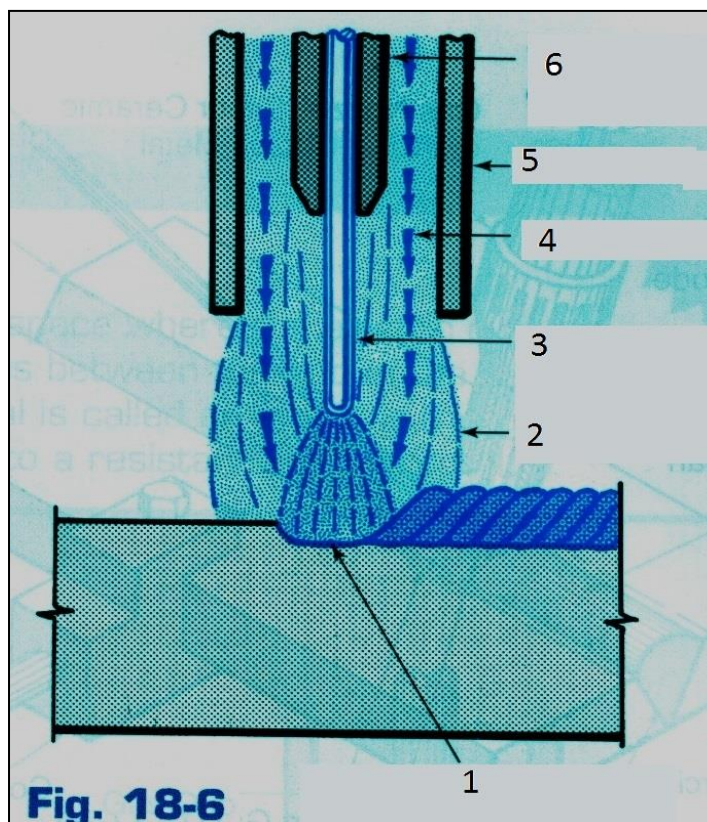
Флюс остида пайвандлаш чизмаси:

1 – пайвандланаётган детал; 2 – флюс қатлами; 3 – пайвандлаш сими; 4 - пайвандлаш ёйи; 5 – эриган флюс; 6 – шлак қатлами; 7 – флюс қолдиғи; 8 – пайванд чок; 9 – пайвандлаш ваннаси.

Ҳимоя газлар муҳитида пайвандлаш – бу ёйли пайвандлаш, бунда ёй ва эриган металл, айрим ҳолларда совуётган чок, пайвандлаш зонасига махсус қурилма билан етказиб берилаётган ҳимоя газлар таъсирида бўлади яъни хаво таъсиридан ҳимояланади. Ҳимоя газлар муҳитида пайвандлаш ғоясини XIX аср охирида Н.Н. Бенардос таклиф этди. XX аср 20 - йилларида АҚШда муҳандис Александр ва физик Ленгмюр газ аралашмаларида ўзакли электрод билан пайвандлашни амалга оширишди. 1925 йилда Лэнгмюр эримайдиган вольфрам электрод билан ва ҳимоя муҳити сифатида водородни яъни атом-водородли пайвандлаш усули сифатида ёйли пайвандлашнинг билвосита таъсири орқали пайвандлашни ишлаб чиқди. XX аср 40-йилларида Авиация Техникаси Илмий Тадқиқот Институтида инерт газ муҳитида вольфрам электрод билан пайвандлаш ишлаб чиқилди. 1949 йилда электр пайвандлаш институтида кўмир электроди билан карбонат ангидрид газ муҳитида пайвандлаш ишлаб чиқилди.

Ҳимоя газлар муҳитида эримайдиган электрод билан пайвандлаш – бу жараёнда иссиқлик манбаи сифатида ёйли разряд қўлланилади, ёйли разряд буюм ва электродлар орасида кўзгатилади. Ҳимоя газлар муҳитида пайвандлаш эрийдиган ва эримайдиган электродлар билан амалга оширса бўлади⁸.

⁸ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 567



Ҳимоя газлар муҳитида пайвандлаш жараёнининг чизмаси:
 1 – ёй; 2 – ҳимоя атмосфераси; 3 – электрод; 4 – ҳимоя газ; 5 – сопло⁹.

Ҳимоя газ муҳитида эрийдиган электрод билан пайвандлаш – бу ёйли пайвандлашда эрийдиган электрод қўшимча металл сифатида хизмат қилади.

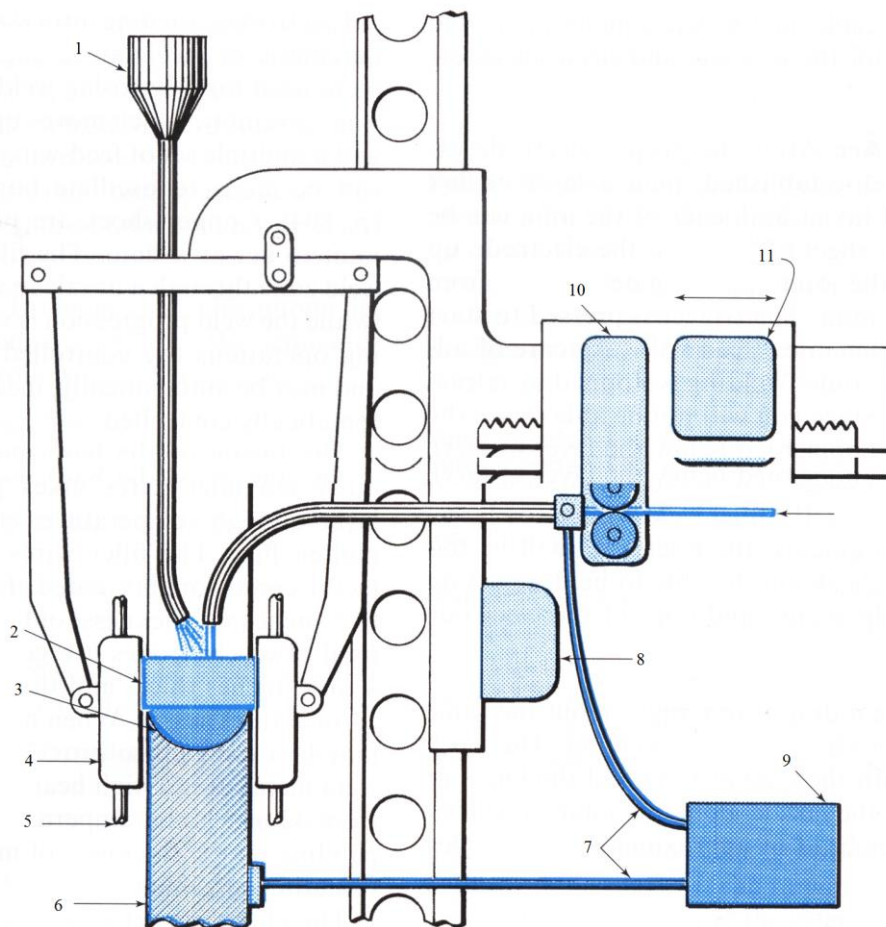
Ҳимоя газ муҳитида эрийдиган электрод билан пайвандлашда ёйли разряд, эриётган сим учиди ва буюмда ҳосил бўлади. Сим пайвандлаш муҳитига махсус механизм ёрдамида унинг эриш тезлиги бараварида узатилади; бу билан ёй узунлиги оралиғи узликсиз бўлади. Эриган электрод симининг метали пайвандлаш ваннасига ўтади ва шу билан чок ҳосил бўлишида иштироқ этади.

Электр-шлак пайвандлаш – бу эритиб пайвандлаш усули бўлиб, бунда чокни киздириш учун, иссиқлик, эриган шлак орқали ўтаётган электр ток ёрдамида киздирлади.

Электр-шлак пайвандлашда электр токи шлакли ваннадан ўтаётиб асосий ва қўшимча метали эритади ва эритмани юқори хароратини ушлаб туради. Электр-шлак жараён, шлакли ваннанинг 35-60 мм чуқурлигида турғиндир, бу учун эса чок ўзагининг жойлашиши вертикал ҳолатда бўлиши керак. Чок юзасини мажбурий совитиш учун мисли сув қурилма ёрдамидан фойдалинилади. Электр-шлак пайвандлашда электр қувватнинг ҳаммаси шлак ваннасига ўтади ундан эса электродга ва пайвандланаётган қирраларга ўтади. Турғун жараён фақат шлак

⁹ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 569

ваннасида доимий ҳарорат 1900-2000 °С бўлиши керак. Пайвандланаётган металллар қалинлиқ диапазони 20 – 3000 мм.



Электр-шлак пайвандлаш чизмаси:¹⁰

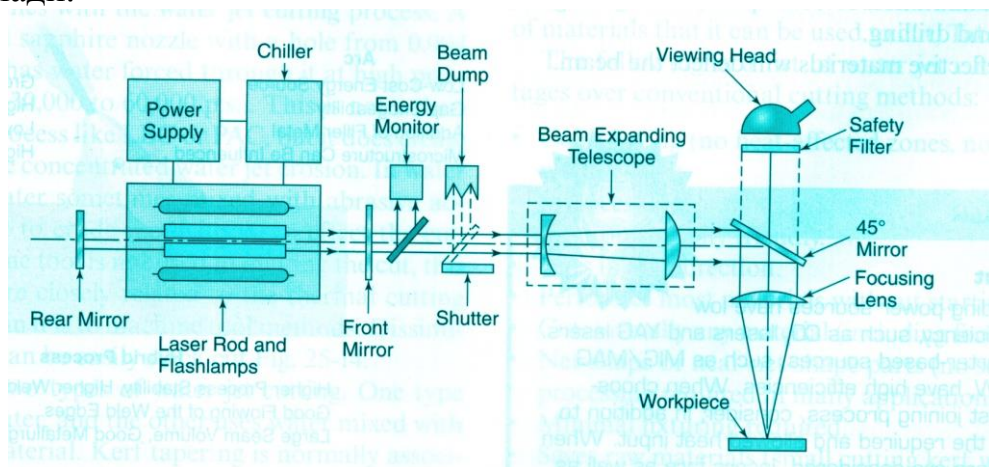
1 – флюс учун бункер; 2 – шлак ваннаси; 3 – металл ваннаси; 4 - қолиплайдиган ползун; 5 – совутиш тизими; 6 – пайвандланаётган буюм; 7 – токни таъминловчи кабел; 8 – вертикал ҳаракатланиши; 9 – таъминловчи манба; 10 – узатувчи механизм; 11 – горизонтал ҳаракатланиши.

Лазерли пайвандлаш – бу эритиб пайвандлаш усули бўлиб, бунда детални қиздириш учун лазер нурланиш энергияси қўлланилади.

XX – асрнинг 60 – чи йилларида физиклар Н.Г. Басов ва А.М. Прохоров ва америкалик физик Ч. Таунсларнинг ишлари асосида оптик квант генераторлар ёки лазерлар ишлаб чиқилди. Биринчи бўлиб металлларни лазерли пайвандлаш маълумотлари 1962 йилга тегишли. 1964-1966 йилларда рубинли қаттиқ жисмли лазерлар ишлаб чиқилгандан сўнг, лазер қурилмалари ишлаб чиқилди.

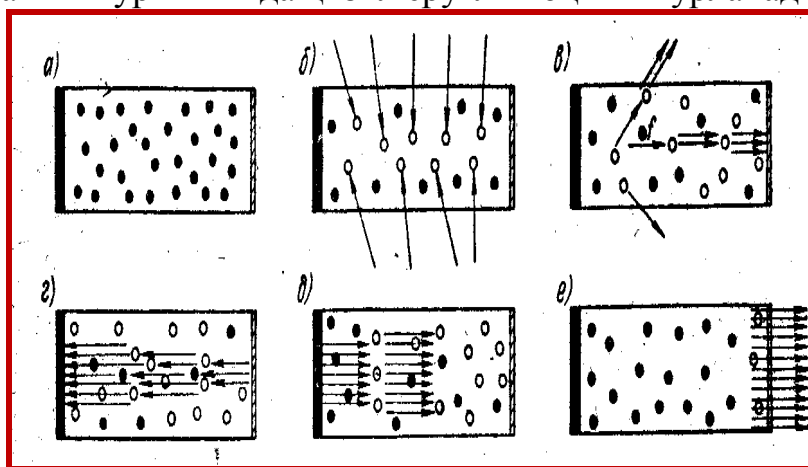
¹⁰ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practices - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 804

Лазерли пайвандлашда иссиқлик манбаи сифатида, махсус курилмадан олинадиган технологик лазер деб аталувчи кучли концентратлашган ёруғлик нури ишлатилади.



Лазерли пайвандлаш чизмаси¹¹

Қаттиқ жисмли технологик лазер – бу цилиндрик ўзак шаклидаги рубин кристалл; ялтиратиб кумушланган юзалари оптик нур қайтаргичлар бўлиб ҳисобланади. Ўзакнинг чиқиб турувчи қисми ёруғлик нурлари учун қисман шофоф. Пушти рангли рубин Al_2O_3 , хром атомлари ташкил этади, уларнинг ҳар бири учта энергетик даражаси мавжуд. Нурланувчи трубканинг ксенон лампа чакнашида хром атомлари ёниб юқори энергетик даражаси билан тавсифланади. Тахминан 0,05 микро дақиқадан кейин қизил рангли фотонларни тартибсиз нурлатиб ўйғонган атомларнинг бир қисми аввалги энергетик ҳолатига қайтади. Кристалл бўйлаб нурлаётган бу фотонларнинг айрим қисмлари, янги фотонларни нурланишини кўзғатади. Бошқа йўналиш бўйлаб тушаётган фотонлар ён текисликлар орқали кристаллни тарк этади. Қизил фотонлар оқими кристалл ўзаги бўйлаб ошиб боради. Улар навбатма навбат шишали ён томонлар чегарасида акс этади, токи уларнинг тезлиги кристаллнинг ярим шафоф ён текислиги чегарасидан ўтиб ташқарига чиқишга етарли бўлмаганча. Натижада кристаллнинг чиқиш томонидан когерент монохроматик нурланиш кўринишида қизил ёруғлик оқими нурланади.



¹¹ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 843

Ташқи кўзғатиш таъсирида рубин кристалида фотонлар шаррасини кўчкисимон ўсиши схемаси

Плазмали пайвандлаш – бу эритиб пайвандлаш усули бўлиб, бунда металл қизишини сиқилган ёй таъминлади. Плазмали пайвандлашда иссиқлик манбаи сифатида электр ёй қўлланилади, унинг устуни ишланаётган буюмнинг иссиқлик энергиясини таркибини ошириш мақсадида иложи борича қисилган. Плазмали пайвандлашда асосий ускуна бўлиб плазматрон - плазманинг генератори яъни юқори ҳароратга эга бўлган ионлашган газ.

1921 йилда Химес ёйли горелкага патент олди. Ёйли горелка кимёвий моддаларни синтез қилади ва бу замонавий плазмотронларни авлоди ҳисобланади. Шу даврда Гердиен ва Лотц ёй устунда, турғунлашган сув тўлқини ёрдамида хароратни 50000⁰С гача кўтара олишди. Пайвандлаш техникасида плазматронларни қўллаш XX аср 50-йилларда бошланди.

Плазматроннинг разрядли камерасида ёнаётган юқори қувватли ёй, ёй билан иссиқлик алмашинуви натижасида газ қизийди, ионлашади ва сопло орқали плазмали шарра кўринишда оқади. Пайвандлаш учун мўлжалланган плазматронларда соплодан оқаётган плазмали шара ёй устуни билан ёнма-ён оқади, таянч нукта бўлиб (иккинчи электрод) ишланаётган металл ҳисобланади. Шундай қилиб плазмали пайвандлашда, пайвандланаётган металлга иссиқлик ўтказиш жараёни плазмали шаранинг қизиши натижасида, ҳамда таянч нуктадан иссиқлик ажралиши ҳисобига иссиқлик ўтказилади, бунинг натижасида ушбу жараёнларнинг энергетик фойдали иш коэффиценти юқори бўлишига шароит яратилади.

Электрон-нурли пайвандлаш – бу эритиб пайвандлаш усули бўлиб, бунда металл қизиши электр майдон таъсирида тез ҳаракатланувчи электрон нурлар оқими натижасида қизийди. Электронлар буюм юзасига тегиб ўзининг кинетик энергиясини бериб иссиқлик энергиясига айланади ва металлни 5000-6000 ⁰С гача қиздиради. Ушбу жараён одатда герметик ёпиқ камерада бажарилади (вакуум ушланиб турилиши керак). Электрон нур ёрдамида пайвандлашда тановарлар қалинлиги 0,01 дан 100 мм ва бундан ҳам қалинроқ бўлиши мумкин.

Электрон-нурли пайвандлаш куйидаги мохиятларга:

- электр энергияни нурли энергияга утиши ҳисобига жараённинг юқори эффе́ктивлиги;

- бир юришда эритиш чуқурлиги катта;

- иссиқликни киритилиши юқори концентратлашган;

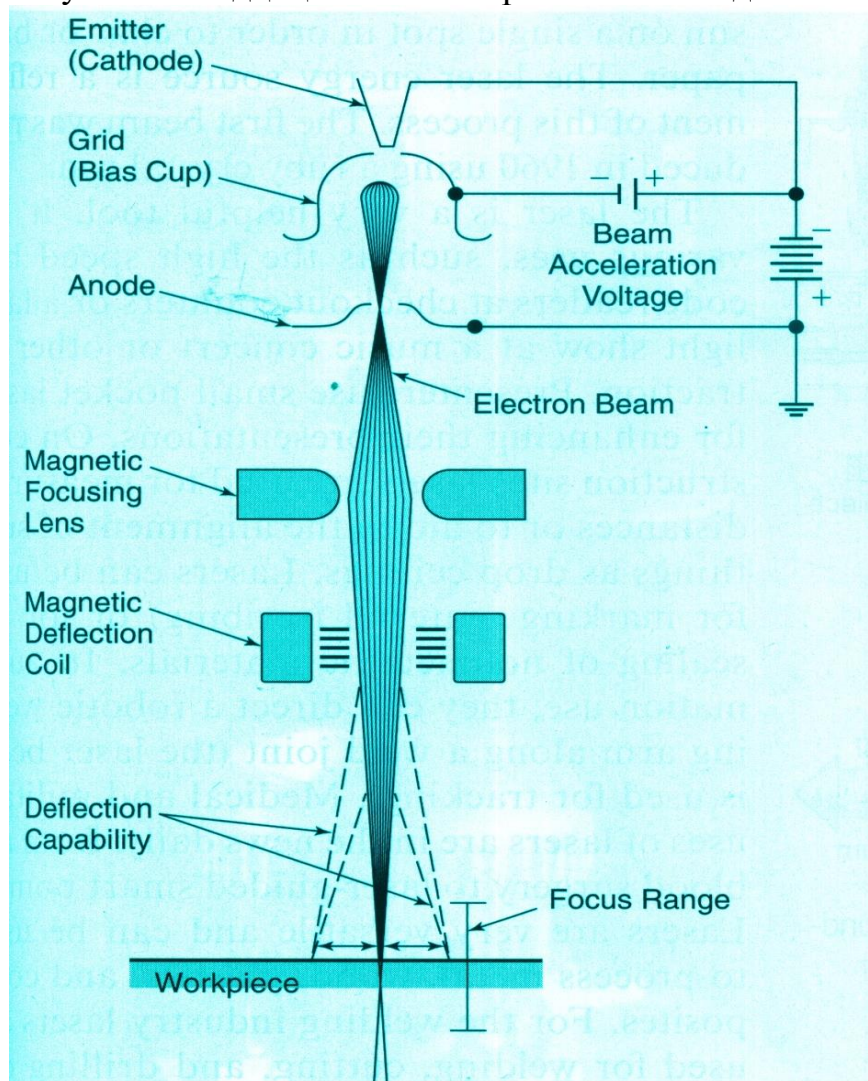
- термик таъсир ҳудуди кичик;

- вакуумли химоя пайвандлашнинг сифатини юқори даражада таъминлаб беради¹²

1879 йилда Крукс катодли нурлар ёрдамида платинани қиздиришни кўрсатди. Томпсон катод маанурлари электр зарядланган зарраларни ташкил этишини аниқлади. Милликен 1905-1917 йилларда электронларни ўзига хос табиатини ва

¹² Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 840

зарядини аниқлади ва исботлади. Электрон – нур пайвандлаш техника ва технологиясини Д.А Стор номи билан боғлиқ, у француз атом энергияси комиссиясида ишлаб ўзининг тадқиқот натижаларини 1957 йилда чоп этди.



Электрон-нурли пайвандлаш чизмаси¹³

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ:

1. Пайвандлаш жараёнига маълумот беринг
2. Эритиб пайвандлаш усулларини қандай таснифлаш мумкин?
3. Ёйли дастакли пайвандлаш моҳияти нимадан иборат?
4. Флюс отида пайвандлаш моҳияти нимадан иборат?
5. Химоя газлар пайвандлаш моҳияти нимадан иборат?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - Connect Learn Success, 2012
2. R. Blondeau. Metallurgy and mechanics of Welding – London: ISTE Ltd, 2008

¹³ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 840

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

2-маъруза. Ёйли дастакли ва газ билан пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари

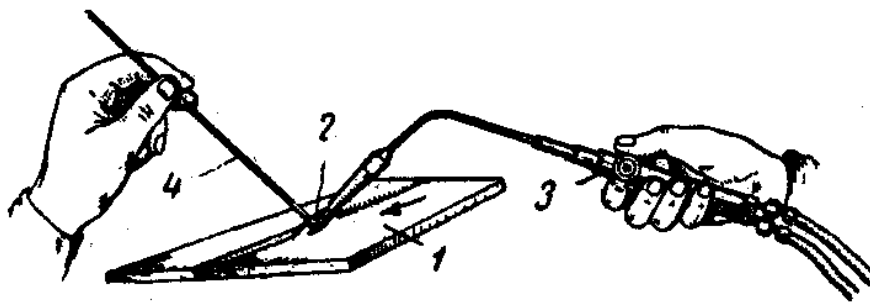
Режа:

- 2.1. Газ билан пайвандлаш моҳияти
- 2.2. Газ алангаси ва ёниш жараёни
- 2.3. Газ билан пайвандлаш учун жиҳозлар
- 2.4. Ёйли дастаки пайвандлаш моҳияти
- 2.5. Учма-уч, бурчак, вертикал, горизонтал ва шип чокларни пайвандлаш
- 2.6. Турли узунликдаги чокларни ва калин металлларни пайвандлаш усуллари

Таянч иборалар: пайвандлаш, ёйли дастакли пайвандлаш, электр ёй, газ билан пайвандлаш, пайвандлаш горелкаси

2.1. Газ билан пайвандлаш моҳияти

Пайвандлашнинг бу тури асосий маталлнинг бириктириладиган қирраларини пайвандлаш горелкаси алангаси билан киздиришдан иборатдир. Чок металлни ҳосил қилиш учун пайвандлаш ваннасига эритиб қўшиладиган чивик 4 нинг оқиб эритилган метали қўшилади.¹⁴



Газ билан дастаки пайвандлаш

Иссиқлик манбаи тариқасида ацетиленнинг кислород билан аралашмасини ёққанда ҳосил бўладиган ва ҳарорати $3000-3150^{\circ}\text{C}$ га борадиган пайвандлаш алангаси ишлатилади. Унча қалин бўлмаган пўлатларни, осон эрувчан металлларни ва қотишмаларни пайвандлаш учун, ҳамда кавшарлаш ва кесишдан олдин киздириш учун бошқа ацетилан ўрнида ишлатиладиган газлар: пропан, табиий, нефт, пиролиз газлари, водород, керосин, кокс ва бошқалар ишлатилади. Ушбу газлар кислородда ёнганда аланга ҳарорати $2000-2450^{\circ}\text{C}$ гача кўтарилади. Газ билан пайвандлаш нисбатан оддий усул бўлиб, мураккаб, қиммат жиҳозларни ҳамда электр энергия манбаини талаб қилмайди. Газ билан пайвандлашнинг камчилиги шундаки, металл ёй ёрдамида пайвандлашдагига қараганда секин киздирилади, металлга таъсир қилувчи иссиқлик зонаси катта бўлади. Газ билан пайвандлашда иссиқлик бир ерга кам тўпланади, пайвандланадиган деталлар эса кўпроқ тоб ташлайди.

¹⁴ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 142

Аланга билан металлни нисбатан секин қиздирилиши ва иссиқликни бир ерда тўпланмаслиги сабабли пайвандланадиган металлнинг қалинлиги ортиши сайин газ билан пайвандлаш иш унуми ҳам камая боради. Жумладан, пўлатнинг қалинлиги 1 мм бўлганида газ алангаси ёрдамида пайвандлаш тезлиги қарйиб 10 м/соат ни, қалинлиги 10 мм бўлганида эса атиги 2 м/соат ни ташкил этади. Шунинг учун ҳам қалинлиги 6 мм дан ортиқ пўлатни газ билан пайвандлаш ёй ёрдамида пайвандлашга қараганда кам унумли бўлади.

