

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

АНДИЖОН МАШИНАСОЗЛИК ИНСТИТУТИ

Қўл ёзма ҳуқуқида

УДК 629.3

АЛИЕВ ХУСНИДДИН КОЗИМОВИЧ

**Автомобиль пўлат дискларини тайёрлашда учма-уч пайвандлаш
технологиясини такомиллаштириш**

5A310501 – Автомобилсозлик ва тракторсозлик

Магистр

академик даражасини олиш учун ёзилган

диссертация

Илмий раҳбар:

т.ф.д., проф. Н.Й.Ташланов

Андижон - 2015

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
АНДИЖОН МАШИНАСОЗЛИК ИНСТИТУТИ**

Факультет: Машинасозлик

Магистратура

талабаси:

Х.К.Алиев

Кафедра: Автомобилсозлик

Илмий раҳбар: т.ф.д. проф.

Н.Й.Ташланов

Ўвув йили: 2014/2015

Мутахассислик: Автомобилсозлик
ва тракторсозлик

МАГИСТРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АННОТАЦИЯСИ

Маълумки, автомобиль қисмларини тайёрлашда пайвандлаш муҳим технологик жараён ҳисобланади ва пайвандлашнинг кўплаб турларидан фойдаланилади. Енгил автомобиль пўлат ғилдирак ободаларини тайёрлашда контактли учма-уч пайвандлаш энг самарали, баъзи ҳолларда ягона усул ҳисобланади. Чунки пайвандлашнинг бу тури тез бажарилувчи, ҳеч қандай тўлдирувчи электродларсиз, ҳимоя газларисиз, махсус тайёргарликларни талаб қилмайдиган, серияли ишлаб чиқаришга мос бўлган пайвандлаш туридир. Замонавий технологияга асосланган обода тайёрлаш линиясида 0,01 % дан 0,05 % гача обода нуқсонли бўлиши мумкин. Материалнинг сифати талабга жавоб бермаслиги ва пайвандлаш технологияси етарли даражада такомиллашмаганлиги нуқсонлар даражасининг 20 % гача ортишига олиб келади. Бу эса ортиқча материал сарфига, маҳсулот таннархининг ортиб кетишига, иқтисодий самаранинг пасайиб кетишига олиб келади.

Бугунги кунда маҳаллий корхоналар шароитида пўлат дискларни тайёрлашда учма-уч пайвандлаш технологиясининг ўзига хос жиҳатларини ва пайванд чок сифатига таъсир этувчи омилларни ўрганиш ва

такомиллаштириш орқали сифатли маҳсулот ишлаб чиқариш ва юқори унумдорликка эришиш **долзарб масаладир.**

Тадқиқот объекти “Ўз Авто АУСТЕМ” қўшма корхонасида ишлаб чиқарилаётган енгил автомобиль дисклари, предмети эса автомобиль пўлат дискларини тайёрлашда эритиб учма-уч пайвандлаш замонавий технологияси ва пўлат дисклар сифат кўрсаткичларини аниқлаш услуб ва воситалари ҳисобланади.

Тадқиқотнинг мақсади енгил автомобиль пўлат ғилдиракларини эритиб учма – уч пайвандлашнинг маҳсулотни нуқсонли бўлишига таъсирини ўрганиш ва уларни бартараф қилиш бўйича тавсиялар ишлаб чиқишдан иборат. Унда қуйидаги вазифалар бажарилган: эритиб учма–уч пайвандлашда учрайдиган нуқонлар ва уларнинг сабабларни таҳлил қилиш ҳамда уларни бартараф қилиш йўллари излаб топиш ва назарий асослаш; енгил автомобиль пўлат ғилдиракларини ишлаб чиқаришда қўлланиладиган учма–уч пайвандлаш технологиясини яхшилаш бўйича таклиф ва тавсиялар ишлаб чиқиш.

Ишнинг илмий янгилиги шуки унда енгил автомобиль пўлат ғилдиракларини эритиб учма-уч пайвандлаш жараёнларга таъсир этувчи омиллар аниқланди; пўлат ғилдиракларини эритиб учма–уч пайвандлашда учрайдиган нуқонлар сабаблари аниқланиб уларни бартараф қилиш йўллари излаб топилди ва назарий асосланди; пўлат ғилдиракларни ишлаб чиқаришда қўлланиладиган учма-уч пайвандлаш технологиясини яхшилаш бўйича илмий асосланган таклиф ва тавсиялар ишлаб чиқилди.

Ишнинг назарий аҳамияти шундаки унда енгил автомобиль пўлат ғилдиракларини эритиб учма-уч пайвандлаш жараёнларига таъсир этувчи омиллар тавсифланди, уларда учрайдиган нуқсонлар ҳосил бўлишига таъсир этувчи кучлар, пўлат ғилдиракларнинг материаллари ва технологик режимлар назарий ҳисобланди.

Амалий аҳамияти пўлат ғилдиракларини эритиб учма-уч пайвандлашда маҳсулотнинг нуқсонларини бартараф қилиш усуллари ва воситаларини излаб топилгани ҳамда уларни тайёрлаш технологиясини яхшилаш бўйича амалий тавсиялар ишлаб чиқилганлигидир.

Ушбу магистрлик иши кириш, мавзунинг долзарблиги, 3 та боб, хулоса ва таклиф, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловадан иборат.

Илмий раҳбар

(имзо)

Магистратура талабаси

(имзо)

**MINISTRY OF HIGHER AND SECONDARY SPECIAL EDUCATION
OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN
ANDIJAN MACHINE BUILDING INSTITUTE**

Faculty: Machine building

Master student: X.K.Алиев

Chair: Avtomobile building

Research supervisor: prof. dr.
N.Y.Tashlanov

Academic year: 2014/2015

Speciality: Avtomobile building and
tractor building

MASTER'S THESIS ANNOTATION

As is known, the welding process is important in the manufacturing of the vehicle parts and used many types of welding. In the case of steel wheel rim manufacturing of cars, it is often the best and sometimes the only possible method. Because this type of welding is fast and cheap welding technique no special weld preparation or shielding gas which is suitable for mass production. In the wheel rim production line, based on modern technology only 0.01 % to 0.05 % of the rim fails. When the quality of the material does not meet the requirements and welding technology is not improved sufficiently the failure rate can go up to 20 %. This leads to excessive material consumption, increase of production costs and fall in economic efficiency.

Today, learning specific aspects of the technology of flash butt welding, the factors which affect the quality of the weld and to achieve high-quality products by improving production and productivity producing steel wheel rim in the conditions of the domestic enterprises is urgent issue.

The object of research is steel wheels of cars produced by the joint venture "Uz Auto AUSTEM" and the subject is modern technology of flash butt welding in steel wheel manufacturing and determining indicators of the quality are the methods and tools.

The aim of this work is to investigate affect of flash butt welding on defectives and develop recommendations to eliminate them. It performed the following tasks: analysing of flash butt welding defects occur and their causes, as well as finding ways to overcome them and validating theoretical base; developing proposals and recommendations to improve the welding technology used in the steel wheel manufacturing of cars.

Scientific novelty of the work - identified the factors that affect the welding process of steel wheels; identified causes of flash butt welding defects of steel wheel and found ways to eliminate them and validate theoretical base; developed proposals and recommendations to improve the welding technology used in the steel wheel manufacturing of cars.

Theoretical significance of the work the factors that affect the process of flash butt welding steel wheels of vehicles was described, forces that affect their defectives, materials of steel wheels and technological regimes were calculated.

Practical significance is the methods and means of eliminating the defectives of the product heve been found as well as the practical recommendations to improve their preparation technology have been developed.

This master's work consist of introduction, the priority of the topic, three chapter, summary and recommendation, list of used publications and applications.

Reseach supervisor:

(signature)

Master student:

(signature)

МУНДАРИЖА

	Кириш.....
I БОБ.	УЧМА-УЧ ПАЙВАНДЛАШ БЎЙИЧА МАВЖУД АДАБИЁТЛАР ТАҲЛИЛИ.....
1.1.	Учма – уч пайвандлашда бирикма ҳосил бўлиши.....
1.2.	Заготовкани пайвандлашга тайёрлаш ва пайвандлаш режимларини танлаш.....
1.3.	Заготовкани тўғрилаш ва қўшимча механик ишлов бериш.
II БОБ.	АВТОМОБИЛЬ ПЎЛАТ ҒИЛДИРАКЛАРИНИ ТАЙЁРЛАШ ТЕХНОЛОГИЯСИ.....
2.1.	Енгил автомобиль ғилдираклари ва уларнинг асосий параметрлари.....
2.2.	Енгил автомобиль пўлат ғилдиракларини тайёрлаш технологияси.....
2.3.	Ғилдираклар ишлаб чиқариш линияларида технологик жараёнлар
III БОБ.	ОЛИНГАН НАТИЖАЛАРНИНГ КОМПЛЕКС ТАҲЛИЛИ.....
3.1.	Пўлат ғилдиракларни тайёрлашда юзага келувчи нуқсонлар.....
3.2.	Транспорт воситалари ғилдиракларининг ободалари учун листли заготовкalar ўлчамларини ҳисоблаш.....
3.3.	Таҳлил натижалари ва таклифлар.....
	Хулоса.....
	Илова.....
	Адабиётлар рўйхати.....

Кириш

Автомобилсозлик саноати бугунги кунда республикаимизнинг иқтисодий ривожланишида муҳим ўринни эгаллайди. Президентимиз Ислом Каримовнинг ташаббуси ва раҳномолигида юртимизда автомобилсозлик саноатига асос солиниши халқимизнинг истиқлол йилларида эришган энг катта ютуқларидан бири бўлди. Бугунги кунда мамлакатимизда автомобилсозлик иқтисодиётнинг жадал ривожланаётган соҳаларидан бирига айланди.

Ўзбекистон Президенти Ислом Каримовнинг мамлакатимизни 2014 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантириш якунлари ва 2015 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг мажлисидаги маърузасида таъкидлаганидек ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштиришни чуқурлаштириш ва тармоқлараро саноат кооперациясини кенгайтириш иқтисодий ўсиш ва иқтисодиётни таркибий жиҳатдан ўзгартиришнинг энг муҳим манбаи ва омилидир.

Бугунги кунда дунёда рўй бераётган воқеалар мавжуд маҳаллий хом ашё базаси асосида импорт ўрнини босадиган маҳсулотлар ишлаб чиқаришни йўлга қўйиш мамлакатимизнинг иқтисодий мустақиллигини таъминлай олишини яққол кўрсатиб турибди [1].

Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 1994 йил 17 мартдаги қарори билан автомобилсозлик корхоналари ассоциацияси - “Узавтосаноат” ташкил этилди [2]. Ассоциациясининг бош мақсади автомобилсозлик саноати корхоналарининг фаолиятини мувофиқлаштириш, бозор конструктураси ва маркетинг асосида автомобилсозликни ривожлантириш стратегиясини аниқлаш, замонавий технологиялар асосида бутловчи қисмлар, материаллар ишлаб чиқариш ва шу йўллар билан саноатнинг янги тармоғини яратиш белгилаб берилди.

Бугунги кунда соҳада “Узавтосаноат” Давлат аксиядорлик компанияси доирасида бирлаштирилган ва бевосита 20 мингдан ортиқ ишчи ўрнига эга 200 дан ортиқ корхона ва ташкилотлар фаолият кўрсатмоқда.

Юқори сифат Ўзбекистон автомобилларининг ички ва ташқи бозорда харидоргирлигининг муҳим омилларидандир. Маҳсулот сифатини янада яхшилаш мақсадида ишлаб чиқариш тизимини, сифат назорати жараёнларини, бутловчи қисмлар етказиб берувчи корхоналарни ривожлантиришни қамраб олган чора-тадбирлар изчил олиб борилаётгани ўз самараларини бермоқда. Автомобилсозликни ривожлантириш ва унинг ишлаб чиқариш салоҳиятини юксалтиришда маҳаллийлаштириш муҳим ўрин тутди. Бу иқтисодий ёлди барқарор тараққий этириш, ишлаб чиқаришга янги ва самарали технологияларни тадиқ қилишни жадаллаштириш имконини бермоқда. Маҳаллий хом ашё ва ишлаб чиқариш ресурсларидан кенг фойдаланиш замонавий, рақобатбардош маҳсулотлар тайёрлашни рағбатлантириш ва бутловчи қисмлар импортини қисқартириш ҳисобига валютани тежашга хизмат қилмоқда. Шу боис машинасозларимиз автомобиллар учун зарур кўплаб деталларни ишлаб чиқаришни ўзлаштириш устида мунтазам иш олиб бормоқдалар. Бамперлар, автомобиль ойналари ва ўриндиқлари, автомобиль салонининг ички қоплаш қисмлари, лок-бўёқ материаллари, тутунчиқаргичлар ва зарбага қарши балкалар, ёнилғи баклари, ташқи ёритиш воситалари, жгутлар, автомобиль электр ўтказгичлари, аккумуляторлар, филдираклар ва шасси узеллари, ёнилғи насослари, генераторлар, компрессорлар ишлаб чиқарувчи ва бошқа ўнлаб корхоналар ташкил этилди.

Ушбу корхоналарда ишлаб чиқарилаётган маҳсулот сифатини муттасил ривожлантириб бориш ҳозирги замон талабидир. Чунки кучли рақобат шароитида муайян мамлакат бозорига кириб бориш, жой эгаллаш ва уни сақлаб туриш осон эмас.

Диссертация мавзусининг асосланиши ва унинг долзарблиги:

Пайвандлаш автомобилсозлик саноатида автомобиль қисмларини тайёрлашда муҳим технологик жараён ҳисобланади ва пайвандлашнинг кўплаб турларидан фойдаланилади [3]. Енгил автомобиль пўлат ғилдирак ободаларини тайёрлашда контактли учма-уч пайвандлаш энг самарали баъзи ҳолларда ягона усул ҳисобланади [4]. Чунки пайвандлашнинг бу тури тез бажарилувчи, ҳеч қандай тўлдирувчи электродларсиз, ҳимоя газларисиз ва махсус тайёргарликларни талаб қилмайдиган, серияли ишлаб чиқаришга мос бўлган пайвандлаш туридир.

Барча пайвандлаб тайёрланувчи деталларда пайванд чокнинг сифати муҳим бўлсада, ғилдирак ободалари каби деталларни тайёрлашда у янада муҳим ҳисобланади, чунки пайвандлашдан сўнг обода ишлаб чиқаришнинг кейинги босқичларида катта деформацияланишга ва зўриқишларга чидаши керак. Нуқсонли ободаларнинг асосий қисми цилиндрсимон заготовкага шакл бериш жараёнида пайванд чокда ёки чок ёнида дарзларнинг пайдо бўлиши орқали юзага келади [5].

Замонавий технологияга асосланган обода тайёрлаш линиясида 0,01 % дан 0,05 % гача обода нуқсонли бўлиши мумкин. Материалнинг сифати талабга жавоб бермаслиги ва пайвандлаш технологияси етарли даражада такомиллашмаганлиги нуқсонлар даражасининг 20 % гача ортишига олиб келади. Бу еса ортиқча материал сарфига, маҳсулот таннарининг ортиб кетишига, иқтисодий самаранинг пасайиб кетишига олиб келади [6].

Дунёда автомобиль пўлат дискларини ишлаб чиқарувчи компаниялар талайгина ва уларда ушбу мавзу юзасидан анчагина илмий изланишлар олиб борилганлигига қарамасдан, уларнинг натижалари компаниялар сири сифатида эълони қилинмаган. Шу сабабли бугун маҳаллий корхоналар шароитида пўлат дискларни тайёрлашда учма-уч пайвандлаш технологиясининг ўзига хос жиҳатларини ва пайванд чок сифатига таъсир этувчи омилларни ўрганиш ва такомиллаштириш орқали

сифатли маҳсулот ишлаб чиқариш ва юқори унумдорликка эришиш долзарб масаладир.

Тадқиқот объекти ва предметининг белгиланиши: Тадқиқот объекти “Ўз Авто АУСТЕМ” қўшма корхонасида ишлаб чиқарилаётган енгил автомобиль дисклари, **предмети** эса автомобиль пўлат дискларини тайёрлашда эритиб учма-уч пайвандлаш замонавий технологияси ва пўлат дисклар сифат кўрсаткичларини аниқлаш услуб ва воситалари ҳисобланади.

Тадқиқот мақсади ва вазифалари: Ишнинг асосий мақсади енгил автомобиль пўлат ғилдиракларини эритиб учма-уч пайвандлашда маҳсулотнинг нуқсонли бўлишига таъсирини ўрганиш ва уларни бартараф қилиш бўйича тавсиялар ишлаб чиқишдан иборат.

Ушбу мақсадга эришиш учун қуйидаги вазифалар белгилаб олинди:

- енгил автомобиль пўлат ғилдираклари ва уларни ишлаб чиқариш жараёнларини ўрганиш;
- ғилдирак ободаларини тайёрлашда қўлланиладиган эритиб учма – уч пайвандлаш жараёнини ўрганиш ва таҳлил қилиш;
- эритиб учма–уч пайвандлашда учрайдиган нуқсонлар ва уларнинг сабабларини таҳлил қилиш;
- аниқланган нуқсонларни бартараф қилиш йўллари излаб топиш ва уларни назарий асослаш;
- енгил автомобиль пўлат ғилдиракларини ишлаб чиқаришда қўлланиладиган учма–уч пайвандлаш технологиясини яхшилаш бўйича таклиф ва тавсиялар ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги: Ишда

- енгил автомобиль пўлат ғилдиракларини эритиб учма – уч пайвандлаш жараёнлари таҳлил қилинди ва уларга таъсир этувчи омиллар аниқланди ;
- енгил автомобиль пўлат ғилдиракларини эритиб учма–уч пайвандлашда учрайдиган нуқсонлар ўрганилди ва уларнинг сабаблар аниқланди;
- аниқланган нуқсонларни бартараф қилиш йўллари излаб топиш ва улар назарий асосланди;
- енгил автомобиль пўлат ғилдиракларини ишлаб чиқаришда қўлланиладиган учма–уч пайвандлаш технологиясини яхшилаш бўйича илмий асосланган таклиф ва тавсиялар ишлаб чиқилди.

Тадқиқотнинг асосий масалалари ва фаразлари:

Ишнинг асосий масаласи енгил автомобиль пўлат ғилдиракларини эритиб учма-уч пайвандлашда маҳсулотнинг нуқсонлари ҳосил бўлиши сабабларини аниқлаш ва уларни бартараф қилиш усуллари ва воситаларини излаб топиш ҳамда пўлат ғилдираклар материаллари ва уларни тайёрлаш технологиясини яхшилаш бўйича назарий ва амалий тавсиялар ишлаб чиқишдир.

Мавзу бўйича адабиётлар шарҳи (таҳлили)

Ўзбекистон Республикаси Президенти И.А.Каримовнинг соҳага оид маърузалари, қарорлар ва фармонлари ўрганилган.

Магистрлик диссертация ишида пўлат ғилдиракларини эритиб учма-уч пайвандлаш ҳақида маълумотлар келтирилган дарслик, ўқув қўлланмалар шархланган. Бу соҳадаги бир қанча илмий журналлар ва илмий рисоалар ҳам кўриб ўтилган.

Бундан ташқари, махсус журналлар ва интернет маълумотлари, пўлатларни эритиб учма-уч пайвандлаш оламидаги барча янгиликлар, қўлга киритилган ютуқлар таҳлил қилинган.

Тадқиқотда қўлланилган услубларнинг қисқача тавсифи

Автомобиль пўлат ғилдиракларини эритиб учма-уч пайвандлашда ҳақидаги статистик маълумотлар тўпланди ва уларни таҳлил қилишда математик статистиканинг замонавий услубияти ва усуллари қўлланилди.

Автомобиль пўлат ғилдиракларини эритиб учма-уч пайвандлаш технологиясини ўрганишда замонавий жихозлар ва усулларлардан фойдаланилди.

Тадқиқот натижаларининг назарий ва амалий аҳамияти:

Ишнинг назарий аҳамияти шундаки енгил автомобиль пўлат ғилдиракларини эритиб учма-уч пайвандлаш жараёнларига таъсир этувчи омиллар тавсифланди, уларда учрайдиган нуқсонлар ҳосил бўлишига таъсир этувчи кучлар, пўлат ғилдиракларнинг материаллари ва технологик режимлар ҳисобланди.