Ацетилен билан кислород электр энергиясига нисбатан қимматроқ туради. Шунинг учун ҳам газ билан пайвандлаш электр ёй ёрдамида пайвандлашга қараганда қимматга тушади. Калций карбиди, ёнувчи газлар ва суюқликлар, кислород, сиқилган газлар баллонлари ҳамда ацетилен генераторларини ишлатиш тартиб қоидаларига риоя қилинмаганда портлаши ва ёнғин чиқиши хавфи борлиги ҳам газ билан пайвандлаш камчиликларига киради.

Куйидаги ишлар газ билан пайвандлаб бажарилади:

- қалинлиги 1-3 мм пўлат буюмларни тайёрлаш ва таъмирлаш;
- ҳажми кичкина идишлар ва резервуарларни пайвандлаш, дарз кетган жойларини пайвандлаш, ямоқ солиш ва бошқалар;
- чўян, бронза, силуминдан тайёрланган қуйма буюмларни таъмирлаш;
- кичик ва ўртача диаметрли қувурларни монтаж қилиш;
- алюминий ва унинг қотишмалари, мис, латун ва қўрғошиндан буюмлар яшаш;
- юпка деворли қувурлардан конструкция узелларини яшаш;
- пўлат ва чўян деталларга латунни эритиб ёпиштириш;
- болғаланган ва ниҳоятда мустаҳкам чўянни эритиб қўшиладиган латун ва бронза чивиклар ишлатиб бириктириш;
- чўянни паст ҳароратда пайвандлаш.

Техникада ишлатиладиган металлларнинг деярли ҳаммасини газ билан пайвандлаш мумкин. Чўян, мис, латун, қўрғошин ёй ёрдамида пайвандлашга қараганда газ алангаси ёрдамида осонроқ пайвандланади.

2.2. Газ алангаси ва ёниш жараёни

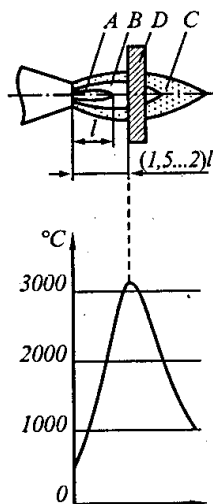
Газ ёниши – бу аэродинамик, кимёвий ва иссиқлик жараёнларининг йиғиндисидир. Ёниш реакцияси одатда қаттиқ, суюқ ёки газсимон моддаларнинг кислород билан бирикиши натижасида кечади.¹⁵

Газ аралашмасининг ёниши аниқ бир ҳароратда алангаланиши билан бошланади, буни алангаланиш ҳарорати дейилади. Ёниш бошланиши билан, газни ташқи иссиқлик манбаи билан қиздириш кераги бўлмайди.

Газни кислород ёки ҳавода ёнишининг шарти – аралашмада ёнувчи газнинг миқдори аниқ чегараларда бўлиши керак, буни алангаланиш чегараси дейилади.

Таркибида углеводородлар бўлган ҳамма ёнувчи газлар аланга ҳосил қилади, бу алангада учта зона яққол фарқ қилинади: ядро (ўзак), ўрта-қайтариш (тиклаш) зонаси ва машъала. Ёнувчи газ таркибида углерод қанча кўп бўлса, аланганинг нур сочувчи ядроси шунча яққол шаклда бўлади.

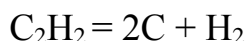
¹⁵ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 145



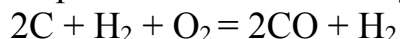
Ацетилен-кислород пайвандлаш алангасининг тузилиши ва ҳароратнинг аланга узунлиги бўйича тақсимланиши:

А – аланга ядроси; В – ўрта (қайтариш) зонаси; С – машъала; D – пайвандланадиган деталнинг алангадаги вазияти; l – ядронинг узунлиги

Ацетилен-кислород алангаси мисолида бу зоналарда содир бўладиган жараёнларни кўриб чиқамиз. Ацетилен горелка соплоидан чиқа туриб қизийди ва қисман парчаланаяди:



Бунда углероднинг қаттиқ зарралари ҳосил бўлади, улар чўққилиб, ёрқин нур сочади. Шунинг учун, ядронинг қобиққиси – ҳарорати нисбатан юқори бөлмаса ҳам ($1500^{\circ}C$ га яқин), аланганинг энг ёрқин зонасидир. Энг юқори ҳарорат аланганинг иккинчи, ўрта зонасида ҳосил бөллади. Бу ерда баллондан келадиган бирламчи кислород ҳисобига ацетиленнинг биринчи ёниш босқичи ўтади:



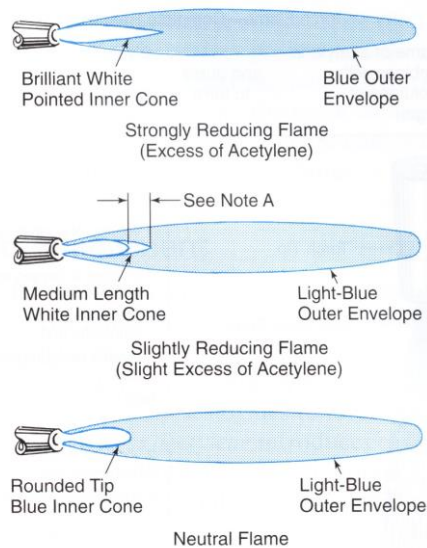
Бу реакция натижасида учдан бир ис газидан ва учдан бири водороддан иборат бөлган аралашма олинади. Бу кислородга нисбатан фаол бўлган, металлни оксидларда қайтара оладиган компонентларнинг аралашмасидир. Шунинг учун иккинчи зона қайтариш зонаси деб аталади.

Учинчи зонада, аланга машъаласида, ҳаво кислороди ҳисобига ацетиленнинг иккинчи ёниш босқичи сетади:



Углерод оксиди (ис газ) ва сув буққилари юқори ҳароратда қисман диссоциацияланади (парчаланаяди). Бунда ажралиб чиқадиган кислород, шунингдек, бевосита CO ва сув буққилари пайвандланадиган металлни оксидлаши мумкин. Шунинг учун аланга машъаласи – оксидланувчи зонасидир.

Бир ҳажм ацетилен тўла ёниши учун икки ярим ҳажм кислород керак бўлади: унинг бир ҳажми алангага кислород баллонидан ва бир ярим ҳажми ҳаводан киради. Ацетилен ва кислород горелкага 1:1 нисбатда берилганида уларнинг ёнишидан ҳосил бўлган аланга нормал аланга деб аталади. Бироқ амалда нормал аланга ҳосил қилиш учун 1,05:1,2 бўлиши керак, чунки горелкага бериладиган кислород ҳисобига водороднинг бир қисми ёниб кетади ва бундан ташқари, кислородда аралашмалар бөллади.



Пайвандлаш алангасининг схемалари

Нормал аланганинг ядроси цилиндр шаклига яқин бўлган яққол шаклда бўлади, охирида равон юмалоқланади, қобиқи ёрқин нур сочиб туради. Ядронинг ўлчамлари ёнилқи аралашмасининг сарфига ва унинг оқиб чиқиш тезлигига боқлиқ, ядронинг узунлиги ана шунга боқлиқ. Унинг диаметри мундштук каналининг диаметри билан белгиланади, каналнинг диаметри пайвандланадиган материалнинг қалинлигига мутаносиб. Кислороднинг босими ортганида ёнилқи аралашмасининг оқиб чиқиш тезлиги ортади, пайвандлаш алангасининг ядроси узунлашади, оқиб чиқиш тезлиги камайганида – ядро қисқаради.

Нормал аланганинг ўрта – қайтариш – зонаси (иш зонаси) ядронинг рангига қараганда қорамтироқ бўлади. Унинг узунлиги мундштукнинг рақамига (ёнилқи аралашмасининг сарфига) боқлиқ ва 20 мм га етади. Ядронинг охирига ядро узунлигининг 1,5...2 қисми қадар етмай турган нуқтада аланганинг энг юқори ҳароратига эришилади – 3150°C гача.

Ацетиленнинг кислородда ёнишининг юқорида кўриб ўтилган реакцияси нормал алангада юз беради. Агар O_2/C_2H_2 нисбат оширилса, масалан, 1,5 марта оширилса (аралашмада кислород ортиқча кўп бўлади), у ҳолда аланганинг ўртасида ўтадиган биринчи ёниш босқичи қуйидаги реакция билан ифодаланиши мумкин:



Бу ҳолда аланганинг ўрта (иш) зонаси қайтариш хоссасини йўқотади ва оксидловчи бўлиб қолади. Бу аланга оксидловчи аланга деб номланади. Оксидловчи аланганинг ядроси конуссимон шаклни олади ва ранги оқ бўлади, унинг узунлиги қисқаради, ксериниш яққоллиги қамроқ бўлиб қолади. Аланганинг ҳаммаси кўк-бинафша бўлиб қолади, шовқин чиқариб ёнади. Ўрта зонанинг ва машъаланинг узунлиги қисқаради. Оксидловчи аланганинг ҳарорати, одатда, меъёридаги алангадан юқори бўлади, бироқ кислороднинг ортиқчалиги пайвандлашда металлнинг оксидланишига олиб келади, чок □овакли ва мўрт бўлиб чиқади. Оксидловчи алангадан иссиқлик ўтказувчанлиги катта бўлган рангли металлларни ва уларнинг қотишмаларини пайвандлашда, шунингдек, қийин эрийдиган кавшарлар билан кавшарлашда фойдаланиш мумкин.

Кислород ва ацетиленнинг ҳажмлари нисбати 0,95 ва ундан кам бўлганида аланга ядросида эркин углерод микдори кўпаяди. Бундай аланга ядроси яққол кўринишини йўқотади, унинг учиди яшилроқ чамбаракча ҳосил бўлади. Ўрта (қайтариш иш) зонаси ёркинроқ бўлиб қолади ва деярли ядро билан кўшилади, машъала эса сариқроқ рангга киради. Бундай аланга углеродлаштирувчи аланга деб аталади.. Ацетилен ортиқча кўп бўлганида углеродлаштирувчи алангаси тутай бошлайди. Алангада мавжуд бўлган ортиқча углеродни эриган металл осонгина ютади ва шу сабабли чок сифати ёмонлашади. Углеродлаштирувчи аланганинг ҳарорати оксидловчи ва нормал аланганикидан камроқ. Углеродга камроқ бойитувчи алангадан чўянни пайвандлашда ва қаттиқ қотишмалар билан эритиб қоплашда қўллаш мумкин.

2.3. Газ билан пайвандлаш учун жиҳозлар

Горелкалар – бу қурилма ёнувчи газни кислород ёки ҳаво билан аралаштириш учун ва алангани талаб этилган иссиқлик қуввати, шакл ва ўлчамларини олиш учун хизмат қилади.

Ёнилқи тури бўйича газсимон (ацетилен ва бошқ.) ва суюқ (керосин, бензин) ёнилқилар, шунингдек, водород учун мўлжалланган горелкалар бўлади. Конструкцияси бўйича горелкаларни инжекторли ва инжекторсиз горелкаларга бўлинади.

Пайвандлаш горелкаларининг массаси ва ўлчамлари унча катта бўлмаслиги керак. Горелкада ёнилқи ва кислороднинг талаб этилган нисбатда аралашуви таъминланиши керак, масалан, ацетилен горелкалари учун кислород ҳажмининг ацетилен ҳажмига нисбати аралашмада 0,8-1,5 чегарасида бўлиши керак. Бу нисбат горелка ишлаб турганида доимий бўлиши ва зарурат бўлганида пайвандловчи томонидан ростлаб турилиши зарур. Горелкалар пайвандланадиган деталнинг қалинлигига қараб, аланга қувватини ўзгартиришга имкон бериши зарур, бу қувват л/соат ҳисобидаги ёнилқи сарфи билан ифодаланади. Ёнилқи аралашмасининг горелкадан чиқиш тезлиги унинг алангаланиш тезлигидан ортиқ бўлиши ва 50...170 м/с чегарасида таъминланиши зарур. Бу горелка бир маромда ишлаб турганида тескари зарблар ҳосил бўлиши эҳтимолининг олди олинади. Горелка ишлатишда хавфсиз бўлиши керак. Унинг ҳамма бирикмалари герметик бўлиши, тескари зарб алангаси эса жўмракни беркитишда сцениши зарур.



Газ билан пайвандлаш учун жиҳозлар¹⁶

Ацетилен генератори деб газсимон ацетилен ҳосил қилиш учун калций карбидини сув билан парчалашга мўлжалланган аппаратга айтилади.

Генератор калций карбидидан фойдали фойдаланиш коэффицентининг юқори бўлишини таъминлаши зарур. Фойдали фойдаланиш коэффиценти деб амалда қосил килинган ацетилен қажми V_a нинг солинган барча карбиддан олиш мумкин бўлган ҳажм V_T га нисбати айтилади:

$$\eta = \frac{V_\phi}{V_n}$$

Замонавий генераторларнинг фойдали фойдаланиш коэффиценти — 0,85 дан 0,98 гача бўлади.

Реакция зонасидаги сув ва сўндирилган оҳак ҳарорати 80°C дан, ҳосил бўладиган газники эса 115°C дан ошмаслиги керак. Тармоққа ёки горелка шлангига келадиган ацетиленнинг қарорати атрофдаги муҳитникидан кўпи билан 10—15°C ортиқ бўлиши мумкин. Ацетилен билан тўлғазилган газ сиғимларидаги ортиқча босим 15 кПа дан ортиқ бўлмаслиги лозим. Кўчма генераторлардан атроф-муҳит ҳарорати -25...+40°C бўлганда фойдаланиш зарур.

Ацетилен генераторлари қуйидаги тарзда классификацияланади:

1) Иш унуми бўйича: 0,5; 0,75; 1,25; 2,5; 3; 5; 10; 20; 40; 80; 160 ва 320 м³/соат ацетилен;

2) Тузилиши бўйича: кўчма ва стационар генераторлар. Кўчма генераторлар иш унуми 3 м³/соат гача тайёрланади;

3) Ишлаб чиқиладиган ацетиленнинг босимига бўйича:

- паст босимли — 10 кПа гача,

- ўртача босимли — 10 дан 70 кПа гача қамда 70 – 150 кПа гача.

4) Калций карбидининг сув билан таъсирлашиш усулига бўйича:

- "карбид сувга" (КВ);

- "сув карбидга" (ВК);

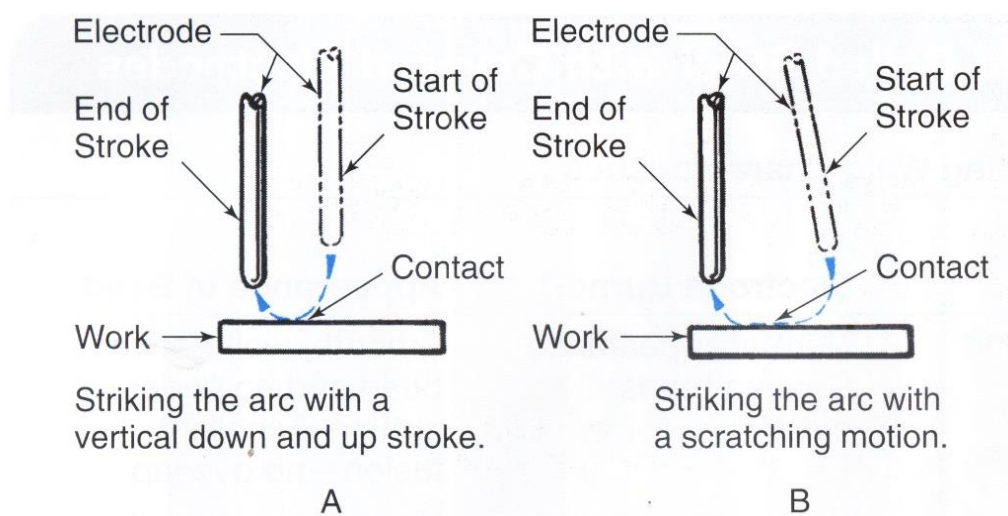
- "сувни сиғиб чиқариш" (ВВ);

¹⁶ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 154

- комбинацияланган - "сув карбидга" ва "сувни сиқиб чиқариш" (ВК ва ВВ)

2.4. Ёйли дастакли пайвандлаш моҳияти

Ёйли дастакли пайвандлашда ёйни ёндириш учун электродни илгариланма кайтма харакат билан ёки ишкалаш билан ёндирилади. Энг кулай усулни танланг.



Ёйни ёндириш усуллари:

A – илгариланма кайтма; B – ишкалаб¹⁷

Ёй мумкин қадар калта бўлиши керак. Ёй калта бўлса, чок яқинида майда металл томчилари кам ҳосил бўлиб, электрод бир текисда учқун сачратиб осойишта эрийди, пайвандланадиган металл янада чуқуррок эритилади.

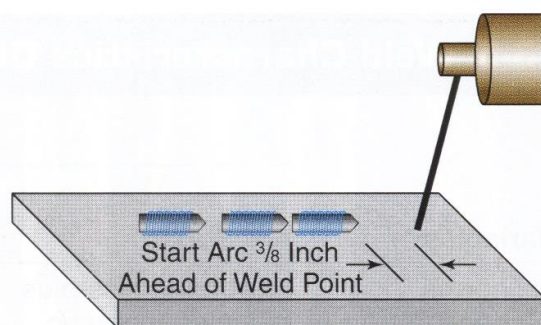
Узун ёй асосий металлнинг зарур даражада чуқур эришини таъминламайди. Электрод метали эса эришида жуда куп сачрайди. Натижада нотекис чок ҳосил бўлиб, оксид қўшилмалар анча купаяди.

Ёйнинг узун-қискалиги ҳақида унинг ёнишида чиқадиган товушга қараб мулоҳаза юритиш мумкин. Ёй нормал узунликда бўлганида бир текисда ва бир ҳил товуш эшитилади. Ёй ҳаддан ташқари узун бўлса анча кескин ва қаттиқ, тез-тез узилиб пақиллайдиган товуш эшитилади.

Ёй узилган ҳолларда у узилган жой яқинидаги пайвандланмаган металлда қайтадан ёндирилади, сўнгра ёйни узилган жойга келтириш, ёй узилиши натижасида ҳосил бўлган кратерни синчиклаб пайвандлаш ва пайвандлашни давом эттириш керак.

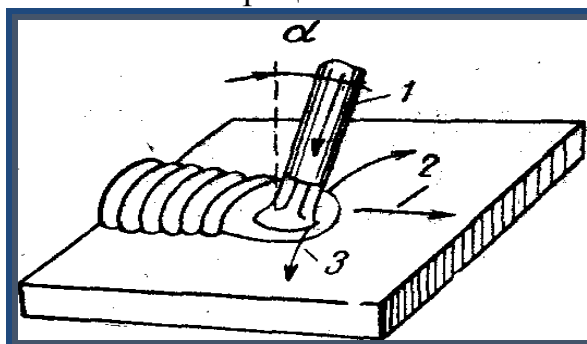
Электродни чок узра тебратмасдан тўғри суриб борганда у эриб ипга ўхшаш ингичка валик ҳосил қилади. Электрод вертикал ҳолда, ёки олдиға қиялатиб ёки орқаға қиялатиб ушланган ҳолда пайвандланади.

¹⁷ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practices - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 350



Пайвандлашда электродларнинг турли вазиятлари.¹⁸

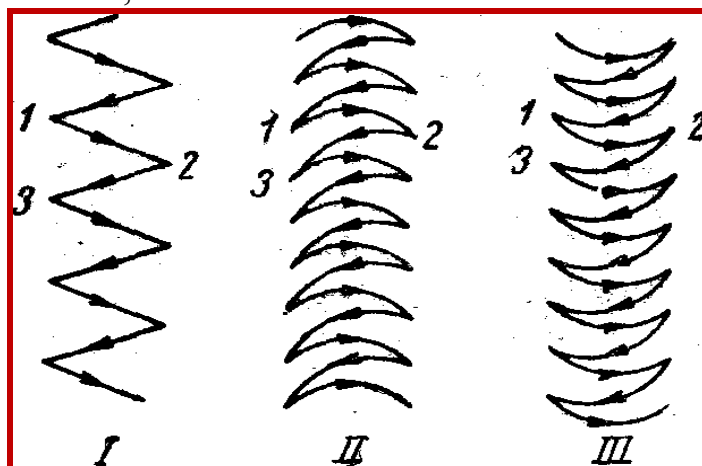
Электрод учини эритганда унинг ўқи йўналишида суриладиган металл томчилари ваннанинг эритилган металлга тушиши учун валик ётқизишда электродни вертикал чизикқа нисбатан маълум бурчак остида, қиялатиб тутиш керак. Электродни пайвандлаш йўналишига тескари томонга ҳам қиялатиш мумкин. Қопламли электроднинг вертикал текисликка нисбатан қиялаш бурчаги α 15—20° булиши керак. Пайвандчи электроднинг қиялик бурчагини узгартириб металнинг эриш чуқурлигини ростлаши, чок валигининг яхши шаклланишига ёрдам бериши ҳамда ваннанинг совиш тезлигига таъсир қилиши мумкин. Чок тубини пайвандлашда, юпқа листларни пайвандлашда, шунингдек қанча қатлам бўлишидан қатъий назар, горизонтал ва шип чокларни пайвандлашда ингичка валик ётқизилади. Пайвандчи электродни чок узра қанчалик секин суриб борса, валик шунчалик кенг чиқади. Ингичка, лекин баланд валикда эритилган металл ҳажми кичкина бўлади. Бундай валик тез совийди ва металлда эриб, ажралиб чиқмаган газлар чокни ғоваклаштириб қўйиши мумкин. Шунинг учун кўпинча кенгайтирилган валиклар ишлатилади. Бундай валик ҳосил қилишда пайвандчи электродни чокка кўндаланг равишда тебранма ҳаракатлантиради. Электрод учи уч хил; электрод ўқи бўйлаб юқоридан пастга қараб илгарилама ҳаракат, чок чизиги бўйлаб илгарилама ҳаракат ва чокка кўндаланг равишда, унинг ўқиға нисбатан тик тебранма ҳаракат қилиши керак. Электроднинг тебранма ҳаракатлари металл четларининг қизишиға ёрдам беради ва пайвандлаш ваннасининг секинроқ совишини таъминлайди.



Электродни уч йўналишда суриш

¹⁸ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practices - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 350

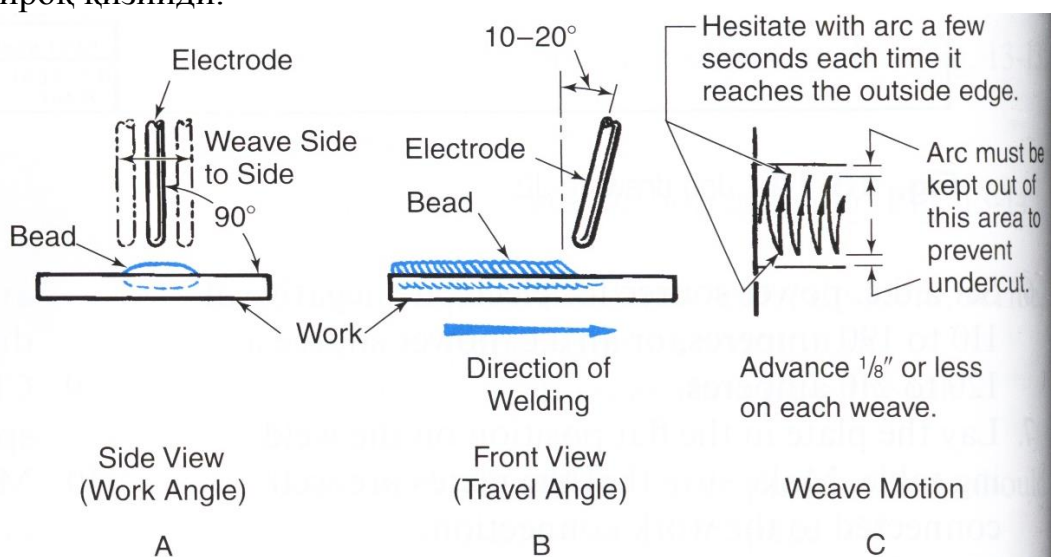
Металл эритиб кенг валиклар ҳосил қилишда электрод учининг ҳаракатланиш схемалари расмда кўрсатилган,



Кенгайтирилган валикларни эритиб қоплашда электрод учи билан тебраниш ҳаракатлари:

I - тўғри чизикли, II - эгри чизикли, бўртиқлиги билан пайвандланган ҳудуд томон, III - эгри чизикли, бўртиқлиги билан пайвандланмаган ҳудуд томон.

1, 2 ва 3 нукталарда электродни суриш тезлиги камаяди, натижада металл четлари яхшироқ қизийди.



Энли булган чокларни пайвандлашда электроднинг ҳолатлари¹⁹

Валиклар эни электроднинг 2,5—3 диаметрига тенг келса жуда сифатли чиқади. Бундай ҳолларда эриган металлнинг барча кратерлари 1, 2, 3 битта умумий ванна бўлиб қўшилишади ва шу билан асосий ва эритиб қўшиладиган металл яхши эриб бирикади.

Валик жуда энли бўлса, нукта 1 даги металл ей нукта 3 га қайтганига қадар қолиб қолади ва ана шу ерда металл чала пайвандланади. Бундан ташқари, пайвандлашда иш унуми пасайиб кетади.

¹⁹ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practices - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 353

Эритиб валик ётқизишда пайвандчи чок ёнида туриши ва электродни чапдан уннга ёки чок ўқи бўйича суриб электродни ўзига томон тортиши мумкин.

Эритиб валик ётқизиш тугагандан кейин унинг четидаги кратери, кетмаслиги учун яхшилаб пайвандланиши керак.

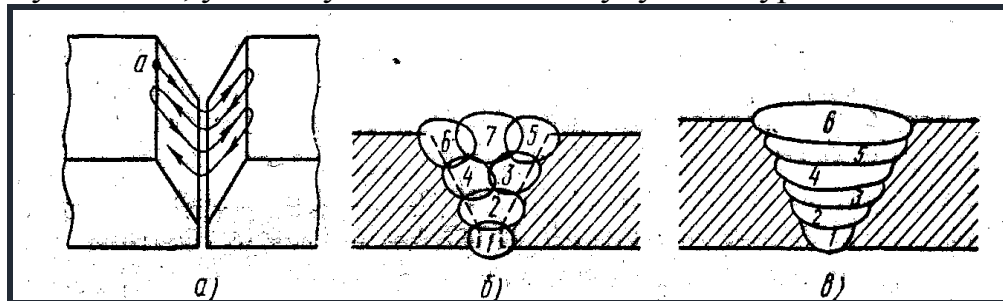
2.5. Учма-уч, бурчак, вертикал, горизонтал ва шип чокларни пайвандлаш

Учма-уч чокларни пайвандлаш. Четлари қияланмаган чокларни пайвандлашда валик учма-уч туташган жойнинг бир ёки иккала томонига салгина кенгайтирилиб ётқизилади. Тўла пайвандланиши учун иккала чети металлнинг бутун қалинлиги бўйича яхши эришини таъминлаш керак.

Учларини қияламасдан учма-уч пайвандлашда қалинлиги 6 мм гача бўлган металлни чокнинг бутун кесими бўйича тўла пайвандланиши ток ва электрод диаметрини тўғри танлашга боғлиқдир. Электрод диаметри ва ток кучи мос ҳолда танланганида металл тула эрийди ва қалинлиги 4 мм дан 8 мм гача бўлган металл четларини қия ишламасдан тўла пайвандланади ва иш унуми юкори булади. Ток катталигини тажриба йўли билан планкаларни пайвандлаб кўриб танлаш тавсия этилади.

Четларини V- симон шаклда ишлаб учма-уч қилиб уланган бирикмалар металл қалинлигига қараб бир ёки кўп қатламли чоклар ҳосил қилиб пайвандланади.

Битта қатлам ҳосил қилиб пайвандлашда ёй қиялаш қиррасидаги а нуктада ёндирилади, сўнгра электродни пастга суриб чок туби пайвандланади ва иккинчи четига ўтилади. Чокнинг тўла пайвандланиши учун чет қиялигида электрод секин сурилади, чок тубида эса, унинг куйиб кетмаслиги учун тез сурилади.²⁰



Учма-уч чокларни пайвандлаш (рақамлар билан чок қатламларини ётқизиш тартиби кўрсатилган):

а — бир қатламли, б, в — кўп қатламли.

Чок тубини олдиндан уюлиб қолган металл грат (металл-шлак томчилари) ва шлакдан тозалаб туриб бирикманинг орқа томонидан пайванд чок ётқизиш тавсия этилади. Баъзан чокнинг орқа томонига қалинлиги 2—3 мм пўлатдан таглик қўйилади. Бундай ҳолларда чок туби метални эришидан хавфланмасдан пайвандлаш токини нормал ток қийматидан 20—30% ошириш мумкин. Чок

²⁰ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practices - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 415

валигини ётқишида пўлат таглик унга пайвандланиб ва буюмнинг конструкцияси ва ишлатилиши бунга имкон берса пайвандланган ҳолича қолдирилади.

Масъулиятли конструкцияларда чок туби орқа томондан ҳам пайвандланади. Пайвандлашдан олдин бўлиши мумкин бўлган нуқсонлар яъни чала пайвандланган ва дарз кетган жойларини йўқотиш учун чок тубининг металл олдиндан зубило билан кесилади ёки юза кескичи билан эритилади.

Бир неча қатламдан иборат чок ҳосил қилиб учма-уч пайвандлашда дастлаб чок туби диаметри 4—5 мм электрод билан пайвандланади, сўнгра диаметри каттароқ электродлар билан кейинги қатламлар эритиб ётқизилади; кейинги қатлам валиклари кенгроқ бўлади. Навбатдаги қатламларни эритиб ётқишидан олдин аввалги қатламларнинг сирти шлак ва куйиндилардан тозаланади. Пайвандлашда металл четларини эритиш ва пайвандлаш кратерларини яхшилаб пайвандлаш, чокда шлакли қатламлар бўлишига йўл қўймаслик зарур.

Четлари X-симон ишлаб тайёрланган чоклар четлари V-симон ишланган чоклар сингари пайвандланади.

Юқориги қатламларни эритиб ётқишида остки қатлам етарли даражада қизиши ва эриши учун ҳар қайси қатлам калинлиги 4—5 мм дан ортиқ бўлмаслиги керак.

Кўп қатламли чоклар учун бир ўтишда эритиб ётқизилган металл кўндаланг кесимининг юзаси билан электрод диаметри уртасида амалда қўйидаги нисбатлар белгиланган:

Биринчи ўтиш учун (чок тубини пайвандлаш):

$$F_1 = (6—8)d_{эл}$$

Кейинги марта ўтишлар учун

$$F_k = (8—12)d_{эл}$$

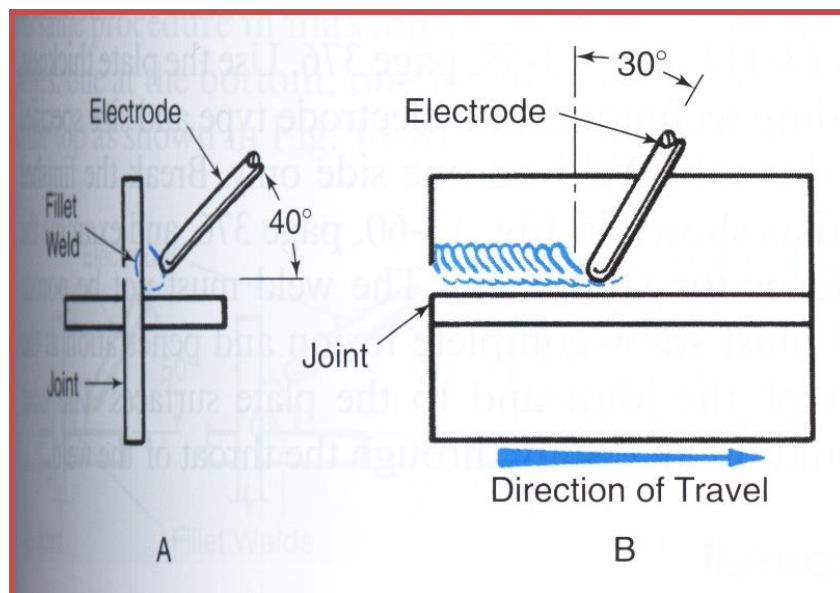
Бу ерда: F_1 —биринчи ўтишда чок кесимининг юзаси, мм²;

F_k - кейинги ўтишларда чок кесимининг юзаси, мм²,

$d_{эл}$ — электрод симининг диаметри, мм.

Бурчак чокларни пайвандлаш. Бурчак чокларни пайвандлашда суюқ металл пастки текисликка оқиб тушишга интилади. Шунинг учун ҳам бундай чокларни пастки ҳолатда, яхшиси новсимон кўринишда пайвандлаш керак. Буюмни эса шлак ей олдидаги металлга оқиб тушмайдиған қилиб жойлаш зарур.²¹

²¹ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 417



Бурчак чокларни пайвандлаш

Лекин детални ҳамма вақт ҳам зарур ҳолатда ўрнатиб бўлмайди.

Остки текислиги горизонтал жойлашган бурчак чокни пайвандлашда бурчак учи ёки четларидан бири чала пайвандланиши мумкин. Пайвандлаш вертикал тунукадан бошланса остки тунука чала пайвандланиши мумкин. Чунки бундай ҳолларда эриган металл ҳали яхши қизимаган остки тунука юзасига оқиб тушади шунинг учун ҳам бундай чокларни хашиша ёйни остки текисликдаги ёй ёндириш нуқтаси А да ёндириб ва электродни модулатилган тартибда суриб пайвандлаш керак бўлади.

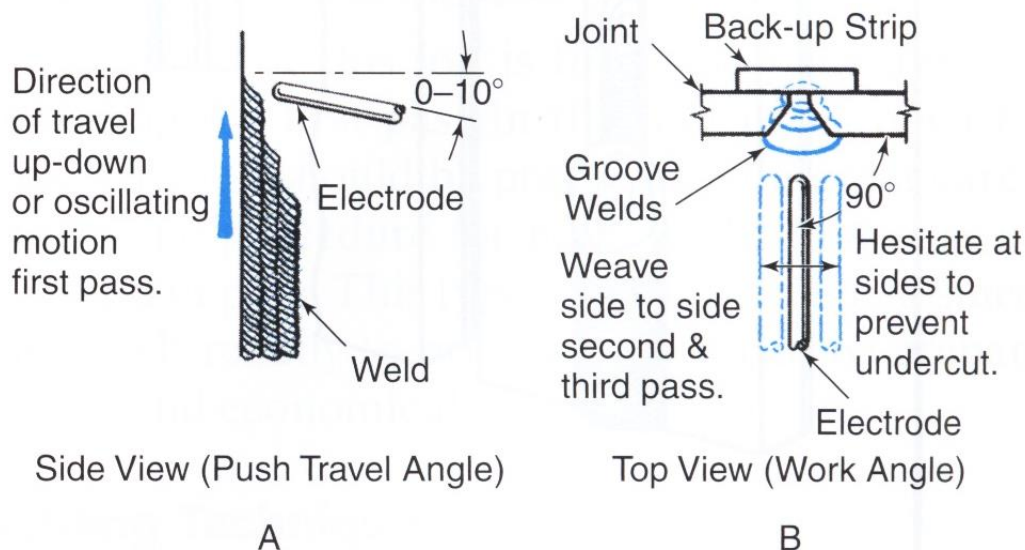
Электродни тунукалар сиртига нисбатан 45° бурчак остида тутиш ва пайвандлаш жараёнида уни дам бир текисликка, дам иккинчи текисликка озгина қиялаш керак бўлади

Новсимон кўринишда бўлмаган тартибда бириктираётганда бурчак чоклар чок катети 8 мм гача бўлганида бир қатламли, 8 мм дан ортиқ бўлганида эса икки ва бундан кўп қатламли қилиб бажарилади.

Бурчак чокни кўп қатлам ҳосил қилиб пайвандлашда, дастлаб диаметри 3—4 мм электрод билан ингичка валик ётқизибли шу чок туби пайвандланади. тишлар сонини аниқлагандан сўнг, чок кўндаланг кесими юзасига қараб иш тутилади. Ҳар қайси қатлам учун бу миқдор 30—40 мм² ни ташкил этиши лозим. да тўлиқ эриган ва қирраларга ишлов берилган бир қатламли ва кўп қатламли бурчак чоклар кўрсатилган.

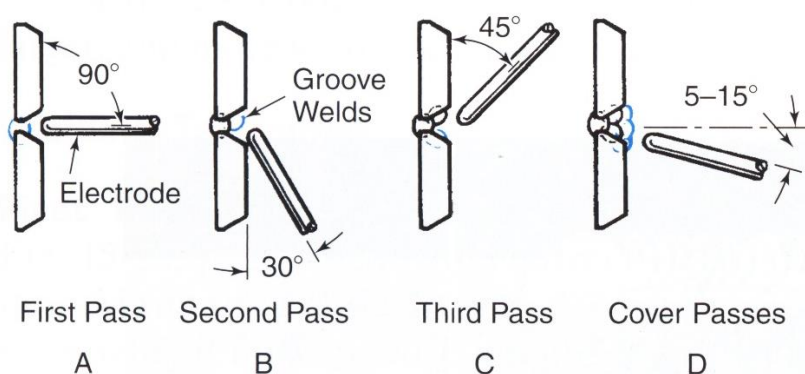
Вертикал чокларни пайвандлаш. Вертикал чокларни пайвандлашда эриган металл томчилари пастга оқиб тушишга ҳаракат қилади Шунинг учун ҳам бундай чоклар калтароқ ёй ёрдамида пайвандланади. Шунда сирт таранглик кучлари таъсир қилиши натижасида томчилар электроддан чок кратерига осонроқ утади. Эриган металл томчисининг қотишига шароит яратиш учун электроднинг учи юқорига ёки томчидан четга тортилади. Вертикал чоклар пастдан юқорига томон пайвандлаб борилгани яхши. Шу тариқа пайвандлаганда остдаги кратер металл томчиларини ушлаб қолади. Электродни юқорига ёки пастга қиялатиш мумкин. Электрод пастга қияланганда электрод металлининг эриган томчиларини чокда тақсимланишини

пайвандчи яхши кузатиб боради. Вертикал чокларни юқоридан пастга томон пайвандлаш зарур бўлса, электрод I ҳолатда булади, томчи ҳосил бўлганидан кейин пастга, II ҳолатга туширилади. Бунда металл томчисининг пастга оқиб тушишига калта ей тўсқинлик қилади. Вертикал чокларни диаметри кўпи билан 4 мм электрод билан, кичикроқ токда (160 А) пайвандлаш осонроқ булади. Бунда чок кратеридаги металл ҳажми камаяди, натижада пайвандлаш осонлашади.



Вертикал чокларни пайвандлаш²²

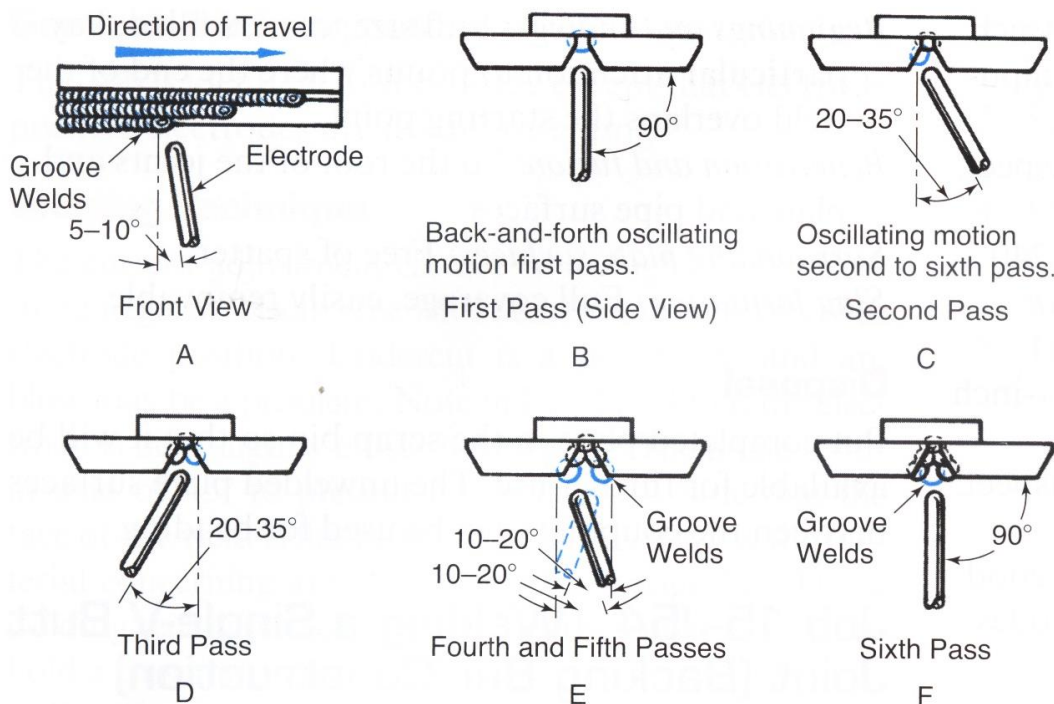
Горизонтал чокларни пайвандлаш. Горизонтал чокларни пайвандлашда металл камроқ оқиб тушиши учун фақат юқориги лист четлари қия ишланади. Ёй остки четда (I ҳолатда) ёндирилади, сўнгра юқориги лист чети (II ҳолатга) кўчирилиб, оқиб тушаётган металл томчиси юқорига кўтарилади. Горизонтал чоклар бўйлама валиклар ҳосил қилиб пайвандланади. Биринчи валик диаметри 4 мм электрод билан, кейинги валиклар эса диаметри 5 мм электрод билан ҳосил қилинади.



Горизонтал чокларни пайвандлаш.

²² Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practices - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p.418

Шип чокларни пайвандлаш. Шип чокларни пайвандлаш айниқса кийин. Бундай чоклар иложи борича калта ёй билан пайвандланади. Шип чокларнинг пайвандлашни осонлаштириш учун электрод металлга қараганда қоплами қийин эрийдиган электродлар ишлатилади. Бундай ҳолларда қоплам электрод учида эриган металл томчиларини ушлаб турадиган нов ҳосил қилади. Пайвандлаш жараёнида электроднинг учи ваннага дам яқинлаштириб, дам узоқлаштириб турилади. Электродни узоқлаштирганда ёй ўчади ва чок металл қотади.



Шип чокларни пайвандлаш²³

2.6. Турли узунликдаги чокларни ва калин металлларни пайвандлаш усуллари

Турли узунликдаги чокларни металлларни пайвандлаш. Барча чокларни узунлиги жиҳатидан уч гуруҳга бўлиш мумкин:

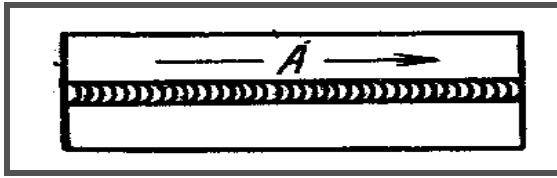
қисқа чоклар – 250 мм гача;

ўртача узунликдаги чоклар – 250 мм дан 1000 мм гача;

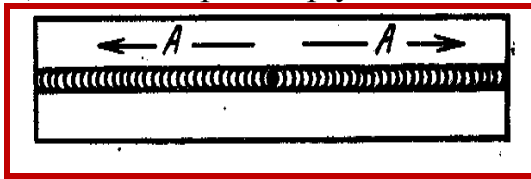
узун чоклар – 1000 мм ва ундан кейин.

Қисқа чоклар чокнинг бошидан охиригача бир йўналишида пайвандланилади. ўртача узунликдаги чоклар бирикманинг ўртасидан бошлаб чекаларига қараб пайвандланади ёки тескари босқичли усулда пайвандланади. Тескари босқичли пайвандлаш усули қуйидагича кечади яъни пайвандлаш йўналишига тескари пайвандланади лекин пайвандлаш йўналиши бўйлаб кетади. Хар бир пайвандлаб қайтиш қадами 100 – 350 мм чегарасида бўлади. Узун чокларни тескари босқичли усулда чокнинг ўртасидан чекаларига қараб пайвандланади.

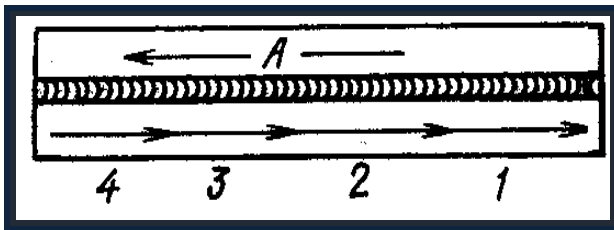
²³ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 418



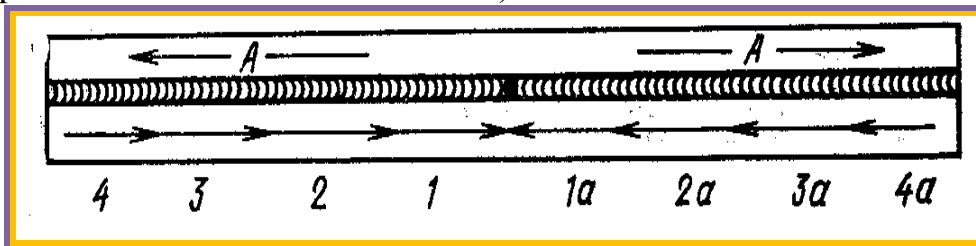
Қиска чокларни бир ўтишда пайвандлаш (А –пайвандлаш йўналиши).



ўртача узунликдаги чокларни чокнинг ўртасидан чеккаларига қараб пайвандлаш.



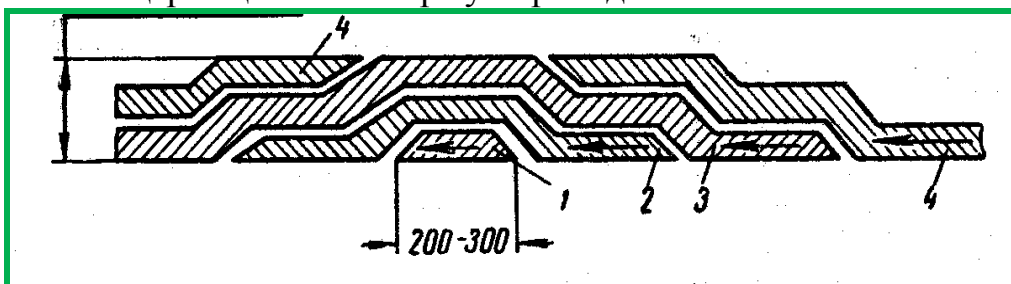
Ўртача узунликдаги чокларни тескари босқичли усулда пайвандлаш (1-4 чокларни пайвандлаш кетма-кетлиги)



Узун чокларни тескари босқичли усулда чокнинг ўртасидан чеккаларига қараб пайвандлаш.

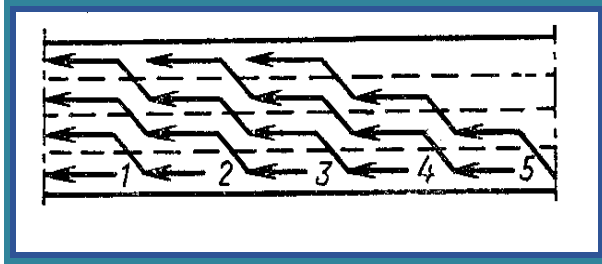
Қалин металлларни пайвандлаш. Кўп қатламли чокларни «дўнглик» усули, каскад усули ёки блок усули билан пайвандлаш тавсия қилинади.

«Дўнглик» усулида пайвандлашда 200—300 мм узунликда биринчи қатлам чок пайвандланади. Сўнгра биринчи қатлам шлакдан куюнди ва сачраган металллардан тозалангандан кейин унга иккинчи қатлам қуйилади, иккинчи қатлам биринчидан икки баравар узун бўлади. Сўнгра иккинчи қатлам учидан 200—300 мм наридан учинчи қатлам бошланади. Шундай қилиб, марказий «дўнглик»дан икки томонга қараб қиска чоклар туширилади.



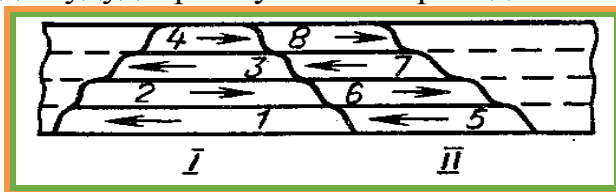
Кўп қатламли узун чокларни «дўнглик» усулида пайвандлаш схемаси (1—4 - чокларни тўлдириш кетма-кетлиги)

Каскад усулида пайвандлашда ҳар аввалги чок худудини кейнги чок худуди қоплаб кетади.



Узун чокларни каскад усулида кўп қатламли пайвандлаш схемаси.