Амалий аҳамияти пўлат ғилдиракларни эритиб учма – уч пайвандлашда маҳсулотнинг нуқсонларини бартараф қилиш усуллари ва воситалари излаб топилгани ҳамда уларни тайёрлаш технологиясини яхшилаш бўйича амалий тавсиялар ишлаб чиқилганлигидадир.

Иш тузилмасининг тавсифи:

Ушбу магистрлик иши кириш, мавзунинг долзарблиги, 3 та боб, хулоса ва таклиф, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловадан иборат.

Кириш қисмида танланган мавзунинг долзарблиги асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари баён этилган, ишнинг илмий жиҳатдан янгилиги ва амалий жиҳатдан фойдалилиги исботланган, шунингдек, диссертациянинг ҳимояга олиб чиқиладиган асосий мазмуни келтирилган.

Биринчи боб адабиётдаги манбалар таҳлили асосида учма – уч пайвандлашда содир бўлувчи жараёнлар, улрга таъсир этувчи омиллар, пайвандлаш режимларига бағишланган.

Иккинчи боб “Автомобиль пўлат ғилдиракларини тайёрлаш технологияси” га бағишланган бўлиб, унда автомобиль ғилдираклари турлари ва уларнинг асосий параметрлари, тайёрланиш технологияси, пўлат ғилдиракларни тайёрлашда қўлланиладиган жиҳозлар ва тадқиқот методлари келтирилган.

Учинчи боб олинган натижаларнинг комплекс таҳлилига бағишланган. Автомобиль пўлат ғилдиракларини эритиб учма-уч пайвандлаш технологиясини яхшилаш бўйича илмий асосланган тавсиялар ишлаб чиқилган ҳамда хулосалар чиқарилган.

I БОБ.

АВТОМОБИЛЬ ПЎЛАТ ҒИЛДИРАК ОБОДАЛАРИНИ ПАЙВАНДЛАШ ТЕХНОЛОГИЯСИ

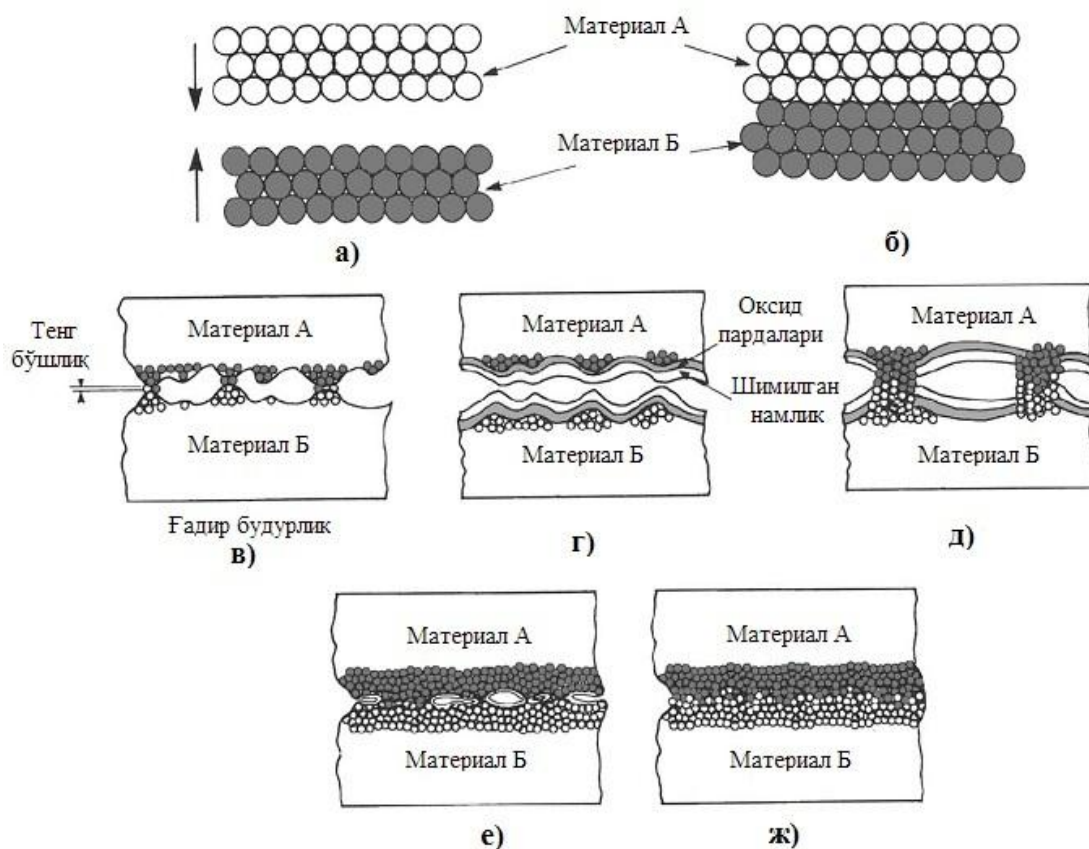
1.1. Учма – уч пайвандлашда бирикма ҳосил бўлиши

1.1.1. Пайвандлашнинг моҳияти

Икки металл буюм юзаларини атомлараро кучларнинг таъсири натижасида боғланиши пайвандлашнинг асосини ташкил қилади. Юзалар ўзаро атомлараро таъсир масофасигача яқинлаштирилганда, пайвандлаш амалга оширилади [6]. Идеал ҳолатда материал текис юзага эга, барча атомлари бир хил масофада жойлашган ва максимум боғланиш кучига эга деб қаралади.

Реал ҳолатда пайвандланувчи материаллар ҳеч қачон идеал юзага эга бўлмайди ва ўзаро боғланишни ҳосил қилиш учун фақатгина бир нечта атомнигина таъсир масофасигача яқинлаштириш мумкин (1.1-расм). Шунингдек, одатдаги шароитда пайвандланадиган буюмларни пайвандлаш жойларида занг, мой, кирлар бўлади ва улар сифатли чоклар олишга салбий таъсир кўрсатади. Шу боисдан бу буюмларни пайвандлашгача пайвандлаш жойлари улардан тозаланса-да ҳаво таркибидаги газ молекулалари (O_2 , H_2 , N_2) бу юзага ўтади. Шу боисдан улардан тозалаб, сифатли пайванд чоклар олиш учун пайвандлашда махсус таркибли флюс деб аталувчи моддалардан фойдаланилади. Аксари ҳолларда металл буюмлар қаттиқлиги маълум қийинчилик туғдиради. Шу боисдан пайвандлаш жойлари қиздирилиб эритилади-да, кичик ҳажмли ванна ҳосил қилиниб, унинг совиб кристалланишида пайванд чок олинади, шунингдек, пайвандланувчи буюмларнинг пайвандлаш жойларини юқори пластик ҳолга келгунча қиздириб, улар бир-бирига зарур босим билан сиқилади. Бунда пайвандлаш юзаларидаги адсорбирланган газ молекула пардалари

ажралиб, юзалар шу қадар яқинлашадики, бу шароитда атомар ва молекуляр боғланишлар бўлиб, пухта чок олинади.



1.1-расм. Пайванд бирикма ҳосил қилиш

(а) ва (б) идеал юза; (в – е) реал юза; (д) иссиқлик таъсирида ифлосланган юза тозаланади ва босим таъсирида оксидлар парчаланади, (е) босимнинг ошиши контакт юзани оширади; ж) мақбул пайванд

Чок сифатига материаллар хили, пайвандланувчанлиги, пайвандлаш жойларининг қалинлиги, пайвандлаш жойларининг пайвандлашга тайёрланганлик даражаси, пайвандлаш усули, режими, чокни бостириш характери, ишчининг малакаси ва бошқа кўрсаткичлар таъсир қилади. Турли металл ва уларнинг қотишмаларидан тайёрланган буюмларни ўзаро ҳамда нometаллар (керамика, графит, шиша, пластмасса ва б.) билан пайвандлаш саноатининг барча соҳаларида одатдаги ер шароитида, сув

остида ва коинотда кенг қўлланилади. Чунки бу усул ажралмайдиган бирикмалар ҳосил қилишдаги бошқа технологик усулларга (кавшарлаш, парчин мих билан бириктириш) караганда пухта бирикмалар олиниси, иш унумининг юқорилиги, тежамлилиги ва бошқа афзалликлари билан ажралиб туради.

Масалан, бу усулда кемалар тайёрлашда парчин михнинг қўлланилишига караганда сарфланадиган вақт 5—10 марта қисқа бўлиб, кема массаси 20—25% енгиллашади. Айниқса, йирик металл блоklar ва конструкциялар тайёрлашда, уларни йиғишда, кўприklar куришда, резервуарлар тайёрлашда, ейилиб ишдан чикқан деталларни тиклашда, таъмирлаш ишларида ва бошқа ҳолларда жуда қўл келади. Статистик маълумотларга кўра ҳозирда ишлаб чиқарилаётган пўлат буюмларнинг ярмига яқини пайвандланади.

Металларни пайвандлашдаги мавжуд усуллар ГОСТ 2601-84 га кўра қуйидаги синфларга ажратилади:

Термик синф. Бу синфга кирувчи пайвандлаш усулларида металларнинг пайвандлаш жойларини зарур температурагача қиздириш учун иссиқлик энергиясидан фойдаланилади. Бу синфга металларни электр ёй ёрдамида, электр шлакда, плазмада, электрон нурда, газ алангасида пайвандлаш ва бошқа усуллар киради.

Термо-механик синф. Бу синфга кирувчи пайвандлаш усулларида металларнинг пайвандлаш жойларини юқори пластик ҳолатга ўтгунча қиздириб, сўнгра уларнинг бири иккинчисига зарур босим билан сиқиб пайвандланади. Бунда иссиқлик энергия манбаи иссиқлик ажратувчи энергиялардан бири бўлса, босим берувчи манба эса механик энергия бўлади. Бу синфга электро-контактли, пайвандлаш жойларини газ алангасида қиздириб пресслаш, диффузион ва бошқа пайвандлаш усуллари киради.

Механик синф. Бу синфга кирувчи пайвандлаш усулларида металлларнинг пайвандлаш жойларини зарур температурагача қиздириш механик энергиянинг иссиқликка ўтиши ҳисобига бўлади. Пайвандлаш жойлари юқори пластик ҳолатга ўтгач, уларнинг бири иккинчисига зарур босим билан сиқиб пайвандланади. Бу синфга металлларни совуқлайин, ишкалаб, ультратовуш, портловчи моддаларни портлатиб пайвандлаш ва бошқа усуллар киради.

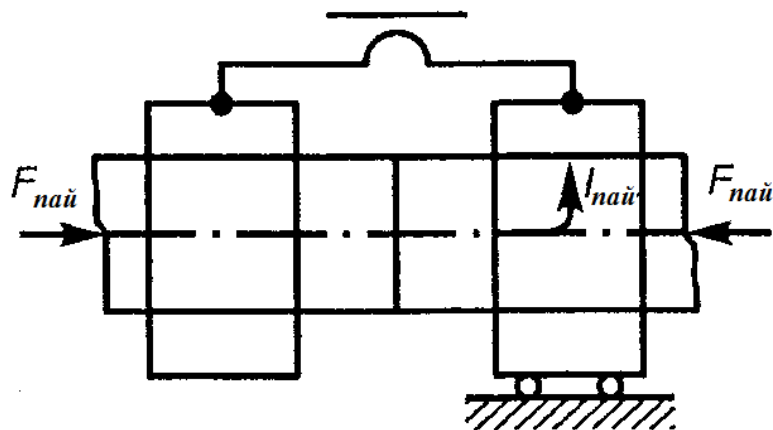
Ёй ҳудудини ва пайвандлаш жойини ҳимоялаш усулига кўра ҳимоя газлар муҳитида, флюс катлами остида, вакуумда, механизациялаш даражасига кўра дастаки, механизациялашган ва автоматлашган усуллар; пайвандлашда қўлланилаётган электродларга кўра эрувчи ва эримайдиган электродлар билан пайвандлаш ва фойдаланилаётган ток хилига кўра ўзгарувчи ва ўзгармас тоқларда пайвандлаш усуллари ажратилади.

1.1.2. Эритиб учма-уч пайвандлаш

Учма-уч пайвандлаш контактли пайвандлашнинг бир туридир. Бунда пайвандлаш иссиқлик ва босимнинг биргаликдаги ҳаракати орқали деталларнинг бирлаштириладиган бутун юзаси, бутун учма-уч бирикиш жойи бўйича амалга оширилади.

Эритиб учма-уч пайвандлашдан юқори сифатли туташ шаклидаги деталлар ва бошқа пайванд бирикмаларни юқори ишлаб чиқариш унуми билан тайёрлаш мақсадида фойдаланилади. Пайвандланувчи юзалар қисман ёки ҳеч қандай тайёргарликни талаб қилмайди. Пайванд чок асосий металл каби мустаҳкам ва пластиклиги 30-70 % га фарқ қилади. Эритиб учма-уч пайвандланган чок хусусиятлари бошқа турда пайванд чокникига нисбатан анча яхшироқдир. Ушбу пайвандлаш турида углеродли пўлатлардан тортиб кўп легерланган, пўлатларгача ҳатто оловбардош ва реактив материалларни пайвандлаш мумкин.

Эритиб учма-уч пайвандлашдан саноатда кўплаб турдаги деталларни пайвандлашда фойдаланилади (1.2-расм). Автомобилсозликда ғилдирак ободаларини пайвандлаш муҳим ҳисобланади. Бундан ташқари, трубалар, темир йўл рельслари, реактив двигатель бикирлик чамбараги, занжир бўғинларини пайвандлашда қўлланилади.

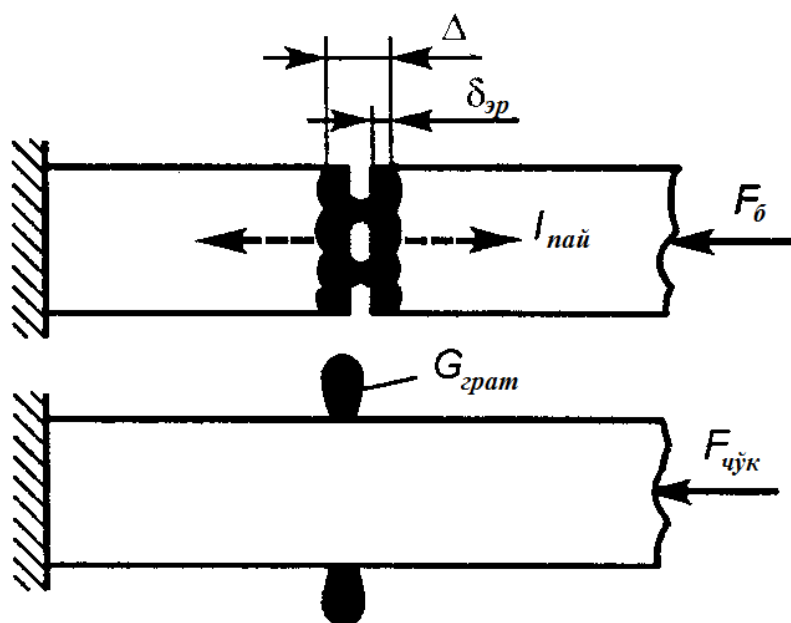


1.2-расм. Учма-уч пайвандлаш схемаси

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

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

Эритиб учма-уч пайвандлашда дастлаб деталларга пайвандлаш трансформаторидан кучланиш берилади, кейин улар бир-бирига яқинлаштирилади. Деталлар бир-бирига текканда, токнинг зичлиги катталиги туфайли тегиш жойининг айрим жойларидаги металл тез қизийди ва портлашсимон емирилади. Тегиш жойлари, яъни улагичлар узлуксиз ҳосил бўлиши ва емирилиши, яъни учларнинг эриши ҳисобига деталларнинг учлари қизийди. Жараён охирига келиб, учларда узлуксиз суюқ, металл қатлами юзага келади. Бу пайтда яқинлаштириш тезлиги ва чўктириш кучи кескин оширилади; учлар бир-бирига туташади, суюқ металлнинг кўп қисми сиртдаги пардалар билан бирга пайвандлаш жойидан сиқилиб чиқиб, қалинлашган жой – грат ҳосил қилади. Пайвандлаш токи чўктириш вақтида ўз-ўзидан узилади (1.3-расм).



1.3-расм. Эритиб учма-уч пайвандлашда бирикма ҳосил бўлиш схемаси (F_6 – бошланғич куч; $F_{чўкт}$ – чўктириш кучи; δ_{er} – эриган металл қатлами).

Эритиб учма-уч пайвандлашда биринчи босқичда деталларнинг учлари фақат электр контакт учун етарли бўлган кичикроқ куч билан бир-

бирига теккизилади. Иккинчи босқичда пайвандлаш жойи қиздирилади ва эритилади. Учлар аввал қаттиқ ҳолатда теккизилади, кейин эса эритилган металл улагичлар кўринишида тегади, бу улагичлар вақти-вақтида емирилади. Эритиб қиздиришда учларнинг ҳарорати эриш ҳароратига яқин бўлади. Катта кесимли деталлар бу босқичдан олдин учларини қиска муддат туташтириш йўли билан ёки торец индуктори орқали юқори чатотали ток (ЮЧТ) билан бироз қиздирилади. Учинчи босқичда чўктириш амалга оширилади. Учлар бир-бирига тез яқинлаштирилганда, учларни беркитиб турувчи эриган металл пардалари умумий суюқ юпка қатламга бирлашади ва суюқ фазада умумий боғланишлар вужудга келади. Чўктириш ва пластик деформациялаш давом эттирилганда суюқ металл тирқишдан сиқилиб чиқади ҳамда бирикма энди қаттиқ фазада узил-кесил шаклланади. Эриган металлнинг бир қисми сиқилиб чиқмасдан қолиб кетиши мумкин ва бу жойда пайванд бирикма биргаликда кристалланиш натижасида ҳосил бўлади. Эритиб пайвандлашда оксид пардаларини йўқотиш анча осон. Уларнинг кўп қисми юзада эриган металл ҳолатида бўлиб, деталлар учларини қоплаб туради ва чўктириш чоғида эриган металл билан бирга чиқиб кетади.

1.1.3. Эритиб учма-уч пайвандлашда иссиқлик манбалари

Контактли пайвандлашда деталлар пайвандлаш жойи орқали ўтказиладиган электр токи билан қиздирилади.

Жоул-Ленс қонунига мувофиқ, электр занжирининг актив қаршилик R_{Σ} ли электродлар орасидаги қисмида Q_{Σ} иссиқлик ажралиб чиқади, шу туфайли металл пайвандлаш жойида зарур ҳароратгача қизийди.

Пайвандлашда иссиқлик ажралиш шароити узлуксиз ўзгариб туради, чунки $R_{\Sigma\Sigma}$ ва $I_{\text{пай}}$ ўзгаради, шу боис Жоул-Ленс қонуни ушбу ҳол учун дифференциал шаклда ифодаланади:

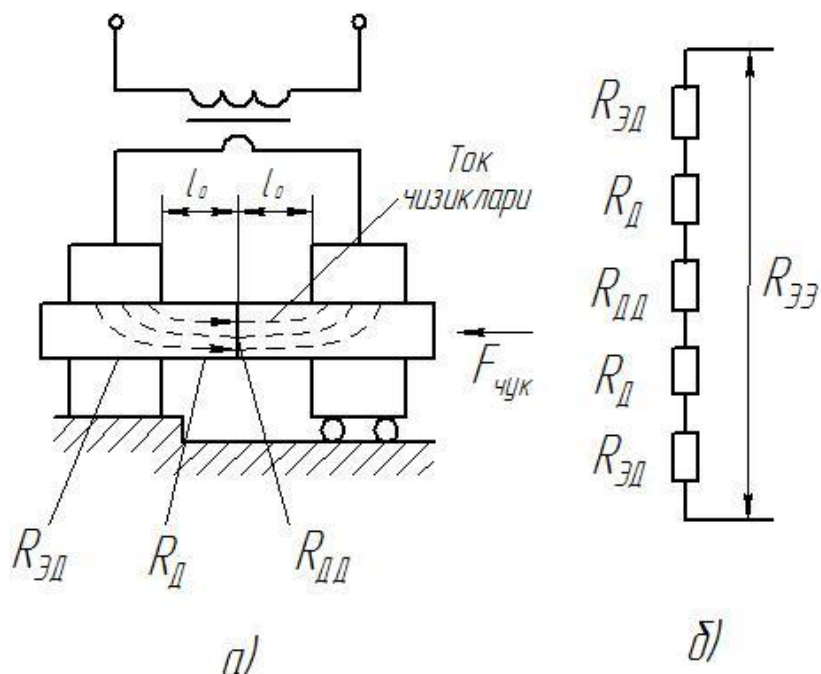
$$Q_{\Sigma\Sigma} = \int_0^{t_{\text{пай}}} I^2(t) R_{\Sigma\Sigma}(t) dt$$

Нуқтали ва чокли пайвандлаш учун $R_{\Sigma\Sigma}$ детал - детал $R_{\text{дд}}$ электрод – детал $R_{\text{эд}}$ тегиш қаршиликлари ва деталлар металлининг ўз қаршилиги $R_{\text{д}}$ дан иборат бўлади:

$$R_{\Sigma\Sigma} = R_{\text{дд}} + 2R_{\text{эд}} + 2R_{\text{д}}$$

Учма-уч пайвандлашда қиймати кичиклиги ва тегиш жойидан анча узоқдалиги учун $R_{\text{эд}}$ қаршилик умумий қаршиликда ҳисобга олинмайди (1.4-расм):

$$R_{\Sigma\Sigma} = R_{\text{дд}} + 2R_{\text{д}}$$



1.4-расм. Пайвандлаш жойининг умумий қаршилиги:

а – учма-уч пайвандлашда; б– пайвандлаш жойининг эквивалент электр занжири.

Деталнинг ўз қаршилиги деталнинг хажмида муайян тарзда тақсимланган қаршилиқдир. Ушбу қаршилиқ орқали ток ўтганда унда иссиқликнинг асосий миқдори ажралиб чиқади.

Учма-уч пайвандлашда ҳар қайси участкада электр қаршилиқ куйидаги умумий формула ёрдамида тахминан аниқланади:

$$R_d = m\rho_i l/S,$$

бунда: m – сиртки эффект коэффициентлари бўлиб, у ферромагнит ўзгариш ҳароратигача (пўлат учун 768°C) углеродли пўлатдан ишланган 20 мм дан қалин деталлар учун ортиб боради;

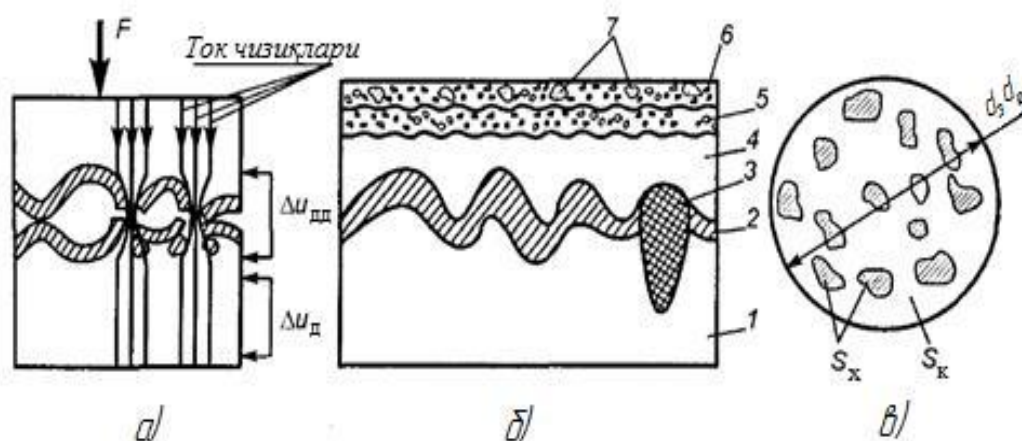
ρ_i – қизиш ҳароратидаги солиштирма электр қаршилиқ;

l – ҳарорати тенг участканинг узунлиги.

Тегиш қаршилиқлари детал-детал ва электрод-детал тегиш жойларининг тор соҳасида тўпланган қаршилиқлардир.

Тегиш қаршилиқлари мавжудлигини R куч билан сиқилган металл деталлар орқали кичик ток ўтказиб ва тегиш жойи соҳасида ҳамда деталларнинг ўзида бир хил узунликдаги қисмларда кучланишнинг пасайишини ўлчаб аниқлаш мумкин.

Бунда $U_{\text{дд}} > \Delta U_{\text{д}}$ ($\Delta U = IR$) бўлади. Тегиш қаршилиқларининг мавжудлиги деталлар ва электродларнинг юзалари нотекислиги туфайли, шунингдек, электр токини ўтказмайдиган ҳар хил сиртки ҳосилалар: оксид ҳамда гидрооксид пардалари, шимилган намлик, мойлар, коррозия маҳсуллари, чанг ва шу кабилар туфайли электр контакт юзининг чекланганлиги билан боғлиқдир (1.5-расм).



1.5-расм. Тегиш қаршилиги ҳосил бўлиш схемаси

а) совуқ деталлар бир-бирига тегадиган жойида токнинг тақсимланиши; б) жисмлар юзасининг тузилиши: 1 – металл; 2 – оксид ва гидроксид пардалари; 3 – коррозия маҳсуллари; 4 – шимилган намлик; 5 – мой; 6 – сингиган газлар; 7 – чанг; д) микротегиш жойларининг тақсимланиши.

Шу сабабли деталлар кизигунга қадар тегиш жойи (контакт) нинг ҳақиқий юзи (S_x) тегиш жойининг контур юзи (S_k) дан анча кичик бўлади. Тегиш жойининг контур юзи электроднинг диаметри d_3 ёки пластик белбоғнинг диаметри d_6 га боғлиқ бўлади. Бундай шароитда ток айрим микротегиш жойлари орқали ўтади (S_x), бу эса электр токи чизиқларининг қийшайиши ва муайян жойда зичланишига олиб келади. Деталлар юзаси ҳолатининг тегиш қаршилигига таъсири жуда катта бўлади.

Совуқ деталлар тегиш қаршилигининг сиқиш кучи $F_{\text{пай}}$ га боғлиқлиги айрим ҳолларда эмпирик формула ёрдамида баҳоланади:

$$R_{\text{дд}} = \frac{R_{\text{дд0}}}{F^{\alpha}},$$

бу ерда: $R_{\text{дд}}$ – ўзгармас коэффициент бўлиб, у пўлат учун $(5-6) \cdot 10^{-3}$ га ва алюминий қотишмалари учун $(1-2) \cdot 10^{-3}$ га тенг; α - даража кўрсаткичи бўлиб, у пўлат учун 0,7 га ҳамда алюминий қотишмалари учун 0,8 га тенг.

Пўлат намуналар учун: $R_{\text{эд}} \approx 0,5 R_{\text{дд}}$.

Пайвандлаш жойи қиздирилганда микрочиқиқларнинг пластик деформацияланиши авж олади, оксид пардалари емирилади ва тегиш қаршиликлари тезда (бир неча миллисекунд ичида) деярли нолгача камаяди. Пўлатларни пайвандлашда бу ҳодиса 600°C ҳароратдаёқ, алюминий қотишмаларини пайвандлашда эса чамаси 350°C даёқ рўй беради.

Эритиб учма-уч пайвандлашда тегиш қаршилиги $R_{\text{дд}}$ тирқишдаги $\Delta_{\text{тир}}$ улагичларнинг ўлчами ва сонига боғлиқ бўлиб, бир вақтда мавжуд бўладиган улагичлар сони ва кесими ортиши билан камаяди. Пайвандланаётган деталларнинг учлари орасида эриган металлнинг тегиш улагичлари ҳосил бўлиб, айнан улар қаршилиқни юзага келтиради. Уларнинг ўлчамлари пайвандланаётган деталларнинг кесими катталашиши ҳамда эриш тезлиги ортиши билан катталашади. Тегиш қаршилиги ушбу эмпирик формула ёрдамида ҳисоблаб топилади:

$$R_{\text{дд}} = R_{\text{эриш}} = 9500 \frac{k_1}{j^2 \sqrt{S^2 v_{\text{эриш}}}} \text{ мк } \Omega,$$

бунда: k_1 – пўлатнинг хоссаларини ҳисобга олувчи коэффицент, у углеродли ва кам углеродли пўлатлар учун 1 га, аустенитли пўлатлар учун 1,1 га тенг;

S – пайвандаланадиган деталлар кесими, см²;

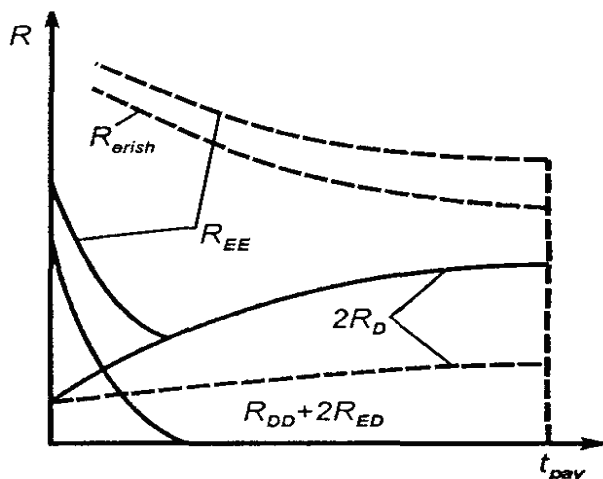
$v_{\text{эриш}}$ – эриш тезлиги, см/с;

j – ҳамма кесимларга ҳисобланган ток зичлиги, А/мм².

Бу тегиш қаршилигининг қиймати бошқа усуллардагига қараганда каттароқ бўлиб, 100 - 2500 мк Ω ни ташкил этади ва деярли бутун пайвандлаш жараёни мобайнида мавжуд бўлади.

Қиздириш мобайнида пайвандлаш жойида иссиқлик ажралиб чиқиши электродлар орасидаги қисм $R_{\text{ээ}}$ қаршилигида юз беради. Эритиб учма-уч пайвандлашда жами $R_{\text{ээ}}$ қаршилиқ бошқа қонунга мувофиқ ўзгаради. Тегиш қаршилиги $R_{\text{эриш}}$ бутун эриш жараёни мобайнида мавжуд

булади, аммо даврнинг охирларига келиб бироз камаяди, бунга улагичларнинг сони ва уларнинг кесими ортиши оқибатида эриш тезлиги ошишига сабаб бўлади (1.6-рasm). Чўктириш вақтида бу қаршилик йўқолади ва $R_{ЭЭ}$ энди $2R_D$ га якин бўлиб қолади.



1.6. - расм. Учма-учпайвандлаш жараёнида электр қаршиликларнинг ўзгариши (қуюқ чизик қаршилик билан пайвандлаш; узук чизик эритиб пайвадлашда).

Учма-уч пайвандлашда тегиш қаршилиги йўқолгандан сўнг **умумий қаршилик** деталларнинг қисувчи жағларидан чиқиб турувчи узунлиги билан аниқланади, бунда уларнинг нотекис қизиши инобатга олинади. Эритиб пайвандлашда ушбу нотекислик эритишдан олдин бироз қиздириб олишга ҳам боғлиқ бўлади.

1.1.4. Учма-уч пайвандлашда деталларнинг қизиши

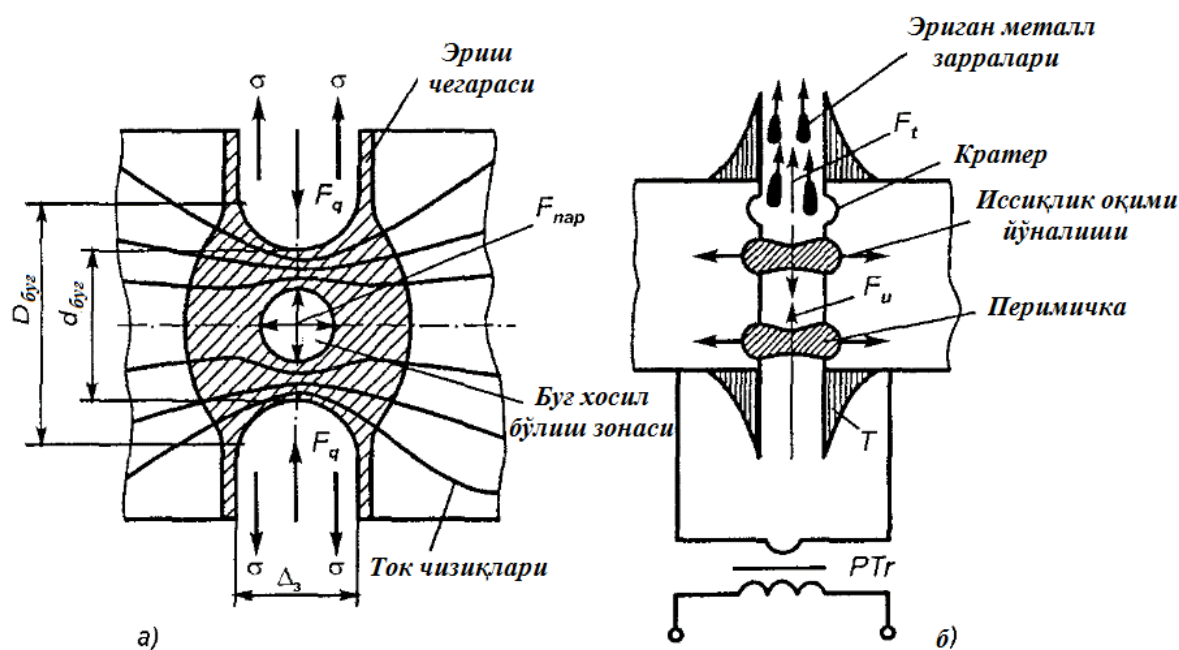
Учма-уч пайвандлашда деталларнинг умумий қизиши пайвандлаш токи ўтаётганда уларда ва контактларда ажралиб чиқадиган иссиқлик ҳисобига бўлади.

Эритиб учма-уч пайвандлашда эритишнинг технологик аҳамияти деталларнинг учларида эриган металл қатламлари ҳосил бўлгунча қиздиришдан, шунингдек, эритма ва оксидларни йўқотиш мақсадида навбатдаги чўктиришни амалга ошириш учун чок

яқинидаги жойда ҳароратларни тегишлича тақсимлашдан иборат. Бунга эритиш йўли билан (узлуксиз эритиб пайвандлашда) ёки олдиндан қиздириш билан биргаликда (қиздирган ҳолда эритиб пайвандлашда) эришилади.

Эритишда қизиш асосан тегиш қаршилиги $R_{\text{ээ}}$ да ажралиб чиқадиган иссиқлик ҳисобига содир бўлади. Тегиш қаршилиги учкун ораликда бўлган эриган металл улагичларга қараб аниқланади. Токнинг ўртача зичлиги нисбатан кам бўлганидан деталнинг ўз қаршилиги $2P_{\text{д}}$ да ажралиб чиқадиган иссиқликнинг улуши кўп бўлмайди ва одатда иссиқликни ҳисоблашда инобатга олинмайди.

Эритишда қизишнинг содир бўлиши одатда қуйидагича тасаввур қилинади. Кучланиш уланганда ва босим кичик бўлганда деталлар бир-бирига яқинлаштирилганда учлар юзаларининг қаттиқ, ва суюқ, маҳаллий қисмлари орасида электр контакт юзага келади. Контактларни ток қиздиради, у контактларни тез эритади ва суюқ металлдан улагичлар ҳосил бўлишига олиб келади (1.7-расм).



1.7-расм.Эритиш вақтида эриган металл улагичларнинг жойлашиш схемалари

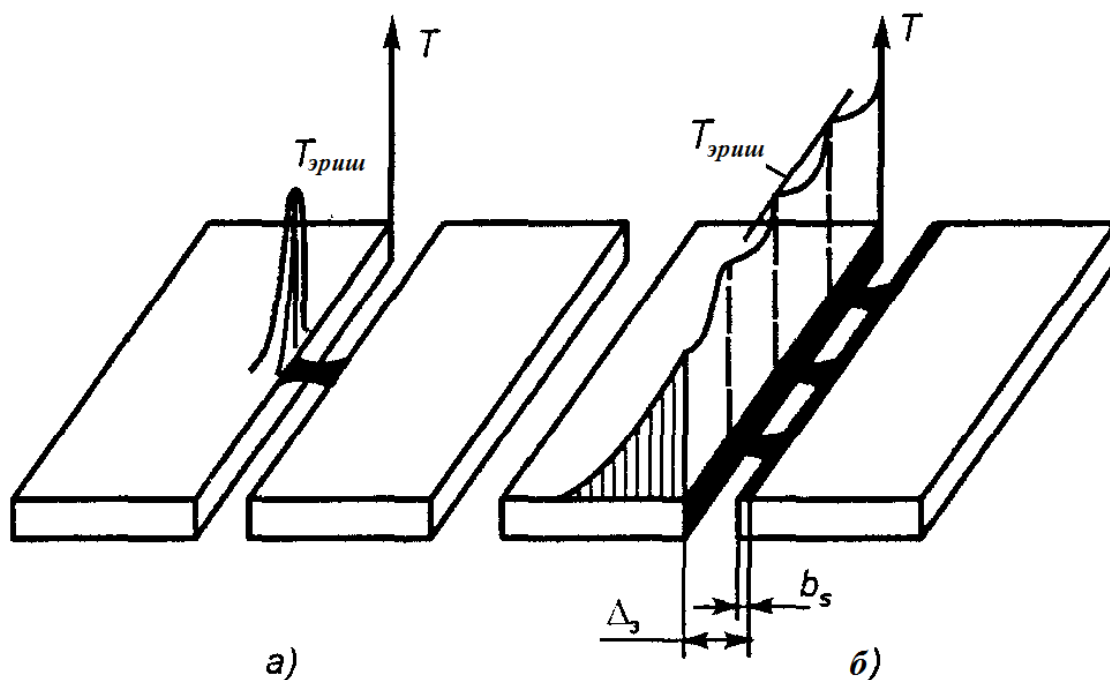
а - улагич таъсир қилувчи σ ва $F_{\text{сик}}$ кучлар; б - $F_{\text{в}}$ ва $F_{\text{к}}$ кучлар таъсирида улагичларнинг силжиши.

Улагичлар тезда емирилади. Улар одатда 0,001–0,005 секунддан ортиқ мавжуд бўлмайди. Уларнинг шакли ва ўлчамлари қарама-қарши томонларга йўналган икки асосий куч: сиртқи тарангланишдан пайдо бўлувчи σ кучлар ва электромагнит кучлар $F_{\text{к}}$ (пайвандлаш токининг квадратига пропорционал) билан аниқланади. Бунда σ кучлар деталлар бир-бирига яқинлаштирилганда, $\Delta_{\text{тир}}$ тирқишни кичиклаштиришга, улагич диаметри $d_{\text{у}}$ ни катталаштиришга интилади, $F_{\text{к}}$ кучлар эса улагични сиқиш ва узишга ҳаракат қилади. Улагичнинг сиқилиши ундаги токнинг зичлиги ортишига ва қизиш тезлиги ошишига сабаб бўлади. Токнинг зичлиги анча юқори бўлганда, (масалан, кам углеродли пўлатни эритишда $\sim 3000 \text{ А/мм}^2$) улагич марказидаги металл буғсимон ҳолатга ўтади ва унинг $F_{\text{у}}$ куч таъсирида портлашсимон емирилишига сабаб бўлади. Портлаш пайтида буғ босими 10-20 МПа га, ҳарорат эса 6000–8000°C га етади. Эриган металл тирқишдан учқунлар кўришида отилиб чиқади (60 м/с дан ортиқ тезлик билан), бу эса деталларнинг калталашувига олиб келади.

Бир вақтда мавжуд бўлувчи улагичлар орасида, бир йўналишдаги токи бўлган ўтказгичлар ўртасида бўлгани каби, электромагнит $F_{\text{в}}$ кучлар ҳаракат қилиб уларни яқинлаштириш ва бирлаштиришга интилади. Аммо улагичлар жуда тез емирилгани учун, бу жараён ниҳоясига етишга улгурмайди.

Улагичлардаги ток пайвандлаш машинасининг магнит майдони билан ўзаро таъсирлашиши туфайли пайдо бўлган $F_{\text{к}}$ кучлар уларнинг учқун оралиқда силжиши пайвандлаш контуридан суриб чиқарилишига ёрдам беради.

Одатда эришнинг бошида ҳароратнинг эриган учларда тақсимланиши бир текис бўлмайди, аммо учлар қизиб боргани сари бу нотекислик камайиб боради. Эриш жараёни учун улагичларда токнинг маҳаллий зичлиги юқори бўлиши ва деталларнинг бутун кесимига ўтказилган токнинг ўртача зичлиги кичик бўлиши хосдир.