Блок усули билан пайвандлашда кўп қатламли чокни бутун қирқим бўйлаб алоҳида худудларга бўлиб бажарилади.



Узун кўп қатламли чокларни блок усулида пайвандлаш.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ:

1. Учма-уч чоклар қандай пайвандланади?
2. Бурчак чоклар қандай пайвандланади?
3. Вертикал чоклар қандай пайвандланади?
4. Горизонтал чоклар қандай пайвандланади?
5. Турли узунликдаги ва калинликдаги чоклар қандай пайвандланади?
6. Пайвандлаш алангасининг қандай зоналари мавжуд?
2. Қайси зона энг юқори ҳароратга эга?
3. Пайвандлаш алангасининг қандай турлар мавжуд?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - Connect Learn Success, 2012
2. R. Blondeau. Metallurgy and mechanics of Welding – London: ISTE Ltd, 2008
3. J. Norrish. Advanced welding processes – N.Y.: IOP published limited, 2002

3-мавзу. Ҳимоя газлари муҳитида ёй билан пайвандлаш ва технологияси жиҳозлари

Режа:

- 3.1. Ҳимоя газларда ёйли дастакли пайвандлаш усуллари
- 3.2. Ҳимоя газлари муҳитида пайвандлаш металлургияси
- 3.3. Ҳимоя газлари муҳитида ёй билан пайвандлаш технологияси

Таянч сўз ва иборалар: пайвандлаш, Ҳимоя газлари муҳитида пайвандлаш, аргон, гелий, карбонат ангидрид гази, актив газлар, инерт газлар

3.1 Ҳимоя газларда ёйли дастакли пайвандлаш усуллари

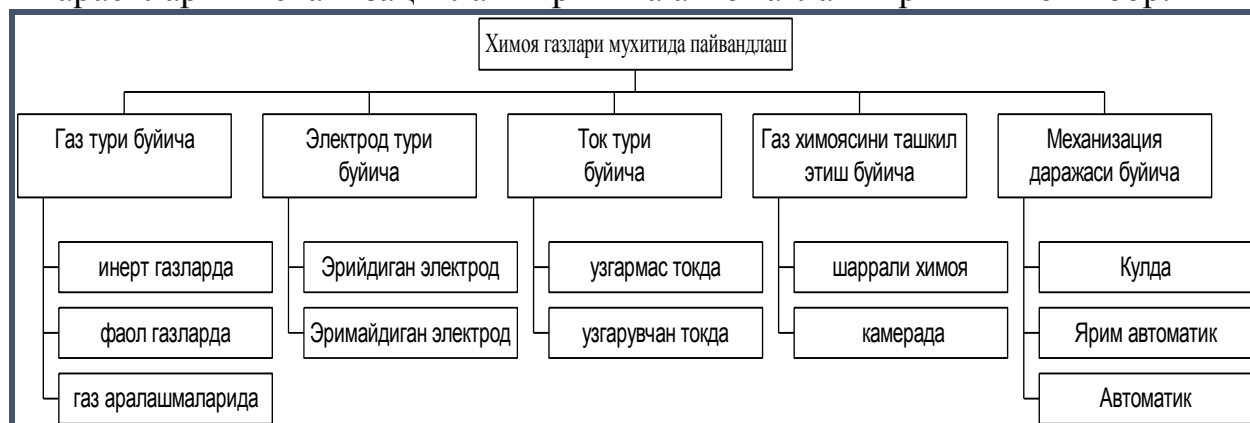
Ҳимоя газлар муҳитида пайвандлашда ёй электрод билан пайвандланаётган буюм орасида ёнади. Электрод эрийдиган ёки эримидиган булиши мумкин. Горелка оркали узатилаётган Ҳимоя гази пайвандлаш ёйини ва пайвандлаш худудини Ҳимоялайди.²⁴

Ҳимоя газлари муҳитида ёй билан пайвандлашда иш унуми юқори бўлади, бу ишни осон автоматлаштириш мумкин ва металлارни электрод қопламалари ҳамда флюслар ишлатмасдан бириктиришга имкон беради.

Пайвандлашнинг бу усули пўлат, рангли металллар ва уларнинг қотишмаларидан конструкциялар ясашда кенг қўлланила бошлади.

Ҳимоя газлари муҳитида пайвандлашнинг афзалликлари қўйидагилар:

- флюс ёки қопламалар ишлатишга, бинобарин, чокларни шлакдан тозалашга ҳожат йўқ;
- юқори иш унуми ва манба иссиқлигининг юқори даражада концентрацияланиши структуравий ўзгаришлар зонасини анча қисқартиришга имкон беради;
- чок металл ҳаво қислороди ва азоти билан жуда кам таъсирлашади;
- пайвандлаш жараёнини кузатиб туриш кулай;
- жараёнларни механизациялаштириш ва автоматлаштириш имкони бор.

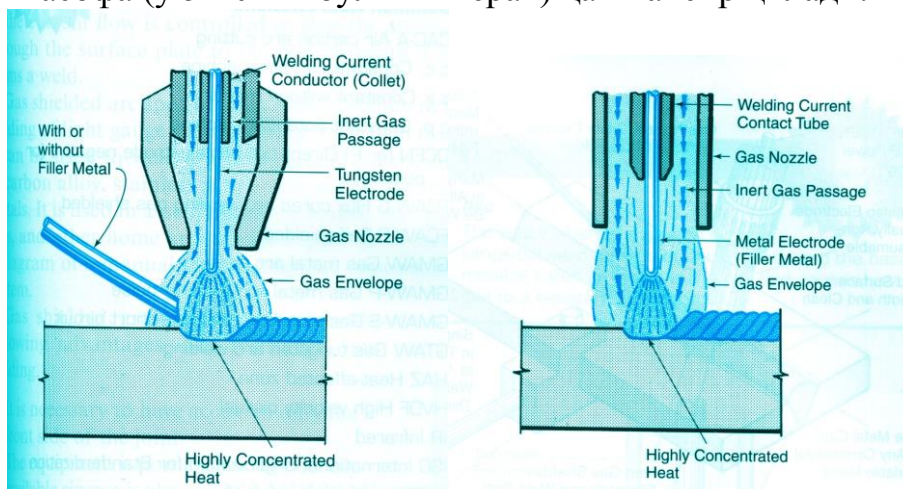


²⁴ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 567

Ҳимоя газлари муҳитида ёй билан пайвандлаш усулларининг классификацияси.

Ҳимоя газлари муҳитида пайвандлашни эрийдиган ва эримайдиган (волфрам) электродлар билан бажариш мумкин.

Пайванд зонасини ҳимоялаш учун гелий ва аргон каби инерт газлар, баъзан азот, водород ва карбонат ангидрид каби фаол газлардан фойдаланилади. Шунингдек, турли пропорцияларда алоҳида газларнинг аралашмаси ҳам ишлатилади. Газ билан ана шундай ҳимоя қилинган пайвандлаш зонаси атрофидаги ҳаво сиқиб чиқарилади. Монтаж шароитларида пайвандлашда ёки газ ҳимоясини пуфлаб тарқатиб юборадиган шароит мавжуд бўлганда қўшимча ҳимоя қурилмаларидан фойдаланилади. Пайвандлаш зонасини газ билан ҳимоялаш самарадорлиги пайвандланадиган бирикманинг турига ва пайвандлаш тезлигига боғлиқ. Ҳимояга шунингдек соплонинг ўлчами, ҳимоя газининг сарфи ва соплодан буюмгача бўлган масофа (у 5-40 мм бўлиши керак) ҳам таъсир қилади.



Пайвандлаш зонасига ҳимоя газларни етказиб бериш чизмаси:

а – марказий битта концентрик оқим билан, б – марказий иккита концентрик оқимлари билан.²⁵

Пайвандлаш зонасининг яхши ҳимояланиши газнинг иссиқлик физик хоссалари, шунингдек, горелканинг конструктив хусусиятлари ва пайвандлаш режимига боғлиқ. Пайвандлаш ёйи зонасига киритиладиган ҳимоя газлари ёй зарядсизланишининг турғунлигига, электрод металлининг суюқланишига ва унинг кўчишига таъсир қилади. Электрод метали томчиларининг ўлчами пайвандлаш токи ортиши билан камаяди, пайвандлаш токи ортиши билан эриш чуқурлигининг ортиши эса пайвандлаш ёйи босимининг таъсирида электрод остидаги суюқ металнинг анча интенсив сиқиб чиқарилишига боғлиқ.

Эрийдиган электрод билан пайвандлашда ёй буюм билан пайвандлаш зонасига узатиладиган эрийдиган пайвандлаш сими орасида ёнади. Эримайдиган (волфрам) электродлари билан пайвандлашда пайвандлаш ёйи бевосита ёки бавосита таъсир қилиши мумкин. Волфрам электроди ва ёй зонасига узлуксиз

²⁵ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 569

узатиб туриладиган пайвандлаш сими орасида ёнадиган ёй бавосита таъсир этадиган ёйнинг бир туридир.

Инерт газ оқимининг ҳимоялаш таъсири газнинг тозалигига, оқимнинг параметрларига ва пайвандлаш режимига боғлиқ. Газнинг ҳимоя хоссаларига баҳо беришдаги кўрғазмали усуллардан бири волфрам электроди билан пайвандланадиган металл орасида ўзгарувчан ток ёйини ёндиришда катоднинг ёниш зонаси диаметрини аниқлашдан иборат. Пайвандланадиган металл катод вазифасини ўтайдиган даврда пайвандлаш ваннаси сиртидан ва қўшни зоналардан совук металлга нисбатан металл заррачалари узилиб чиқади. Катоднинг ёниш даражаси, асосан, мусбат ионларнинг массасига боғлиқ, улар пайвандлаш жараёнида катодни бомбардимон қилади. Масалан, аргон муҳитида гелий муҳитидагига қараганда катоднинг анча интенсив ёниши содир бўлади. Катоднинг ёнишига, металллар мойиллигининг камайишига қараб, улар қуйидаги тартибда жойлашадилар:

Mg, Al, Si, Zn, W, Fe, Ni, Pt, Cu, Bi, Sn, Sb, Pb, Ag, Cd.

Эрмайдиган электродлар билан пайвандлаш. Узгармас ток билан инерт газлар муҳитида ёй воситасида пайвандлашда ёйнинг турғун ёниш шarti – кутблиликни ўзгартиришда зарядсизланишнинг мунтазам равишда тикланиб туришидир. Аргон ва гелий каби инерт газларининг ёйни ёндириш ва ионизациялаш потенциали кислород, азот ва металл буғларига қараганда юқори, шунинг учун ўзгарувчан ток ёйини ёндириш учун салт юриш кучланиши оширилган таъминлаш манбаи талаб этилади. Пайвандлаш ёйи инерт газлар (аргон ёки гелий) муҳитида жуда турғун ёнади ва уни тутиб туриш унча катта кучланиш талаб этилмайди. Электронларнинг юқори даражадаги қўзғалувчанлиги нейтрал атомларнинг улар билан электронлар тўқнашганда етарлича уйғониши ва ионизацияланишини таъминлайди.

Эримийдиган волфрамли электродлар билан химоя гази муҳитида пайвандлашда металлни эритиш учун керак буладиган иссиқлик микдори, электрод билан пайвандланаётган буюм орасидан киритилаётган кучли электр ёйдан ҳосил булади.²⁶

Волфрам катод бўлган ҳолда ёй зарядсизланиши асосан, суюқланиш ҳароратининг юқорилиги ва волфрамнинг нисбатан кам иссиқ ўтказувчанлиги туфайли содир бўладиган термоэлектрон эмиссия ҳисобига юз беради, бу эса тўғри ва тесқари кутблиликда ёйнинг бир хилда ёнмаслигига сабаб бўлади. Тесқари кутбликда (буюм катод ролини ўйнайди – минус) ёйни ёндиришдаги кучланиш тўғри кутблиликдагига қараганда катта бўлиши керак. Шунинг учун волфрам электроди билан пайвандланадиган металл ҳоссалари бир-биридан анча фарқ қилганлигидан ёй кучланишининг эгри чизиғи симметрик шаклга эга бўлмайди, балки унда доимий ташкил этувчи пайдо бўлиб, у пайвандлаш занжирида токнинг доимий ташкил этувчисининг ҳосил бўлишини юзага келтиради. Токнинг доимий ташкил этувчиси ўз навбатида трансформатор ўзаги ва дросселда ўзгармас магнит майдонни ҳосил қилади, бу ҳол эса пайвандлаш ёйи қувватининг камайишига ва

²⁶ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 569

ёйнинг барқарор бўлмаслигига олиб келади. Занжирда токнинг доимий ташкил этувчисининг юзага келиши пайвандлаш жараёнининг, айниқса, алюминий қотишмаларини пайвандлашнинг нормал олиб борилишини таъминламайди, чунки пайвандлаш ваннаси, ҳатто кислород ва азот миқдори кам бўлганида ҳам, оксид ва нитридларнинг қийин эрийдиган пардаси билан қопланади, улар эса қирраларнинг суюқланишига ва чок ҳосил бўлишига тўсқинлик қилади.

Узгарувчан ток билан пайвандлашда ёйининг тозалаш таъсири катоднинг ёниши туфайли буюм катод ролини ўйнаган ҳоллардаги ярим даврларда намоён бўлади, чунки бунда оксид ва нитрид пардаларининг емирилиши содир бўлади.

Тескари кутбликда зичлиги кам токдан фойдаланилади, лекин амалда бундай ёй ишлатилмайди. Тўғри кутбликда иссиқлик электродда кам ажралади, чунки унинг анча қисми пайвандланадиган металлни суюқлантиришга сарфланади.

Эрийдиган электрод билан пайвандлаш. Суюқланадиган электрод билан ёй воситасида химоя газлари муҳотида пайвандлашда пайванд чокнинг геометрик шакли ва унинг ўлчамлари пайвандлаш ёйининг қувватига, металлни ёй ораликларидан олиб ўтиш характериға, шунингдек, ёй оралиғини кесиб ўтувчи газ оқими ва металл заррачаларининг суюқланган металл ваннаси билан таъсирланишига боғлиқ.

Эрийдиган электродлар билан химоя газлар муҳотида ёйли пайвандлаш 1950 йилдан бошлаб кенг куланила бошлади. Асосан зангламайдиган пулатларни ва алюминийларни пайвандлаш учун кулланилган²⁷.

Пайвандлаш жараёнида пайвандлаш ваннасининг сиртига газ, буғ ва металл заррачалари оқимининг ҳисобига ёй устуни босими таъсир қилади, бунинг натижасида ёй устуни асосий металлга ботиб кириб, суюқлантириш чуқурлигини оширади. Электроддан пайвандлаш ваннасиға қараб йўналган металл гази ва буғларининг оқими электромагнит кучларнинг сиқувчи таъсири туфайли ҳосил бўлади. Пайвандлаш ёйининг суюқлантирилган металл ваннасиға таъсир кучи унинг босими билан характерланади, газ ва металл оқими қанча концентрациялашган бўлса, бу босим шунча юқори бўлади. Металл оқимининг концентрацияси томчиларнинг ўлчами камайиши билан ортади, томчиларнинг ўлчами эса металлнинг, химоя газининг таркибига, шунингдек, пайвандлаш токиннинг йўналиши ва катталигига боғлиқ.

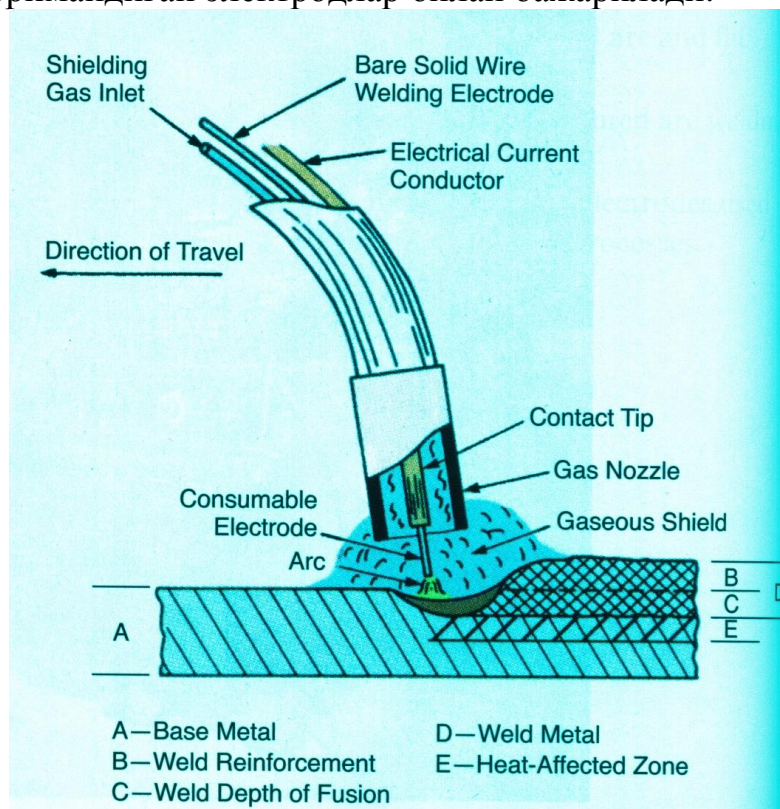
Инерт газлар муҳотида электроднинг эриши натижасида ҳосил бўлган пайвандлаш ёйи конус шаклида бўлиб, унинг устуни ички ва ташқи зоналаридан иборат. Ички зона равшан ёруғликка ва катта ҳароратға эға бўлади.

Ички зонада металлнинг кўчирилиши содир бўлади ва унинг атмосфераси металлнинг шуълаланувчи буғлари билан тўлган бўлади. Ташқи зона ёруғлигининг равшанлиги камроқ ва ионлашган газдан иборат бўлади.

Инерт газлар муҳотида пайвандлаш. Аргон ва гелий муҳотида пайвандлаш суюқланадиган ҳам, эрмайдиган (волфрам) ҳам электродлар билан олиб борилади

²⁷ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 674

Аргон-ёй билан пайвандлаш легиранган пўлатларни, рангли металллар ва уларнинг қотишмаларини бириктиришда қўлланилади, у ўзгармас ва ўзгарувчан токда эрийдиган ва эримайдиган электродлар билан бажарилади.



Эрийдиган электрод химоя газларда пайвандлаш чизмаси.²⁸

Қўлда аргон-ёй билан пайвандлашда волфрам электроднинг учи конус шаклида ўткирланади. ткирланган учининг узунлиги, одатда, электрод диаметрининг икки-уч қисмига тенг бўлиши керак.

Ёй махсус кўмир пластинада ёндирилади. Ёйни асосий металлда ёндириш тавсия этилмайди, чунки бунда электроднинг учи ифлосланиши ва суюқланиб исроф бўлиши мумкин.

Ёйни ёндириш учун салт юриш кучланиши оширилган таъминлаш манбаидан ёки кучланиши юқори қўшимча таъминлаш манбаидан (осциллятордан) фойдаланиш мумкин, чунки ёйни ёндириш потенциали ва инерт газларининг ионизацияланиши кислород, азот ёки металл буғларига қараганда анча юқори. Инерт газлар ёйининг разрядланиши юқори турғунлиги билан фарқ қиладилар.

Эримайдиган волфрам электроди билан ўзгарувчан токда пайвандлашнинг ўзига хос хусусияти пайвандлаш занжирида ўзгармас ток ташкил этувчисининг ҳосил бўлишидир. Бу ташкил этувчи токнинг катталиги пайвандлаш занжиридаги ўзгарувчан ток эффектив қийматининг 50% гача етиши мумкин. Токнинг тўғриланиши, яъни ўзгармас ток ташкил этувчисининг ҳосил бўлиши волфрам электроднинг ўлчамлари ва шаклига, буюмнинг материалига ва пайвандлаш режими (токнинг катталиги, пайвандлаш тезлиги ва ёйнинг узунлиги) га боғлиқ.

²⁸ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p.

Пайвандлаш занжирида ўзгармас ток ташкил этувчисининг пайдо бўлиши, айниқса, алюминий ва унинг қотишмаларини пайвандлаш жараёнида салбий таъсир кўрсатади.

Ўзгармас токнинг ташкил этувчиси жуда ошиб кетганида ёйнинг турғун ёниши бузилади, эритиб ёпиштириладиган металл сиртининг тозалиги кескин ёмонлашади, кертик жойлар, қатламланиш юз беради ва пайванд бирикмаларнинг мустаҳкамлиги ва чок металлининг пластиклиги камаяди. згарувчан ток пайвандлаш занжирида ўзгармас ток ташкил этувчисини йўқотиш, яхши сифатли пайванд бирикмалар ҳосил қилишнинг биринчи даражали шартидир.

Одатда эримийдиган электродлар билан химоя газлари муҳитида пайвандлашда химоя газ сифатида аргон ёки гелий ишлатилади. Эрийдиган электродлар билан химоя газлар муҳитида пайвандлаш учун кислород билан аралашган химоя газлари кулланилади. Эримийдиган электродлар билан химоя газларда пайвандлашда кислородли аралашма ишлатилмайди, чунки волфрам электроди кислородга тургунлик кила олмайди.²⁹

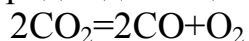
Гелий-ёй билан пайвандлаш принципи ҳам аргон-ёй билан пайвандлашдаги кабидир, шунинг учун уни алоҳида кўриб чиқмаймиз.

Аргон-ёй билан пайвандлаш воситасида учма-уч, тавр шаклидаги, усма-уст бурчакли бирикмаларни ҳосил қилиш мумкин.

Чок металлининг асос томонидан химоялаш ва чок орқа томонининг шаклланишини таъминлаш учун химоя газлари пуфланади (чок асоси томонидан химоя газининг ортикча босими ҳосил қилишда пуфлаш учун аргон ёки айрим ҳолларда (титанни пайвандлашда) гелий ишлатилади. Зангламас пўлатларни пайвандлашда аргон, азот, карбонат ангидрид ва азотнинг водород билан аралашмаси (азот – 93%, водород – 7%) ишлатилади.

Карбонат ангидрид ва муҳитида пайвандлаш. Эрийдиган электродлар билан химоя газлар муҳитида пайвандлашда фаол булган карбонат ангидрид ва унинг кислород ва водород билан аралашмаси ишлатилади³⁰.

Карбонат ангидрид ва муҳитида пайвандлаш жараёнининг моҳияти қуйидагидан иборат. Пайвандлаш зонасига киритилладиган карбонат ангидрид ва уни атмосфера ҳавосининг зарарли таъсиридан химоя қилади. Бунда пайвандлаш ёйининг юқори ҳарорати таъсирида карбонат ангидрид ва қисман ис ва кислородга диссоциация:

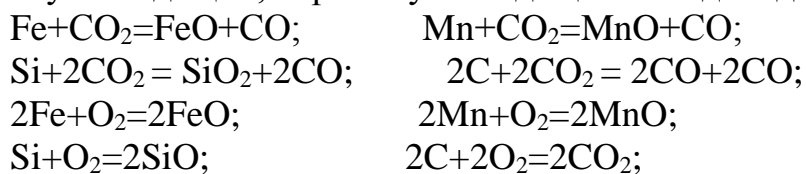


Ёйнинг ҳарорати ҳамма жойда бир хил бўлмаганлигидан ёй зонасидаги газ аралашмасининг таркиби ҳам бир хил бўлмайди. Ёйнинг ҳарорати юқори бўлган ўрта қисмида карбонат ангидрид ва қисман ис диссоциация. Пайвандлаш ваннасига

²⁹ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 573

³⁰ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 682

ёндош мухитда карбонат ангидрид газининг миқдори кислород ва ис газининг жами миқдоридан ортиқ бўлади. Газ аралашмасининг ҳар уччала компоненти металлни ҳаво таъсиридан ҳимоя қилади, шу билан бир вақтда уни электрод сими томчилари ваннага ўтганида ҳам, сиртига ўтганида ҳам оксидлайди.



Элементларнинг оксидланиш тартиби ва интенсивлиги уларнинг кислородга нисбатан кимёвий мойиллигига боғлиқ. Бошқа элементларга қараганда кислородга жуда мойил бўлган кремний олдин оксидланади. Марганецнинг оксидланиши ҳам, шунингдек, темир ва углероднинг оксидланишига қараганда анча интенсивлироқ содир бўлади. Демак, карбонат ангидрид газининг оксидлаш потенциални кўшимча симга ортиқча кремний ва марганец киритиш билан нейтраллаш мумкин. Бу ҳолда темирнинг оксидланиш реакцияси ва углерод оксидлари ҳосил бўладиган реакциялар сўндирилади, аммо атмосфера ҳавосига нисбатан карбонат ангидрид газининг ҳимоя функциялари сақланиб қолади.