1.8-расм. Эритиб пайвандлашда ҳароратнинг тақсимланиш схемаси
а–жараённинг бошлангич босқичида; б–жараёнинг охириги босқичида.

Эритиб пайвандлашда қизиш асосан тегиш қаршилигида ажралиб чиқадиган $q_{эр}$ иссиқлик ҳисобига юз беради, бу қаршиликнинг қиймати анча катта бўлади ва узоқ вақт мобайнида мавжуд бўлади:

$$q_{эр} = I_{эр}^2 R_{эр}$$

Иссиқлик айти пайтда деталлар учлари орасидаги тирқишдан чиқаётган металлни қиздиришга ($q'_{эр}$) ва деталларга иссиқлик узатилишига ($q''_{эр}$) сарфланади. Бу жараённи пайвандлаш режими параметрлари билан ушбу формула ёрдамида боғлаш мумкин:

$$q_{\text{эп}} = q'_{\text{эп}} + q''_{\text{эп}} = V_{\text{эп}} S \gamma [c(T_{\text{эп}} - T_1) + m_0] + 2\lambda S \frac{dT}{dX}$$

бунда: C - деталлар кесими, см^2 ;

γ , c , λ ва m_0 — пайвандланаётган металлнинг зичлиги, солиштирма иссиқлик сиғими, иссиқлик ўтказувчанлиги ҳамда яширин эриш иссиқлиги;

T_1 — эриш пайтида деталлар учларининг ҳарорати (эришнинг бошида хона ҳароратида, охирида эса эриш ҳароратига яқин бўлади; бироз қиздириб пайвандлашда эритишнинг бошида $T_1 = T_{\text{қиз}}$);

$T_{\text{эриш}}$ — эритишда чиқиб кетадиган металлнинг ўртача ҳарорати бўлиб, у пўлат учун 2000°C га тенг;

$\partial T / \partial x$ — детал учидаги ҳарорат градиенти пўлатни пайванлашда $\partial T / \partial x = 2000\text{--}5000^\circ\text{C}/\text{см}$ бўлади.

1.2. Заготовкани пайвандлашга тайёрлаш ва пайвандлаш режимларини танлаш

Деталлар чизмаларга мувофиқ, уларнинг ўлчамлари ва жоизликларига аниқ риоя этилган ҳолда тайёрланмоғи зарур, чунки уларнинг тайёрланиш сифати йиғиш, бир неча жойидан пайвандлаб қўйиш, пайвандлаш ишларининг меҳнат сарфи ҳамда аниқлигига бевосита таъсир қилади. Кўп ҳолларда тирқишларнинг керагидан катта чиқиши ва деталнинг ёмон туташувига айнан тайёрлаш аниқлигининг пастлиги сабаб бўлади. Заготовкalar листлардан прессда автоматик тарзда кесиб олинади. Деталларга шакл бериш одатда совуқ ҳолатда деформациялаш, яъни айланувчи жўваларда эгиш билан амалга оширилади.

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

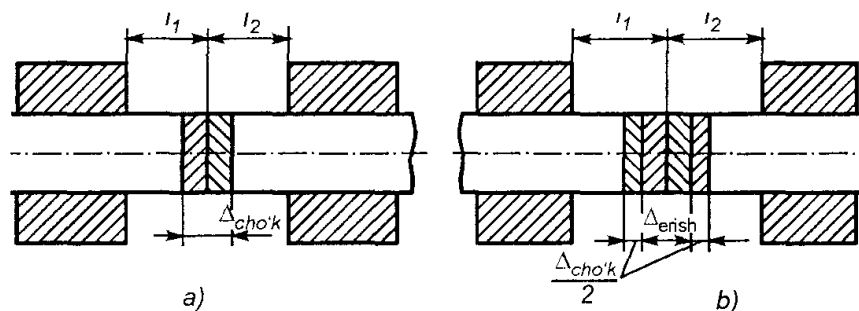
Эритиб пайвандлашда:

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

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

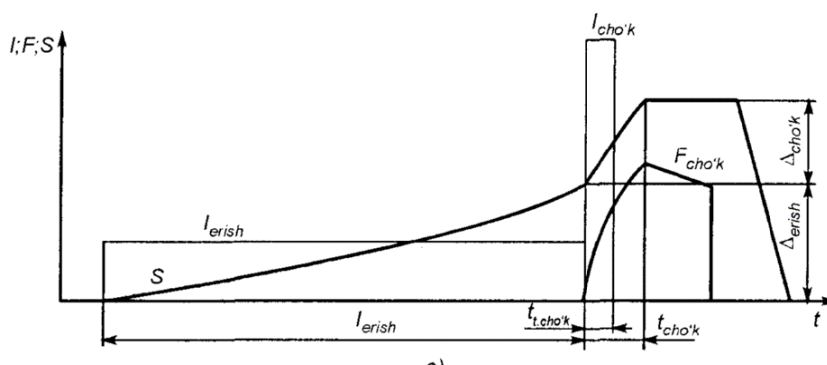
3) деталлар учларининг метали барвақт совишининг ва учма-уч бирикмада оксидлар тиқилиб қолишининг олдини олиш учун деталларнинг

етарлича катта тезликда деформацияланишини таъминлашга ҳаракат қилинади (1.9-расм).



1.9-расм. Учма-уч пайвандлашдаги ўрнатиш узунлиги
а – қаршилиқ билан пайвандлашда; б – эритиб пайвандлашда.

Режимнинг асосий параметрлари: эриш тезлиги $v_{\text{эриш}}$, эриш пайтида токнинг зичлиги $j_{\text{эриш}}$, эришга қўйим $\Delta_{\text{эриш}}$, эриш вақти $t_{\text{эриш}}$, чўкиш катталиги $\Delta_{\text{чўк}}$, чўкиш тезлиги $v_{\text{чўк}}$, ток остида чўкиш давомлиги $t_{\text{т.чўк}}$, ток остида чўкиш катталиги $\Delta_{\text{т.чўк}}$, чўкиш кучи $F_{\text{чўк}}$ ёки чўкиш босим $P_{\text{чўк}}$, деталнинг ўрнатиш узунлиги l . Машинанинг салт юриш кучланиши U_{20} ва уни ўзгартириш дастури ҳам берилади (1.10-расм).



1.10-расм. Учма-уч пайвандлаш жараёнининг циклограммаси
а - эритиб учма-уч пайвандлаш. б - қиздирган ҳолда эритиб учма-уч пайвандлаш.

Эриш тезлиги $v_{\text{эриш}}$ деталларга ҳароратнинг муайян тарзда тақсимланиши шартидан келиб чиқиб танланади. Чўктириш олдида

деталларнинг учлари бир текис қизиши учун эришининг охирги тезлиги $v_{0.эриш}$ анча оширилади. Кесим бўйича қизиш бир текис бўлиши, хароратнинг деталлар бўйлаб энг мақбул тарзда таксимланиши ва уларнинг учларида эриган металл қатлам юзага келиши эришга қолдириладиган қўйим $\Delta_{эриш}$ га боғлиқ. Одатда $\Delta_{эриш}$ пайвандлашга қолдирилувчи умумий пайвандлашда $\Delta_{эриш}$ 2-3 баробар камайтирилади.

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

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

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

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

$P_{чўк} = 60-80$ МПа – кам углеродли пўлат учун;

$P_{чўк} = 100-120$ МПа – кўп углеродли пўлатлар учун;

$P_{чўк} = 150-220$ МПа – аустенитли пўлатлар учун;

$P_{чўк} = 120-150$ МПа – алюминий қотишмалари учун.

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

$v_{чўк} = 20-30$ м/с – чўян учун;

$v_{чўк} = 60-80$ м/с – кам углеродли пўлатлар учун;

$v_{чўк} = 80-100$ м/с – кўп легирланган пўлатлар учун;

$v_{чўк} = 150-200$ м/с – алюминий қотишмалари ва бошқа осон оксидланувчи учун.

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

Деталларнинг ўрнатиш узунлиги:

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

бунда Δ_o – қисмалар ўртасидаги охирги (якуний) оралиқ. Одатда думалок стерженлар ва қалин деворли қувурларни пайвандлашда $l = (0,7 \div 1)d$ бўлади, бунда d – пайвандланадиган деталларнинг диаметри;
 $l = (4 \div 5)s$

Қиздирган ҳолда эритиб пайвандлашдаги қиздириш ҳарорати $T_{\text{қизд}}$ пайвандланадиган деталларнинг кесими ва металига қараб танланади:

$T_{\text{қизд}} = 800\text{--}1000^\circ\text{C}$ – конструкцион металллардан ясалган 10000 мм² гача кесимли деталларни пайвандлашда;

$T_{\text{қизд}} = 1000\text{--}1200^\circ\text{C}$ – конструкцион металллардан ишланган, кесими 10000-20000 мм² гача бўлган деталларни пайвандлашда;

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

Қиздириш вақти $t_{\text{қизд}}$ деталлар кесимининг юзи катталашишиш билан, 500-1000 мм² кесимли деталларни пайвандлашда бир неча секунддан 15000-20000 мм² кесимли деталларни пайвандлашда бир неча минутгача ортади.

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

Деталларни сиқиш кучи $\Phi_{\text{сиқ}}$ чўктириш пайтида деталлар жағларда сирпанишининг олдини олиш шартидан келиб чиқиб, деталлар билан жағлар ўртасидаги ишқаланиш коэффициентлари f_1 ва f_2 ёки сиқиш коэффициентига $\kappa_{\text{сиқ}}$ танланади:

$$F_{\text{сиқ}} = \frac{F_{\text{чўк}}}{f_1 + f_2} = k_{\text{сиқ}} F_{\text{чўк}},$$

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

Жағлардаги тишлар $k_{\text{сиқ}}$ ни $0,8-1$ гача камайтиради.

1.3. Заготовкани тўғрилаш ва қўшимча механик ишлов бериш

Пайвандлаш натижасида узелларда пайвандлаш деформациялари, зўриқишлар ва силжишлар (тоб ташлашлар) пайдо бўлади. Деформациялар маҳаллий (деталлар орасидаги тирқишлар, электродлар ўйган жойлар) ва умумий (чок узунлигининг қисқариши, ҳалқасимон чокли гардишнинг диаметри ва узунлиги кичиклашуви ва б.) бўлади. Агар деталларнинг бикрлиги бир хил бўлмаса, эгилиши, турғунлигининг йўқолиши, буралиб қолиши сингари нуқсонлар пайдо бўлади.

Пайвандлаш деформациялари ва силжишларини камайтиришнинг кўпгина усуллари мавжуд бўлиб, уларни икки катта гуруҳ: олдини олувчи ва тузатувчи (тўғрилаш) усулларга ажратиш мумкин. Олдини олувчи усуллар орасида чокни "чўзувчи" F_p ни қўллаш, шунингдек металлнинг тирқишга оқиб киришига йўл қўймаслик учун деталларни электродлар атрофида ҳалқасимон қисишдан фойдаланиш самаралидир. Агар олдини олиш чораларига қарамасдан, тоб ташлаш жоиз бўлиб, тоб ташлашдан катталигича қолаверса, тўғрилашдан фойдаланилади. Узелнинг матерали, ўлчамлари ва шаклига караб, термик, термомеханик ва механик тўғрилаш усуллари қўлланилади.

Узелни умумий қиздирган ҳолда термик ишлов бериш нисбатан кам қўлланилади, чунки бу усул юпқа деворли деталларда ўзининг

деформацияларини ҳосил қилади. Кўпинча бу усул нуқтали пайвандлашдан сўнг иккинчи импульсни ўтказиб амалга оширилади. Аммо бундай термик ишловдан асосий мақсад бирикмалар тузилмасини ва хоссаларини яхшилашдан иборат. Бўртиқ жойнинг ўзинигина кўп газ аланганли горелкалар билан металл пластик оқадиган ҳароратгача қиздириш самаралидир. Детал эркин кенгая олмани туфайли, бу жой қалинлашади, совигандан сўнг эса қисқаради.

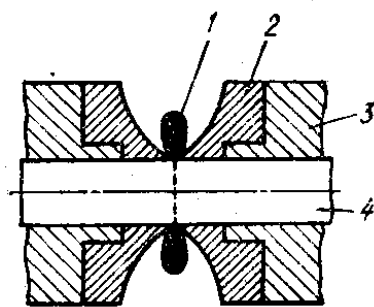
Термомеханик усуллар бир вақтда юқори ҳарорат, дилатометрик эффект ва ташқи куч таъсир кўрсатишига асосланган. Чўзилган қисмларини қисқартириш учун детал нуқтали машинанинг электродлари орасида маркази эригунча қиздирилади. Бунда пайвандлангандан кейин чокнинг қисқариш ҳодисасидан фойдаланилади.

БрНБТ қотишмасидан электродлар учигаги учлик кўринишида ясалган электр ўтказувчи устқўймалар орасида "поқилдоқ" ни қиздириш усулининг келажаги жуда порлоқдир. Усулнинг юқори даражада самарадорлигига қизиш жойнинг кенглиги, металлнинг иссиқликдан кенгайишга қаршилиги сунъий равишда оширилганлиги, юзаларнинг шикастланмаслиги ёки сезиларли даражада оксидланмаслиги ундан хилма-хил қалинликдаги деталларга ишлов беришда фойдаланиши мумкинлиги сабаб бўлади.

Механик усуллар чокни ёки чок яқинидаги жойни пластик деформациялашга асосланган. Чок пўлат пуансон билан металл бирмунча деформацияланиши учун етарли куч билан уриб чиқилади. Бу жараён чўқичлаш кучининг таъсирини эслатади.

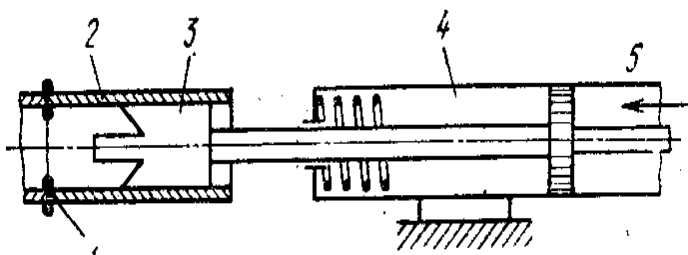
Асосий (базавий) ва ўтказиш юзаларига эга узеллар пайвандлаб бўлингандан сўнг механик ишлов: чархлаш, фрезалаш, силлиқлаш, ёйиб кенгайтириш ва бошқалар қўлланилади. Бунинг учун пайвандланадиган деталларда ишлов беришга қўйим қолдирилади.

Учма-уч пайвандлашдан кейин пайванд чокнинг грати, баъзан эса айрим қалинлашган жойлари йўқотилади. Деталларнинг кесими ихчам бўлса (стерженлар, қувурларнинг ташқи чоклари) грат ва қалинлашган жой металлнинг қизиган ҳолатида пайвандлаш машинасининг қисқичларида махсус пўлат пичоқлар билан, металл қирқиш дастгоҳларида ичига айланадиган металл қирқувчи асбоб ўрнатилган махсус олинадиган ҳалқалар билан йўқотилади (1.11-расм).



1.11-расм. Гратни кесиб ташлайдиган курилма бўлган стерженларни пайвандлаш схемаси
1 – грат; 2 – пичоқ; 3 – электрод; 4 – детал.

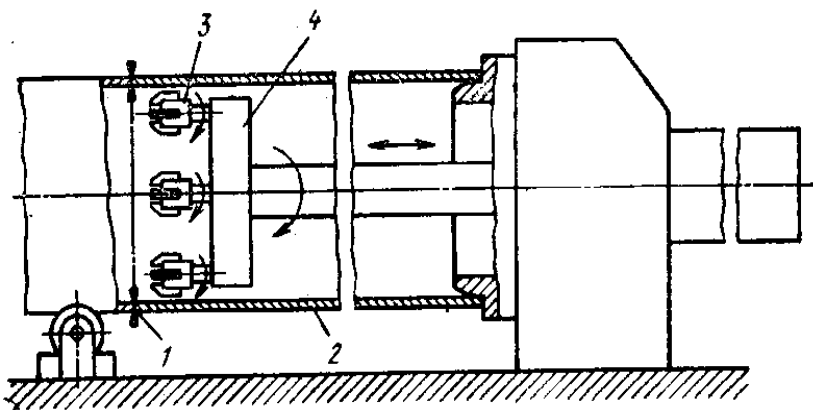
Тасмалар пайвандлаб бўлингач, чокларига грат кескичлар билан ишлов берилади. Қувурдан ясалган деталлар ичидаги пайванд чокка ишлов беришда энг катта қийинчиликлар юзага келади. Кичик ва ўртача диаметрли қувурлар ичидаги грат дорн билан кесиб ташланади. Бунинг учун дорн штангага ўтказилади ва пневматик цилиндр ёрдамида иссиқ чок орқали итариб ўтказилади (1.12-расм).



1.12-расм. Гратни ўйиб олиб ташлашда дорнни ҳаракатлантириш учун мослама

1 – учма-уч бириктириш жойи; 2 – змеевик; 3 – дорн; 4 – пневмоцилиндр; 5 – сиқилган ҳаво бериш.

Катта диаметрли қувурлар ичидаги пайванд чокларга кескичлар ўрнатилган айланувчи грат кескичлар билан ишлов берилади (1.13-расм).



1.13-расм. Катта диаметрли қувурларни пайвандлашда ички чокка ишлов бериш қурилмасининг схемаси:

1 – учма-уч бириктириш жойи; 2 – қувур; 3 – фреза; 4 – бурилма каллак.

II БОБ

АВТОМОБИЛЬ ПЎЛАТ ҒИЛДИРАКЛАРИНИ ТАЙЁРЛАШ ТЕХНОЛОГИЯСИ

2.1. Енгил автомобиль ғилдираклари ва уларнинг асосий параметрлари

Ғилдирак автомобиль юриш қисмининг узелларидан биридир. Ғилдиракнинг вазифаси автомобилни йўл билан боғлаб, унинг ҳаракатланишини таъминлаш ва шу билан бирга йўл нотекисликларидан узатилаётган турткиларни биров юмшатиб кузовга, кузовдан тушаётган тик йўналишдаги юкламаларни эса йўлга узатишдир.

Ғилдирак пневматик шина, бирлаштирувчи қисм диск ва ободадан иборат. Айтиш жоизки, захира қисмлар каталоги бўйича бирлаштирувчи қисм ва обода биргаликда ғилдирак деб аталади. **Обода** – шина ўрнатилувчи бўрт билан тайёрланган халқасимон қисм; **диск** – ободага таянч вазифасини бажарувчи ва автомобил гупчаги билан боғловчи қисм. Ғилдирак шинани жойлаштириш ва биргаликда ўққа маҳкамланиши натижасида автомобилга таянч вазифасини бажариш учун зарурдир.

Ғилдиракнинг автомобиль ўқи гупчагига боғланишига қараб, у дискили ва дисксиз бўлади. Юк автомобилларида ғилдиракнинг дисксиз тури ишлатилиб, у тўппа-тўғри гупчакка маҳкамланади. Енгил автомобилларда эса дискили ғилдираклар қўлланилади.

Автомобил ғилдиракларига қуйидаги талаблар қўйилади:

- шинага танланган ғилдирак ўзининг тузилиши, биқирлиги, ўлчамлари билан тўла - тўқис мос келиши зарур;
- яхши мувозанатланган бўлиб, мувозанатланмаганлик қиймати кичик бўлиши керак;
- ғилдиракни эксплуатация даврида кийдириш ва чиқариш қулай бўлиши зарур;

- ғилдиракнинг массаси зарурий даражада кичик ва инерция моменти эса кам бўлиши мақсадга мувофиқ;
- ғилдирак камерали, камерасиз шиналарга бирдай келиши зарур;
- камерасиз шиналар ишлатилганда, босим кам вақтда ҳам, уларнинг бириктирилган жойлари бир - биридан қочиши мумкин эмас.

Енгил автомобиль ғилдираклари кўп ҳолларда ажралмайдиган қилиб тайёрланади ва конструкцияси, фойдаланиладиган шина ўлчамлари, тайёрланган материали ҳамда ишлаб чиқариш технологияси билан фарқ қилади. Енгил автомобиль ғилдираклари тайёрланиш технологияси бўйича уч турга бўлинади: штамплаб тайёрланган пўлат ғилдираклар, қуйма ғилдираклар ва ҳажмий штамплаб тайёрланган ғилдираклар.