Эритиб ёпиштирилган металлнинг сифати пайвандлаш симидаги кремний ва марганецнинг фоиз ҳисобидаги миқдорига боғлиқ (карбонат ангидрид газининг сифати талабга жавоб берганда). Эритиб ёпиштирилган металлнинг яхши сифатли бўлиши, углеродли пўлатларни пайвандлашда, сим таркибидаги Mn нинг Si га нисбати 1,5-2% ни ташкил этганда кафолатланади.

Кремний ва марганецнинг ҳосил бўладиган оксидлари суяқ металлда эримайди, балки ўзаро таъсирлашиб, осон эрувчан бирикмалар ҳосил қилади, бу бирикмалар эса шлак кўринишида пайвандлаш ваннаси сиртига қалқиб чиқади.

3.2. Ҳимоя газлари мухитида пайвандлаш металлургияси

Газлар пайвандлаш ваннасининг эриган металлани ҳавонинг азоти ва кислородидан ҳимоя қилиш хоссасига қараб инерт ва фаол газларга бўлинади.

Инерт газларга аргон ва гелий киради, улар пайвандлаш ваннасининг эриган металл билан деярли таъсирлашмайди.

Фаол газларга карбонат ангидрид, азот, водород ва кислород киради.

Фаол газлар пайвандлаш ваннасининг эриган металл билан кимёвий таъсирлашишига қараб нейтрал ва таъсирланувчи бўлиши мумкин. Масалан, азот мисга нисбатан нейтрал газдир, яъни мис билан ҳеч қандай кимёвий бирикма ҳосил қилмайди. Фаол газлар ёки уларнинг парчаланиш маҳсулотлари ёйнинг зарядсизланиш жараёнида, пайвандлаш ваннасининг эриган металл билан бирикиши ва унда эриши мумкин, бунинг натижасида пайванд чокнинг механик хоссалари кескин пасаяди, кимёвий таркиби эса белгиланган талаб ва стандартларга мос келмайди. Аммо шуни ҳам таъкидлаб ўтиш лозимки, металлда эрийдиган баъзи бир газлар ҳамма вақт зарарли кўшилма бўлавермайди. Масалан, азот углеродли пўлатларда зарарли кўшилма ҳисобланади (нитридлар ҳосил қилади), бунинг натижасида пайванд чокнинг механик хоссалари ва эскиришга чидамлиги кескин пасайиб кетади, ва ҳоланки, аустенит синфидаги пўлатларда азот фойдали кўшилма ҳисобланади. Углеродли пўлатларни аргон-ёй билан пайвандлашда пуфлаш учун фақат аргон ёки карбонат ангидриддан эмас балки азотдан ҳам фойдаланиш мумкин,

лекин бунда пайвандлаш ваннасига кремний ва марганец каби оксидлантирувчи қўшимча элементлар киритилиши керак. Шунинг учун танланган газ ва қўшимча материал пайванд чокнинг белгиланган механик хоссаларини, кимёвий таркибини ва структурасини таъминлаши зарур. Инерт газларнинг химоя муҳитида пайвандлашда пайвандлаш ваннасининг эриган металл ҳаво кислороди ва азотдан химояланган бўлади, шунинг учун металлургик жараёнлар фақат пайвандлаш ваннасининг эриган металлда бўлган элементлар орасида содир бўлиши мумкин.

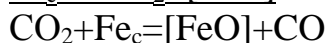
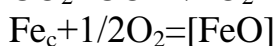
Масалан, агар пайвандлаш ваннасида кислороднинг темир чала оксиди FeO тарзидаги бир оз миқдори бўлса, у ҳолда углероднинг етарли миқдори мавжуд бўлганда металлда эримайдиган углерод оксиди (ис гази) CO ҳосил бўлади:



Пайвандлаш ваннасининг суюқланган металл кристалланиб, газ чиқиб кетишга улгура олмаслиги натижасида, металлда ғоваклар ҳосил бўлади.

Пайвандлаш ваннасининг эриган металл инерт газда эркин кислород ёки сув буғлари кўринишида бўлган кислород билан тўйиниши мумкин. Шунинг учун пайванд чокининг эриган металл кристалланиши даврида углероднинг оксидланиш реакциясини сўндириш учун пайвандлаш ваннасига қўшимча материал орқали (ёрдамида) кремний ва марганец каби оксидлантирувчи элементларни киритиш керак. Таркибида етарли миқдорда оксидсизлантирувчилар бўлган легирланган пўлатлар сўндиради. Шундай қилиб, химоя газлари муҳитида пайвандлашда углероднинг пайванд чокида ғоваклар ҳосил қила оладиган оксидлари ҳосил бўлишини сўндириш ва пайванд чокнинг азотланишини бартараф қилиш учун пайвандлаш ваннасига оксидлантирувчи элементларни киритиш зарур.

Карбонат ангидрид газининг химоя муҳитида пайвандлашда, бу газ пайвандлаш ваннасининг эриган металлинини ҳаво кислороди ва азотидан химоя қилиш билан бирга ўзи ёй зарядсизланишида парчаланиб металлни оксидловчи бўлиб қолади:



бу ерда FeO – темирнинг темирда эрийдиган чала оксиди.

Шундай қилиб, инерт газлари химоя муҳитида пайвандлашдагидек, бу ҳолда ҳам углерод оксиди ҳосил бўлади, у пайвандлаш ваннаси металлининг кристалланиш жараёнида металлда ғовакликлар ҳосил қилади. Ис гази (CO) ҳосил бўлишини сўндириш учун пайвандлаш ваннасининг суюқланган металлга қўшимча сим орқали оксидсизлантирувчи элементлар кремний ва марганец киритилади.

3.3. Химоя газлари муҳитида ёй билан пайвандлаш технологияси

Инерт газлар муҳитида пайвандлаш. Юқори легирланган пўлатлар, титан ва унинг қотишмаларини тўғри кутбли ўзгармас токда пайвандланади. Оксид пардасини бузилиши учун алюмин ва магний қотишмалари ўзгарувчан токда пайвандланади.

Қўлда аргон-ёй билан пайвандлаш горелкани тебратмасдан бажарилади; пайвандлаш зонаси химояси бузулиши эҳтимоли бўлганлигидан горелкани тебратиш тавсия этилмайди. Аргон-ёй горелкаси, мундштуги билан пайвандланадиган буюм орасидаги бурчак 75-80°C бўлиши керак. Эритиб

кўшиладиган сим горелка мундштуги ўқига нисбатан 90° бурчак ҳосил қилиб жойлаштирилади, сим билан буюм орасидаги бурчак 15-20° бўлиши керак.

Аргон ва гелий газлари кимёвий инерт газ хисобланади. Шунинг учун улар бошқа моддалар билан реакцияга киришмайдилар.³¹

Аргон ёки гелий газлари ўрнига газ аралашмаларини ишлатиш баъзи бир ҳолларда пайвандлаш ёйининг турғун ёнишини оширади, металлнинг сачрашини камайтиради, чокнинг шаклланишини яхшилади, эриш чуқурлигини оширади, шунингдек, металлнинг ўтказилишига (кўчирилишига) таъсир қилади ва пайвандлашда иш унимини оширади.

Пайвандлаш учун бошқа элементлар билан кимёвий бирикмалар ҳосил қилмайдиган гелий ва аргон каби инерт газлардан (баъзи бир гидридлар бундан мустасно, улар ҳарорат ва босимининг кичик интервалларидагина барқарор бўлади) фойдаланилади. Саноатда гелийни табиий газларни суюқлантириш йўли билан олинади.

Эримийдиган электродлар билан инерт химоя газлар муҳитида пайвандланган пайванд чок, юкори механик хусусиятларга эга булади. Шунинг учун ушбу усул озик овокат, кимё ва медицина саноатида ва авиакосмик техникасини ишлаб чиқаришда кенг кулланилади.³²

Азот муҳитида пайвандлаш. Мис ва зангламас пўлатларнинг баъзи бир хилларини пайвандлашда ёй зонасини химоя қилиш учун кислород қурилмаларида ректификация йўли билан ҳосил қилинган азотдан фойдаланиш мумкин. Азот бу материалларга нисбатан инертдир. Азот қора рангли, сариқ ҳалқасимон чизиғи бўлган пўлат баллонларда сақланади ва ташилади.

Азот-ёй воситасида пайвандлашда кўмир ёки графит ўзақлар электрод бўлиб хизмат қилади, волфрам электродлар ишлатиш мақсадга мувофиқ эмас, чунки уларнинг сиртида ҳосил бўладиган волфрам жуда кўп сарф бўлади. Азот-ёйда кўмир электрод билан пайвандлашда ёйнинг кучланиши 22-30 В бўлиши лозим. Пайвандлаш тўғри кутбли ўзгармас токда диаметри 6-8 мм ли кўмир электрод билан ток 150-500 А бўлганда бажарилади. Азотнинг сарфи 3-10 л/дақ ни ташкил қилади. азот муҳитида пайвандлаш қурилмаси аргон муҳитида пайвандлаш қурилмасининг айнан ўзи. Кўмир ўзақларни маҳкамлаш учун горелкада алмаштириладиган махсус учликлар бўлиши лозим.

Карбонат ангидрид гази муҳитида пайвандлаш. Карбонат ангидрид гази муҳитида пайвандлаш ҳамма фазовий вазиятларда бажарилади. Пайвандлашда тескари кутбли ўзгармас токдан фойдаланилади.

³¹ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 684

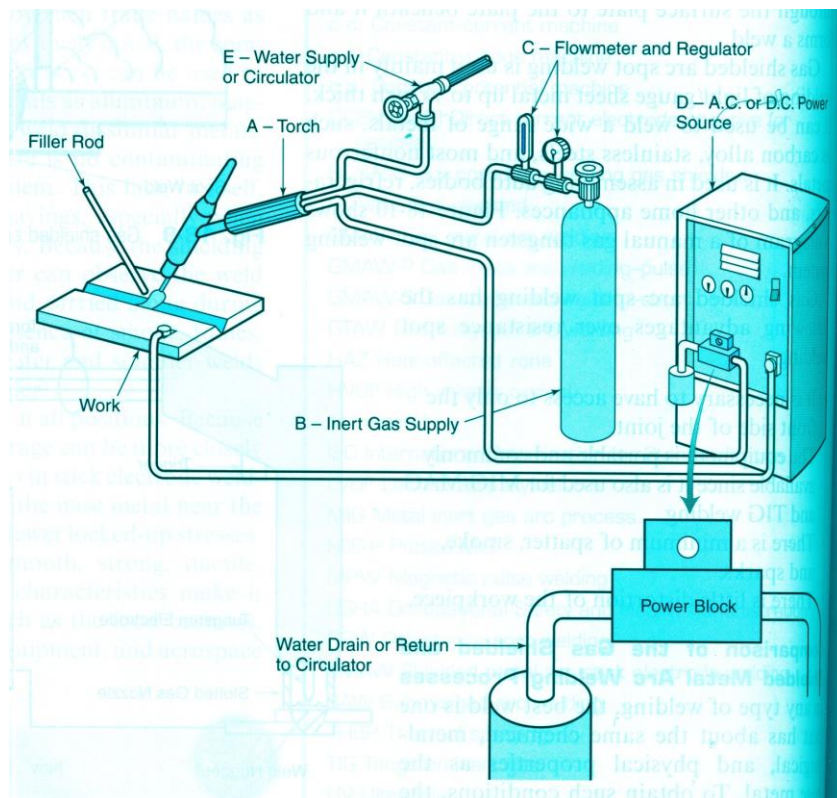
³² Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 570

Ёйнинг ёниш барқарорлигини ошириш, металл камроқ сачраши, чуқурроқ эриши ҳамда иш унуми ортиши учун электроддаги ток ниҳоятда зич бўлиши, яъни танлаб олинган токда нисбатан анча ингичка сим ишлатиб пайвандлаш маъқул.

Кучланишга қараб маълум зичликдаги токда ишлатиладиган ёй узунлиги аниқлаб олинади. Кучланишни жадвалда кўрсатилган чегаралардан каттароқ ёки кичикроқ олиш ёйнинг ҳаддан ташқари калталанишига ёки узайишига олиб келади ва пайвандлаш жараёнини бузади (ёй узилиб қолади, металл сачрайди, ғоваклашиш ҳоллари рўй беради ва ҳ. к.). Юпқа (камида 2 мм) металлни пайвандлашда кучланиш катталиги муҳим аҳамиятга эга бўлади.

Симни узатиш тезлиги амалда мазкур токда ва кучланишда ёй барқарор ёнадиган қилиб танланади. Карбонат ангидрид гази сарфи пайвандлаш ваннасининг атрофдаги ҳаво таъсиридан яхши муҳофазаланишини таъминлаши керак. Мундштукнинг пайвандлаш ваннаси юзасига нисбатан энг маъқул ҳолати (қиялаш бурчаги, масофа) ҳам шу шарт-шароитларга қараб аниқланади. Мундштук билан буюм орасидаги масофа ток 60—150 А, кучланиш 22 В бўлганида одатда 7—14 мм, ток 200—500 А ва кучланиш 30—32 В бўлганида эса 15—25 мм бўлади. Электродни вертикалга нисбатан қиялатиш бурчаги 15—20° ни ташкил этиши лозим.

Пайвандлашдан олдин газ узатила бошланади ва унинг сарфланиши сарф ўлчаш асбоби бўйича ростланади, шланглар ва тутгич ҳаво қолдикларидан пуфлаб тозаланади.



Эрийдиган электродлар билан химоя газлар муҳитида пайвандлаш учун жиозлар³³

Пайвандлаш бошланишида электрод 25—30 мм чиқиб туриши керак.

³³ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practices - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 - p. 572

Электрод бир текисда сурилиши лозим. Юпка металлни пайвандлаш жараёнида электрод факат чок узра илгариланма сурилади, анча қалин металлни пайвандлашда эса электроднинг учи билан кўндаланг ҳаракатлар ҳам қилинади.

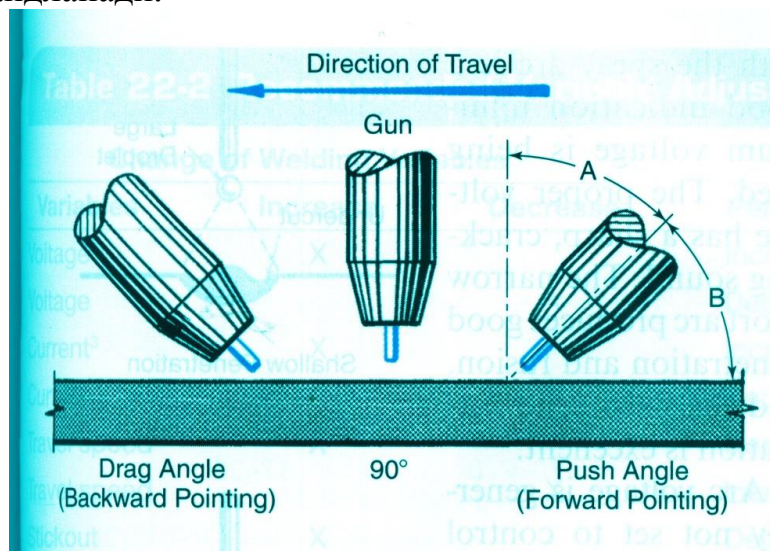
Пайвандчи электродни чапдан ўнгга (бурчаги билан орқага), ёки ундан чапга (бурчаги билан олдинга) ёхуд электрод чок текислигига нисбатан тиккасига жойлаштирилганда «ўзига томон» суриб бориши мумкин. Электродни 5—20° чамаси олдинга ёки орқага қиялатса ҳам бўлади.

Пайвандлаш ваннасининг диаметри 30 мм дан катта бўлмаслиги керак. Кенг чокларни ингичка валиклар ҳосил қилиб катта тезликда пайвандлаш лозим. нгдан чапга (бурчаги билан олдинга) пайвандлаганда асосий металлнинг эриш чуқурлиги камаяди, валик эса кенгроқ чиқади. Бу усулдан юпка металл ёки пайвандлаш ҳамда совуш жараёнида дарз кетишга мойил бўлган легирланган пулатларни пайвандлашда фойдаланилган маъкулроқ.

Тавр бирикмаларнинг бурчак чокларини пайвандлашда электрод билан таврнинг вертикал девори орасидаги бурчак 25 — 35° олинади.

Металл қалинлиги 2 мм дан кам бўлганида ёй газларининг босими эриган металлнинг оқишига йўл қўймаслиги учун горизонтга нисбатан 60° дан ортик бурчак остида жойлашган текисликдаги чоклар, шунингдек вертикал чоклар юқоридаи пастга томон пайвандланади. Пайвандлаётганда иложи борича кичик кучланиш ва ток ишлатилгани маъкул. 2 мм дан қалин металлни электродни «бурчаги билан орқага» қиялатиб, пастдан юқорига томон вертикал чоклар ҳосил қилиб пайвандлаш мумкин.

Горизонтал чоклар пастдан юқорига қаратилган электрод билан, кўндалангига тебратмасдан, 17—18 В кучланишда пайвандланади. Шип чоклар иложи борича кичкина кучланиш ва токдан фойдаланиб, шунингдек карбонат ангидрид газидан кўпроқ сарфлаб, электродни «бурчаги билан орқага» қилиб пайвандланади.



Пайвандлаш горелкасини огиш бурчаклари³⁴

³⁴ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p.

Қалинлиги 1,5 — 3 мм металл «осилган ҳолатда» учма-уч қилиб вертикал ҳолатдаги электродни чок ўқи бўйича суриб пайвандланади. Юпка (0,9—1,2 мм) металл мис тагликда ёки қоладиган пўлат тагликда пастки ҳолатда, ёки вертикал ҳолатда тагликсиз пайвандланади.

Қалинлиги 1 —1,5 мм металлни (зазор 1,5— 2мм гача бўлганда) учма-учига 0,8 мм сим билан карбонат ангидрид газида ярим автоматик пайвандлаш мумкин. Металл зазордан оқмаслиги учун пайвандчи горелкани ваннадан четлаштирмасдан сим узатиш механизмини вақт-вақти билан 0,25 — 0,5 сек тўхтатиши керак. Бу ҳолда эритиб ёпиштирилган металл қотади ва тирқишдан оқиб тушмайди. Бундан ташқари, асосий металлни эриб тешилиш ихтимоли бўлмайди. Қувурлар учма-учига ана шундай пайвандланади.

Пайвандлашни тугатаётиб, кратерни металлга тўлдириш, сўнгра симнинг узатилишини тўхтатиш ва горелкани четлатмасдан токни ажратиш ва ваннадаги металл қотмағунига қадар карбонат ангидрид гази узатилиши керак.

Назорат саволлари:

1. Химоя газлари мухотида ёй билан пайвандлашнинг мохияти нимадан иборат?
2. Химоя газлари мухотида пайвандлаш усуллари қандай классификацияланади?
3. Карбонат ангидрид гази мухотида пайвандлаш металлургияси қандай хусусиятлари бор?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - Connect Learn Success, 2012
2. R. Blondeau. Metallurgy and mechanics of Welding – London: ISTE Ltd, 2008
3. J. Norrish. Advanced welding processes – N.Y.: IOP published limited, 2002

4-мавзу. Флюс остида, электр-шлакли, электрон-нурли ва лазерли пайвандлаш технологияси ва жихозлари

Режа:

- 4.1. Флюс остида пайвандлаш металлургияси
- 4.2. Флюс остида пайвандлаш учун жихозлар
- 4.3. Электр-шлакли пайвандлаш.
- 4.4. Электрон-нурли пайвандлаш.
- 4.5. Лазерли пайвандлаш.

Таянч иборалар: флюс остида пайвандлаш, пайвандлаш аппарати, пайвандлаш каллаги, пайвандлаш автомати, пайвандлаш трактори, электрод симини узатиш механизми, ток узатувчи мундштук, тўғриловчи механизм

4.1 Флюс остида пайвандлаш металлургияси

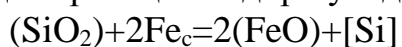
Флюс остида пайвандлаш автоматик ёки ярим автоматик усулда бажарилиши мумкин. Пайвандлаш худуди кукунсимон флюс билан химояланади.³⁵ Пўлатларни яримавтоматик ва автоматик пайвандлашда флюслар ёйнинг ёниш зонасида суяқ металлга кимёвий таъсир қилади ва пайвандлаш ваннасини легирлайди. Флюснинг химоялаш хоссалари унинг физикавий ҳолатига (шишасимон ёки пемза кўринишида бўлишига) ва дондорланишига боғлиқ. Флюс ва пайвандлаш ваннасининг кимёвий таркибига қараб флюс суяқ металлга кимёвий таъсир қилади ёки пассив ҳолатда қолади.

Флюс-силикатлар таркибида икки хил оксидлар: асосли ва кислотали оксидлар бўлади, шу сабабдан асос ёки кислота характерли флюслар деб юритилади.

Асосли флюслар, одатда, кремний воситасида тиклаш жараёни пайванд чокнинг шаклланишига салбий таъсир кўрсатганида, легирланган пўлатларни пайвандлашда ишлатилади.

Флюс остида пайвандлашда учта фаза: шлакли (флюсли), газли ва металл фаза бўлади. Пайвандлаш ёйининг флюс остида ёниш жараёнида бу фазалар орасида алмашиш-қайтарилиш реакциялари содир бўлади.

Пайвандлаш ваннасининг энг иссиқ қисмида металл ва шлак фазалари орасида куйидаги реакция содир бўлади:



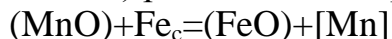
Бу реакция агар флюс таркибидаги силикат кислота миқдори кўп бўлиб, ундаги темир (II)-оксид (FeO) концентрацияси ва пайвандлаш ваннасидаги кремний миқдори кам бўлганда содир бўлади. Юқорида курсатилган реакция бўйича ҳосил бўладиган темир (II)-оксид шлакка ва қисман металлга ўтади, бинобарин, металл чоки бир вақтнинг ўзида ҳам кремнийга, ҳам кислородга (темир (II)-оксид билан) тўйинади. Бунда шуни таъкидлаб ўтиш зарурки, агар флюснинг кристаллиги ортиб кетса, пайвандлаш ваннасида флюсдан қайтарилган кремний миқдори жуда ортиб кетиши мумкин. Кам углеродли қайнайдиган пўлатларни пайвандлашда юқоридаги

³⁵ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practices - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 793

реакциянинг аҳамияти катта бўлади. Суяқ металлда флюсдан қайтарилган кремнийнинг камида 0,2% бўлиши пайвандлаш ваннасининг кристалловчи қисмида СО нинг ҳосил бўлиш реакциясини йўқотиш ва сўндириш ҳамда зич чок ҳосил қилишга ёрдам беради.

Пайванд чокнинг силикатли қўшилмалар билан ифлосланиши бу реакциянинг салбий томонидир.

Флюсда марганец (II)-оксид (MnO) нинг кўп бўлиши ва темир (II)-оксиднинг кам бўлиши туфайли металл ва шлак фазалари орасида марганецни қайтариш (оксидланиш) реакцияси содир бўлади:



Флюсда MnO нинг концентрацияси кўплиги марганецнинг қайтарилишига флюснинг асослигини оширишга, темир оксидларининг камайишига ёрдам беради, бинобарин, флюсда MnO кам миқдорда бўлганида марганец оксидланади, кўп миқдорда бўлганида эса қайтарилади. Марганецнинг флюсдан қайтарилиши металл-шлак системасида темир (II)-оксиднинг ортишига ёрдам беради, бинобарин, суяқланиш зонасида суяқ металл бир оз оксидланади.

Пайвандлаш ваннасининг суяқланган металлга кимёвий жиҳатдан актив бўлган флюс кремний ва марганец қайтариладиган рақцияларнинг яхши ўтишига ёрдам беради. Бу ҳолда углероднинг оксидланиши юз беради; бунда икки ҳолатни назарда тутиш лозим:

1) ваннанинг юқори ҳароратли қисмида содир бўладиган углероднинг оксидланиши суяқ металлнинг оксидсизланишига олиб келади;

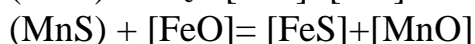
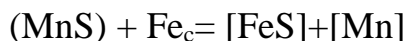
2) ваннанинг кристаллаштирувчи қисмида углероднинг оксидланиши металл чокида ғовакликлар ҳосил бўлишига ёрдам беради.

Флюс остида автоматик пайвандлаш углеродли пулатларни, хроммолибденли ва зангламайдиган пулатларни пайвандлаш учун ишлатилади.³⁶

Пайвандлаш ваннасининг кристаллаштирувчи қисмида углероднинг оксидланиш реакциясининг содир бўлишини сўндириш мақсадида ваннада кремнийнинг зич чок ҳосил қилишга имкон берадиган зарур миқдори (камида 0,1%) бўлиши зарур.