Штамплаб тайёрланган пўлат ғилдираклар энг кенг тарқалган бўлиб, дунё миқёсида ишлаб чиқарилиши бўйича етакчи ҳисобланади (2.1-расм). Уни ташкил этувчилари – диск ва обода пўлат листдан штамплаб, прокатлаб ва бир-бирига пайвандлаб бириктирилади. Автомобиллар конвейеридан айнан ушбу тур ғилдираклар билан жихозланган ҳолда ишлаб чиқарилади. Пўлат каррозияга тез учраганлиги учун пўлат ғилдираклар химоя қатлами (грунтовка, эмал ёки лак) билан қопланади. Ушбу ғилдиракларнинг афзаллиги арзонлиги ва етарли даражада пластик материалдан тайёрланганлигидан зарб таъсирида синиб кетмасдан пластик деформацияланишидир. Бу эса уни бутунлай яроқсиз ҳолатга келтирмасдан, балки осонгина қайта тиклаш имконини беради.

Пўлат ғилдиракларнинг камчиликлари нисбатан оғирлиги, каррозияга чидамлилиги пастлиги, оддий дизайнга эгалиги ва тайёрлаш аниқлиги пастлигидир. Шунинг учун кўпчилик уни қоплама қалпоқлар билан безатишга мажбур бўлади. Охирги йилларда кам углеродли кам легерланган юқори мустаҳкамликка эга пўлат листдан тайёрлаш орқали ғилдиракларнинг вазни енгил қотишмали ғилдиракларга яқинлашиб бормоқда.



2.1-расм. Штамплаб тайёрланган пўлат ғилдираклар

Енгил қотишмалардан тайёрланган ғилдираклар. Кўплаб ишлаб чиқарувчилар ғилдираклар тайёрлаш учун енгил қотишмалар ва материаллар устида изланишлар олиб борганлар. 1960 йилга келиб биринчи алюминий қотишмасидан ғилдираклар ишлаб чиқарилди. Кейинчалик магний қотишмаларидан фойдаланила бошланди. Енгил қотишмалардан тайёрланган ғилдираклар ишлаб чиқариш турига кўра икки турга бўлинади: қуйиб тайёрланган ва болғалаб тайёрланган ғилдираклар.

Қуйма алюминийли ғилдираклар(2.2-расм). Ушбу ғилдираклар суюқ қотишмадан қолип ёрдамида тайёрланади. Пўлат ғилдиракларга нисбатан улар катта афзалликка эга. Алюминийли ғилдирак пўлат ғилдиракка нисбатан тахминан 25 % га енгил. Ғилдирак қанча енгил бўлса, ҳаракат шунча текис бўлади. Инерция моменти камайиши автомобилнинг тезланиш ва тормозланиш хусусиятини яхшилашди. Бундан ташқари, трансмиссия деталларининг ейилишга чидамлилиги ортади ва ёқилғи сарфи сезиларли камаяди. Қуйма ва болғаланган дискларнинг тайёрланиш аниқлиги юқори, шу сабабли балансировка аниқлиги юқори бўлади. Қуйма дискларни тайёрлаш технологияси уларга ҳар қандай шаклни бера олади. Шу сабаб қуйма дисклар штампланганга нисбатан яхшироқ кўринишга эга

бўлади. Қуйма дискларнинг камчилиги шуки, улар йўл чуқурларига тушганда, штампланган дисклар каби букилмайди, балки ёрилиб кетади. Демак, бундай дискни тиклаб бўлмайди. Қуйма енгил қотишмали дисклар қимматбаҳо автомобилларга ўрнатилади.



2.2-расм. Қуйма алюминийли ғилдираклар

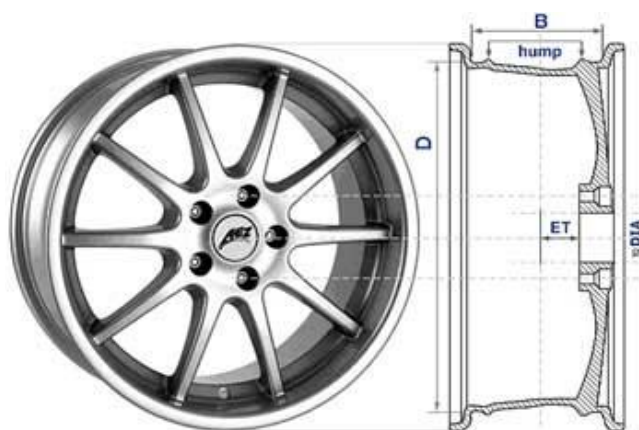
Болғаланган ғилдираклар (2.3-расм). Улар алюминий ва магний қотишмаларидан иссиқ штамплash усули билан тайёрланади. Кейин механик ва термик ишлов берилади. Шундай қилиб, конструкциянинг мустаҳкамлиги, қаттиқлиги таъминланади ҳамда юқори коррозияга чидамлиликка эришилади. Қуйма ғилдираклардан фарқли равишда болғаланган ғилдираклар қўшимча қопламага зарурат сезмайди. Зарба таъсирида болғаланган ғилдирак ёрилмайди, фақат эзилади. Бир қарашда у пўлат ғилдиракка ўхшайди, лекин оғирлиги бўйича икки марта енгил бўлади. Бу афзалликдан яна бир болғаланган ғилдиракларнинг камчилиги келиб чиқади. Чуқурликдан енгил ўтадиган болғаланган ғилдираклар барча зарба энергиясини осмаларга ўтказади, бу автомобиль ҳолатига ёмон таъсир этади. Болғаланган ғилдиракларнинг иккинчи камчилиги дизайн жиҳатидан тайёрлаш технологиясининг чекланганлигидир. Болғаланган ғилдираклар автоспортчилар ва тюнинг ҳаваскорлари ўртасида

оммалашган. Бундай ғилдираклар спорт ва зарядланган автомобилларда кўп фойдаланилади.



2.3-расм. Болғаланган ғилдираклар

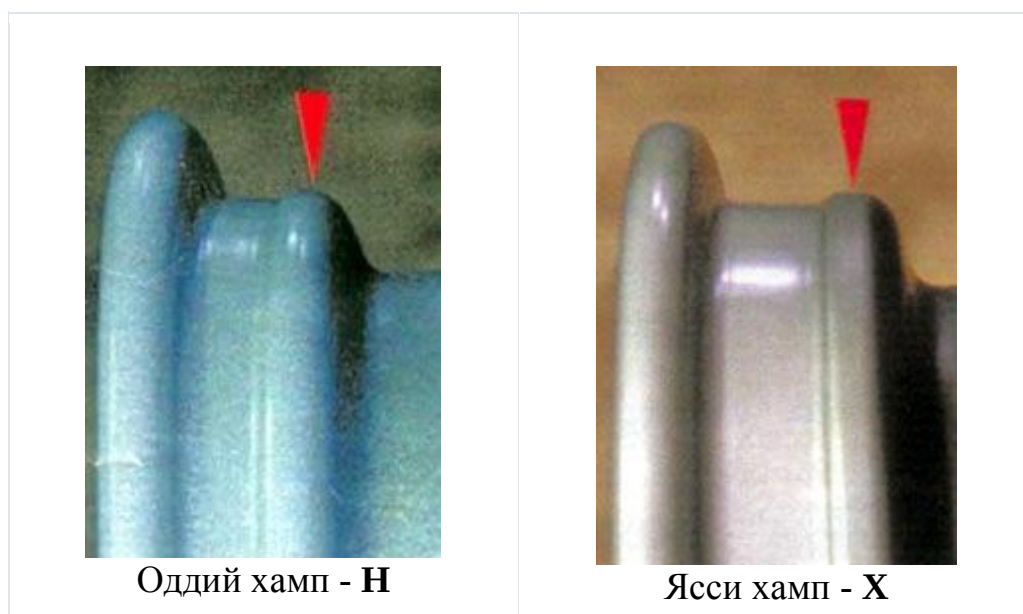
Ғилдиракларнинг маркаланиши (2.4-расм). Бу маълумотлар бизга ғилдиракларнинг қандай маркировка қилиш кераклигини тушунишга ва ғилдиракларнинг қандай асосий параметрлари мавжудлигини билишга ёрдам беради. Енгил қотишмали (қуйма ва болғаланган) ёки пўлат (штампланган) ғилдираклар бўладими, ҳамма ғилдираклар параметрлари стандарт белгиланишга эга.



2.4 – расм. Ғилдиракнинг асосий ўлчамлари

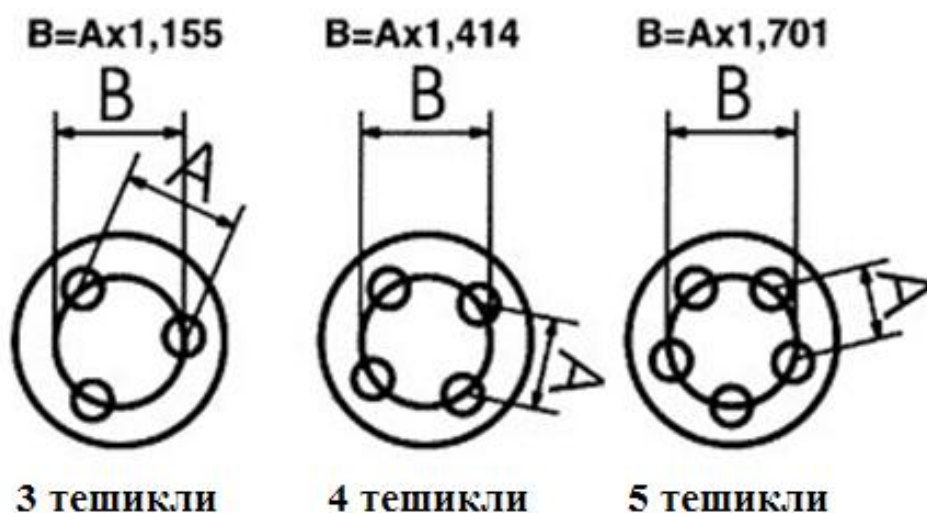
Масалан: **6.5Jx15 H2 5x100 ET45 d54.1** 15 – ғилдирак диаметри (D) дюмда; **6.5** - ғилдирак эни (B); **J** ва **H2** – мутахассисларга зарур бўлган

белгилар. **J** – ободаларнинг чекка бортлари хақидаги ахборотни беради. **H2** - хамп тузилиши коди бўлиб, ғилдиракнинг шина ўриндиғи хақида маълумот беради. Хамп (инглизча hamp (баландлик, дўнглик)) деб обода бўйлаб камерасиз шина учун мўлжалланган ҳалқали бўртиқларга айтилади(2.5-расм). Хампларнинг асосий вазифаси – бурилишларда шина бортларини ишончли маҳкамлаш бўлиб, ғилдирак герметиклигининг бузилмаслигини таъминлайди. Кўп ғилдиракларни белгилашда битта хампи бўлса, ташқи томон бўйлаб **H** – харфи битта ёзилади. Лекин кўп ғилдиракларнинг моделида ғилдиракнинг ички чеккаси бўйлаб хамплар мавжуд, **H2** – индекси шу ҳақда маълумот беради. Иккита хамп ғилдиракда шинани ўрнашиш ишончлилигини оширади, лекин ўрнатиш вақтида муаммолар туғдиради. Шу сабабли кўп ғилдиракларда иккинчи хампнинг баландлиги қирқилган қилиб тайёрланади. Бундай хамплар ясси хамп (flat hamp) дейилади ва **X** харфи билан белгиланади.



2.5 – расм. Обода хампларининг кўриниши

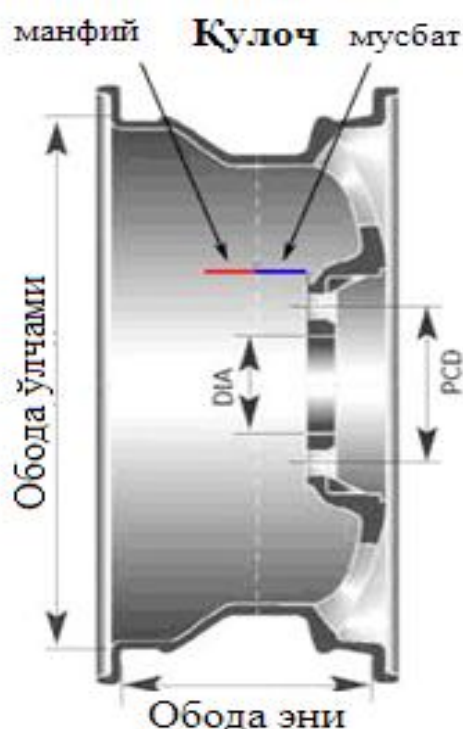
5x100 – болтлар (ёки гайкалар) сони(2.6-расм). Бизнинг ҳолатда 5 дона. Болтлар жойлашган диаметр **PCD** (pitch circle diameter) дейилади ва бизнинг ҳолатда 100 мм га тенг. Зарур бўлса, **PCD** ни тешиклар марказлари орасидаги масофани (**A**) ўлчаб ҳисоблаш мумкин. 5 дона маҳкамловчи болти (гайкаси) бор ғилдиракларда PCD қийматни топиш учун **A** масофани 1.701: $PCD = A \times 1.701$ коэффицентга кўпайтириш керак. Тўртта болтли (гайкали) ғилдиракларда: $PCD = A \times 1.414$. Учта болтли (гайкали) ғилдиракларда: $PCD = A \times 1.155$.



2.6 – расм. Болтларнинг жойлашиш схемаси

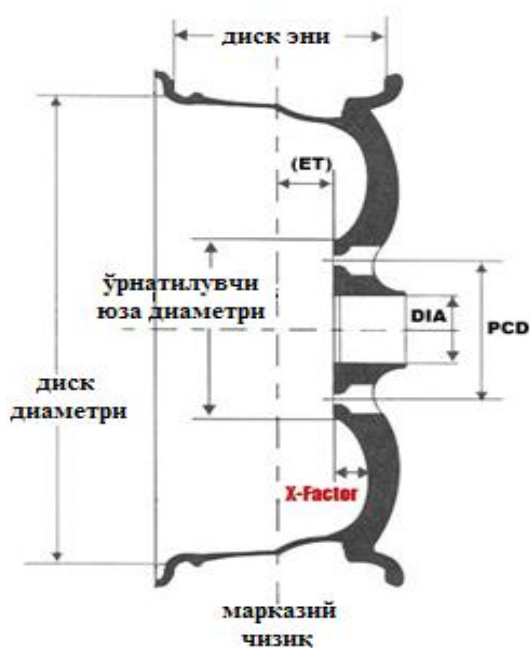
ЕТ45 – қулоч. Бу ғилдирак дискининг ўрнатиш текислигини (дискнинг гупчакка қотириладиган юзаси) ва ғилдирак энининг маркази орасидаги масофа(2.7-расм). Қулоч ЕТ мм ларда ўлчанади ва бизнинг ҳолатда 45 мм га тенг. Кўпроқ тарқалган белгиланиши: OFFSET, ЕТ ва DEPORT. Қулоч катталиги манфий бўлса, унинг узунлигига “-” белги кўшиб қўйилади. Ҳар бир автомобиль ғилдираги учун қулоч ишлаб чиқарувчи томонидан ҳисобланади. Бу параметрларга амал қилиш ғилдиракни тайёрлаш ёки танлашда ғилдирак аркасида хавфсиз жойлашишнинг муҳим шарти ҳисобланади. Шу билан бирга ҳисоблашдаги ва амалдаги ўлчамлар фарқи ўзига хос елка ҳосил қилади ва унга таъсир

қилувчи кучлар осма ва айланувчи механизмлар элементларини юклайди. Натижада автомобиль йўналишдан хавфли четланиши мумкин. Жоизлик $\pm 5 \div 7$ мм атрофида бўлиши мумкин. Автомобилга ноштат қулочли ғилдирак тавсия этилмайди. Қулочнинг сезиларли камайиши ғилдирак излари орасини камайтиради. Бу оз бўлса-да автомобиль барқарорлигини оширса-да ҳамда унга “спортив” кўриниш берса-да, кескин равишда гупчак ва осма подшивникларга катта юк тушади. Қулочни кўпайтириш, яъни излар орасини торайтиришни иложи йўқ. Чунки диск тормоз тизими элементлариг қотирилади.



2.7 – расм. Диск қулочининг кўриниши

Диск қулочини ҳисоблаш формуласи: $ET = a - b/2$, бу ерда **a** – гупчак фланецига дискнинг ёпишиб турган юзасидан ички “қирғоғигача” бўлган масофа, **b** – ғилдиракнинг эни, **d54.1** – ўрнатиш текислиги томонидан ўлчанган марказий тешик диаметри (2.8-расм). Диаметр (DIA) мм да ўлчанади ва бизда 54.1 мм тенг.

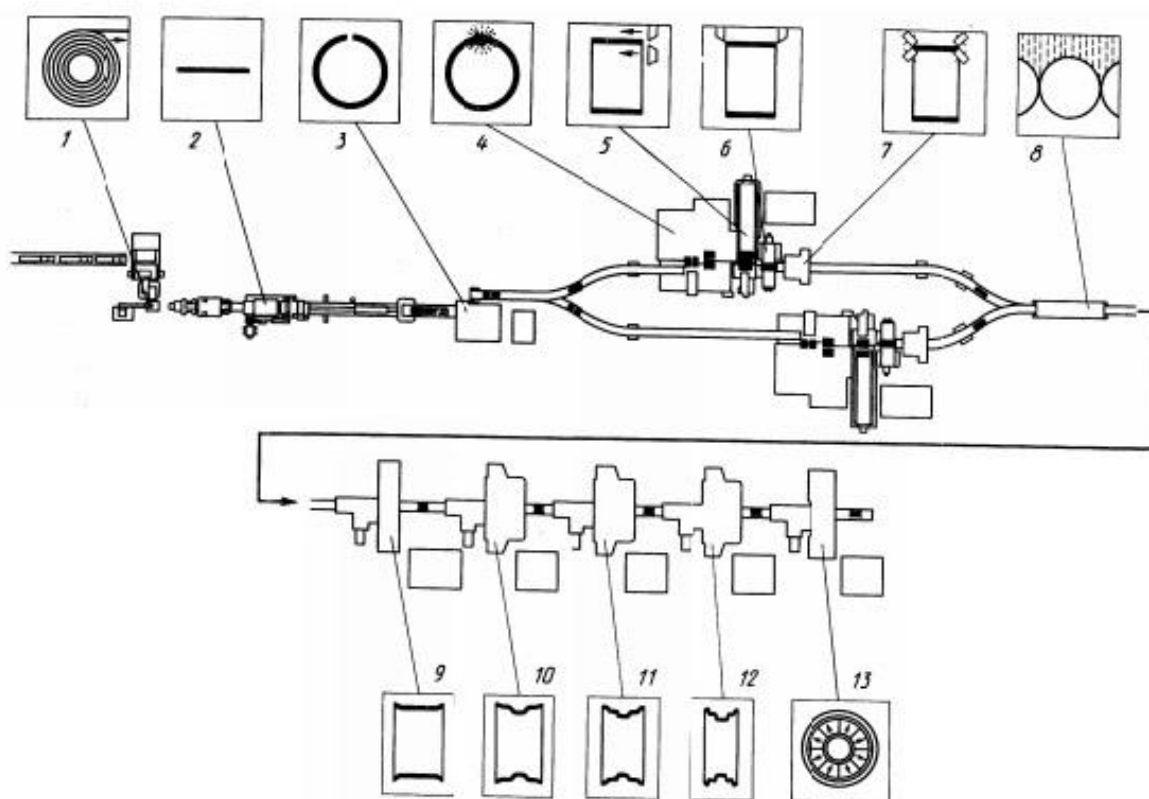


2.8 – расм. Диск х-фактори кўриниши.

Енгил қотишмали ғилдиракларни ишлаб чиқарувчиларнинг кўплари гупчакни ўтиш (марказий) ҳалқага марказлаш учун, ғилдиракни ишончли ўрнатиш, тебранишлар бўлишининг олдини олиб, DIA ни катта диаметрда тайёрлайдилар. Ғилдиракнинг X фактори нима? Ғилдирак обода ва дискдан иборат. Оддий пўлат ғилдиракларда бу икки қисм пайвандлаш билан бирлаштирилади. Ўрнатиш текислиги ва дискнинг орқа тамони ўртасидаги масофа x фактор дейилади. Бу тушунча етарли даражада шартлидир. Ободага пневматик шинани ўтқазишни таъминлаш шартидан келиб чиқиб, обода конструкцияси стандарт билан аниқ белгиланади, дискнинг конструкцияси эса етарли даражада эркин қилинган. Шу билан бирга у тормоз элементларига мос келиши, ғилдиракнинг керакли мустаҳкамлигини ва чиройли ташқи кўринишини таъминлаши керак. Агар x фактор катта бўлса суппорт ўрнатилиш текислиги кўпол бўртиб чиққан автомобилларга ўрнатилади. Агар x фактор нолга яқин бўлса, ғилдирак шундай автомобилларга мўлжалланган-ки, унда тормоз элементлари ўрнатиш текислигидан чиқмайди.

2.2. Енгил автомобиль пўлат ғилдиракларини тайёрлаш технологияси

Пўлат листдан тайёрланувчи енгил автомобиль ғилдириакларни ишлаб чиқариш ярим автоматик ёки тўла автоматлашган линияларда амалга оширилади. Автоматик линиядаги ишлаб чиқариш ҳажми катта бўлгани боис оммавий ишлаб чиқаришда фойдаланилади. Ярим автоматик линиядан уни жиҳозлаш ва ишчи кучи бирмунча арзонроқ бўлган ҳолларда серияли ишлаб чиқаришда фойдаланилади. Пўлат ғилдиракларни ишлаб чиқариш жараёнининг асосий босқичларидан бири ободаларни тайёрлаш жараёнидир. Ободаларни тайёрлаш бир неча технологик босқичларда амалга оширилади ва ҳар бир босқичда алоҳида машиналардан фойдаланилади. 2.9-расмда ғилдирак ободаларини тайёрловчи автоматик линия кўрсатилган.



2.9-расм. «Кезерлинг» фирмасининг енгил автомобиль ғилдирак ободаларини тайёрловчи линияси

Заготовка эни 172 мм ва қалинлиги 2,5 мм бўлган совуқлайин жуваланган ўрам ҳолатидаги листдан иборат. Тўртта ўрам кран ёрдамида махсус сақлагич аравага икки ҳолатли, яъни биринчиси ишчи, иккинчиси захира ҳолатига эга ўрамни ёювчи ускуна шпинделига етказиб бериши учун ўрнатилади. Ўрамни ёйишда (1-босқич) роликлар воситасида бошланғич текислаш амалга оширилади. Текис қирқувчи машинада (2-босқич) металл тасма сўнгини текислаш ишлари амалга оширилади ва белгиланган ўлчамда қирқилиб, ҳалқасимон букувчи машинага узатилади. Ҳалқасимон букувчи машинада (3-босқич) заготовкага ҳалқа шакли берилади; заготовка тарнов орқали думалаб навбат билан икки параллел жойлашган учма-уч пайвандлаш дастгоҳига (4-босқич) етиб боради. Ушбу дастгоҳда заготовканинг бирлашувчи қирғоқларини автоматик топувчи шуп ёрдамида пайвандланувчи қирғоқлар пайвандлаш дастгоҳи жағларига маҳкам қистирилади ва пайвандланади. Кейин пайвандланган ҳалқа грат қирқувчи дастгоҳга етказилади (5-босқич), қирғоқларга ишлов берилади (6-босқич) ва қирраларга фаска очилади (7-босқич). Ушбу операциялардан сўнг оқим бирлаштирилади ва ҳалқалар кейинги шакл беришдан олдин мажбурий совитишни таъминлаш мақсадида тарновга жойлаштирилади.

9-босқичда икки конуссимон пуансон ёрдамида ҳалқа четидан ичкари томон сиқилиб, дастлабки шакл берилади. Кейинги шакл бериш уч босқич (10,11,12-босқичлар) да роликли шакл бериш дастгоҳида амалга оширилади. 13-босқичда охирги калибрлаш амалга оширилади. Яъни обода кенгаювчи пуансонда талаб қилинган ўлчамга келтирилади.

Обода ва дискни бирлаштириш ёйли, контактли ёки ишқалаб пайвандланади. Ободага ҳаво тешиги очилганидан сўнг, ишчи дискни ободага ўрнатади ва пресс орқали бирлаштиради ва пайвандлайди.

Ободаларни тайёрлашда контактли учма-уч пайвандлаш усулидан фойдаланилади. Енгил автомобиль пўлат дискларини тайёрлашда бу

пайвандлаш усули энг самарали ва ягона усул ҳисобланади. Ободаларни тайёрлашда учма-уч пайвандлашнинг қаршиликли (ўзгармас ток билан) ва эритиб учма-уч (ўзгарувчан ток билан) пайвандлаш турларидан фойдаланилади.

Енгил автомобиль пўлат ғилдираklarини тайёрлашда замонавий жиҳозлар қўлланилади. Улар ҳақида маълумотлар 2.10-2.17 расмларда берилган.

Ғилдирак ободаларини букиш машинаси (2.10-расм)

Ғилдиракларни тайёрлаш жиҳозлари ғилдиракларни ишлаб чиқариш линияларида ишлатилади.



2.10-расм. *Ғилдирак ободаларини букиш машинаси*

Эритиб учма – уч пайвандлаш машиниси(2.11-расм).

Улар пўлат ғилдирак ободаларининг бирлашувчи учларини учма – уч пайвандлаш учун ишлатилади. Ишлов бериладиган заготовкани маҳкамлаш, пайвандлаш ва унинг шлагини йўқотиш гидравлик тизим ёрдамида амалга оширилади.



2.11-расм. *Эритиб учма – уч пайвандлаш машиниси*

Пайванд чокларини тозалаш, прокатлаш ва қирқиш машинаси (2.12-расм).

Тозалаш машинаси ёки триммер пайванд чокининг ички ва ташқи юзаларидаги пайванд шлакларини йўқотишда фойдаланилади. Бу юзани янада ясси қилиш имконини беради.



2.12-расм. *Пайванд чокларини тозалаш, прокатлаш ва қирқиш машинаси*

Юмалоқлаш машинаси (2.13-расм).

Обода четларини кенгайтириб конус шаклига келтириш тўғридан – тўғри преслаш эмас, сирпанишнинг пасив ишқаланиши ҳисобига амалга оширилади. Бу штампдаги босимни камайтиради ва ишлаш ресурсини 10 марта оширади.



2.13-расм. *Юмалоқлаш машинаси*

Профил букиш машиниси (2.14-расм).

Бу ғилдирак ободаларига шакл бериш машинасидир. Улардан ғилдирак ободаларини симметрик ва ассимметрик профиллаш учун фойдаланилади. Ушбу профил букиш машинаси бош машина ва гидравлик узатма тизимидан иборат.



2.14-расм. Профил букиш машинаси

Горизонтал кенгайтириш машинаси(2.15-расм).

Пўлат ғилдираклар ишлаб чиқариш линиясида профил букиш машинасидан кейин горизонтал кенгайтириш машинаси (экспандер) жойлашади. Ушбу жихоз ғилдирак ободаларини калибровкалаш учун ишлатилади.



2.15-расм. Горизонтал кенгайтириш машинаси

Ҳаво тешигини тешиш учун пресс машина (2.16-расм).

Бу машина вентил учун тешикларни тешувчи прессларни етказиб

беради. Штамповчи пресслар ғилдирак ободаларида камерасиз шина учун вентил тешигини тешади.



2.16-расм. *Ҳаво тешигини тешиш учун пресс машина*

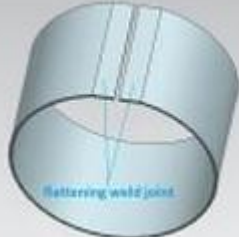
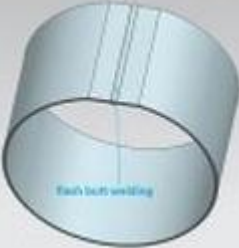
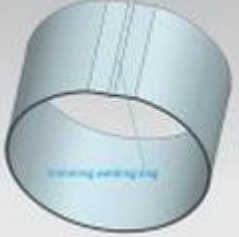
2.3. Ғилдираклар ишлаб чиқариш линияларида технологик жараёнлар

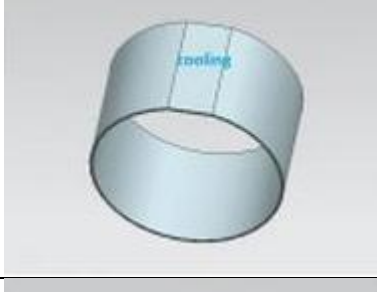
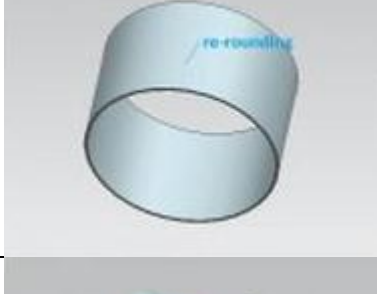
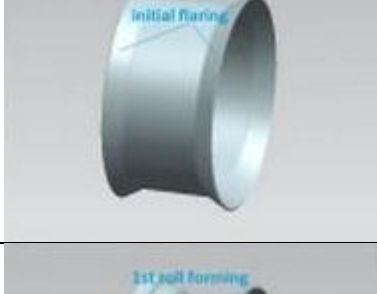
Ғилдирак ишлаб чиқариш линияларидаги жараёнлар фойдаланадиган пўлат листга боғлиқ. Бу линияларда белгиланган узунликда қирқиб берилган пўлат листлардан фойдаланилади.

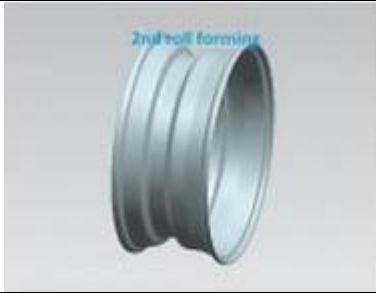
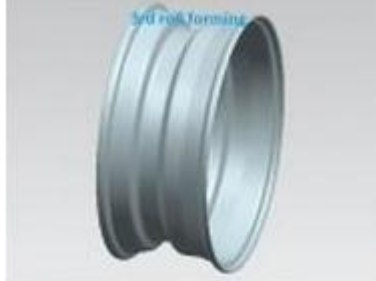
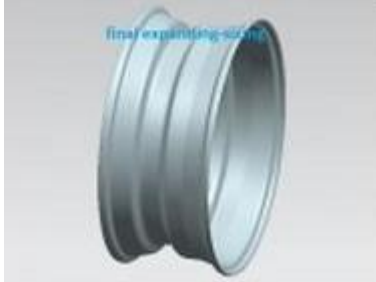
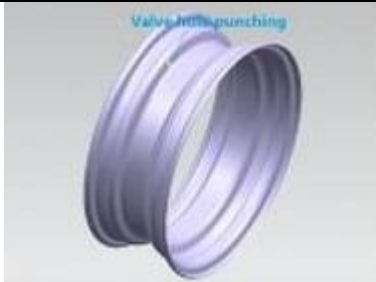
Қуйида ишлаб чиқариш жараёнларининг жойлашиш схемаси ва машинада ишлов бериш технологиясининг мақбул вариантлари келтирилган(1-жадвал).

1-жадвал

Номер	Жараён	Ишлов бериладиган детал тасвири
-------	--------	---------------------------------

<u>1</u>	Пўлат листни узатиш		
<u>2</u>	Тамонлардаги нотекисликларни кетказиш		
<u>3</u>	Маркировка штамповкаси		
4	Ободани букиш		
5	Пайвандлаш учларини ёйиш		
6	Эритиб учма-уч пайвандлаш		
7	Пайванд шлагини олиб ташлаш		

8	Пайванд прокатлаш	чокни		
9	Ён томондаги пайвандлаш шлакларини қирқиш			
10	Совитиш			
11	Қайта юмалоқлаш			
12	Конус шаклини бериш			
13	1 – шакл бериш			

14	2 – шакл бериш		
15	3 - шакл бериш		
16	Якуний кенгайтириш – калибрлаш		
19	Вентил учун тешик тешиш		
20	Дискни ободага пресслаб жойлаш		
21	Диск ва ободани пайвандлаш		

III БОБ

ОЛИНГАН НАТИЖАЛАРНИНГ КОМПЛЕКС ТАҲЛИЛИ

3.1. Пўлат ғилдиракларни тайёрлашда юзага келувчи нуқсонлар

Пўлат ғилдиракларни тайёрлаш технологияси оддий кўринса-да, у аслида мураккаб бўлиб, технологияга риоя қилмаслик ёки унинг етарли даражада такомиллашмаганлиги бир қанча турдаги яроқсизликни келтириб чиқаради.

2-жадвалда пўлат ғилдирак ишлаб чиқариш йиғув линиясидаги яроқсиз маҳсулотлар фоизларда ва уларнинг сабаблари келтирилган.

2-жадвал

	Нуқсон номи	Нуқсонларнинг ўртача фоизи	Сабаби
1	Пайванд чокнинг дарз кетиши	33.48	• Материалнинг композицияси тўғри бўлмаслиги мумкин; • ўлчамга қирқиш операциясида ғадир-будурликлар ҳосил бўлган; • заготовканинг спиралсимон бўлиб қолишлиги; • бирлашадиган; юзалар пайвандлаш вақтида бир – бирига нисбатан тўғри жойлашмагани туфайли, пайвандлаш нотўғри бажарилади; • нотўғри ток кучи туфайли чала эриш.

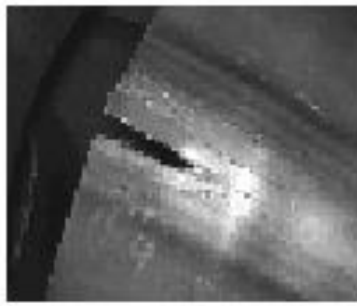
2	Текислаш линияси (Trim line)	16.445	• Ҳалқа шаклига келтиришдаги хатолик; • спиралсимонлик муаммоси – юзалар нотўғри жойлашган; • текислаш тўғри бажарилмаган; • триммер жиҳозининг эскириши; • электроднинг баландлиги тўғриланмаган; • триммер бурчагининг нотўғри ўрнатилиши; • Жиҳоз ва олиб ташланадиган шлаг орасидаги масофа нотўғри.
3	Ёмон эриш	8.9875	• Материалнинг композицияси нотўғри; • пайвандланадиган юзалардаги ғадир будурликлар; • спиралсимонлик муаммоси; • етарли бўлмаган ток кучи туфайли нотўғри эриш; • нотўғри сиқиш кучи ва кучланиш.
4	Ўлчам қўйиш муаммоси	6.6775	Бошланғич масофа йўриқномаси нотўғри ўрнатилган.
5	Ёмон профиллаш	5.46	Юкламанинг нотўғри ўрнатилганлиги.

6	Валцовка ёмонлиги	4.5125	Келаётган материал тўғри текширилмаган
7	Материал ёриқларининг кенгайиши	8.825	Доналар ўлчами сифат даражасида эмас.
8	Материалнинг тирналиши	3.4475	Юкламанинг нотўғри ўрнатилганлиги
9	СТЛ туфайли штампдаги муаммо	3.2075	Гидравлик босимнинг камлиги туфайли штампнинг силжиши
10	Нотўғри кенгайиш	2.9	Кенгайтириш кучининг нотўғрилиги
11	Материалнинг ўйилиб қолиши	2.1725	Чўктиришдан сўнг шлаг тўғри олиб ташланмаган
12	Ёмон кенгайиш	2.065	Қўлда бошқариладиган машинадан малакасиз ишчи фойдаланганда.
13	Қийшиқ пайванд	1.4975	Қисиб турувчи босим тўғри эмас
14	Ҳаво чиқишини текширувчи машина	0.8875	Чокнинг нотўғри пайвандланганлиги
15	Чокдаги ғовак	0.735	Электроднинг тўғри тозаланмаганлиги
16	Пайванд чокининг катталиги	0.47	Нотўғри пайвандлаш тезлиги
17	Ортиқча қирқиш	0.3275	Қирқиш жиҳози чуқурлигининг нотўғри ўрнатилиши

18	Ейилиш муаммоси	0.2675	Штампдан хаддан ташқари кўп фойдаланиш ва совитувчи асбоб тўғри тозаланмаганлиги
19	Шина ўриндиғи диаметри катта	0.059	Кенгайтиришдан кейин ташқи диаметрнинг катталашиши
20	Ҳаво тешиги белгининг қаршисида	0.0575	Ҳаво тешигини очувчи штамп кўрсаткичи нотўғри

2-жадвалдан кўриниб турибдики маҳсулотнинг яроқсиз болишига бир неча хил нуқсонлар сабаб бўлади. Лекин пайванд чокни дарз кетиши 33.48 фоизни ташкил қилгани учун у асосий рол ўйнади. Шунинг учун биз ушбу нуқсон устида тадқиқот олиб бордик. Пайвандлаш ток кучи, сиқиш босими ва кенгайтириш кучи ушбу нуқсонга таъсир этувчи омиллар эканлигини таъкидланган ва улардан кенгайтириш кучи катта таъсир этишини аниқланган.

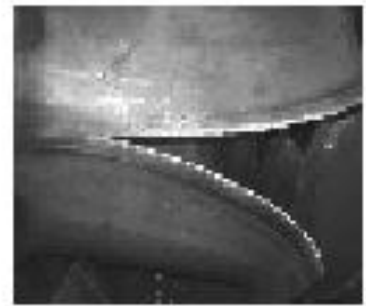
Олиб борган тадқиқотларида ғилдирак ободаларини пайвандлаб улашда пайванд чок ва чоколди ҳудуди билан боғлиқ бўлган нуқсонликлар ҳажми 29 – 37 % ни ташкил этади. Бундан бевосита пайванд чокнинг ёрилиши 80 % га боради (3.1-расм. а-м); чоколди ҳудуд ёрилиши (3.1-расм. а-е) – 17 – 19 %; комбинатцияли ёрилиш яъни чок ва чоколди ҳудуди биргаликда (3.1-расм. а-и) – 2 – 3 %. Лекин заготовканинг асосий материалдан ёрилиши камдан кам учрайди.