Пайвандлаш флюсларида оз миқдорда (0,15% гача) олтингугурт бўлади; у металл чокидаги энг зарарли қўшимчалардан биридир. Олтингугурт, шароитга қараб, флюсдан металлга ёки аксинча, металлдан флюсга ўтади. Олтингугуртнинг металл чокига (пайвандлаш ваннасига) ўтиши учун энг қулай шароит, у флюс таркибида темир сульфид – FeS кўринишида бўлганида яратилади; FeS суяқ металлда яхши эрийди. Таркибида кўп миқдорда марганец бўлган флюсларда, олтингугурт марганец сульфидига (MnS) боғланган бўлиб, у темирда ёмон эрийди.

Пайвандлаш ваннасида куйидаги кимёвий рақциялар содир бўлиши мумкин:



³⁶ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practices - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 794-795

Пайвандлаш ваннасида MnS нинг FeS га айланиши оксидланиш учун шароит яратилганида ва металлда кам марганец бўлганида содир бўлади. MnS нинг FeS га айланиш жараёни тўхтатилишига металлда марганецнинг, шлакда марганец чала оксиди (MnO)нинг кўплиги сабаб бўлади.

Темир сулфиди металл чокидаги зарарли аралашма ҳисобланади. Кристалланиш даврида темир сулфиди дендритлараро бўшлиқларда осон суюкланадиган эвтектика $FeS\cdot Fe$ ни ҳосил қилади (суюкланиш ҳарорати $940^{\circ}C$ га яқин) у эса чокда иссиқ ҳолида ёриқлар ҳосил бўлишига олиб келади.

Таркибида марганец кўп бўлган флюслар остида пайвандлаш жараёнида фосфор флюсдан металл ваннасига ўтади. Флюснинг кислоталиги қанча юқори бўлса, бу жараён шунча тўлароқ ўтади. Металл чокида фосфорнинг бўлиши унинг зарбий қовушоқлигини камайтиради.

Пайвандланадиган қирраларнинг сиртидаги занг ёки қуйинди пайванд чок металлда ғовакликлар ҳосил бўлишига сабаб бўлади.

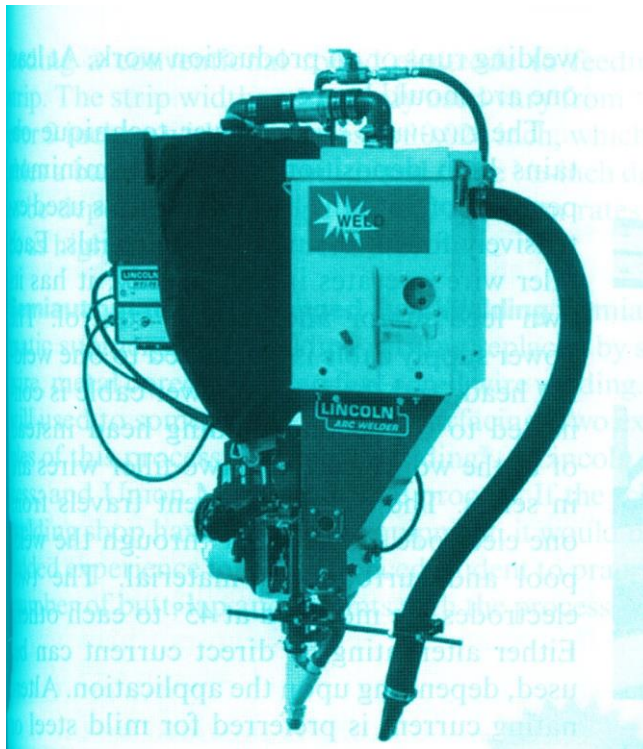
4.2 Флюс остида пайвандлаш учун жихозлар

Механизациялашган флюс остида ёйли пайвандлашни бажариш учун жихозлар жамланмаси керак бўлади: таъминлаш манбаи, пайвандлаш аппарати, механик жихозлар ва қурилмалар булар буюмни йиғишда аниқлик учун ва сифатли пайванд бирикмани ҳосил қилиш учун керакдир. Ушбу технологик жихатдан бири-бирига боғлиқ бўлган жихозлар жаманмасини *пайвандлаш ускуналари* деб аталади.

Пайвандлаш аппарати деб пайванд бирикмани бажаришда операция ва усулларни механизациялаштириш ва автоматлаштириш учун керак бўладиган электр асбоблар ва механизмлар жамланмасига айтилади. Пайванд бирикмани бажариш жараёни учун операция ва усулларни қуйидагича ажратиш мумкин: пайванд ёйини кўзғатиш ва талаб этилган режимларда ёй ёнишини турғунлигини таъминлаш, пайвандлаш зонасига электродни узатиш, чок ўқи бўйлаб электродни йўналтириш, талаб этилган тезлик билан йўналтирилган йўналиш бўйича ёй силжишини пайвандланаётган қирралар бўйича силжитиш, пайвандлаш зонасига флюсни узатиш, ишлатилмаган флюсни йиғиш, пайвандлаш жараёнини тўхтатиш ва кратерни пайвандлаб тўлдириш.

Ёйни кўзғатиш, электрод симини узатиш режимни ушлаб туриш ва пайвандлаш жараёнини тўхтатиш қурилмасига *пайвандлаш каллаги* дейилади.

Агар пайвандлаш каллаги тўғрилаш механизми тизими билан, флюс учун бункер, сим учун кассеталар ўзи юрар аравачага бириктирилган бўлса уни *ўзи юрар пайвандлаш автомати* дейилди. Ўзи юрар пайвандлаш автомати махсус ўрнатилган йўналтиргичлар бўйла ҳаракатланади ва бир



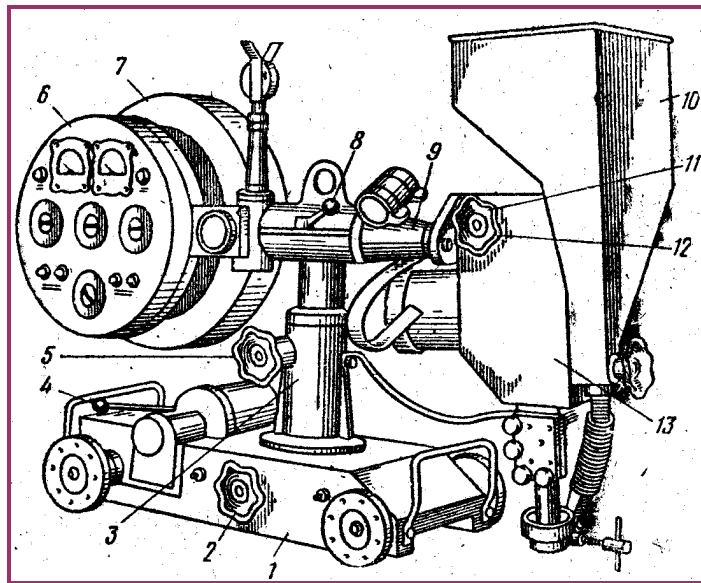
Электр ёйли пайвандлаш учун автомат³⁷

- Флюс остида автоматик пайвандлашнинг куйидаги авзаликклари мавжуд:
- юкори сифат;
 - ишлаб чиқариш унумдорлиги юкори;
 - арзон тан нархи;
 - турли хил пайванд бирикмаларни пайвандлаш имкониятига эга.³⁸

Пайвандлаш бирикмани бажариш жараёнида пайвандлаш қирралари йўналиши бўйича, бевосита буюм юзаси бўйича ёки релс йўли бўйича ҳаракатланувчи пайвандлаш аппаратига *пайвандлаш трактори* дейилади.

³⁷ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 799

³⁸ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 793



Пайвандлаш трактори:

1 – аравача, 2 – кўндаланг корректор, 3 – устун, 4 – муфта дастаси, 5 – фиксатор маховиги, 6 – бошқарув пулти, 7 – ғалтак, 8 – даста, 9 – шайин, 10 – флюс учун бункер, 11 – даста; 12 – вертикал корректор; 13 – пайвандлаш каллагии.

Пайвандлаш каллагии тўғрилаш механизми тизимлари билан, флюс учун бункер ва сим учун ғалтаги билан пайвандланаётган буюм тепасига силжимайдиган қилиб маҳкамланган қурилмага *осма пайвандлаш аппарати* дейилади. Осма пайвандлаш аппаратларини қўллашда буюм ўзи механик жихозлар (манипуляторлар, айлантиргичлар, роликли стендлар) ёрдамида ҳаракатга келтирилади, ёй эса ҳаракатсиз бўлиб тураверади. Осма пайвандлаш аппаратлари аравачаларга ҳам ўрнатилади, масалан, узун тўғри чизиқли чоклар ҳосил қилиш учун ёки пайвандлаш аппаратини бир позициядан иккинчи позицияга ўтказиш ва хоказолар учун аравачаларга ўрнатилади.

Флюс остида пайвандлашда таъминлаш манбаи сифатида узгармас токда ишлайдиган тугрилагич ва узгарувчан токдаги трансформатор ишлатилади.³⁹

Пайвандланаётган қирралар бўйлаб ёйни пайвандчи қўли билан ҳаракатлантирадиган ва фақатгина электрод симини узатиш механизми ўрнатилган қурилмага *шлангли ярим автомат* дейилади.

Флюс остида ярим автоматик пайвандлаш учун жихозларга пайвандлаш ёйини таъминловчи манба, флюс учун бункер, пайвандлаш каллагии, сим учун кассета, пайвандлаш симини узатиш учун механизм ва бошқарув аппарати киради.⁴⁰

Эрийдиган электрод билан ёйли пайвандлаш учун автоматлар қуйидаги аломатлар бўйича классификацияланади:

³⁹ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 795

⁴⁰ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 801

1) ёй зонасини химоя қилиш бўйича (пайвандлаш учун автоматлар: флюс остида, химоя газларда, флюс остида ва химоя газларда);

2) пайвандлаш токи қўлланилдиған тури бўйича (ўзгармас, ўзгарувчан, ўзгармас ва ўзгарувчан тоқларда пайвандлашда);

3) сопло ва пайвандлаш қаллагини совутиш усули бўйича (табиий совутиш, мажбурий совутиш – сув ёки газ билан);

4) электрод симини узатиш тезлигини ростлаш бўйича (равон, равон-поғонали, поғонали ростлаш);

5) пайвандлаш тезлигини ростлаш бўйича (равон, равон-поғонали, поғонали ростлаш);

6) электрод симини узатиш бўйича (мустақил – сим узатиш тезлиги доимий, ва ёй кучланишига боғлиқ узатиш – автомат ростлагичлар билан).

Пайвандлаш қаллагида доимий узатиш тезлиги билан ёй узунлиги ўзғариш оралиғида режим тикланиши, ёйнинг ўз-ўзидан ростланиши оқибатида вақтинчалик электрод эриш тезлиги ўзғариши хисобига бўлади. Ёй оралиғи қатталаниши натижасида пайвандлаш токи кучи пасаяди, бу эса электрод эриш тезлигини камайтиради. Ёй узунлигини қисқариши пайвандлаш токи ва эриш тезлигини оширишга олиб келади.

Ёй кучланишларини автоматик ростлаш билан пайвандлаш қаллагларида ёй оралиғи узунлигини бузилиши, электрод симини узатиш тезлигини шундай ўзгартирадики (ўзгармас ток электр юритгичга таъсир этиб), ёйга қўйилган кучланиш қайта тикланади.

Ҳамма ярим автоматлар қуйидаги аломатлар бўйича классификацияланади:

1) ёй зонасини химоя қилиш бўйича (ярим автоматлар пайвандлаш учун: флюс остида, фаол химоя газларда, инерт газларда, фаол ва инерт газларда, очик ёй билан);

2) горелкани совутиш бўйича:

- табиий совутиш;

- мажбурий совутиш – сув ёки газ билан;

3) электрод сими тури бўйича

- яхлит қирқимли сим;

- куқунли сим;

4) электрод симини узатиш тезлигини ростлаш бўйича:

- равон;

- поғонали;

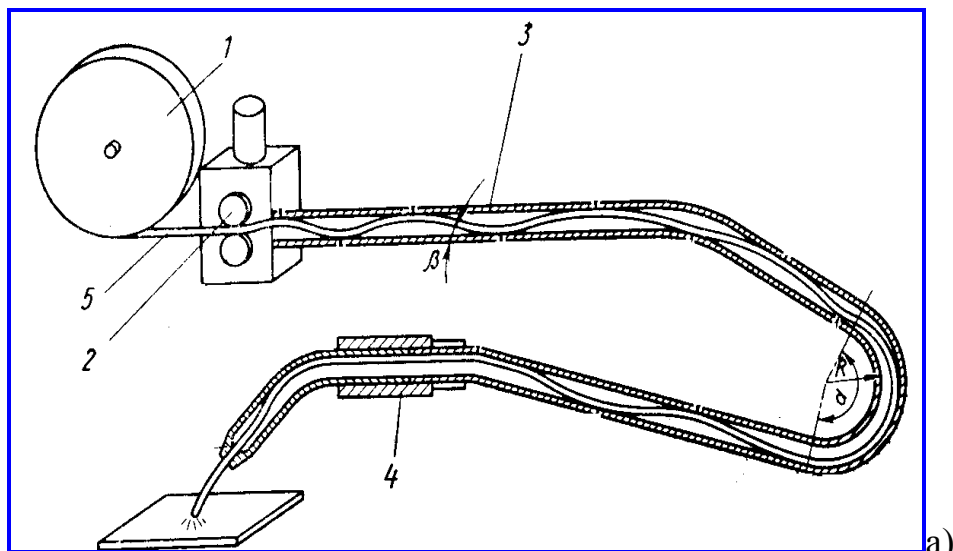
- равон- поғонали;

5) электрод симини узатиш бўйича:

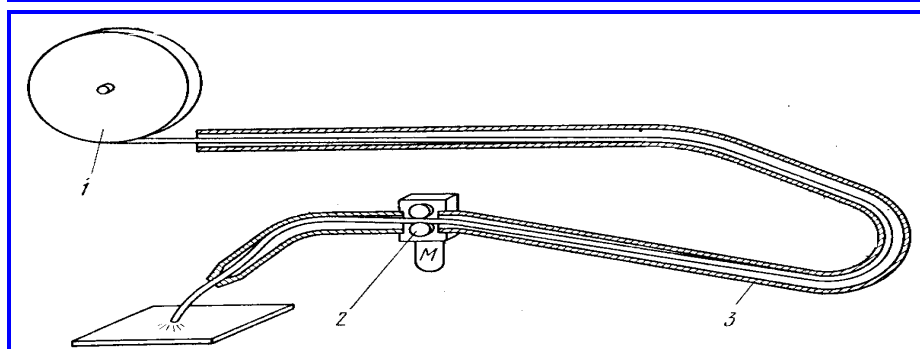
- итарувчи;

- тортувчи;

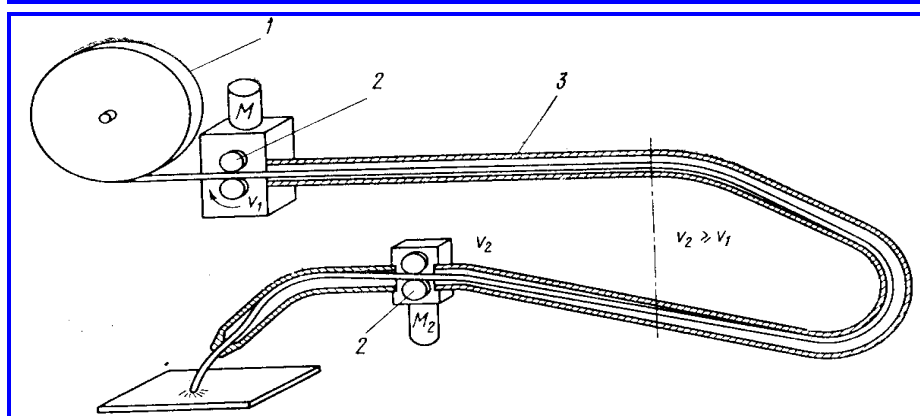
- итарувчи-тортувчи.



а)



б)



в)

Шлангли ярим автоматлар:

а – итарувчи турдаги; б – тортувчи турдаги; в – итарувчи-тортувчи турдаги:

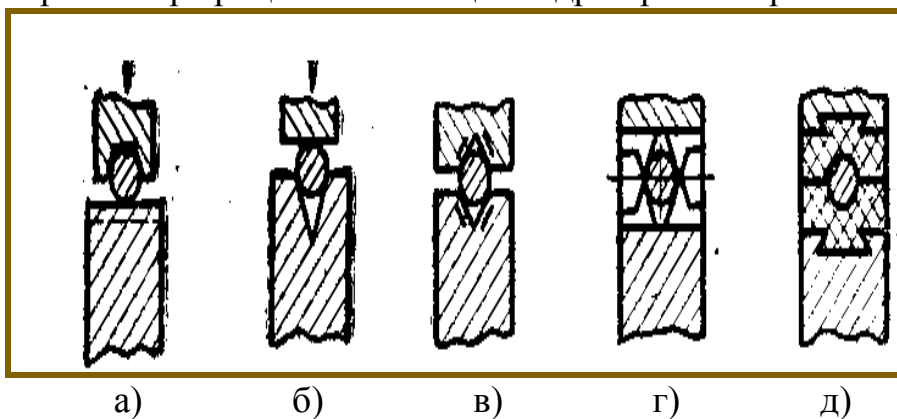
1 – сим учун ғалтак; 2 – узатувчи роликлар; 3 - эгилувчан шланг; 4 – горелка; 5

- СИМ

Электрод симини узатиш механизми юритмадан ва роликларни узатувчи тизимлардан иборат. Юритма берилган тезлик билан узатувчи роликларни айлантиришини ва электрод сими узатиш тезлигини берилган қийматини тўғрилашни таъминлайди. Узатувчи механизмлар юритмаси сифатида асинхрон юритма ва алмаштирувчи шестернялари билан редуктор ёки тезликлар қутиси ишлатилади. Алмаштирилувчи шестернялари билан узатиш механизми аппаратлари

серияли ёки хажмли ишлаб чиқаришда кенг қўлланилди, чунки пайвандлаш режими нисбатан кам алмаштирилади.⁴¹

Алмаштирилувчи шестернялари билан узатиш механизмлари қурилмаси осон ва ишлатилиши оддий. Пайвандлаш режимини тез-тез ўзгартириб туриш керак бўлган кам серияли ишлаб чиқаришда, узатиш мееханизмининг тезликлар қутиси билан, вариаторлар билан бўлган аппаратлар ишлатилади. Узатувчи роликлар конструкциялар тизими пайвандлаш зонасига турли диаметрли ва турли ашёли симларни кам деформация билан кассетадан стабил узатишни таъминлаш керак. йиқча билан, силлиқ ариқча билан, ўйиқча ва ариқча билан, резиналанган роликлар билан, шестеренли роликлар ариқчаси билан цилиндрлик роликлар ишлатилади.

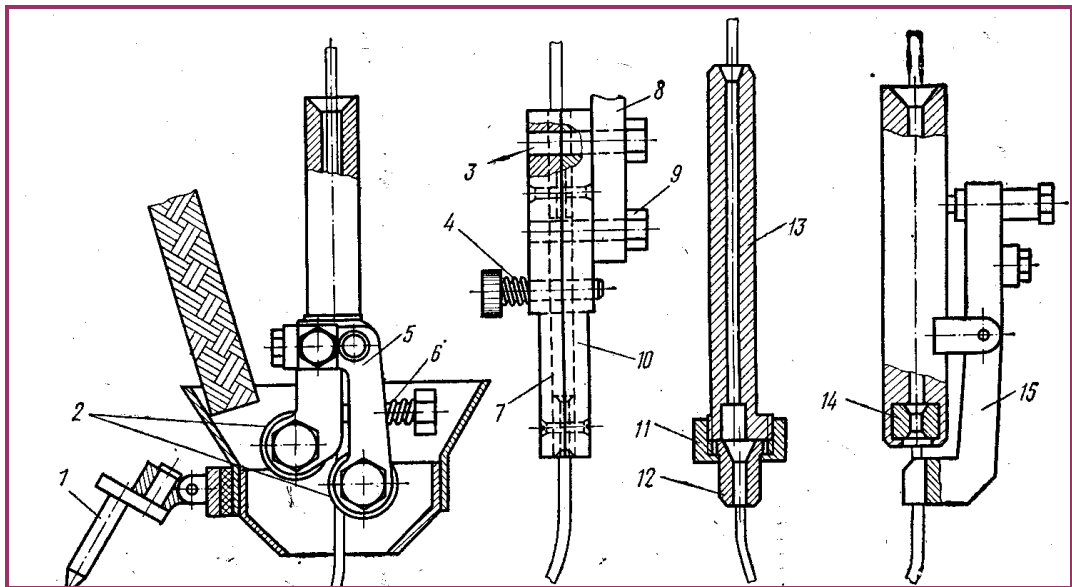


Узатувчи роликлар турлари:

а – цилиндрлик ўйиқли ролик; б – силлиқ ариқчали ролик; в – ўйилган ариқчали ролик; г – шестеренли ариқчали ролик; д – цилиндрлик резинали ролик.

Ток узатувчи мундштуклар пайвандлаш зонасига электродни йўналтириш учун ва унга токни узатиш учун хизмат қилади. Мундштуклар роликли, колодкали, қувурчали, этикчали бўлади. Этикчали мундштуклар ингичка диаметрли (2 мм гача) бўлган симлар билан ишлаш учун мўлжалланган. Роликли, колодкали ва қувурчали мундштуклар 3-6 мм диаметрли симлар билан пайвандлаш учун мўлжалланган.

⁴¹ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 802



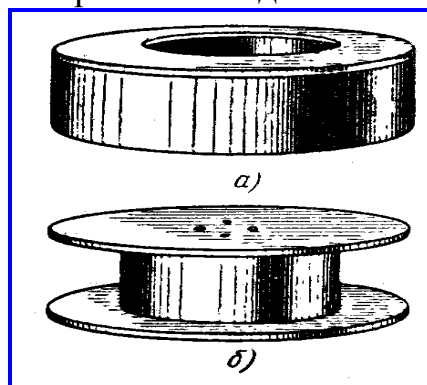
Ток узатувчи мундштуқлар:

а – роликли; б – колодкали; в – қувурчали; г – этикчали:

1 – кўрсатгич, 2 – контактлаштирувчи роликлар; 3 – йўналтирувчи ўзак; 4, 6 – пружиналар, 5 – корпус, 7 – характланувчи колодка, 8 – ток узатма, 9 – ток узатмани маҳкамлаш, 10 – харакатланмайдиған колодка, 11 – гайка, 12 – учлик, 13 – қувурча, 14 – киргизма, 15 – ток узатма.

Тўғриловчи механизмлар электрод симини тўғрилаш учун мўлжалланган. Эркин айланувчи роликлар тизими орқали сим ўтказилади, роликлар шундай жойлаштирилганки, симнинг қийшиқ жойлари тўғриланиб кетади.⁴² Кўпгина замонавий пайвандлаш аппаратларида сим тўғрилаш механизми фақат битта текислик бўйича ётади. Тўғрилаш учун икки ва ундан кўп текисликлар бўйича тўғрилаш механизмлари конструкциялари ишлаб чиқилган.

Сим учун ғалтаклар. 3-5 мм ли симлар билан пайвандлашда энг кўп тарқалган ғалтаклар бу ёпиқ турдаги ғалтаклар. Сим диаметри 2 мм гача бўлган шлангли аппаратларда очик турдаги ғалтаклар ишлатилади.

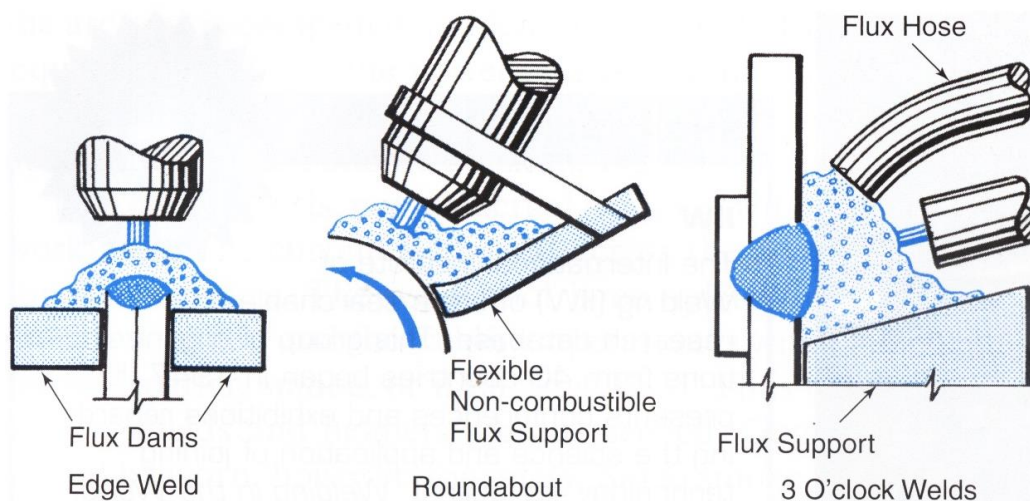


Пайвандлаш сими учун ғалтаклар: а – ёпиқ; б – очик

⁴² Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 802

Силжитиш механизлари берилган тезлик билан пайвандлаш ёйини силжитиш учун, пайвандлаш аппаратини кўлда ёки маршли тезлик билан биринчи холатига келтириш учун хизмат қилади. Силжитиш механизми сифатида кўп холларда уч ёки тўрт ғилдиракли йўналтирувчи релс бўйича силжувчи аравача қўлланилади. Силжиш тезлигини алмаштирувчи шестеренлар, алмаштирувчи ғилдираклар билан ёки ўзгармас ток юритгичининг айланишлар сонини ўзгартириб ростлаш мумкин.