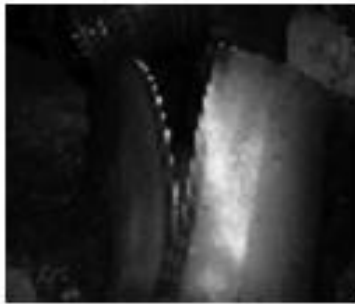
а



б



в



г



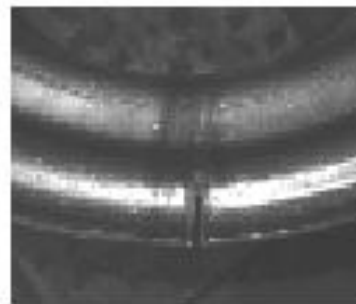
д



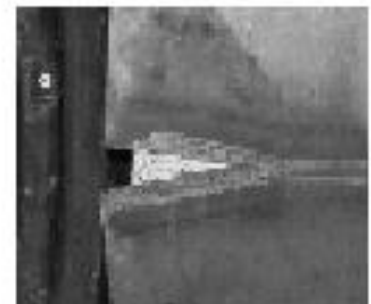
е



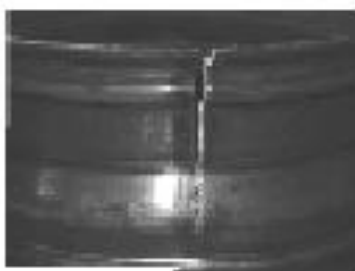
ж



з



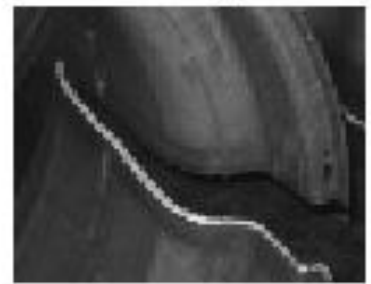
и



к



л



м

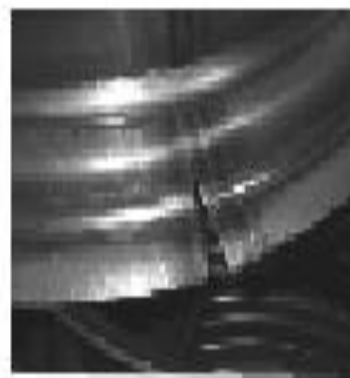
3.1- расм. Пайванд чок ёрилиши



а



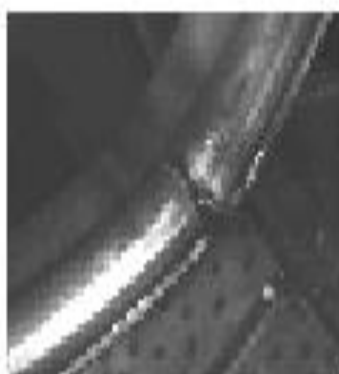
б



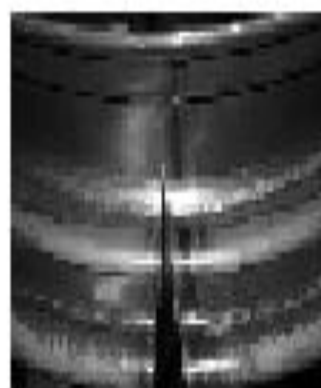
в



г

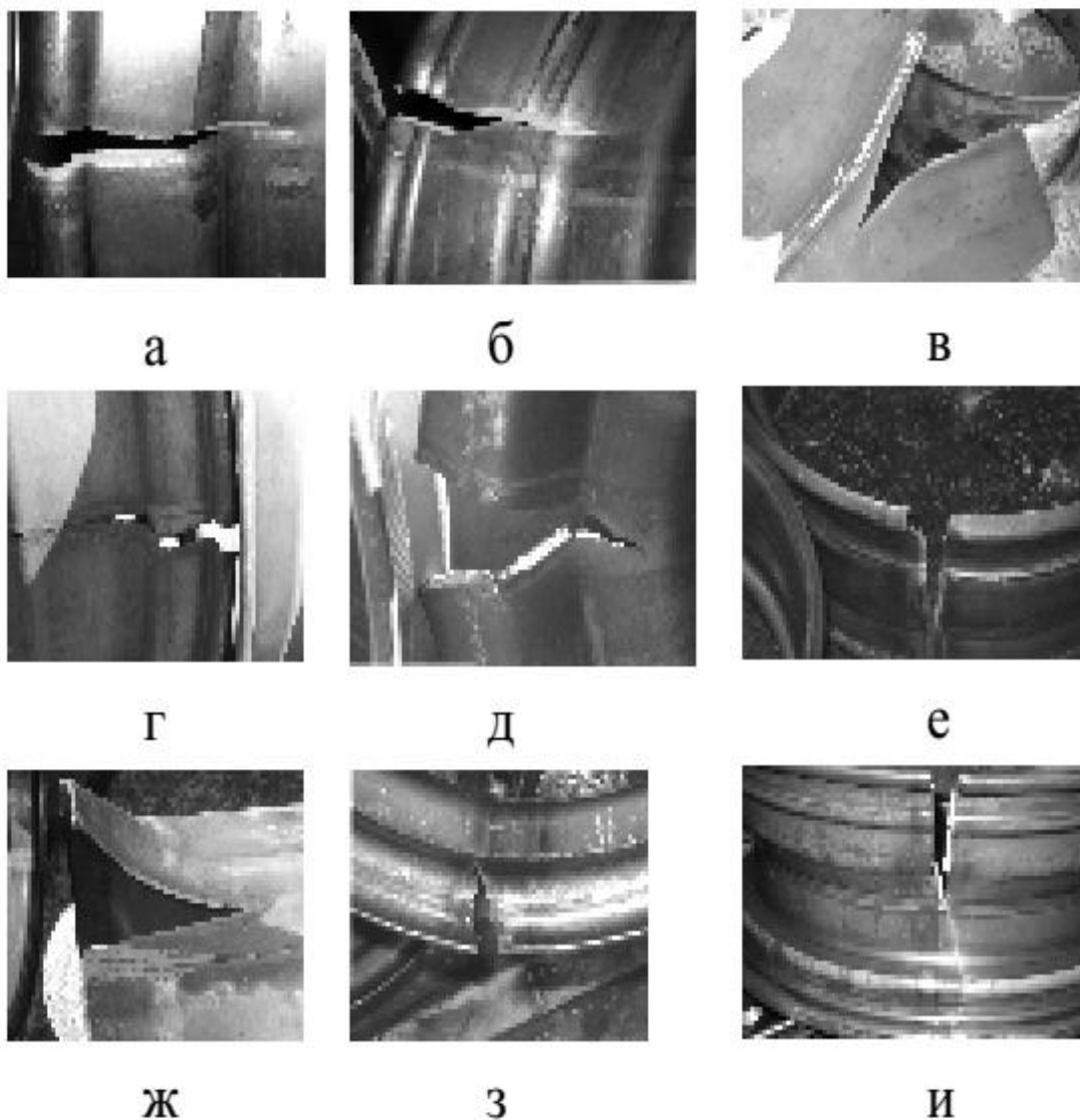


д



е

3.2- расм. Чоколди худудининг ёрилиши

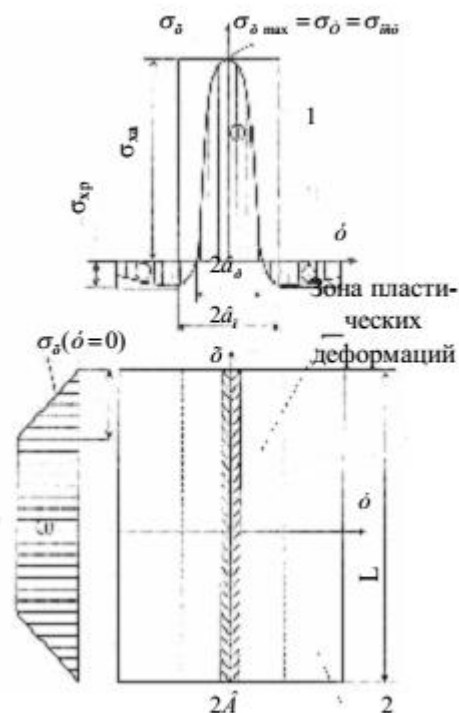


3.3- расм. Пайванд чок ва чоколди худудининг комбинациялашган ёрилиши

Чоколди худудидаги ёрилиш (3.2-расм, а-и) асосан заготовканинг бутун кўндаланг қирқими бўйлаб радиал – ротацион профиллашнинг охирги босқичида рўй беради. Чоколди худудининг маҳаллий ёрилиши ён томон чекка қисмида жуда кам учрайди (3.2-расм, в-е) ва транспортировка қилинганда юзага келган механик нуқсонлар билан боғлиқ. Чок ва чоколди

худудининг комбинациялашган ёрилиши деформациянинг бошланғич босқичида юзага келади ва 20 % гача заготовканинг кўндаланг кесимида локал характер касб этади. Агар нуқсоннинг бу тури якуний босқичда (қирғоқларга шакл беришда) пайдо бўлса, ёриқ узунлиги кичик ва ҳосил қилинадиган қирра узунлигидан ошмайди (3.3-расм, з). Обода заготовканининг ўқиға нисбатан ёрилиш линиясининг оғиш бурчаги 25 – 28 % ни ташкил қилади (3.3-расм, з, ж, е, д), жуда кам ҳолларда чоколди худудидаги ёриқ заготовка ўқиға нисбатан 30° атрофида тарқала бошлайди, кейин 45° бурчак остида бурилиб асосий материал бўйлаб юради. Пайвандлаш технологияси бузилиши бир вақтнинг ўзида чок ва чоколди худудида ёриқларни юзага келтиради (3.3-расм, в). Барча ҳолатда ҳам (3.3-расм, в дан ташқари) ёриқ заготовканинг ёнидан бошланади. Пайванд чокнинг ёрилиши шакл ўзгартиришнинг дастлабки операциясида рўй беради. Яъни пайвандланган заготовкани экспандерга юбораётганда. Гилдирак ободаларини тайёрлашда бу операция осадка деб аталади.

Пайвандланган заготовкаларнинг шаклини ўзгартираётгандаги нуқсонлар сабабини тушунтириш учун керакли омилларни ўрнатиш ва уларни деформацияланиш имкониятига таъсирини баҳолаш керак. Пайванд заготовканинг шакл ўзгаришига зўриққанлик ҳолатининг схемаси, деформация тезлиги ва заготовканинг пайвандлаш олдида ўрнатиш ҳолати таъсир қилиши аниқланди. Кам углеродли пўлатларни эритиб пайвандлашда пайванд чокдаги қолдиқ зўриқишнинг типик эпюраси 3.4-расмда тасвирланганидек кўринишга эга.



3.4 – расм. Кам углеродли ва кам легерланган учма – уч пайвандланган бирикманинг қолдиқ зўриқишлар эпюраси

Совуқ жуваланган кам углеродли пўлат заготовкани контактли учма-уч пайвандлаш учун чоколди ҳудудида структура ўзгаришини ва механик ҳоссасини характерловчи принципиал фарқ мавжуд. $T = 200 - 300^{\circ}\text{C}$ даражагача қиздирилганда совуқ жуваланган пўлатларда ички зўриқишлар камая бошлайди.

Кам углеродли пўлатнинг мустаҳкамлик чегарасини керакли қийматга тушгунича юмшатишда мос ҳолда наклепланмаган пўлатга мос киёвий таркибда контактли учма-уч пайвандлаш рўй бермайди. Совуқ контактли кам углеродли пўлатдан олинган пайванд намуналарини чўзиш синовида бузилиш учма –уч бирикиш жойида ёки чоколди ҳудудида юз беради. Бу ерда келиб чиққан қайтариш ёки қайта кристаллаш билан механик хоссаларни камайтиришни кейинги термик ишлаш билан бартараф этиб бўлмайди. Шунинг учун совуқ жуваланган пўлатларни контактлаб пайвандлашда мумкин қадар оз термик ҳудуд билан тайёрлаш,

кейинги шакл ўзгартириш ва эксплуатация давридаги энг катта рухсат этилган зўриқишни чегаралаш керак бўлади. Агар заготовканинг оз деформацияланган қисми деформация ва зўриқишга таъсири (5) ишда кўриб чиқилган бўлса, мустаҳкамлиги паст ҳудуднинг шакл ўзгартириш жараёнига таъсири хали кўрилмаган. Пайванд заготовканининг оддий деформация схемасини кўриб чиқамиз. Пайванд чок ва чоколди ҳудуддаги кўндаланг сиқувчи кучланишлар таъсирида аввал пайванд чок ва чоколди ҳудуди деформацияси бошланади. Уларнинг деформацияси пайванд чок материали ва чоколди ҳудуд материали мустаҳкамлик чегараси орасида давом этади. Мустаҳкамлаш чизикли қоидага кўра қуйидагича амалга оширилади:

$$\sigma_{\text{пч}} + A_{\text{пч}} \eta_{\text{пч}} = \sigma_{\text{чо}}$$

$\sigma_{\text{пч}}$, $\sigma_{\text{чо}}$ – пайванд чок ва чоколди ҳудуднинг оқувчанлик чегараси;

$A_{\text{пч}}$ – пайванд чок материалини мустаҳкамлашнинг жорий модули;

$\eta_{\text{пч}}$ – пайванд чокнинг логарифмик деформацияси.

Бундан келиб чиқадики, ободани экспандерда чўзишда обода пайванд чоки ва чоколди ҳудуди оқиш чегараси заготовка материалининг бошланғич оқиш чегарасига тенглаштирилиши керак. Кейинги пластик деформация биргаликда бўлади.

Пайвандланган заготовкани чўзганда, пластик деформация қисмида асосий материал ва термик таъсир ҳудуди орасидаги кучланиш $F_1 O_1$. Бу ерда F_1 – жорий майдон ва пайванд чок оқиш чегараси.

Умуман олганда жараён, бир вақтда рўй беради: заготовка метали ва термик таъсир ҳудуднинг тенг якуний пластик деформацияси, пайвандланган заготовка кўндаланг кесими бўйича зўриқишларнинг нотекис тарқалиши. Радиал – ротацион профиллашда кучланганлик ҳолати схемасининг турли номдаги жойларига эга, шунинг учун деформацияни маҳаллийлаштириш жараёни ушбу формула орқали аниқланади:

$$\varepsilon = \frac{2\sqrt{1 - \sigma + \sigma^2}}{(1 + \sigma)} i$$

$\sigma = \frac{\sigma_2}{\sigma_1}$ – асосий нормал кучланишлар муносабати;

i – кучланишнинг чегара қиймати мустаҳкамлик чегараси $\sigma_a = \frac{\sigma_2}{\sigma_1}$,

бузилиш шартига мос равишда ε қийматини оширади. Агар $\sigma \leq \sigma_a$ бўлса, бузилиш олдинги деформация локализациясиз бўй беради.

Радиал – ротацион профиллашда пайвандланган цилиндр заготовка термик таъсир ҳудудига маҳаллий деформацияни йўл қўймаслик (3) тенгламаси қуйидаги кўриниш олади.

Ғилдирак ободаларини тайёрлаш технологиясига радиал – ротацион профиллаш методини киритиш $\sigma \approx \sigma_a$ ва $\varepsilon_{ед} \approx \varepsilon_{ад}$, яъни меридиан кучланишлар қиймати амалда термик таъсир ҳудудида айниқса заготовка четларида локал бузилишлар ҳосил бўлиши учун мос чегарадир.

Пайвандланган цилиндр заготовкалардан радиал – ротацион профиллаш методи билан олинган ғилдирак ободаларининг нуқсонларини миқдорий таҳлил қилиш шуни кўрсатдики, ғилдирак ободаларини ишлаб чиқаришдаги асосий нуқсон бу пайванд чок ва чоколди ҳудудни яхлитлигининг бузилиши ҳисобланади.

3.2. Транспорт воситалари ғилдиракларининг ободалари учун листли заготовкalar ўлчамларини ҳисоблаш

Саноатнинг замонавий ривожини ишлаб чиқаришнинг технологик тайёргарлигини автоматлаштириш воситаларини қўллаш, энергияни тежаш ва материалларни тежамкорлик билан ишлатишга боғлиқ. Ҳозирги кунда транспорт воситалари ободаларини эксплуатация қилиш қуйидаги кўриниш олган: ғилдирак конструкциясининг эксплуатация шароитига тўла мос келиши; унинг мустаҳкамлигини ва қаттиқлигини материалнинг

минимал сарфида таъминлаш; керакли аниқликни таъминлаш ва махсус техник шартларга мослиги.

Асосий этиборни иккинчи бандга қаратиш лозим чунки у фақатгина деталнинг технологиябоплигини ҳисобга олмайди. Ободани тайёрлашда металл сарфи иқтисодий (маҳсулот таннарни) ва эксплуатация (ишлатиш)га оид характеристикаларига боғлиқ бўлади.

Кўп ҳолларда конструкция технологиябоплигининг асосий мезони оз операциялар сониди материални кўпроқ иқтисод қилиш ва меҳнат сарфини камайтириш ҳисобланади. Профилланган деталлар таннарни таҳлилидан кўринадик, материалларни 10 % га тежаш самараси жихатидан иш унумининг ҳамма операцияларда уч баробар ошиши билан тенгдир. Материалларни 20 – 25 % га тежаш кўп ҳолларда шу даражада самаралики, тежалган материаллар нархи одатда иш ҳақидан ошиб кетади.

Шу сабабли ҳар хил транспорт воситаларининг ғилдирак ободалари учун заготовкalar ўлчамларининг аниқ ҳисоби таннарни кичик бўлган ободалар тайёрлаш замонавий технологик жараёнларининг асоси ҳисобланади.

Ишнинг мақсади транспорт воситалари ободалари учун листли заготовкalar ўлчамларини ҳисоблашни автoмoтлаштириш ҳисобланади.

Автомобиль ва трактор ободаларини листли заготовкalarдан ишлаб чиқаришда технологик жараёнлар самарали, тежамкор ва истикболли ҳисобланган радиал профиллашни қўллашга асосланган. Профиллаш жараёнларини такомиллаштириш ва металл сарфини сезиларли даражада камайтириш заготовканинг геометрик параметрларини холисроқ ҳисоблашга боғлиқдир. Н.В.Путешкин ўзининг ишларида заготовка энини марказий ўйиқ эни ва чуқурлигига боғлиқ ҳолда қуйидаги формула бўйича ҳисоблаш мақсадга мувофиқ деб топади:

$$B_3 = \sum B + \sum B_n + \sum B_b \quad (1)$$

$$h_p = (0,05 \div 0,1)B_p \quad \text{учун;}$$

$$B_s = \sum B + 0,0174 \sum R \propto -1,4(n-1), \quad (2)$$

$$h_p = (0,25 \div 0,65)B_p \quad \text{учун};$$

Бу ерда $\sum B$ – тўғри чизикли худудлар йиғиндиси;

$\sum B_n, \sum B_v$ – мос равишда юқори ва пастки роликлар билан туташадиган юмалоқли жойлар узунликлари йиғиндиси;

h_p – марказий ўйиқ чуқурлиги;

$\sum R \propto$ – роликларни тортиш бурчакларидаги юмалоқланиш радиуслари кўпайтмалари йиғиндиси;

B_p – марказий ўйиқ эни.

Боғлиқликнинг (2) камчилиги коэффициент $K = 1,4$ ўзгармаслигидир.

Заготовка энини ҳисоблаш учун бошқа боғлиқлик (3) ишда берилган:

$$B_0 = B_0 - kn_0 \quad (3)$$

Бу ерда B_0 – профилнинг тўғри ва эгри чизикли участкалари умумий узунлиги;

n_0 – профилнинг юмалоқли участкалари йиғиндиси;

k – заготовка меридионал кенгайишини ҳисобловчи профил ясовчилари узунлигининг орттирмаси, пластик деформация ва ишоралари ўзгарувчан тангенциал деформацияни ҳисобга олувчи ўзгарувчан коэффициент.

Юқоридаги коэффициентни радиал деформацияга график боғлиқлик орқали топишни таклиф қиладилар. Заготовка ўлчамларини компьютерда ҳисоблаш учун k коэффициентни график ёрдамида аниқлаш ҳеч қандай асосга эга эмас. Чунки компьютер маълумотларни тақдим этувчи формулани усулни тушунади ва график метод турли боғлиқликларни олишда аниқлик жиҳатидан аналитик усулдан паст ҳисобланади[.]

$h_p = (0,25 \div 0,65)B_p$ учун заготовка энини аниқлаш профилланган деталлар нейтрал қатламининг эни заготовка тэнига тенглиги (1) асосида ҳисоблаймиз. Бу эса нейтрал қатламнинг эни ва ҳолатини юмалоқланиш радиусига $r/2$ нисбатан боғлиқликда аниқлашга келтиради. Умумий ҳолатда заготовка эни тўғри чизиқли участкалар узунликлари ва эгилган участкалар нейтрал қатлами узунликлари йиғиндиларига, материалнинг меридионал чўзилган заготовкалар деформациялари ҳисобига чўзилган қисмларини айириб ҳисобланганга тенг.

Профилни эгри участкадаги нейтрал қатлами узунлиги қуйидаги формула бўйича топилади:

$$l = \frac{\pi\varphi}{180}(r + s) = 0,017\varphi(r + xs), \quad (1)$$

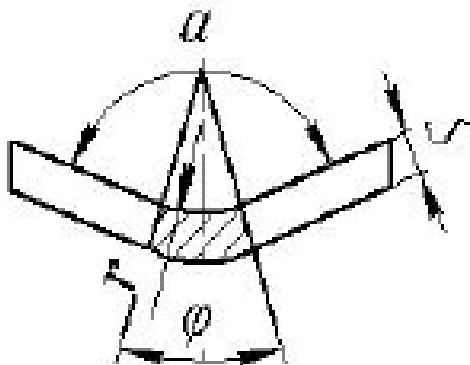
Бу ерда φ – эгилган участка бурчаги;

x – коэффициент нейтрал қатлам ҳолатини аниқлайди (жадвал бўйича танланади [1]).

Эгилган участка бурчаги фақат $\gamma = 90^\circ$ да букиш бурчагига тенг [1], бошқа ҳамма ҳолатларда у қуйидаги қийматга тенг:

$$\varphi = 180^\circ - \alpha,$$

Бу ерда α – букишнинг ички бурчаги (1-расм).



3.5 – расм.