Флюс учун аппаратлар пайвандлаш зонасига флюсни узатиш учун ва пайвандлашдан сўнг ишлатилмай қолган флюсни йиғиш учун хизмат қилади. Пайвандлаш тракторларида шлангли аппаратлар ушлагичида пайвандлаш зонасига флюсни узатиш учун бункер ўрнатилади. Осма ўзи юрар пайвандлаш аппаратларида флюс учун аппаратлар ўрнатилган, улар пайвандлаш зонасига флюсни узатиш учун ва ишлатилмай қолган флюсни йиғиш учун мўлжаллангандир. Ушбу флюс учун аппаратлар уч тизимли бўлади: сўрувчи, ҳайдовчи (босим билан юбориш) ва сўрувчи-ҳайдовчи. Флюс учун аппаратлар 0,5—0,6 МПа босимли сиқилган ҳаво тармоғига уланади.



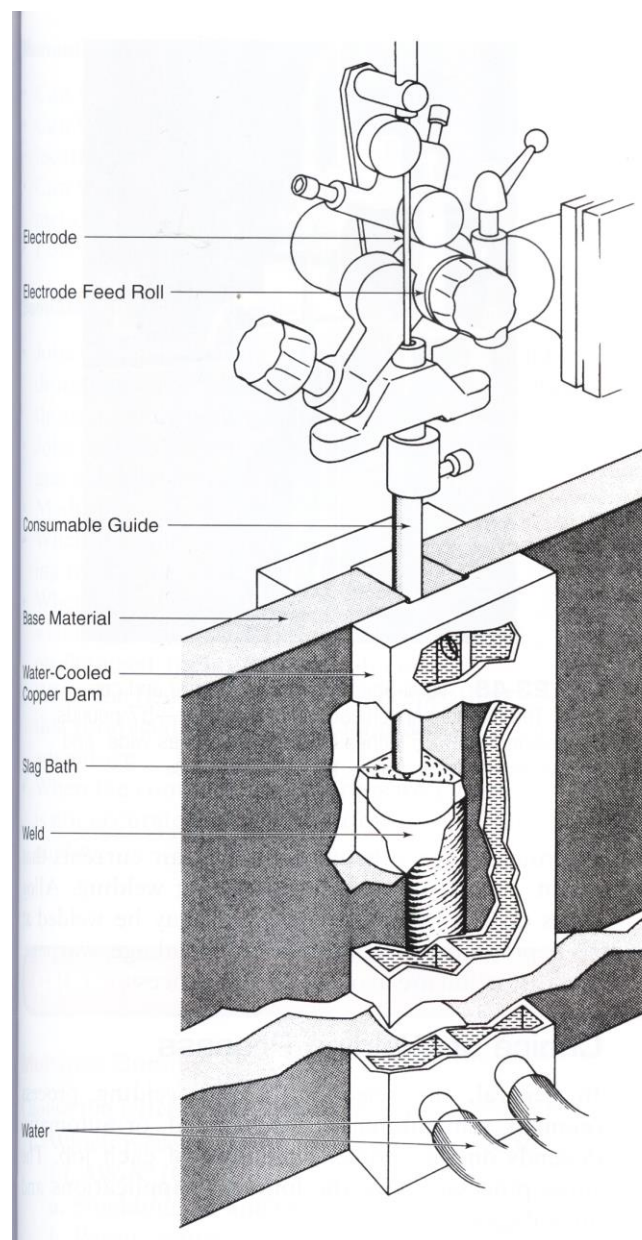
Флюс остида пайвандлашда флюсни ушлаб туриш усуллари⁴³

Тўғрилаш механизми пайвандлашдан олдин пайвандлаш ёйини жойлаштиради ва пайвандлаш вақтида пайвандлаш ёйини пайвандланаётган қирраларига нисбатан ростлаш. Тўғрилаш механизми конструкциясига нисбатан ушбу тўғрилашларни кўлда ёки автоматик равишда бажариш мумкин.

4.3. Электр-шлак пайвандлаш

Электр-шлак пайвандлаш – бу эритиб пайвандлаш усули бўлиб, бунда чокни қиздириш учун, иссиқлик, эриган шлак орқали ўтаётган электр ток ёрдамида қиздирлади.

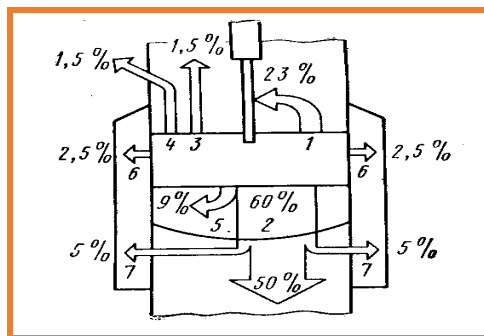
⁴³ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practices - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p.



Электр-шлак пайвандлаш чизмаси.⁴⁴

Электр-шлак пайвандлашда электр токи шлакли ваннадан ўтаётиб асосий ва қўшимча металлни эритади ва эритмани юқори хароратини ушлаб туради. Электр-шлак жараён, шлакли ваннанинг 35-60 мм чуқурлигида турғиндир, бу учун эса чок ўзагининг жойлашиши вертикал ҳолатда бўлиши керак. Чок юзасини мажбурий совитиш учун мисли сув қурилма ёрдамидан фойдалинилади. Электр-шлак пайвандлашда электр қувватнинг ҳаммаси шлак ваннасига ўтади ундан эса электродга ва пайвандланаётган қирраларга ўтади. Турғун жараён фақат шлак ваннасида доимий ҳарорат 1900-2000 °С бўлиши керак. Пайвандланаётган металллар қалинлик диапазони 20 – 3000 мм.

⁴⁴ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practices - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 805

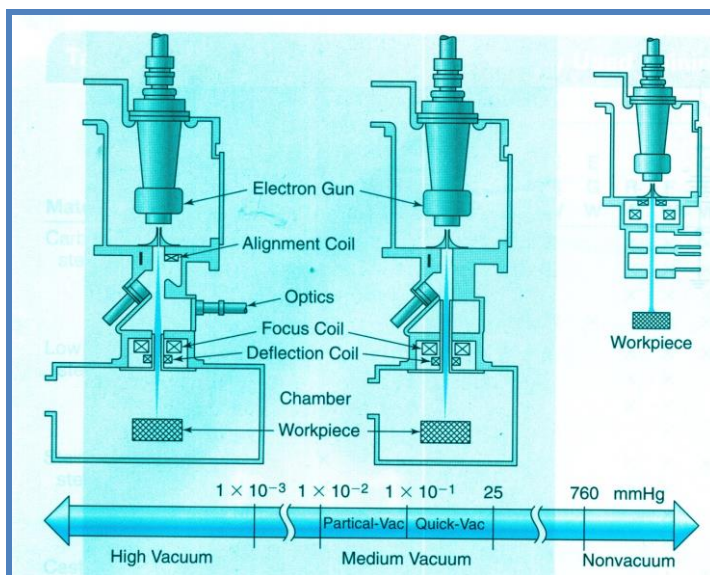


100 мм қалинликда бўлган пўлатни электршлак усулда пайвандлашда иссиқлик баланси:

4.4. Электрон-нурли пайвандлаш

Электрон-нурли пайвандлаш – бу эритиб пайвандлаш усули бўлиб, бунда металл қизиши электр майдон таъсирида тез харакатланувчи электрон нурлар оқими натижасида қизийди. Электронлар буюм юзасига тегиб ўзининг кинетик энергиясини бериб иссиқлик энергиясига айланади ва металлни 5000-6000 °С гача қиздиради. Ушбу жараён одатда герметик ёпиқ камерада бажарилади (вакуум ушланиб турилиши керак). Электрон нур ёрдамида пайвандлашда тановарлар қалинлиги 0,01 дан 100 мм ва бундан ҳам қалинроқ бўлиши мумкин.

1879 йилда Крукс катодли нурлар ёрдамида платинани қиздиришни кўрсатди. Томпсон катод нурлари электр зарядланган зарраларни ташкил этишини аниқлади. Милликен 1905-1917 йилларда электронларни ўзига хос табиатини ва зарядини аниқлади ва исботлади. Электрон – нур пайвандлаш техника ва технологиясини Д.А Стор номи билан боғлиқ, у француз атом энергияси комиссиясида ишлаб ўзининг тадқиқот натижаларини 1957 йилда чоп этди.⁴⁵

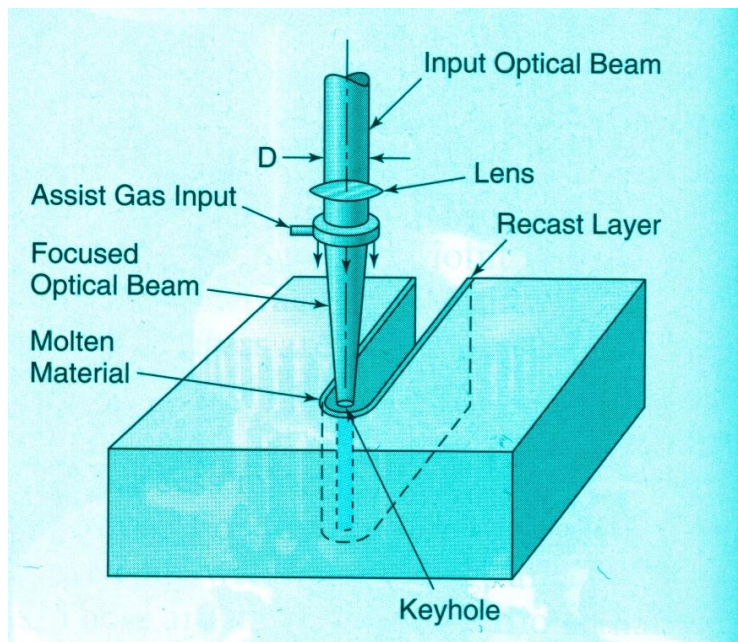


⁴⁵ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 839

4.5. Лазерли пайвандлаш

Лазерли пайвандлаш – бу эритиб пайвандлаш усули бўлиб, бунда детални қиздириш учун лазер нурланиш энергияси қўлланилади.

Лазерли пайвандлашда иссиқлик манбаи сифатида, махсус қурилмадан олинadиган технологик лазер деб аталувчи кучли концентратлашган ёруғлик нури ишлатилади.



Лазерли пайвандлаш ва кесиш чизмаси.⁴⁷

Қаттиқ жисмли технологик лазер – бу цилинрик ўзак шаклидаги рубин кристалл; ялтиратиб кумушланган юзалари оптик нур қайтаргичлар бўлиб ҳисобланади. Ўзакнинг чиқиб турувчи қисми ёруғлик нурлари учун қисман шофоф. Пушти рангли рубин Al_2O_3 , хром атомлари ташкил этади, уларнинг ҳар бири учта энергетик даражаси мавжуд. Нурланувчи трубканинг ксенон лампа чақнашида хром атомлари ёниб юқори энергетик даражаси билан тавсифланади. Тахминан 0,05 микро дақиқадан кейин қизил рангли фотонларни тартибсиз нурлатиб ўйғонган атомларнинг бир қисми аввалги энергетик ҳолатига қайтади. Кристалл бўйлаб нурлаётган бу фотонларнинг айрим қисмлари, янги фотонларни нурланишини кўзғатади. Бошқа йўналиш бўйлаб тушаётган фотонлар ён текисликлар орқали кристаллни тарк этади. Қизил фотонлар оқими кристалл ўзаги бўйлаб ошиб боради. Улар навбатма навбат шишали ён томонлар чегарасида акс этади, токи уларнинг тезлиги кристаллнинг ярим шафоф ён текислиги чегарасидан ўтиб ташқарига чиқишга етарли бўлмаганча. Натижада кристаллнинг чиқиш томонидан когерент монохроматик нурланиш кўринишида қизил ёруғлик оқими нурланади.

⁴⁶ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 842

⁴⁷ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 844

Ташқи кўзғатиш таъсирида рубин кристалида фотонлар шаррасини кўчкисимон ўсиши схемаси

Назорат саволлари:

1. Пайвандлаш автомати деб нимага айтилади?
2. Пайвандлаш ярим автомати деб нимага айтилади?
3. Пайвандлаш трактори деб нимага айтилади?
4. Электр-шлакли пайвандлаш мохияти нимадан иборат?
5. Электрон-нурли пайвандлаш мохияти нимадан иборат?
6. Лазерли пайвандлаш мохияти нимадан иборат?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - Connect Learn Success, 2012
2. R. Blondeau. Metallurgy and mechanics of Welding – London: ISTE Ltd, 2008
3. J. Norrish. Advanced welding processes – N.Y.: IOP published limited, 2002

IV. Амалий машғулот материаллари

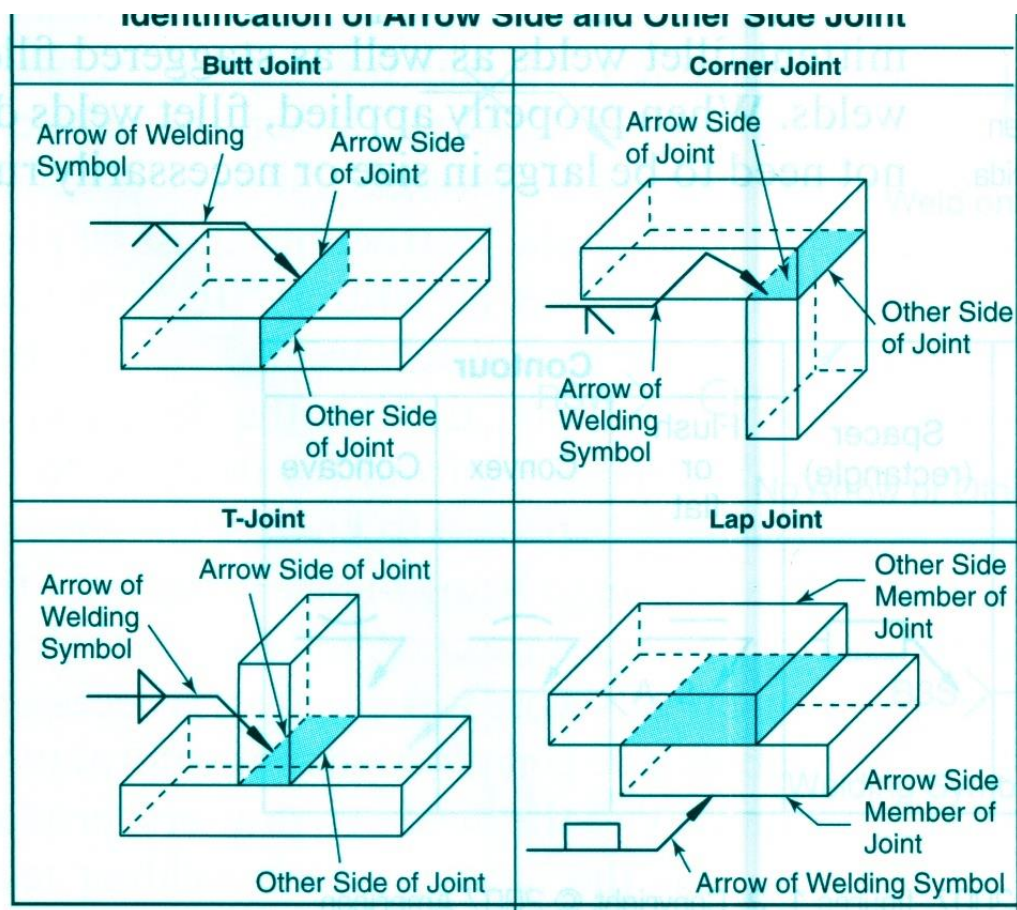
1- амалий машғулот:

ЗАМОНАВИЙ ЭРИТИБ ПАЙВАНДЛАШ УСУЛЛАРИНИНГ КЛАССИФИКАЦИЯСИ

Ишдан мақсад: Пайванд бирикмалар ва чокларнинг тури, уларнинг ўлчамлари ва чизмада белгиланиши ўрганиш.

Пайванд бирикмалар ва чокларнинг тури, уларнинг ўлчамлари ва чизмада белгиланиши давлат стандартлари билан белгилаб қўйилган.

Чизмаларнинг режаларида ва ён томондан кўринишларида кўринадиган чокнинг жойи туташ чизик билан, кўринмайдиган чокни пунктир чизик билан белгиланади. Кўндаланг кесимларда чокнинг чегаралари туташ ёгон чизиклар билан, пайвандланадиган деталларнинг қирралари эса ингичка туташ чизиклар билан кўрсатилади. Чокни унинг тасвирида стрелкаси бир томонлама оғма чизик билан ва иккинчи учуда чокнинг шартли белгисини ёзиш учун токча (полка) билан белгиланади.



Чизмаларда пайванд чокни белгилаш⁴⁸

⁴⁸ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practices - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p.1004

1 – чокнинг шартли белгиси; 2 – айна чокни пайвандлаш усули белгиланган стандартнинг белгиси; 3 – чокнинг харфий-рақамли белгиси; 4 – пайвандлаш усулининг шартли белгиси; 5 – бурчакли чокнинг катети; 6 – узлукли чок учун пайвандланадиган участканинг узунлиги ва занжирли ёки шахматсимон чок эканлигини билдирувчи белги; 7 – ёрдамчи белгилар.

Тингловчиларга буюм чизмасига пайванд чокларини белгилаш вазифалари берилади.

Назорат саволлари:

1. Чизмаларда пайванд чокни белгилаш андай амалга оширади?
2. Кате лчами олдида куйиладиган белгини курсатинг
3. Чокнинг харфий-рақамли белгиси нимани билдиради?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - Connect Learn Success, 2012
2. R. Blondeau. Metallurgy and mechanics of Welding – London: ISTE Ltd, 2008
3. J. Norrish. Advanced welding processes – N.Y.: IOP published limited, 2002

2- амалий машғулот:

Ёйли дастакли пайвандлаш технологияси ва жихозлари

Ишдан мақсад: Ёйли дастакли пайвандлаш режим параметрларини ҳисоблаш.

Пайвандлаш режими деганда пайвандлаш жараёнида бажариладиган шартлар йиғиндиси тушунилади. Пайвандлаш режими параметрлари асосий ва қўшимча параметрларга бўлинади. Пайвандлаш режимининг асосий параметрларига токнинг катталиги, тури ва кутблилиги; электроднинг диаметри, кучланиш, пайвандлаш тезлиги ва электрод учининг кўндаланг тебраниш катталиги киради, қўшимча параметрларга – электрод қулочининг катталиги, электрод қопламасининг таркиби ва йўғонлиги, асосий металлнинг бошланғич ҳарорати, электроднинг фазодаги вазияти (вертикал, қия) ва пайвандлаш вақтида буюмнинг вазияти киради.

Электрод симнинг диаметри пайвандланадиган металл қалинлигига қараб танланади (1 - жадвал).

1-жадвал

Учма-уч бирикмаларни пайвандлашда пайвандланаётган металл қалинлигига нисбатан электрод сими диаметри

Пайвандланадиган металл қалинлиги, мм	0,5—1,5	1,5—3	3—5	6—8	9—12	13-20
Электрод симнинг диаметри, мм	1,5—2,0	2—3	3—4	4—5	4—6	5—6

Электрод диаметри катта бўлса, пайвандлашда иш унуми ошади, лекин пайвандланадиган металл эриши мумкин, вертикал ва шип ҳолатдаги чокларни ишлаш қийинлашади, чок туби чала эриши мумкин. Шунинг учун ҳам кўп қатламли чокнинг биринчи қатлами ҳамма вақт диаметри 4—5 мм электрод билан пайвандланади. V-симон ишланган чокнинг барча қатламларини бир хил (максимал йўл қўйилган диаметрли) электрод билан пайвандлаш мумкин.

Вертикал ва шип чоклар диаметри 5 мм дан ортиқ бўлмаган электродлар билан пайвандланади. Чатим (хар жойдан туташтириш) чоклар ва эритиб ётқизиладиган кичик кесимли валиклар диаметри 5 мм дан ортмайдиган электродлар билан бажарилади.

Ток кучи кам бўлса, иссиқлик пайвандлаш ваннасига йетарли даражада келмайди ва асосий металл билан эритилган металл яхши бирикмаслиги мумкин. Натижада пайванд бирикманинг мустахкамлиги кескин камаяди. Ток хаддан ташқари кучли бўлганида, пайвандлашни бошлагандан кейин сал вақт ўтиши билан электрод қизиб кетади, унинг метали тез эриб чокка оқиб тушади. Натижада чокка эритиб қўшиладиган металлдан ортиқча тушади, электроднинг

суяқ металл эримаган асосий металлга тушиб қолгудек бўлса, чала пайвандланган жойлар ҳосил бўлиш хавфи туғилади.

2-жадвал

Электрод диаметрига нисбатан ток кучи ва кучланишнинг боғликлиги⁴⁹

Electrode Dia.	Electrode Classification					
	E6010 E6011	E6013	E7016	E7018	E7028	E7024
1/16		20–40 A ¹ 17–20 V ²	No size	No size	No size	No size
3/32	30–80 A 22–24 V	30–80A 17–21 V	60–100 A 17–22 V	70–120 A 17–21 V	No size	100–145 A 20–24 V
1/8	80–120 A 24–26 V	70–120 A 18–22 V	80–120 A 18–22 V	100–150 A 18–22 V	140–190 A 21–25 V	140–190 A 21–25 V
5/32	120–160 A 24–26 V	120–170 A 18–22 V	140–190 A 20–24 V	120–200 A 20–24 V	180–250 A 22–26 V	180–250 A 22–26 V
3/16	140–220 A 26–30 V	140–240 A 20–24 V	170–250 A 21–25 V	200–275 A 21–25 V	230–305 A 23–27 V	230–305 A 23–27 V
7/32	170–250 A 26–30 V	210–300 A 21–25 V	240–320 A 23–27 V	260–340 A 22–26 V	275–365 A 23–28 V	275–365 A 27–28 V
1/4	200–300 A 28–32 V	200–350 A 22–26 V	300–400 A 24–28 V	300–400 A 23–27 V	335–430 A 24–29 V	335–430 A 24–29 V
5/16	250–450 A 28–32 V	250–450 A 23–27 V	375–475 A 24–28 V	375–470 A 23–28 V	400–525 A 24–30 V	400–525 A 24–30 V

Кам углеродли пўлатни пастки ҳолатда учма-уч қилиб пайвандлаш учун ток миқдорини танлашда қуйидаги формуласидан фойдаланса ҳам бўлади:

$$I_{\text{пай}}=(20+6d)d,$$

Бу йерда:

$I_{\text{пай}}$ —ток, а;

d —электрод металл стерженининг диаметри, мм.

Вертикал ва шип чокларни пайвандлашда пастки ҳолатдаги чокларни пайвандлашдагига қараганда ток қиймати 10-20 % кам бўлади.

Бирикмаларни устма-уст ва тавр шаклида пайвандлашда катта ток ишлатилиши мумкин. Чунки бундай ҳолларда эриб тешилиш ҳоллари кам булади.

Токнинг тури ва қутблилиги ҳам чокнинг шакли ва ўлчамларига таъсир қилади. Тесқари қутбли ўзгармас ток билан пайвандлашда суяқланиб қўйилиш узунлиги тўғри қутбли ўзгармас ток билан пайвандлашдагидан 40-50% ортиқ,

⁴⁹ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 420

бунга сабаб анод ва катодда ажралаётган иссиқлик миқдорининг турлича бўлишидир.

Ўзгарувчан ток билан пайвандлашда тўла пайвандлаш чуқурлиги тескари кутбли ўзгармас ток билан пайвандлашдагидан 15—20% кам бўлади.

Ёй билан дастаки пайвандлашда кучланиш металлнинг тўла пайвандлаш чуқурлигига кам таъсир қилади, хатто бу таъсирни назарга олмаса ҳам бўлади. Чокнинг кенглиги электрод кучланишига тўғри боғланган. Кучланиш ортганида чокнинг кенглиги ортади.

Топширик вариантлари

№	Пайванд-ланадиган металл қалинлиги с, мм	Пайванд чокларини бажарилишига рухсат этилган фазовий ҳолати	№	Пайвандланадиган металл қалинлиги с, мм	Пайванд чокларини бажарилишига рухсат этилган фазовий ҳолати
1	0,5	Пастки	1	3,0	Шип
2	1,0	Вертикал	2	3,2	Пастки
3	1,2	Горизонтал	3	3,4	Вертикал
4	1,4	Шип	4	3,5	Горизонтал
5	1,5	Пастки	5	3,6	Шип
6	1,8	Вертикал	6	3,7	Пастки
7	2,0	Горизонтал	7	3,8	Вертикал
8	2,2	Шип	8	4,0	Горизонтал
9	2,4	Пастки	9	4,2	Шип
10	2,5	Вертикал	10	4,4	Пастки
11	2,6	Горизонтал	11	4,5	Вертикал
12	2,8	Шип	12	4,8	Горизонтал
13	3,0	Пастки	13	5,0	Шип
14	3,2	Вертикал	14	0,5	Пастки
15	3,4	Горизонтал	15	1,0	Вертикал
16	3,5	Шип	16	1,2	Горизонтал

17	3,6	Пастки	17	1,4	Шип
18	3,7	Вертикал	18	1,5	Пастки
19	3,8	Горизонтал	19	1,8	Вертикал
20	4,0	Шип	20	2,0	Горизонтал
21	4,2	Пастки	21	2,2	Шип
22	4,4	Вертикал	22	2,4	Пастки
23	4,5	Горизонтал	23	2,5	Пастки
24	4,8	Шип	24	2,6	Вертикал
25	5,0	Пастки	25	2,8	Горизонтал

Назорат саволлари:

1. Пайвандлаш режими деб нимага айтилади?
2. Ёйли дастакли пайвандлашнинг режим параметрларига нималар киради?
3. Пайвандлаш токи кучи қандай ҳисобланади?
4. Электрод симнинг диаметри нимага қараб танланади?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - Connect Learn Success, 2012
2. R. Blondeau. Metallurgy and mechanics of Welding – London: ISTE Ltd, 2008
3. J. Norrish. Advanced welding processes – N.Y.: IOP published limited, 2002

3- амалий машғулот:

Ҳимоя газлар муҳитида пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари

Ишдан мақсад: ҳимоя газлар муҳитида пайвандлаш режим параметрларини ҳисоблаш.

Карбонат ангидрид газлари муҳитида пайвандлаш режими асосий параметрларига қуйидагилар киради: пайвандлаш токи, ёйдаги кучланиш, пайвандлаш тезлиги, пайвандлаш симини узатиш тезлиги, карбонат ангидрид газини сарфи.⁵⁰

1. Пайвандлаш токи кучини формула бўйича аниқланади

$$I_{\text{рау}} = K_0 / K_0 \times 100, \text{ A}$$

⁵⁰ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 344

K_0 қиймат 6.1 – жадвал бўйича аниқлаймиз

1-жадвал

d_e , мм	1,2	1,4	1,6	2,0	3,0	4,0	5,0
K_0 , мм/А	2,1	2,0	1,75	1,55	1,45	1,35	1,2

2. Электрод сими диаметри, мм

$$d_E = 1,13\sqrt{I_{PAY} / j}$$

Бу йерда ж-ток зичлиги чегараси, А/мм².

3. Ёйдаги кучланиш:

$$v_{\text{ёй}} = 20 + \frac{50 \cdot I_{pay}}{1000 \cdot d_{el}} + 1$$

4. Карбонат ангидрид газини сарфини 6.2 – жадвалдан аниқланади.

Карбонат ангидрид газини сарфини ва электрод чиқишини электрод диаметрига боғлиқлиги

2-жадвал

d_e , мм	0,5÷0,8	1,0÷1,4	1,6÷2,0	2,5÷3,0
Q_{CO_2} , л/ мин	5÷7	8÷16	15÷20	20÷30
I_e , мм	7÷10	8÷14	12÷18	16÷22

Мисол. Катет қиймати $k=4$ мм, бўлган карбонат ангидрид химоя газини муҳитида ёйли пайвандлаш учун режимини аниқлаймиз.

1. Чок энини аниқлаймиз:

$$b = \psi_b c, \text{ мм}$$

бу ерда ψ_b - вал шакли коэффициентси, $\psi_b=5-8$, $\psi_b=5$ қабул қиламиз

c – қоплама баландлиги, $c = 3$ мм

$$b = 5 \cdot 3 = 15 \text{ мм}$$

2. Қопланган металл кесим юзасини аниқлаймиз:

$$F_H = 0,75bc, \text{ мм}^2$$

$$F_H = 0,75 \cdot 15 \cdot 3 = 33,75 \text{ мм}^2$$

3. Чокни умумий баландлигини аниқлаймиз:

$$C = b/\varphi, \text{ мм}$$

$\varphi_{ш}$ – чок шакли коэффициентси қуйидагига

$\varphi_{ш} = 0,8 \div 2,0$, $\varphi_{ш} = 2$ қабул қиламиз

$$C = 15/2 = 7,5 \text{ мм}$$

4. Эриш чуқурлигини формула бўйича аниқлаймиз:

$$K_0 = C - c, \text{ мм}$$

$$K_0 = 7,5 - 3,0 = 4,5 \text{ мм}$$

5. Пайвандлаш токи кучини аниқлаш.

Пайвандлаш токи кучини формула бўйича аниқлаймиз:

$$I_{\text{пай}} = K_0 / K_0 \times 100, \text{ А}$$

K_0 қиймат 6.1 – жадвал бўйича аниқлаймиз

$$d_e = 1,2 \text{ учун } K_0 = 2,1 \text{ мм/А қабул қиламиз}$$

Пайвандлаш токи қиймати $I_{\text{пай}} = 4,5 / 2,1 \times 100 = 214 \text{ А га тенг}$

$$I_{\text{пай}} = 215 \text{ А қабул қиламиз}$$

6. Пайвандлаш симини узатиш тезлигини аниқлаш.

Пайвандлаш симини узатиш тезлиги:

$$v_{\text{пш}} = \alpha_p \cdot I_{\text{св}} / (F_e \cdot \gamma), \text{ м/соат}$$

Бу ерда α_p график кўринишда аниқлаймиз $\alpha_p = 11$

F_e – электрод симини кўндаланг кесим юзаси,

$$F_e = \frac{\pi d_e^2}{4} = 3,14 \cdot 1,4^2 / 4 = 1,53 \text{ мм}^2$$

$$V_{\text{пш}} = 11 \times 225 / (1,53 \cdot 7,8) = 207,4 \text{ м/соат}$$

7. Ёй кучланишини аниқлаш $v_d = 20 + \frac{50 \cdot I_{\text{пай}}}{1000 \cdot d_{el}} + 1$

$$U_{\text{ёй}} = 20 + \frac{50 \cdot 215}{1000 \cdot 1,2} \pm 1 = 28 \div 30 \text{ В}$$

8. Электрод чиқишини аниқлаш

$$l_e = 12 \text{ мм қабул қиламиз}$$

9. Карбонат ангидрид газини сарфини аниқлаш.

$d = 1,2 \text{ мм}$ пайвандлаш сими учун карбонат ангидрид газини сарфи – 12 л/мин ни ташкил этади.

10. Пайвандлаш тезлигини аниқлаш

$$v_{\text{най}} = \frac{F_E}{F_n} v_{\text{пш}}, \text{ м/соат}$$

$$v_{\text{най}} = \frac{1,53}{33,75} 210 = 9,52 \text{ м/соат}$$

Карбонат ангидрид ҳимоя гази муҳитида пайвандлаш режимларини ҳисобланг.

3-жадвал

Топшириқ вариантлари

№	Пайванд чокнинг катет қиймати к, мм	№	Пайванд чокнинг катет қиймати к, мм
1	0,5	1	3,0

2	1,0	2	3,2
3	1,2	3	3,4
4	1,4	4	3,5
5	1,5	5	3,6
6	1,8	6	3,7
7	2,0	7	3,8
8	2,2	8	4,0
9	2,4	9	4,2
10	2,5	10	4,4
11	2,6	11	4,5
12	2,8	12	4,8
13	3,0	13	5,0
14	3,2	14	0,5
15	3,4	15	1,0
16	3,5	16	1,2
17	3,6	17	1,4
18	3,7	18	1,5
19	3,8	19	1,8
20	4,0	20	2,0
21	4,2	21	2,2
22	4,4	22	2,4
23	4,5	23	2,5
24	4,8	24	2,6
25	5,0	25	2,8

Назорат саволлари:

1. Пайвандлаш режими деб нимага айтилади?
2. Химоя газлар мухитида пайвандлашнинг режим параметрларига нималар киради?
3. Пайвандлаш токи кучи кандай ҳисобланади?
4. Пайвандлаш симининг диаметри нимага қараб танланади?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - Connect Learn Success, 2012
2. R. Blondeau. Metallurgy and mechanics of Welding – London: ISTE Ltd, 2008
3. J. Norrish. Advanced welding processes – N.Y.: IOP published limited, 2002

4- амалий машғулот:

Флюс остида пайвандлаш пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари
Ишдан мақсад: Флюс остида пайвандлаш режим параметрларини ҳисоблаш.

Флюс остида пайвандлаш режими асосий параметрларига қуйидагилар киради: пайвандлаш токи, ёйдаги кучланиш, пайвандлаш тезлиги, пайвандлаш симини узатиш тезлиги.⁵¹

1. Пайвандлаш токи кучини қуйидаги формула билан аниқланади:

$$I_{\text{пай}} = (80 - 100)h_1$$

Бу ерда h_1 — эриш чуқурлиги, мм.

Бир ўтишли бир томонли пайвандлашда $h_1 = c$ қабул қилинади, икки томонли пайвандлашда $h_1 = (0,6 — 0,7)c$ (тирқишсиз йиғиш, пайвандлаш четларини тайёрлаб), бу йерда c — пайвандланаётган детал қалинлиги. Бурчак чокларни пайвандлашда учма-уч бирикмаларни пайвандлашдаги ҳисоб-китоблар бажарилади, пайвандлаш қирраларини 90° га очиш билан.

2. Электрод сими диаметри, мм

$$d_E = 1,13\sqrt{I_{\text{пай}} / j}$$

Бу ерда j — ток зичлиги чегараси, А/мм².

Ток зичлиги чегараси турли диаметрли электродлар учун диаметр электродига боғлиқ (1- жадвал).

1-жадвал

Электрод диаметрига нисбатан ток зичлиги чегарасига боғлиқлиги

d_E , мм	2	3	4	5	6
j , А/мм ²	65-200	45-90	35-60	30-50	25-45

3. Пайвандлаш тезлиги:

$$v_{\text{пай}} = A/I_{\text{пай}}, \text{ м/соат}$$

A коэффициенти бу ерда электрод диаметрига нисбатан танланади (2 - жадвал):

2-жадвал

A коэффитсиентини электрод диаметрига нисбатан боғлиқлик чегараси

d_E , мм	2	3	4	5	6
$A \cdot 10^{-3}$, $A \cdot \text{м/соат}$	8-12	12-16	16-20	20-25	25-30

4. Ёйдаги кучланиш:

$$U_{\text{юв}} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_э}} \pm 1, \text{ В}$$

Мисол. Пайванд буюмни қалинлиги $s=16,0$ мм ни ташкил этади. Бир тарафининг эриш чуқурлиги $0,5c$ дан $0,5$ мм га кўп бўлиши керак, чунки чок ўзаги яхши пайвандланиши учун, иккинчи томондан эса $0,75c$ га кам, чунки эриган метални оқиб кетишини баргараф этиш учун. Яъни эриш чуқурлиги $8,5...12$ мм

⁵¹ Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012 – p. 800

диапазоида бўлиши керак. Шартларга кўра эриш чуқурлигини $x=10$ мм деб қабул қиламиз.

1. Пайвандлаш токи кучини формула бўйича аниқлаймиз

$$I_{pay} = \frac{h}{k} 100, A$$

Бу ерда k – пропорционаллик коэффициентси, бу ток тури ва қутбига, электрод диаметрига, флюс маркасига боғлиқ. Флюс маркаси АН-348А ва электрод симининг диаметри 4 мм бо ўлса $k=1,15$ тенг болади.

$$I_{pay} = \frac{h}{k} 100 = \frac{100}{1,15} 100 = 869 A$$

$I_{pay} = 870 A$ қабул қиламиз.

2. Ёй кучланишини аниқлаш $U_d = 20 + \frac{50 \cdot I_{sv}}{1000 \cdot d_{el}} \pm 1$

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 870}{1000 \cdot 4} \pm 1 = 30 \div 32 B$$

3. Эриш чуқурлиги ψ_{ep} коэффициентсини. Графики бўйича, $\psi_{ep}=2,85$ ни қабул қиламиз.

4. ψ_{ep} билган ҳолда, чок эни b ни аниқлаймиз:

$$b = \psi_{ep} x = 2,85 \cdot 10 = 28,5 \text{ мм}$$

$b=28$ мм қабул қиламиз

5. Валик шакли коэффициентсини билган ҳолда яъни $\psi_b = b/c = 5 \div 8$, чокни бўртиб чиқанлигини аниқлаймиз; $\psi_b = 5$ деб қабул қиламиз, у ҳолда $c = b/\psi_b = 28,5/5 = 5,7$ мм ташкил этади.

6. Қопланган металл кесим юзасини аниқлаймиз: F_n :

$$F_n = 0,75bc = 0,75 \cdot 28 \cdot 5,7 = 119,7 \text{ мм}^2$$

7. Эритиб қоплаш коэффициентсини аниқлаймиз $\alpha_{ек} = A + B \cdot I_{пай}/Дел$

$A=7,0$ ва $B=0,04$ Ўзгарувчан ток учун

$$\alpha_n = 7 + 0,04 \cdot 870/4 = 15,7 \text{ г/А} \cdot \text{соат}$$

8. Пайвандлаш тезлигини аниқлайлаамиз:

$$v_{pay} = \frac{\alpha_n I_{pay}}{F_n \gamma} = \frac{15,7 \cdot 870}{119,7 \cdot 7,8} = 14,6 \text{ м/с}$$

9. Пайвандлаш симини узатиш тезлигини аниқлаймиз

$$v_{p.p.} = \frac{4\alpha_n I_{pay}}{\pi d^2 \gamma} = \frac{4 \cdot 15,7 \cdot 870}{3,14 \cdot 4^2 \cdot 7,8} = 139,4 \text{ м/с}$$

10. Электрод чиқишини аниқлаймиз:

Электрод чиқиш қийматини 3 – жадвалдан оламиз

3-жадвал

Электрод симини чиқиши унинг диаметрига боғлиқлиги

de, мм	0,5	0,8	1,2	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0
-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

$l_e, \text{мм}$	5÷7	6÷8	8÷12	14÷16	15÷18	18÷20	20÷25	25-30
------------------	-----	-----	------	-------	-------	-------	-------	-------

$l_e = 25$ мм қабул қиламиз

Флюс остида пайвандлашнинг пайвандлаш режимини ҳисобланг
4-жадвал

Топширик вариантлари

№	Пайвандланадиган металл қалинлиги с, мм	№	Пайвандланадиган металл қалинлиги с, мм
1	0,5	1	3,0
2	1,0	2	3,2
3	1,2	3	3,4
4	1,4	4	3,5
5	1,5	5	3,6
6	1,8	6	3,7
7	2,0	7	3,8
8	2,2	8	4,0
9	2,4	9	4,2
10	2,5	10	4,4
11	2,6	11	4,5
12	2,8	12	4,8
13	3,0	13	5,0
14	3,2	14	0,5
15	3,4	15	1,0
16	3,5	16	1,2
17	3,6	17	1,4
18	3,7	18	1,5
19	3,8	19	1,8
20	4,0	20	2,0
21	4,2	21	2,2
22	4,4	22	2,4
23	4,5	23	2,5
24	4,8	24	2,6
25	5,0	25	2,8

Назорат саволлари:

1. Пайвандлаш режими деб нимага айтилади?
2. Флюс остида пайвандлашнинг режим параметрларига нималар киради?
3. Пайвандлаш токи кучи қандай ҳисобланади?
4. Пайвандлаш симининг диаметри нимага қараб танланади?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - Connect Learn Success, 2012
2. R. Blondeau. Metallurgy and mechanics of Welding – London: ISTE Ltd, 2008
3. J. Norrish. Advanced welding processes – N.Y.: IOP published limited, 2002

V. Кейслар банки

Кейс-1.

09Г2С маркали пўлатдан тайёрланган косинка деворга пайвандланган ва горизонтал йўналган Р куч билан юкланган. Горизонтал йўналган Р куч билан юкланганда муаммо келиб чиққан.

Вазифалар:

1. Пайванд бирикма мустахкамлиги қайта ҳисоблаб чиқиб муаммони ечимини топиш.

2. Кучни вертикал ҳолда йўналтириш мумкинлиги текширилсин. $H=200\text{mm}$, $a=160\text{mm}$, $k=5\text{mm}$, $P=4000\text{кг}$, $[\sigma]=2000\text{кг/см}^2$.

Кейсни бажариш якка тартибда ва кичик гуруҳларда кўриб чиқиш.

Кейс-2

Ст.3 маркали пўлатдан тайёрланган коробка кесимли пайванд балка вертикал ҳолда маҳкамланган. Балка деворини горизонтал лист билан бириктирувчи пайванд чок ва вертикал чокларни мустахкамликка ҳисобланганда кутилаётган натижага эришилмаган. Бунинг кўриб чиқиб сабабини аниқлаш керак.

Кейсни бажариш блсқичлари ва топшириқлар:

Балка деворини горизонтал лист билан бириктирувчи пайванд чок ва вертикал чокларни мустахкамликка ҳисоблансин: $L=200\text{mm}$, $P=9000\text{кг}$, $[\sigma]=0,9 [\sigma]$

Кейсининг ечимини якка тартибда ва кичик гуруҳларда ҳал этиш.

Кейс-3.

Пайванд буюмни қалинлиги $s=16,0$ мм ни ташкил этади. Бир тарафининг эриш чуқурлиги $0,5s$ дан $0,5$ мм га кўп бўлиши керак, чунки чок ўзаги яхши пайвандланиши учун, иккинчи томондан эса $0,75s$ га кам, чунки эриган метални оқиб кетишини бартараф этиш учун. Яъни эриш чуқурлиги $8,5...12$ мм диапазонида бўлиши керак. Шартларга кўра эриш чуқурлигини $\chi=10$ мм деб қабул қиламиз.

1. Пайвандлаш токи кучини формула бўйича аниқлаймиз

$$I_{\text{pay}} = \frac{h}{k} 100, \text{ A}$$

Бу ерда k – пропорционаллик коэффитсиенти, бу ток тури ва қутбига, электрод диаметрига, флюс маркасига боғлиқ. Флюс маркаси АН-348А ва электрод симининг диаметри 4 мм бо ўлса $k=1,15$ тенг болади.

$$I_{\text{pay}} = \frac{h}{k} 100 = \frac{100}{1,15} 100 = 869 \text{ A}$$

$I_{\text{pay}} = 870 \text{ A}$ қабул қиламиз.

2. Ёй кучланишини аниқлаш $Y_d = 20 + \frac{50 \cdot I_{sv}}{1000 \cdot d_{el}} \pm 1$

Шартларга кўра эриш чуқурлигини $\chi=10$ мм деб қабул қилинганда пайвандлаш токи кучини формуласи бўйича натижасинатўғри кўрсаткични берган.

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

Ст.3 маркали пўлатдан тайёрланган икки пластина, бир қаторда жойлашган 5 нуқта ёрдамида контакт пайвандланган. Юқори пластина ўлчамлари минимал кўринишда лойихалаш ва а пайванд бирикма мустаҳкамлиги текшириш амалга оширилган. Лекин текшириш натижасида Юқори пластина ўлчамлари минимал кўринишда лойихасида муаммо содир бўлган.

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. Эритиб пайвандлашнинг тарихи ва ривож;
2. Эритиб пайвандлашнинг республика халқ хўжалигида тутган ўрни;
3. Карбонат ангидрид муҳитида нуқталар билан пайвандлаш;
4. Импульс – ёйли пайвандлаш;
5. Ҳимоя газ муҳитида пайвандлашнинг махсус усуллари;
6. Ёйли пайвандлашнинг технологик моҳияти;
7. Пайвандлаш қурилмаларининг механик ва ёрдамчи жиҳозлари;
8. Пайвандлаш режимини чок таркиби ва шаклига таъсири;
9. Газ алангасида ишлов беришда иссиқлик жараёнлари;
10. Ҳаво – ёйли кесиш;
11. Рангли металлларни кесиш технологиясининг моҳияти;
12. Пўлатларни кесиш технологиясининг моҳияти;
13. Термик кесиш машиналарини турлари.
14. MIG пайвандлаш моҳияти
15. TIG пайвандлаш моҳияти.

VII. Глоссарий

Термин	Ўзбек тилидаги шарҳи	Инглиз тилидаги шарҳи
Пайвандлаш	пайвандладиган қисмларни маҳаллий ёки умумий қиздириб, пластик деформациялаб ёи уларнинг биргаликдаги таъсирида атомлараро боғланишни ҳосил қилиш юли билан машина деталлари, конструкциялар ва иншоотларни ажралмас қилиб бириктириш процесси	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.
Кавшарлаш	қаттиқ ҳолатдаги материалларни эритилган кавшар билан ажралмайдиган қилиб бириктириш.	A process of joining metal through the use of molten solder without affecting the base metal; the molten solder adheres to the metal during the coolin
Электр ёй	газда ҳосил бўладиган мустақил ёй разряди хилларидан бири; бунда разряд ҳодисалари ингичка, равшан ёруглонадиган плазма шнурига тўпланади.	The physical gap between the end of the electrode and the base metal. The physical gap causes heat due to resistance of current flow and arc rays.
Электр ёйли пайвандлаш	бириктириладиган деталларни уларнинг четалрини электр ёй разряди ёрдамида эритиб пайвандлаш; бунда пайвандладиган металл билан электрод орасида разряд уйғотилади	An arc welding process which melts and joins metals by heating them with an arc, between a covered metal electrode and the work. Shielding gas is obtained from the electrode outer coating, often called flux. Filler metal is primarily obtained from the electrode core.
Электрод	электр токини пайвандладиган, эритиб ёпиштириладиган ёки кесилладиган жойга келтириш учун хизмат қиладиган, электр ўтказиш материалларидан тайёрланган ўзак.	An arc-welding electrode layered with flux to shield the molten weld puddle from the air prior to the puddle solidifyi
Пайвандлаш горелкаси	ёй билан пайвандлашда ишлатиладиган пайвандлаш горелкаси –электродни маҳкамлайдиган, унга ток кучи келтирадиган ва пайвандлаш зонасига ҳимоя газни берадиган	A device used in the TIG (GTAW) process to control the position of the electrode, to transfer current to the arc, and to direct the flow of the sheilding gas

	қурилма.	
Флюс остида пайвандлаш	металлни оксидланиш ва азотланишдан ҳимоя қилиш мақсадида флюс остида электр ёйли пайвандлаш.	An arc welding process which melts and joins metals by heating them with an arc between a continuous, consumable electrode wire and the work. Shielding is obtained from a flux contained within the electrode core.
Флюс	мураккаб таркибли майдаланган материал; пайвандлаш протсессини стабиллаш ва пайванд чок сифатини яхшилаш учун пайвандлаш зонасига сепилади.	A paste or chemical powder that is used to clean the base metal, and prevent atmospheric contamination during the processes of either brazing or solde
Электрон-нурли пайвандлаш	ишлов берилаётган сиртни электрон тўпди ҳосил қилинган элеткронлар дастасини йўналтириб кучли бомбардимон қилишга асосланган пайвандлаш.	a welding process that melts and fuses materials with the heat obtained from the kinetic energy of a concentrated beam of high-velocity electrons impinging on the joint

VIII. Адабиётлар рўйхати

Махсус адабиётлар:

1. Edward R. Bohard. Welding: Principles and Practces - American Welding Society - N.Y.: Connect Learn Success, 2012
2. R. Blondeau. Metallurgy and mechanics of Welding – London: ISTE Ltd, 2008
3. J. Norrish. Advanced welding processes – N.Y.: IOP published limited, 2002
4. Абралов М.А, Дуняшин Н.С., Эрматов З.Д., Абралов М.М. Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник – Т.:Komron press, 2014 –460 с.

Интернет ресурслари:

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