Цилиндрсимон гардишни жуфт роликлар билан ҳар бир деформациялаш моментидан кейин маҳаллий юклаш тизимининг таҳлили

шуни кўрсатадики, деформация ўчоғи геометрик шакли қутили детал шаклига ўхшайди ва листли заготовкалардан тўғри бурчакли қутиларни чўзишда ҳосил бўлади. Шу сабабдан металнинг чўзилишини бурчакли радиусли ўтишларда ва ғилдирак ободасини тайёрлашда марказий ўйик тағлигининг қалинлигини ҳисобга олиш учун, тўғри бурчакли қутини чўзиб ҳосил қилиш учун заготовкаларни ҳисоблаш учун қўлланадиган боғлиқликдан фойдаланиш мумкин. Бурчакли қайрилишлардан кўчадиган металл ўрнини тўлдириш учун тўғри томонли геометрик развёртка қирқиб олган полоса энини h_b топамиз:

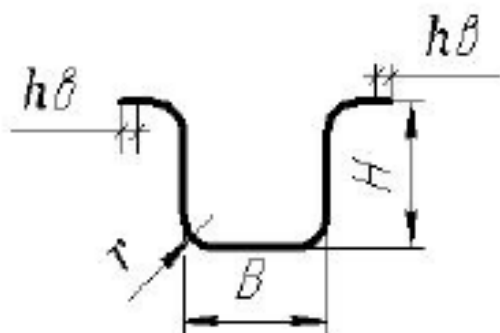
$$h_b = y \frac{R^2}{B-2r},$$

Бу ерда y – гардишнинг нисбий ўлчамлари бўйича танланадиган коэффициент;

B – ўйик эни; r – ўйик ва токча ўртасидаги қайрилиш радиуси;

$$R = \sqrt{2r \cdot H};$$

H – ўйик баландлиги (3.6-расм).



3.6 – расм.

Цилиндрик заготовкаларни кўп поғонали профиллашда деформациялаш шароитлари ёмонлашади. Чунки ҳар бир ўтишдаги деформация нотекислиги меридионал ва тангенциал йўналишларда ҳудудлар мустаҳкамлиги ошади, пластик деформацияни олдинги ўтишларда олган ва бу хавфли кесимда чўзиш кучланишга олиб келади.

Шунинг учун радиусли ўтишларда чиқарилганларнинг ўрнини металл билан тўлдириш ҳар бир ўйиқлардан ўтишда амалга оширилиши керак.

Заготовка энини ҳисоблашнинг якуний боғлиқлиги қуйидаги кўриниш олади:

$$B_3 = \sum B + 0,017 \sum \varphi(r + xs) - \sum y \frac{2r \cdot H}{B - 2r}. \quad (2)$$

Заготовка узунлигини Гюлдена – Паппуш қоидаси бўйича топамиз: айланувчи жисм сирт юзаси ўқ атрофида айланишда ҳосил бўлган эркин шаклли эгри, худди шу текисликда жойлашган узунликнинг оғирлик маркази йўлини ташкил қилувчи кўпайтмасига тенг:

$$L = 2\pi \cdot R_s \cdot L,$$

Бу ерда L – ясовчи узунлиги;

R_s – ўқ ва ясовчининг оғирлик маркази ўртасидаги масофа.

Энди келтирилган цилиндр ён юза майдонини топамиз:

$$F_{\text{ц}} = \pi r^2 \cdot h,$$

Бу ерда r – заготовка радиуси;

h – заготовка баландлиги, $h = B_3$ $F_{\text{ц}} = F$.

Бундан:
$$r = \sqrt{\frac{F}{\pi \cdot B_3}}.$$

Заготовка узунлиги эса:

$$L_3 = 2\pi r = 2\pi \sqrt{\frac{F}{\pi \cdot B_3}}.$$

Заготовканинг якуний узунлиги:

$$L_0 = L_3 + \Delta,$$

Бу ерда Δ - пайвандлаш учун қўйим.

3.3. Ўтказилган тадқиқотлар таҳлили ва таклифлар

Цилиндр заготовкаларни учма-уч пайвандлашда учрайдиган барча нуқсонлар уч гуруҳга бўлинади: пайванд бирикма геометрик шаклининг

нотўғри танланганлиги; пайвандланган материал макроструктурасидаги нуқсонлар; пайвандланган материал микроструктурасидаги нуқсонлар.

Биринчи гуруҳ нуқсонларга кесимларнинг симметрия ўқидан силжиши, пайвандланувчи кесимларнинг геометрик фарқи, қийшайиш, пайвандланувчи юзалар қалинлигининг турличалиги киради. Бу нуқсонлар мавжудлиги пайвандланган конструкция мустаҳкамлигининг камайишига сабаб бўлади. Детал заготовкасининг ноаниқ бўлиши уларнинг электродга нотўғри ўрнатилиши ва етарлича қаттиқ маҳкамланмаслиги, машина йўналтирувчи қисмларининг носозлиги, бирлашувчи кесимларнинг силжиши ва тоб ташлашига сабаб бўлади. Бу эса гратни олиб ташлашда қийинчилик келтириб чиқаради ва пайванд чокнинг мустаҳкамлигини пасайтиради.

Иккинчи ва учинчи гуруҳга учма –уч бирикиш жойининг чала эриши ва оксид пардаларнинг сиқилиб чиқмасдан қолиб кетиши, микродарзлар, ғоваклик, нометалл қолдиқларнинг чокни ифлослаши ва пайвандлаш ҳудуд микроструктурасидаги нуқсонлар киради.

ХУЛОСА ВА ТАКЛИФЛАР

Маълумки, барча пайвандлаб тайёрланувчи деталларда пайванд чокнинг сифати муҳим бўлса-да, ғилдирак ободалари каби деталларни тайёрлашда у янада муҳим ҳисобланади, чунки пайвандлашдан сўнг обода ишлаб чиқаришнинг кейинги босқичларида катта деформацияланишга ва зўриқишларга чидаши керак. Нуқсонли ободаларнинг асосий қисми цилиндрсимон заготовкага шакл бериш жараёнида пайванд чокда ёки чок ёнида дарзларнинг пайдо бўлиши орқали юзага келади. Шу сабабли бугун маҳаллий корхоналар шароитида пўлат дискларни тайёрлашда учма- уч пайвандлаш технологиясининг ўзига хос жиҳатларини ва пайванд чок сифатига таъсир этувчи омилларни ўрганиш ва такомиллаштириш орқали сифатли маҳсулот ишлаб чиқариш ва юқори унумдорликка эришиш долзарб масаладир.

Ишнинг асосий мақсади энгил автомобиль пўлат ғилдиракларини эритиб учма-уч пайвандлашда маҳсулотнинг нуқсонли бўлишига таъсирини ўрганиш ва уларни бартараф қилиш бўйича тавсиялар ишлаб чиқишдан иборат.

Диссертация иши натижалари асосида қуйидаги илмий янгиликлар қайд этилган: энгил автомобиль пўлат ғилдиракларини эритиб учма-уч пайвандлаш жараёнларига таъсир этувчи омиллар аниқланди; пўлат ғилдиракларни эритиб учма–уч пайвандлашда учрайдиган нуқсонлар сабаблари аниқланди ва уларни бартараф қилиш йўллари излаб топилди ва назарий асосланди; пўлат ғилдиракларни ишлаб чиқаришда қўлланиладиган учма–уч пайвандлаш технологиясини яхшилаш бўйича илмий асосланган таклиф ва тавсиялар ишлаб чиқилди.

Ишнинг назарий аҳамияти шуки унда энгил автомобиль пўлат ғилдиракларини эритиб учма-уч пайвандлаш жараёнларига таъсир этувчи омиллар тавсифланди, уларда учрайдиган нуқсонлар ҳосил бўлишига

таъсир этувчи кучлар, пўлат ғилдиракларнинг материаллари ва технологик режимлар назарий ҳисобланди.

Амалий ахамияти пўлат ғилдиракларни эритиб учма-уч пайвандлашда маҳсулотнинг нуқсонларини бартараф қилиш усуллари ва воситаларини излаб топилгани ҳамда уларни тайёрлаш технологиясини яхшилаш бўйича амалий тавсиялар ишлаб чиқилганлигидир.

Чок сифатига материаллар хили, пайвандланувчанлиги, пайвандлаш жойларининг қалинлиги, пайвандлаш жойларининг пайвандлашга тайёрланганлик даражаси, пайвандлаш усули, режими, чокни бостириш характери, ишчининг малакаси ва бошқа кўрсаткичлар таъсир қилади.

Эритиб учма-уч пайвандлашдан юқори сифатли туташ шаклидаги деталлар ва бошқа пайванд бирикмаларни юқори ишлаб чиқариш унуми билан тайёрлаш мақсадида фойдаланилади. Эритиб учма-уч пайвандланган чок хусусиятлари бошқа турда пайванд чокникига нисбатан анча яхшироқдир. Ушбу пайвандлаш турида автомобилсозликда ғилдирак ободаларини пайвандлашда муҳим ҳисобланади.

Учма-уч пайвандлашдан кейин пайванд чокнинг грати, баъзан эса айрим қалинлашган жойлари йўқотилади. Деталларнинг кесими ихчам бўлса (стерженлар, кувурларнинг ташқи чоклари) грат ва қалинлашган жой металлнинг қизиган ҳолатида пайвандлаш машинасининг қисқичларида махсус пўлат пичоқлар билан, металл қирқиш дастгоҳларида, ичига айланадиган металл қирқувчи асбоб ўрнатилган махсус олинадиган ҳалқалар билан йўқотилади.

Автомобиль ғилдиракларига қуйидаги талаблар қўйилади:

- шинага танланган ғилдирак ўзининг тузилиши, бикирлиги, ўлчамлари билан тўла - тўқис мос келиши зарур;
- яхши мувозанатланган бўлиб, мувозанатланмаганлик қиймати кичик бўлиши керак;

- ғилдиракни эксплуатация даврида кийдириш ва чиқариш қулай бўлиши зарур;
 - ғилдиракнинг массаси зарурий даражада кичик ва инерция моменти эса кам бўлиши мақсадга мувофиқ;
 - ғилдирак камерали, камерасиз шиналарга бирдай келиши зарур;
- камерасиз шиналар ишлатилганда, босим кам вақтда ҳам уларнинг бириктирилган жойлари бир - биридан қочиши мумкин эмас.

Ободаларни тайёрлашда контактли учма-уч пайвандлаш усулидан фойдаланилади. Енгил автомобиль пўлат дискларини тайёрлашда бу пайвандлаш усули энг самарали ва ягона усул ҳисобланади. Ободаларни тайёрлашда учма-уч пайвандлашнинг қаршиликли (ўзгармас ток билан) ва эритиб учма-уч (ўзгарувчан ток билан) пайвандлаш турларидан фойдаланилади. Енгил автомобиль пўлат ғилдиракларини тайёрлашда замонавий жиҳозлар қўлланилади. Ишда ишлаб чиқариш жараёнларининг жойлашиш схемаси ва машинада ишлов бериш технологиясининг мақбул вариантлари келтирилган.

Пўлат ғилдиракларни тайёрлаш технологияси мураккаб бўлиб, технологияга риоя қилмаслик ёки унинг етарли даражада такомиллашмаганлиги бир қанча турдаги яроқсизликни келтириб чиқаради. Пўлат ғилдирак ишлаб чиқариш йиғув линиясидаги яроқсиз маҳсулотлар фоизларда ва уларнинг сабаблари келтирилган.

Маҳсулотнинг яроқсиз бўлишига бир неча хил нуқсонлар сабаб бўлади. Лекин пайванд чокнинг дарз кетиши 33.48 фоизни ташкил қилгани учун у асосий рол ўйнади. Шунинг учун биз ушбу нуқсон устида тадқиқот олиб бордик. Ишда пайвандлаш ток кучи, сиқиш босими ва кенгайтириш кучи ушбу нуқсонга таъсир этувчи омиллар эканлиги таъкидланган ва улардан кенгайтириш кучи катта таъсир этиши аниқланган.

Олиб борилган тадқиқотларида ғилдирак ободаларини пайвандлаб улашда пайванд чок ва чоколди ҳудуди билан боғлиқ бўлган нуқсонликлар

хажми 29 – 37 % ни ташкил этади. Бунда бевосита пайванд чокнинг ёрилиши 80 % га боради; чоколди ҳудуди ёрилиши 17 – 19 %; комбинатцияли ёрилиш яъни чок ва чоколди ҳудуди биргаликда 2 – 3 %. Лекин заготовканинг асосий материалидан ёрилиши камдан кам учрайди.

Пайвандланган цилиндр заготовкалардан радиал-ротацион профиллаш методи билан олинган ғилдирак ободаларнинг нуқсонларини миқдорий таҳлили қилиш шуни кўрсатдики, ғилдирак ободаларини ишлаб чиқаришдаги асосий нуқсон бу пайванд чок ва чоколди ҳудуди яхлитлигининг бузилиши ҳисобланади.

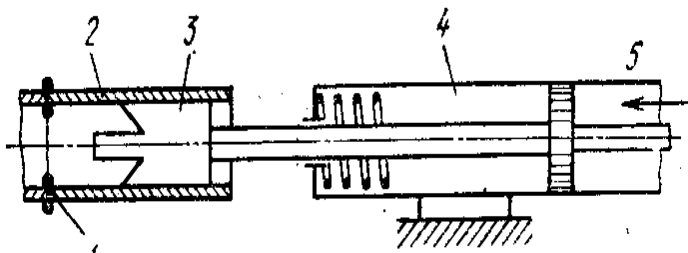
Таклифлар.

1. Цилиндр заготовкаларни учма-уч пайвандлашда учрайдиган барча нуқсонлар уч гуруҳга бўлинади: пайванд бирикма геометрик шаклининг нотўғри танланганлиги; пайвандланган материал макроструктурасидаги нуқсонлар ва пайвандланган материал микроструктурасидаги нуқсонлар.

Биринчи гуруҳ нуқсонларга кесимларнинг симметрия ўқидан силжиши, пайвандланувчи кесимларнинг геометрик фарқи, қийшайиш, пайвандланувчи юзалар қалинлигининг турличалиги киради. Бу нуқсонлар мавжудлиги пайвандланган конструкция мустаҳкамлигининг камайишига сабаб бўлади. Детал заготовкасининг ноаниқ бўлиши уларнинг электродга нотўғри ўрнатилиши ва етарлича қаттиқ маҳкамланмаслиги, машина йўналтирувчи қисмларининг носозлиги, бирлашувчи кесимларнинг силжиши ва тоб ташлашига сабаб бўлади. Бу эса гратни олиб ташлашда қийинчилик келтириб чиқаради ва пайванд чокнинг мустаҳкамлигини пасайтиради.

Иккинчи ва учинчи гуруҳга учма –уч бирикиш жойининг чала эриши ва оксид пардаларнинг сиқилиб чиқмасдан қолиб кетиши, микродарзлар, ғоваклик, нометал қолдиқларнинг чокни ифлослаши ва пайвандлаш ҳудуди микроструктурасидаги нуқсонлар киради.

2. Тасмалар пайвандлаб бўлингач, чокларига грат кескичлар билан ишлов берилади. Қувурдан ясалган деталлар ичидаги пайванд чокка ишлов беришда энг катта қийинчиликлар юзага келади. Кичик ва ўртача диаметрли қувурлар ичидаги грат дорн билан кесиб ташланади. Бунинг учун дорн штангага ўтказилади ва пневматик цилиндр ёрдамида иссиқ чок орқали итариб ўтказилади (1.12-расм).



Гратни ўйиб олиб ташлаш дорни ҳаракатлантириш учун мослама:

1 – учма-уч бириктириш жойи; 2 – змеевик; 3 – дорн; 4 – пневмоцилиндр; 5 – сиқилиган ҳаво бериш.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Ўзбекистон Президенти Ислоҳ Каримовнинг мамлакатимизни 2014 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантириш яқунлари ва 2015 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг мажлисидаги маърузаси // Халқ сўзи, 2015 йил 17 февраль.
2. “Автомобиль саноатини бошқариш тузилмасини такомиллаштириш чоратадбирлари тўғрисида” Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг қарори. *Ўзбекистон Республикаси қонун ҳужжатлари тўплами, 2004 й.*
3. Мирбобоев В.А “Конструкция материаллар технологияси” Т. “Ўзбекистон” 2004 й.
4. Kerstens N.F. Investigation and control of factors influencing resistance upset butt welding. Master’s thesis. Mekelweg 2, 2628 CD Delft, The Netherlands 2009.
5. Эрматов З.Д., Дуняшин Н.С. Эритиб пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари. ТГТУ маъруза матни. Тошкент 2013.
6. Абралов М.А., Дуняшин Н.С. Контактли пайвандлаш технологияси ва жиҳозлари ўқув қўлланма, Тошкент. Турон-иқбол 2006 ,-.208 бет
7. Гуляев А.И. Технология и оборудование контактной сварки. М.: Машиностроение, 1985. – 256с.
8. Кабанов Н.С. Сварка на контактных машинах. М.: Высшая школа, 1985. – 271с.
9. Кочергин К.А. Сварка давлением. Л.: Машиностроение, 1972. – 216с.
10. Орлов Б.Ю., Чакалов А.А., Дмитриев Ю.В. Технология оборудование контактной сварки. М.: Машиностроение, 1986. – 352с.
11. Гельман А.С. Основы сварки давлением. М.: Машиностроение, 1970. Чулошников П.Л. Контактная сварка. В помощь рабочему сварщику. М., «Машиностроение» 1977.
12. Чуларис А.А, Рогозин Д.В. Технология сварки давлением. «Феникс» 2006.
13. Волченко В.Н. Сварка и свариваемые материалы. Справочник 3-х томах, издательство МГТУ им. Н.Э Баумана. 1996.

14. Сергеев Н.П. Справочник молодого сварщика на контактных машинах. М., «Высшая школа» 1984.
15. Файзуллаев Э.З “Транспорт воситаларининг тузилиши ва назарияси” Т. “Янги аср авлоди” 2006 й;
16. Қодирхонов М.О “Автомобилларнинг иш жараёни ва хисоблаш асослари” Т. “Тошкент” 2001 й;
17. Маматов Х.М “Автомобиллар” 2-қисм. Тошкент. Ўзбекистон” нашриёти.1998 йил
18. Sullivan J.F. Effect of thase control during flash on flash weld defects. Welding research supplement 221-s.
19. Левченко Р.В., Пузырь Р.Г. Расчет размеров листовой заготовки для ободьев колес транспортных средств. Науч.-техн. журнал Вестник, №58 2011.
20. Yasutomo Ichiyama.Flsh-butt welding of high strength steels. NIPPON STEEL TECHNICAL REPORT No. 95 January 2007.
21. Krishnaraj N. The quality of flash welded jointsin mild steel: A study on the effects of welding parametrs. Welding research supplement 239-s.
22. Драгобецкий В.В. Анализ мтодов интенсификация процессов вытяжки и профилирования листового материала сцелью их применения в операциях радиально-ратационного профилированиязамкнутых оболочекдля совершенствования технологий колесногопроизводства. Технологические симтеми 3/2014.
23. Бойко Ю.А., Мосьпан Д.В. Анализ дефектов сварных цилиндрических заготовок при радиально–ротационном профилировании ободьев колес. Вестник КДПУ. Выпуск 6/2008.
24. <http://www.konsulavto.ru/>
25. www.wikipedia.ru
26. <http://avtomotospec.ru/>
27. <http://colesa.ru/wheels>

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2011 йил 20 майдаги “Олий таълим муассасаларининг моддий-техник базасини мустаҳкамлаш ва юқори малакали мутахассислар тайёрлаш сифатини тубдан яхшилаш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-1533-сонли қарори. Т.2012, 20 май.
2. Президент Ислом Каримовнинг 2014 йилда мамлакатимизни ижтимоий-иқтисодий ривожлантириш якунлари ва 2015 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамаси мажлисидаги маърузаси // Халқ сўзи, 2015 йил 17 февраль.
3. Каримов И.А. Ўзбекистон буюк келажак сари. Т.: Ўзбекистон, 1998, 685 б.
4. Каримов И.А. Жаҳон молиявий-иқтисодий инқирози, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йўллари ва чоралари / И.А.Каримов. – Т.:Ўзбекистон, 2009. - 56 б.
5. Каримов И.А. Ўзбекистон XX1 аср бўсағасида: хавфсизликка таҳдид, барқарорлик шартлари ва тараққиёт кафолатлари. Тошкент, “Ўзбекистон”. 1997 йил. 328 бет.
6. Каримов И.А. Ўзбекистон иқтисодий ислохотларни чуқурлаштириш йўлида. Тошкент. “Ўзбекистон” нашриёти. 1995 йил. 270 бет.
7. Каримов И.А. Ўзбекистон буюк келажак сари. Ташкент. “Ўзбекистон” нашриёти. 1998 йил. 636 б